النـــور

ملخص

في

الفـــيزياء

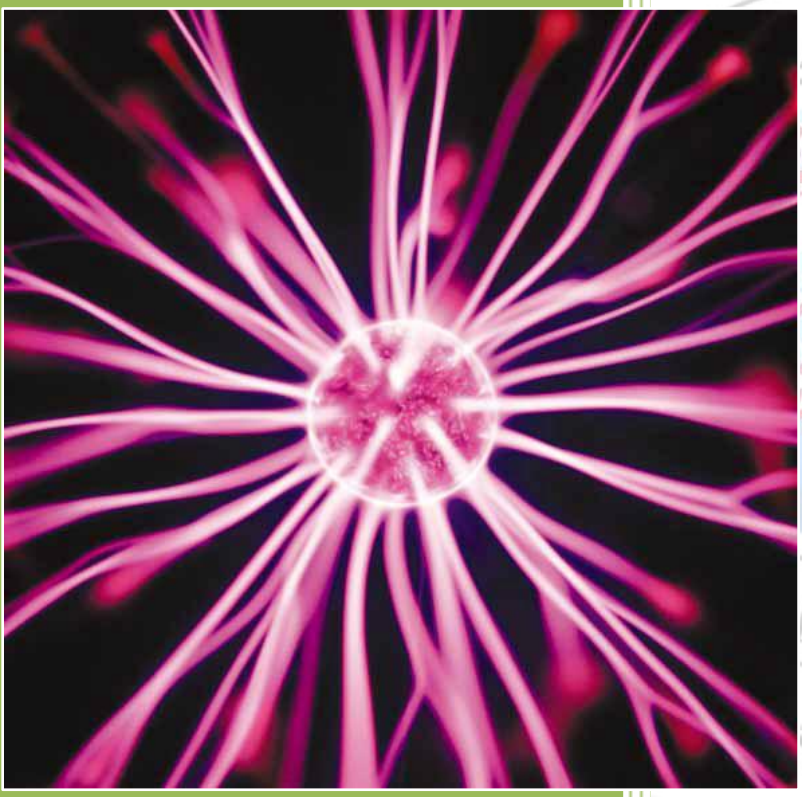
جميع الوحدات

للصف الثالث الثانوي

T.me/Doctor_future1
T.me/kabooltep
T.me/kiffahtep
T.me/smartpeople11
T.me/Third_secondary17

النور في الفيزياء

للصف الثالث الثانوي ـ الوحدة الخامسة



أنور المحبشي

أ / أنور المحبشي

النـــور

فـــي

الـــفـــيـزيـــاء

للصف الثالث الثانوي ـ القسم العلمي

إعداد وجمع الأستاذ /

أنـــــور المحـــبشـــي

مدرس مادة الفيزياء بثانوية الفقيد الحزمى مديرية حزم العدين

فى محافظة إب

ـ شرح وافي وكامل لدروس الكتاب المدرسي .

ـ حل جميع أسئلة الكتاب المدرسي .

ـ حل أسئلة إمتحانات وزارية سابقة .

ـ مجموعة متنوعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

ـ أسئلة وإمتحانات تجريبية متنوعة وبنفس صيغة الإمتحانات الوزارية وفقاً لمبدأ التسلسل .

الإهـــــداء

ـ إلى من كان لهما الفضل بعد الله عزوجل في ما قد وصلت إليه وفي ماأنا عليه .

والدايَ الحبيبين .

ـ إلى من ترسمان البسمة على شفتاي وتحثاني للعمل الدائم من أجل سعادتهما .

صفاءي الحبيبتان نور ونضي .

ـ إلى كل من جعلني أُقدم على هذا العمل بعزيمة وإصرار .

كل أصدقائي الأعزاء .

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر ، وعظيم الأمتنان ، لكل من ساندني على تنفيذ هذا العمل المتواضع ،

وعلى رأسهم أخي وصديقي ورفيق دربي ، الأستاذ / مصطفى السباعي ..... مدير مدارس المعرفة النموذجية ـ فرع السبل ، بمحافظة إب .

والذي كان له الدور الأمثل والبارز في خروج هذا الكتاب إلى النور ، من خلال مقترحاته وآراءه القيمة ، ومن خلال وقوفه الجاد والفعلي معي .

فلك مني جزيل الشكر أيها الأخ الغالي والإداري الناجح .

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

جـــــداول أســـاســـيـــة

(١) جدول ببعض الوحدات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الزمن	الثانية (ث)	ز أو T
الكتلة	كيلوجرام (كجم)	ك
الطول	متر (م)	ل
المسافة	متر (م)	ف
الأزاحة	متر (م)	ف
السرعة	متر / ثانية (م / ث)	ع
العجلة	متر / ثانية^{٢} (م / ث^{٢})	جـ أو د
كمية التحرك (الزخم)	كجم . م / ث	كت
طاقة الحركة	الجول	طح
طاقة الوضع	الجول	طو
الدفع	نيوتن . ث = كجم . م / ث	دفع
القوة	نيوتن	ق
كمية التحرك الزاوي	كجم .م^{٢} / ث	كتر
السرعة الزاوية	راديان / ث	W
عزم القصور الذاتي الدوراني	كجم . م^{٢}	I
شدة التيار الكهربائي	أمبير	ت
فرق الجهد الكهربائي	فولت	جـ
المقاومة الكهربائية	أوم	م
التردد	هيرتز	F
الطاقة الكهربائية	الجول	طك
القدرة الكهربائية أو الميكانيكية	الوات	قد
القوة الدافعة الكهربائية	الفولت	ق . د . ك
الشحنة الكهربائية	الكولوم	ش
الطول الموجي	متر	ʎ
الشغل الميكانيكي	جول	شغ
السعة الكهربائية	فاراد	سع
كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	B
التدفق المغناطيسي	ويبر	ϕ
الحث الذاتي	هنري	حث
الطاقة الإشعاعية	إلكترون فولت e.v	hf
العدد الموجي	م$^{-١}$	K

(٢) جدول ببعض الثوابت الفيزيائية

إسم الثابت	رمزه	قيمته	وحدة قياسة
عجلة الجاذبية الأرضية	د	٩,٨ ≈ ١٠	م / ث^{٢}
كتلة الأرض	ك$_{ر}$	٦×١٠^{٢٤}	كجم
نصف قطر الأرض	نق$_{ر}$	٦,٤×١٠^{٦}	متر
ثابت الجذب العام	ج	٦,٦٧×١٠$^{-١١}$	نيوتن .م^{٢} / كجم^{٢}
سرعة الأفلات من الجاذبية الأرضية	ع$_{إفلات}$	١١,٢	كم / ث
سرعة الضوء	ع$_{ض}$	٣×١٠^{٨}	م / ث
ثابت إنفاذية الفراغ للمجال المغناطيسي	μ	٤π×١٠$^{-٧}$	ويبر / أمبير . م
شحنة الألكترون	ش$_{e}$	١,٦×١٠$^{-١٩}$	كولوم
كتلة الألكترون	ك$_{e}$	٩,١×١٠$^{-٣١}$	كجم
ثابت بلانك	h	٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$	جول . ث
ثابت ريدبيرج	R_H	١٠٩٧٣٧,٨٥	سم$^{-١}$
ثابت كولوم	K أو ي	٩×١٠^{٩}	نيوتن .م^{٢} / كولوم^{٢}

(٣) جدول مضاعفات وأجزاء الوحدات

أولاً / المضاعفات:-

المضاعف	يوتا	زيتا	إكسا	بيتا	تيرا	جيجا	ميجا	كيلو	هكتو	ديكا
القوى	١٠^{٢٤}	١٠^{٢١}	١٠^{١٨}	١٠^{١٥}	١٠^{١٢}	١٠^{٩}	١٠^{٦}	١٠^{٣}	١٠^{٢}	١٠

ثانياً/ الأجزاء:-

الجزء	يوكتو	زيبتو	آتو	فيمتو (فيرمي)	بيكو	نانو	مايكرو	مللي	سنتي	ديسي
القوى	١٠$^{-٢٤}$	١٠$^{-٢١}$	١٠$^{-١٨}$	١٠$^{-١٥}$	١٠$^{-١٢}$	١٠$^{-٩}$	١٠$^{-٦}$	١٠$^{-٣}$	١٠$^{-٢}$	١٠$^{-١}$

(٤) جدول بأهم التحويلات بين وحدات القياس المختلفة

الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)	الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)
الطول الأزاحة المسافة	سم	متر	نضرب × ١٠ $^{-٢}$	القوة	داين	نيوتن	نضرب × ١٠ $^{-٥}$
	ملي متر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٣}$		ثقل.كيلوجرام	نيوتن	نضرب × ٩,٨ أو ١٠
	ميكرومتر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	الطاقة	إرج	جول	نضرب × ١٠ $^{-٧}$
	أنجستروم	متر	نضرب × ١٠ $^{-١٠}$		إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ ×
	كيلومتر	متر	نضرب × ١٠ ^{٣}		م . إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٣}$ ×
المساحة	سم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٤}$		و . ك . ذ	م . إ .ف	نضرب ٩٣١,٥ ×
	كم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ ^{٦}		كيلووات.ساعة	جول	نضرب ٣,٦ × ١٠ × ١٠ ^{٦}
	مللم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	شدة المجال المغناطيسي	جاوس	تسلا	نضرب × ١٠ $^{-٤}$
الحجم	سم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	السعة	ميكروفاراد	فاراد	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	مللم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٩}$	الشحنة	ميكروكولوم	كولوم	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
الكتلة	جرام	كيلوجرام	نضرب × ١٠ $^{-٣}$	القدرة	حصان	وات	نضرب × ٧٤٦
	الطن	كيلوجرام	نضرب × ١٠ ^{٣}		كيلووات	وات	نضرب × ١٠ ^{٣}
	و . ك . ذ (وحدة كتل ذرية)	كيلوجرام	نضرب ١,٦٧ × ١٠ × ١٠ $^{-٢٧}$	تحويلات عامة	مللي من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٣}$
الزمن	دقيقة	ثانية	نضرب × ٦٠		كيلو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ ^{٣}
	ساعة	ثانية	نضرب ٣٦٠٠ ×		ميكرو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	يوم	ثانية	نضرب ٨٦٤٠٠ ×				

ملاحظات عامة حول الجدول السابق:-

١/ عند التحويل من كبير إلى صغير نضرب في عامل التحويل (العملية).

٢/ عند التحويل من صغير إلى كبير نقسم على عامل التحويل (العملية).

الوحدة الخامسة Unite(5)

الفـــيزيـــاء الـــذريـــــة

ATOMIC PHYSICS

❖ **يتوقع منك ـ عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة ـ في نهاية دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :ـ**

١) توضح المقصود بكلاً من : الطيف المتصل ، الطيف الخطي ، خطوط الإمتصاص ، سلاسل الأطياف الذرية لذرة الهيدروجين ، الجسم الأسود ، إشعاع الجسم الأسود .

٢) تتعرف على النماذج الذرية لتومسون وراذرفورد ، وتتعرف على نجاحاتهما وعيوبهما .

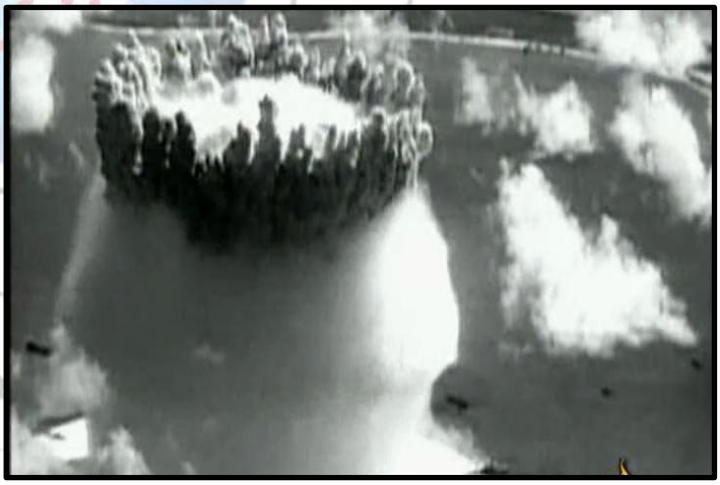
٣) تشرح مبدأ بلانك في تكميم الطاقة الإشعاعية .

٤) تشرح فرضيات النموذج الذري لبوهر وكذلك مبرراتها .

٥) توضح نجاحات وإخفاقات نموذج بوهر الذري .

٦) تحل التمارين الرياضية المتعلقة بمواضيع هذه الوحدة .

٧) تقّدر جهود العلماء التي بُذلت في مجال الفيزياء الذرية .



قصة الذرة
(جُسَيّم حيّر العلماء)

مـــقـــدمـــة عـــامـــة

❖ لقد نمت وتطورت العلوم الفيزيائية التقليدية (الكلاسيكية) تطوراً كبيراً كعلم الميكانيكا والديناميكا الحرارية والكهرومغناطيسية منذُ زمن جاليليو ونيوتن وحتى أواخر القرن التاسع عشر ، حيث إستطاعت بكفاءة عالية ولاتزال تفسير الظواهر الطبيعية للأنظمة العيانية (الأشياء التي في متناول حواسنا) .

أما معظم مجالات الفيزياء والتي تطورت خلال القرن العشرين فتدعى بالفيزياء الحديثة ، كالفيزياء الذرية والنووية والنسبية وميكانيكا الكم ، والتي استطاعت وبنجاح تفسير سلوك الجسيمات (الأنظمة) المجهرية كالإلكترونات والبروتونات والنيترونات وغيرها من الجسيمات في عالم الصغائر والتي تعجز الفيزياء التقليدية عن تفسير سلوكها . وفيما يلي سنتناول بالدراسة أحد فروع علم الفيزياء الحديثة وهو الفيزياء الذرية حيث سنتناول النظريات الذرية التي حاولت سبر أغوار عالم الذرات .

معلومات إضافية :

الملاحظات والتجارب الكيميائية التي نتج عنها مبدأ حفظ المادة ومبدأ حفظ الطاقة الذي توصل إليه آينشتاين وقانون النسب المتضاعفة واتحاد الحجوم وعدد أفوجادرو وغيرها من القوانين الكيميائية كانت الإنطلاقة الأولى نحو فكرة الذرة ، وهذه القوانين أدت بالكيميائي الأنجليزي جون دالتون عام (١٨٠٣ م) إلى إعلان أول نظرية أو نموذج ذري والذي سمي بإسمه .

النماذج (النظريات) الذرية

أولاً / نظرية دالتون الذرية (Daltions Atomic

جون دالتون (١٧٦٦ ـ ١٨٤٤ م)
كيميائي وفيزيائي إنجليزي

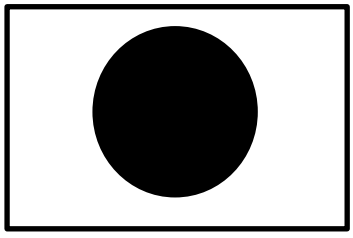
كان أول نموذج ذري هو نموذج العالم الكيميائي جون دالتون والذي أعلن عنه في العام (١٨٠٣م) والذي قام على الفروض التالية :

١) كل المواد مكونة من ذرات متناهية في الصغر لا يمكن رؤيتها .
٢) الذرات غير قابلة للإنقسام أو الإستحداث .
٣) ذرات العنصر الواحد متشابهة وتختلف عن ذرات العناصر الأخرى .
٤) يمكن لذرات أي عنصر أن تتحد مع ذرات عنصر آخر لتكوين مواد جديدة.

وفي ضوء هذه الفروض وضع نموذجه الذري والذي سمي بنموذج الذرة المصمتة ، كما يعتبر أول نموذج عقلي للذرة و ينص على أن :

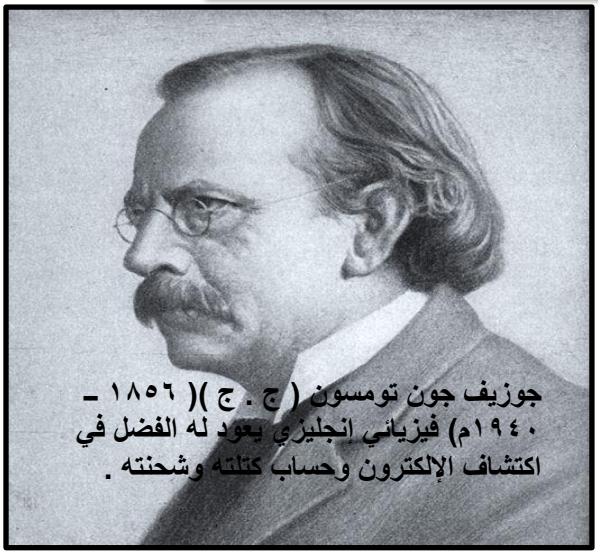
((المادة تتكون من ذرات غير قابلة للهدم أو الإنقسام))

هذا النموذج والذي وضح لنا البنية الأساسية للمادة حيث وضح أن المادة تتكون من وحدات صغيرة جداً تسمى الذرات ، كان اللبنة الأساسية لبقية النماذج الذرية ، رغم أنه قد تم إعتبار الشق الثاني منه ملغياً وهو عدم إمكانية تقسيم أو هدم الذرات (عـــــلل) حيث أثبتت التجارب العديدة التي أجراها العلماء فيما بعد والإكتشافات الجديدة التي قادت إليها كإكتشاف الإلكترونات ذات الشحنة السالبة والأيونات ذات الشحنة الموجبة وخصائصهما ، أظهرت بأن الإلكترونات هي جزء من الذرة وهذا يدل على أن الذرات قابلة للهدم والإنقسام .



والشكل (١) المقابل يوضح تصور دالتون للذرة (الذرة المصمتة)

ثانياً / نموذج توموسون الذري (The Thomson Model of The Atom)



جوزيف جون توموسون (ج . ج)(١٨٥٦ – ١٩٤٠م) فيزيائي إنجليزي يعود له الفضل في اكتشاف الإلكترون وحساب كتلته وشحنته .

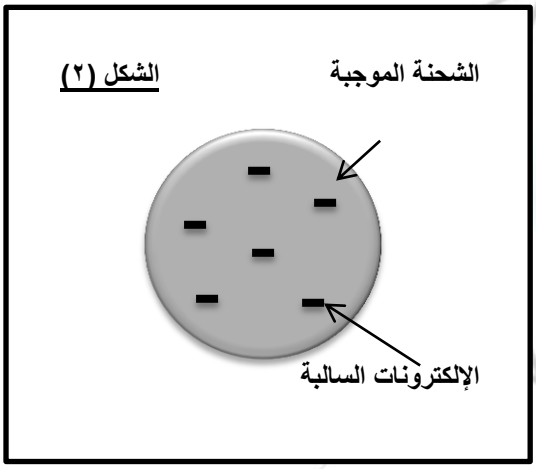
قام العالم الإنجليزي جوزيف توموسون بالعديد من التجارب حول تركيب ذرة غاز الهيدروجين ، وتوصل من خلال تجاربه تلك إلى النتائج التالية :

١) الذرة تتكون من أيونات موجبة وإلكترونات سالبة لهما نفس العدد وهذا ما يجعل الذرة متعادلة كهربائياً .
٢) تحتل الأيونات الموجبة معظم حجم الذرة وتتوزع فيه بإنتظام وهذا يعني أن كتلتها تساوي تقريباً كتلة الذرة .
٣) الإلكترونات السالبة أخف بكثير من الأيونات الموجبة .

هذه النتائج التي توصل إليها توموسون جعلته يعلن عن أول نموذج للذرة في العام (١٩٠٤ م) والذي ينص على ما يلي :

((الذرة أشبه ما تكون بكرة مصمته مرنة تتوزع بداخلها الشحنات الموجبة بإنتظام وتتخللها الشحنات السالبة بحيث يكون مجموعها مساوي للشحنة الموجبة ، وهذا ما يجعل الذرة متعادلة كهربائياً))

إن تصور توموسون لتركيب الذرة يوضحه الشكل (٢) المقابل .



الشكل (٢)

- سمي نموذج توموسون الذري الموضح في الشكل المقابل بنموذج فطيرة البرقوق كما يسمى أحياناً بنموذج البطيخة (عـــــلل) لأن الشحنة الموجبة أشبه بالمادة الحمراء في البطيخة بينما البذور السوداء فيها والتي تتخللها هي الإلكترونات السالبة .

❖ ***مميزات ونجاحات نموذج توموسون :***

١) يعتبر توموسون أول من تحدث بوجود الشحنات الموجبة والإلكترونات السالبة ضمن تركيب الذرة ، وهو بذلك أثبت أن الذرة قابلة للهدم والإنقسام .
٢) يعتبر توموسون أول من إكتشف التعادل الكهربائي للذرات .
٣) ساعد نموذج توموسون بتصوره أن الذرة كرة مصقولة مرنة على تفسير النظرية الحركية الجزيئية للغازات .

❖ ***عيوب وإخفاقات نموذج توموسون :***

١) لم يستطع تفسير الطيف الخطي المشاهد لسلسلة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين . ***(سنتحدث عنه لاحقاً)***
٢) لم يستطع تفسير نتائج تجربة دستور الإستطارة التي أجراها راذرفورد . ***(سنتحدث عنها لاحقاً)***
٣) لم يستطع تفسير معادلة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين . ***(سنتحدث عنها لاحقاً)***

الأطـــيـــاف الـــذريـــة (Atomic Spectrum)

❖ ***تعريف الأطياف الذرية :***

هي عبارة عن الإشعاعات الصادرة من ذرات العناصر الكيميائية نتيجة لإثارتها ، وتكون على هيئة أطياف إنبعاث خطي وأطياف إمتصاص خطي .

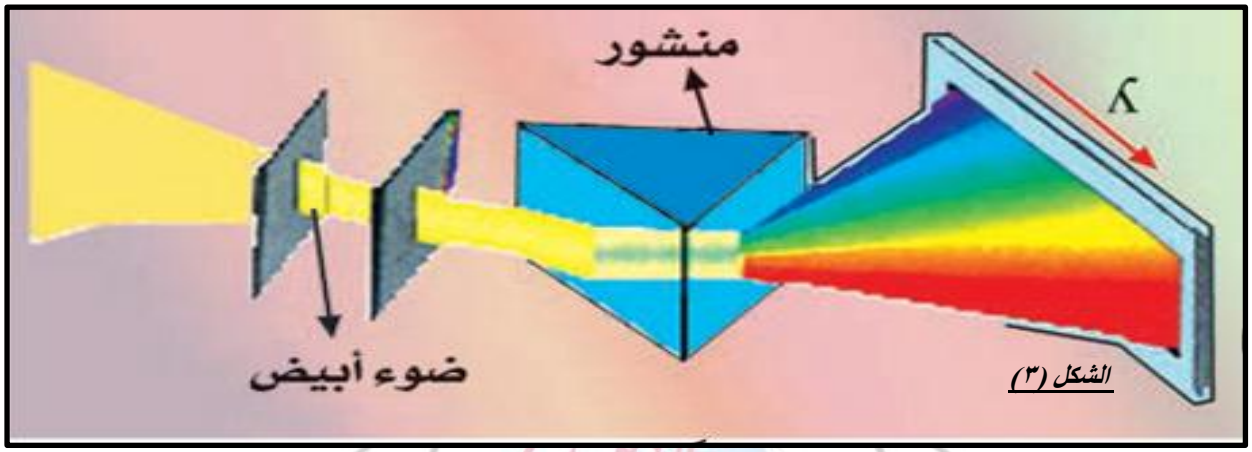
❖ ***طرق إثارة ذرات العناصر الكيميائية :***

١) التسخين .
٢) التعرض للضوء أو الإشعاع .
٣) الصدمة الإلكترونية .
٤) التفريغ الغازي .

❖ أنواع أطياف الأنبعاث الذرية :

١) الطيف المتصل (المستمر) : وهو الطيف الذي يحوي جميع الإشعاعات بمختلف أطوالها الموجية وبشكل مستمر ، وهذا الطيف له نوعين ، وهما :

أ ـ طيف المصادر الضوئية : وهذا الطيف يتمثل في الطيف المرئي وغالباً في اللون الأبيض والذي يتكون من سبعة ألوان أساسية وهي (الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيللي والبنفسجي) ، ويتضح من الشكل (٣) أدناه مكونات طيف المصادر الضوئية بعد تحليله عند مروره في منشور ثلاثي .



الشكل (٣)

ب ـ طيف الشمس : وهذا الطيف يحتوي على جميع الأطوال الموجية للطيف المرئي (طيف المصادر الضوئية) والغير المرئي (الإشعاعات الكهرومغناطيسية) ، أي أن طيف الشمس يقسم إلى قسمين وهما :

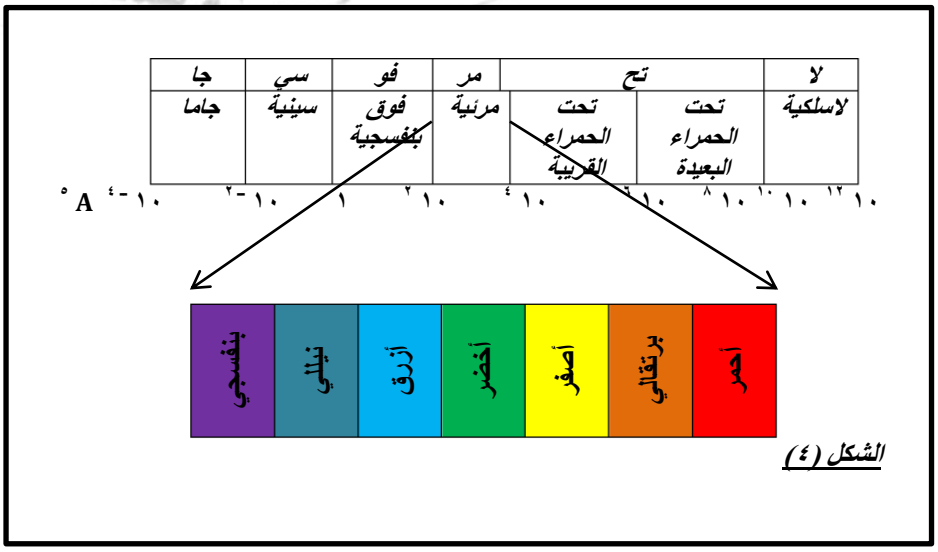
١/ طيف مرئي (منظور) بألوانه السبعة ويمثل جزءاً ضئيلاً من طيف الشمس وهي ألوان طيف قوس قزح .

٢/ طيف غير مرئي (غير منظور) ويمثل الجزء الأكبر من طيف الشمس ، وله نوعين :

أ) الأشعة غير المرئية ذات الأطوال الموجية الطويلة مثل أمواج الراديو والتلفزيون والأشعة تحت الحمراء .

ب) الأشعة غير المرئية ذات الأطوال الموجية القصيرة مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وأشعة جاما .

يوضح الشكل (٤) أدناه طيف الشمس ومكوناته وأطوالها الموجية .



الشكل (٤)

معلومات إضافية :

١ـ يقصد بالصدمة الإلكترونية والتي تسمى أحياناً بالقصف الإلكتروني قذف ذرات العنصر في أنبوبة الأشعة المهبطية بحزمة من الإلكترونات ذات الطاقة الحركية العالية .

٢ـ يقصد بعملية إثارة الذرات إنتقال أحد الإلكترونات من مداره إلى مدار أعلى نتيجة لإمتصاصه قدر من الطاقة فتتحول الذرة من حالة الإستقرار إلى حالة الإثارة ولكنها ماتلبث أن تطلق الطاقة التي إمتصتها على هيئة إشعاع ويعود الإلكترون إلى مداره ومن ثم تعود الذرة إلى حالة الإستقرار .

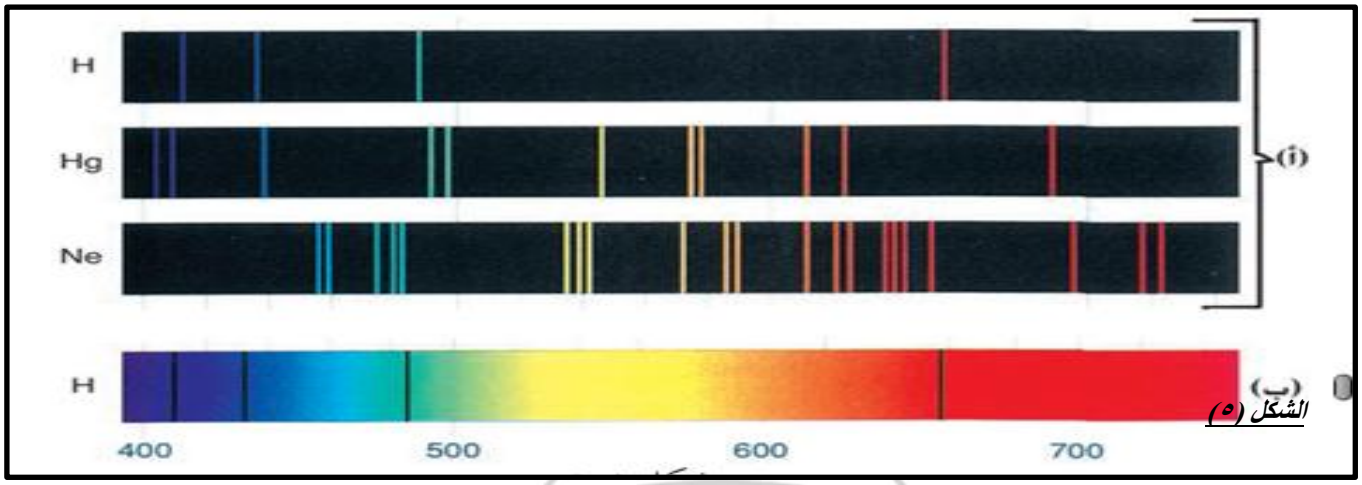
٣ـ يمكن جمع الموجات التي يتكون منها طيف الشمس في كلمة (لا تحمر فو سيجا) .

٤ـ الأطياف الذرية من الظواهر الفيزيائية التي حيرت علماء الذرة وساهمت بشكل كبير في فشل العديد من النماذج الذرية .

٥ـ طيف الإشعاع أوالإنبعاث هو عبارة عن الطيف الذي تشعه الأجسام الصلبة المتوهجة والغازات الملتهبة ، ونوعيه هما الطيف المتصل والطيف الخطي اللذان تكلمنا عنهما سابقاً .

٦ـ الطيف المتصل يتولد من الأجسام الصلبة المتوهجة إلى درجة الإنصهار ويظهر في مناطق الطيف السبعة المتصلة ، بينما الطيف الخطي فيتولد من الغازات والأبخرة الملتهبة .

٢) الطيف الخطى (المنفصل) : وهو الطيف الذي يحوي جزءاً محدداً من الأطوال الموجية للطيف المتصل ، وهو طيف العناصر الكيميائية ونحصل عليه من ذرات العناصر الكيميائية عند إثارتها ، وأبسط هذه الأطياف الخطية هو طيف ذرة الهيدروجين ، ويوضح الشكل (٥) أدناه أطياف الإنبعاث الخطية لعناصر الهيدروجين (H) والزئبق (Hg) والنيون (Ne) موضحاً عليها الأطوال الموجية مقاسة بالنانومتر . (١ نانومتر = ١٠ $^{-٩}$ متر) .



الشكل (٥)

❖ ***قانون كيرشوف فى الأطياف الذرية :***

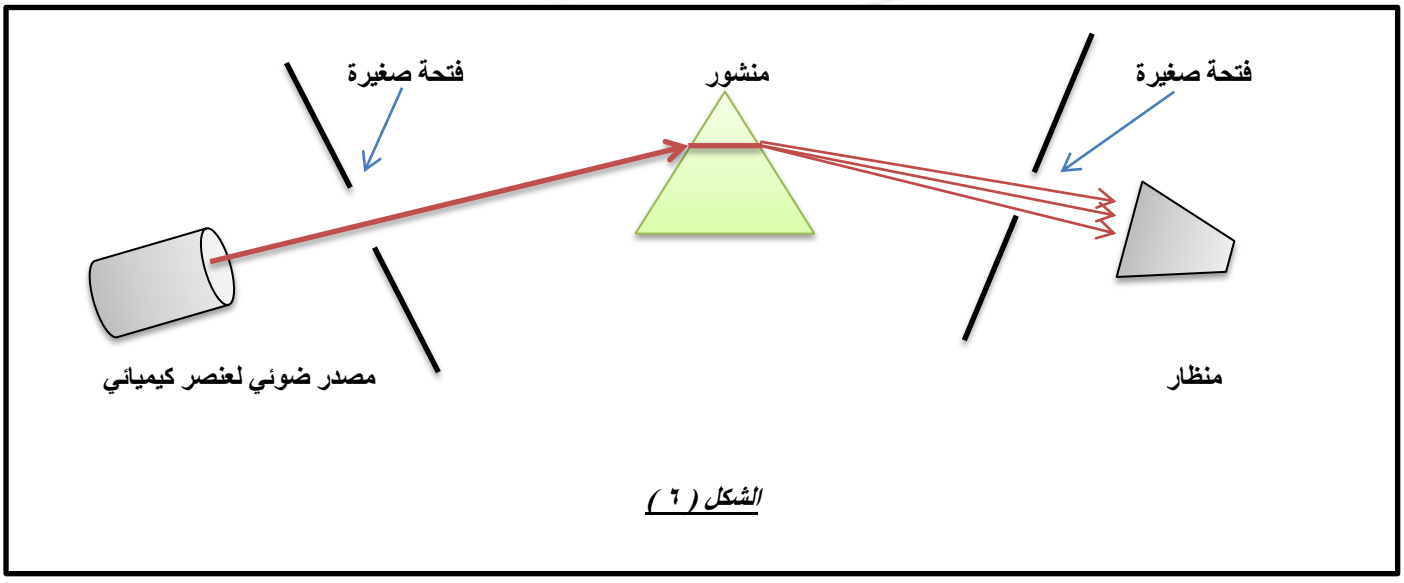
وضع الفيزيائي الألماني جوستاف كيرشوف في العام (١٨٥٩ م) إلى قانونه الخاص بالأطياف الذرية ، والذي ينص على أن :

((العنصر الكيميائي الذي له القدرة على إمتصاص إشعاع معين بطول موجي معين ، له القدرة على أن يبعث أو يطلق نفس الإشعاع وبنفس الطول الموجي عندما يكون عند نفس درجة الحرارة أو أقل ، وأن لكل عنصر كيميائي لون خاص يمتصه ويبعثه)) .

❖ ***تطبيقات قانون كيرشوف فى الأطياف الذرية :***

١) يفيد في دراسة التربة على سطح الأرض والكشف عن المعادن في باطن الأرض .
٢) يفيد في دراسة مكونات الشمس من العناصر الكيميائية .
٣) يفيد في تحقيقات الطب الجنائي والكشف عن المواد السامة .

❖ ***جهاز المطياف الذري :*** هو جهاز تحليل طيفي يستخدم في تحليل الأطياف الذرية المنبعثة من العناصر الكيميائية عند إثارتها وذلك لمعرفة الأطياف الخطية المنبعثة منها ، والشكل (٦) التالي يوضح تركيب المطياف الذري .



الشكل (٦)

ذرة الهيدروجين ودورها في الفيزياء الذرية

❖ لعب عنصر الهيدروجين دوراً أساسياً في علم الفيزياء الذرية ، فقد كان العنصر المعّول عليه في الدراسات والتجارب الذرية المختلفة ، ولعل أهم تلك التجارب هي التجارب التي أجريت من قبل العلماء أمثال تومسون وبوهر وغيرهم الكثير لمعرفة تركيب الذرة وتفسير الأطياف الذرية التي تبعث بها العناصر الكيميائية ، ويعود السبب وراء إستخدام هذا العنصر دون بقية العناصر الكيميائية ، أن عنصر الهيدروجين من أبسط العناصر تركيباً ذرياً فحيث أن عدده الذري يساوي (١) فإن ذلك جعله أبسط العناصر تركيباً وبالتالي أسهلها دراسة ، كما أن توفره في الطبيعة كان له دوره في جعله يتربع على عرش العناصر الكيميائية المستخدمة في دراسة تركيب الذرة .

ولكن رغم ذلك فقد كانت ذرات غاز الهيدروجين رغم بساطتها عائقاً أمام العلماء لقرون من الزمن محاولين فهم ومعرفة تركيبها ، فقد كانت محاولات تفسير طيفها الذري سبباً أساسياً في فشل العديد من النماذج الذرية وأولها نموذج تومسون ، وفيما يلي سنستعرض بعض المشاهدات الذرية لذرة الهيدروجين وكيف حاول العلماء تفسير هذه المشاهدات للحصول على نموذج ذري صحيح يوضح تركيب الذرة .

خطوط الإمتصاص لذرة الهيدروجين

عند مرور حزمة من الضوء الأبيض على حجم من غاز الهيدروجين ، ثم تحليل الضوء الذي إجتاز الهيدروجين بواسطة جهاز المطياف الذري الموضح في الشكل (٦) ، فإننا سنحصل على نفس طيف الضوء الأبيض الذي أسقط على غاز الهيدروجين ، ولكن ضمن سلسلة من خطوط داكنة ، هذه الخطوط الداكنة هي الأطوال الموجية التي إمتصها غاز الهيدروجين ، هذه الخطوط تسمى بـــ خطوط طيف الإمتصاص لذرة الهيدروجين .

كما يلاحظ أن الأطوال الموجية لخطوط طيف الإمتصاص لذرة الهيدروجين تنطبق تماماً مع الأطوال الموجية لخطوط طيف الإنبعاث لذرة الهيدروجين ، وهذا يعني أن ذرات غاز الهيدروجين لا تمتص من طيف الضوء الساقط عليها إلا أطوال موجية محددة بدقة وتدع الأطوال الموجية الأخرى تمر ، ثم ما تلبث أن تشع نفس الأطوال الموجية التي إمتصتها .

طيف الإمتصاص الخطي

ـ هو طيف مستمر مكون من سبعة ألوان يحتوي على خطوط سوداء في مناطق معينة نتيجة لإختفاء بعض الأطوال الموجية .

ـ ينشئ عند إعتراض بخار أو غاز للضوء الأبيض حيث يمتص الغاز من ألوان الطيف الأطوال الموجية الخاصة بطيفه الخطي وتظهر مكانها خطوط سوداء .

ـ يشترط لحدوثه أن تكون درجة حرارة بخاره أقل من درجة الحرارة التي يجب أن يسخن إليها .

ـ يظهر على الواح شاشات الآلات الحاسبة كخطوط مختفية سوداء على أرضية سطح ملونة .

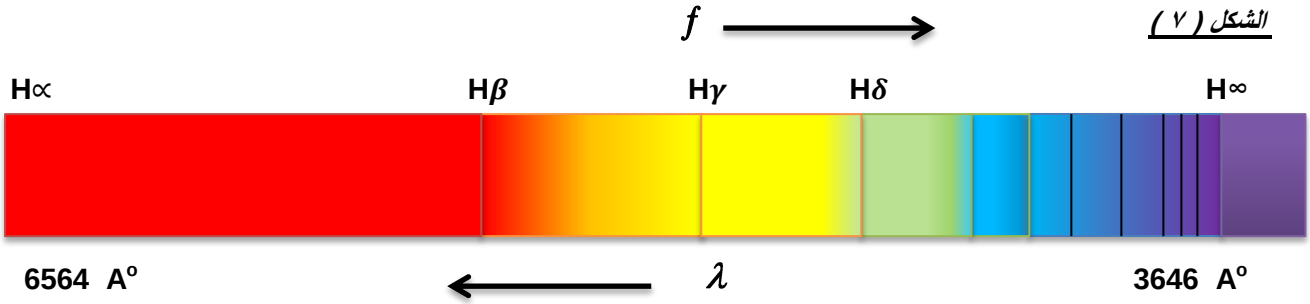
طيف ذرة الهيدروجين

يعتبر طيف ذرة الهيدروجين من أهم الظواهر الذرية التي وقفت عائقاً أمام العديد من محاولات العلماء لوضع نموذج ذري يعطي تصوراً دقيقاً عن تركيب الذرة ، فقد أحدث الإنبعاث الطيفي للعناصر الكيميائية قدراً كبيراً من المشاكل المختلفة ، حيث وجد العلماء أن الطيف لأي عنصر يتألف من أطوال موجيه توحي بإنتظام وتناسق محددين بحيث يمكن أن تصنف في مجموعات سميت بالسلاسل الطيفية (سلاسل الأطياف) ، هذا الأمر جعل العلماء يجتهدون في صياغة النظريات حول البنية الداخلية للذرة .

وبالنسبة لطيف ذرة الهيدروجين فقد وجد أن خطوطه تظهر في تراتيب معينه ، ومن الخصائص المميزة لهذه التراتيب المتناظرة المنتظمة أن الفرق بين الأطوال الموجية لمختلف الخطوط يتناقص بسرعة كلما إتجهنا نحو الموجات الأقصر ، ويتضح ذلك من الشكل (٧) أدناه .

وقد فكر العلماء في التعبير عن هذه الخطوط الطيفية بسلسلة من نوع السلاسل الجبرية أو الهندسية ، ولكن لسوء الحظ لم توجد أي سلسلة من هذه السلاسل يمكن أن تعبر عن خطوط طيف ذرة الهيدروجين .

الشكل (٧)



معادلة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين

في العام (١٨٨٥ م) إستطاع (جوهن بالمر) السويسري والذي كان يعمل مدرساً للمرحلة الثانوية بعد الكثير من الجهد والدراسة أن يضع معادلة رياضية تجريبية تمكن من خلالها من أن يحسب بدقة الأطوال الموجية لخطوط الطيف المرئي لذرة الهيدروجين المقاسة تجريبياً ، وهذه المعادلة هي :

- $\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}} \right)$ .....(١)

حيث أن :

λ هو الطول الموجي للخط الطيفي

$\left(\frac{١}{\lambda} \right)$ هو مقلوب الطول الموجي ويسمى بالعدد الموجي

ن هو عدد صحيح موجب > ٢ (٣ ، ٤ ، ٥ ، ..... ، ∞)

R_H هو ثابت فيزيائي يسمى ثابت ريد بيرج تكريماً للعالم السويدي جوهن ريد بيرج والذي ساهم في تطوير معادلة بالمر ، وقيمة هذا الثابت بالنسبة للهيدروجين = ١٠٩٧٤٧,٥٨ سم$^{-١}$.

ملاحظات هامة :

١ـ تعتبر معادلة بالمر من أهم أسباب فشل معظم النماذج الذرية وذلك لعدم قدرة تلك النماذج على تفسيرها بصورة نظرية .

٢ـ سميت سلسلة الطيف المرئي لذرة الهيدروجين بسلسلة بالمر تكريماً له .

٣ـ يقصد بالتفسير النظري لمعادلة بالمر توضيح دلالة الرقم (٢) الداخل في تركيبها وكذلك دلالة الحرف (ن) ولماذا يشترط فيه أن يكون ≤ ٣ .

عندما تكون (ن = ٣ ، ٤ ، ٥) نحصل على الخط الأول والثاني والثالث على التوالي والتي تظهر الطيف المرئي لذرات الهيدروجين وهكذا ، فبإعطاء قيم لـــ ن حيث أن (ن ≤ ٣) نحصل على جميع خطوط سلسلة الطيف المرئي لذرة الهيدروجين والتي يرمز لها بالرموز التالية :

$H_\alpha , H_\beta , H_\gamma , H_\delta , ... , H_\infty$ على التوالي ، كما في الشكل (٧) السابق .

من معادلة بالمر (المعادلة ١) نلاحظ أنه كلما زادت قيمة (ن) تصبح هذه الخطوط (الأطوال الموجية) متقاربة أكثر فأكثر وهذا ما يجعلها تبدو مندمجة مع بعضها البعض في نهاية السلسلة في خط واحد وذلك عندما (ن = ∞) والذي يناظر طول موجي يساوي (٣٦٤٦ A°) ويسمى هذا الطول الموجي بنهاية السلسلة الطيفية للطيف المرئي لذرة الهيدروجين .

لم تستطع الفيزياء التقليدية تفسير الصيغة الرياضية لمعادلة بالمر وبقيت دون تفسير نظري وظلت عبارة عن علاقة رياضية تجريبية لا تعطينا أي تصور أو أي فكرة عن البنية الداخلية لذرة الهيدروجين ، ولكنها وبلا شك قد تساهم في الإيحاء لإيجاد نموذج ذري جديد أقرب إلى الحقيقة .

ثالثاً / نموذج راذرفورد (Rutherford Nuclear Model of The Atom)

أرنست راذرفورد

يعتبر العالم البريطاني أرنست راذرفورد أحد العلماء الأوائل الذين تناولوا موضوع التركيب الداخلي للذرة بالدراسة والتمحيص على أسس تجريبية وعلمية .

ففي العام (١٩٠٩ م) قام راذرفورد بإجراء إحدى أشهر التجارب الفيزيائية والتي سميت بـــ ((تجربة دستور الإستطارة)) والتي أثبت من خلالها بما لا يدع مجالاً للشك بطلان نموذج توموسون ، كما تمكن من خلال النتائج التي حصل عليها من وضع نموذج ذري جديد .

تجربة دستور الإستطارة

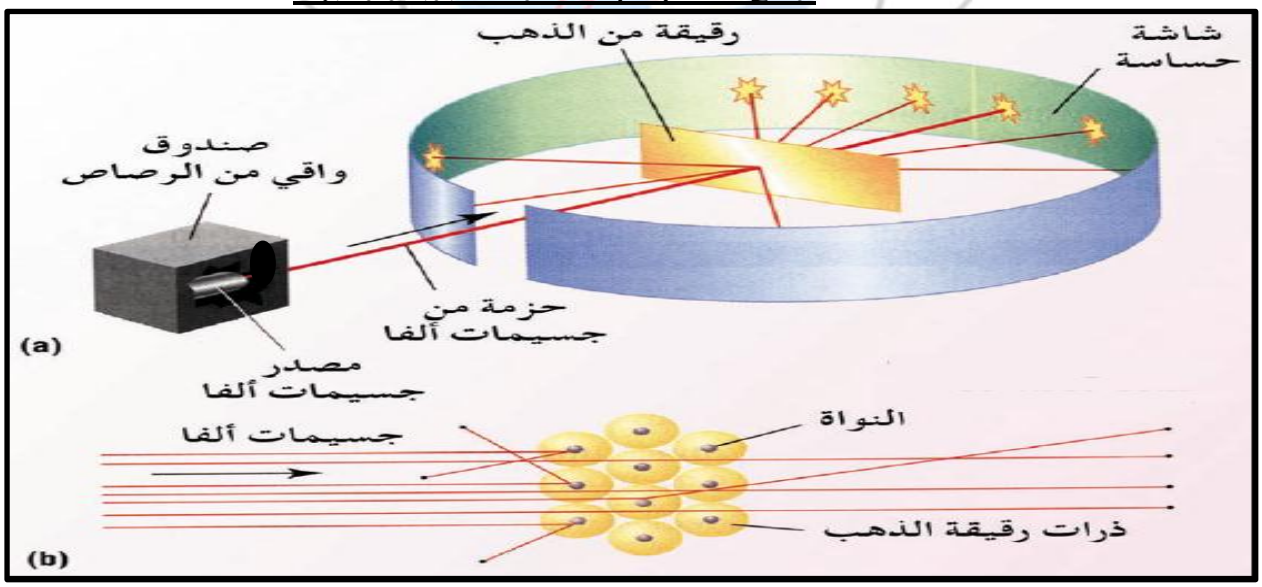
❖ ***أهداف التجربة :***

١) إختبار صحة نموذج توموسون الذري .
٢) وضع نموذج ذري جديد .

❖ ***أدوات التجربة :***

١) صفيحة رقيقة من الذهب سمكها حوالي (١٠ $^{-٣}$ مم) موضوعة في قلب شاشة الإستقبال .
٢) مصدر مشع بجسيمات ألفا (أنوية ذرات الهيليوم الموجبة He^{++}) كالراديوم ، موضوع داخل قالب من الرصاص (عـــلل) للحماية من خطر التعرض للمصدر المشع لجسيمات ألفا (الراديوم) .
٣) شاشة إستقبال وهي عبارة عن شاشة إسطوانية الشكل مطلية من الداخل بطبقة رقيقة من كبريتيد الزنك (ZnS) لها خاصية الوميض عند إصطدام جسيمات ألفا بها .

يوضح الشكل (٨) أدناه أدوات التجربة وتركيبها .



❖ ***خطوات التجربة :***

١) تنطلق جسيمات ألفا من المصدر المشع الموضوع داخل قالب الرصاص بإتجاه صفيحة الذهب .
٢) تصطدم جسيمات ألفا بصفيحة الذهب وتتشتت وتصطدم بالشاشة الإسطوانية .
٣) تترك جسيمات ألفا أثراً على الطبقة الفلوريسية ، ويظهر هذا الأثر من خلال الوميض الذي تصدره طبقة كبريتيد الزنك ، ومن خلال هذا الأثر يمكن معرفة الزوايا التي إنحرفت بها جسيمات ألفا .

❖ ***فرضيات التجربة :*** وضع راذرفورد بعض الفرضيات إنطلاقاً من نموذج تومسون وتوقع حدوثها ، وهذه الفرضيات هي :

١) تنحرف جسيمات ألفا بزوايا لا تتعدى (٠,٠١ من الدرجة) بسبب قوى التجاذب الكهربائي بين جسيمات ألفا الموجبة والإلكترونات السالبة عند التصادم بينهما .

٢) تنحرف جسيمات ألفا بزوايا لا تتعدى (٠,٠٢٥ من الدرجة) بسبب قوى التنافر الكهربائي بين جسيمات ألفا الموجبة والشحنة الموجبة للذرة عند التصادم بينهما .

٣) حيث أن الذرة مصمته فإن جسيمات ألفا لن تخترق صفيحة الذهب نهائياً .

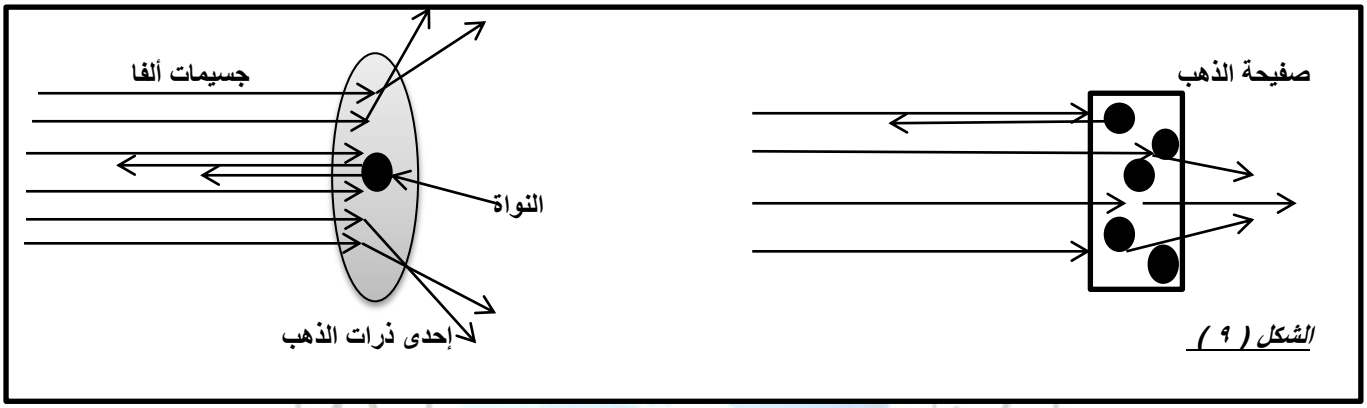
❖ ***نتائج التجربة :*** حصل راذرفورد على بعض النتائج والتي خالفت تماماً فرضياته السابقة ، وأهم هذه النتائج ما يلي :

١) معظم جسيمات ألفا تخترق صفيحة الذهب دون أن تعاني أي إنحراف .

٢) بعض جسيمات ألفا (جسيم واحد من بين ٨٠٠٠ جسيم) تتشتت وتنحرف بزوايا أكبر من (٩٠ °) .

٣) بعض جسيمات ألفا قد تصل زاوية إنحرافها إلى (١٨٠ °) أي أنها ترتد على نفسها .

يتضح من الشكل (٩) أدناه النتائج التى حصل عليها راذرفورد



الشكل (٩)

في ضوء نتائج تجربة دستور الاستطارة التي حصل عليها راذرفورد وضع نموذجه الذري ، والذي سنتحدث عنه في ما يلي .

فروض نموذج راذرفورد الذري

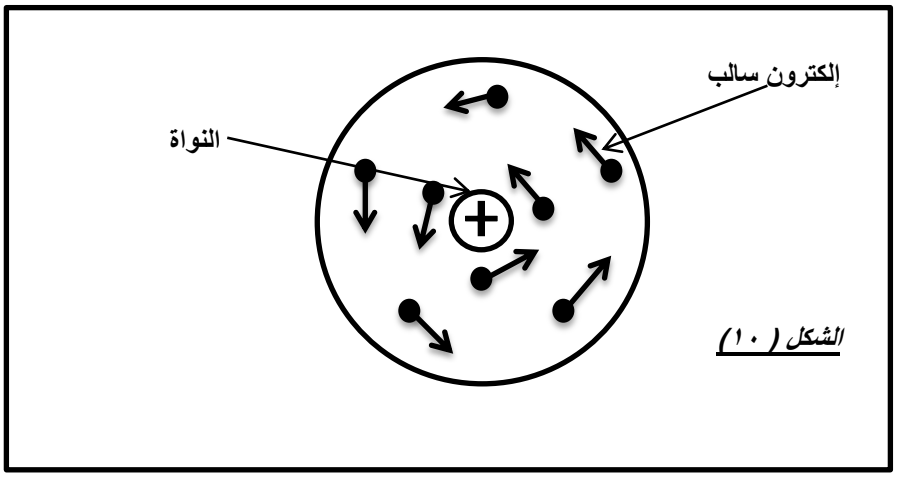
١) الشحنة الموجبة للذرة ومعظم كتلتها تتركز في حجم صغير جداً داخل الذرة وفي مركزها يسمى بـــ النواة .

٢) تدور الإلكترونات السالبة حول النواة بصورة دائرية .

٣) معظم حجم الذرة فراغ .

٤) مجموع شحنة الإلكترونات السالبة يساوي مجموع شحنة النواة الموجبة وهذا ما يجعل الذرة متعادلة كهربائياً .

الشكل (١٠) أدناه يوضح نموذج راذرفورد



الشكل (١٠)

معلومات هامة :

١) الفرض الأول لراذرفورد فسر إرتداد معظم جسيمات ألفا على نفسها نتيجة إصطدامها بالنواة .

٢) حيث أن حجم كتلة الإلكترونات صغيرجداً مقارنة بأبعاد الذرة فإن معظم حجم الذرة فراغ وهذا هو سبب إختراق جسيمات ألفا لصفيحة الذهب دون أن تعاني أي إنحراف .

٣) سمي نموذج راذرفورد الذري بالنموذج النووي كما سمي أيضاً بنموذج المجموعة الشمسية أو النموذج الكواكبي .

٤) يعتبر نموذج راذرفورد من أنجح وأفشل النماذج الذرية .

❖ **نجاحات نموذج راذرفورد :ـ**

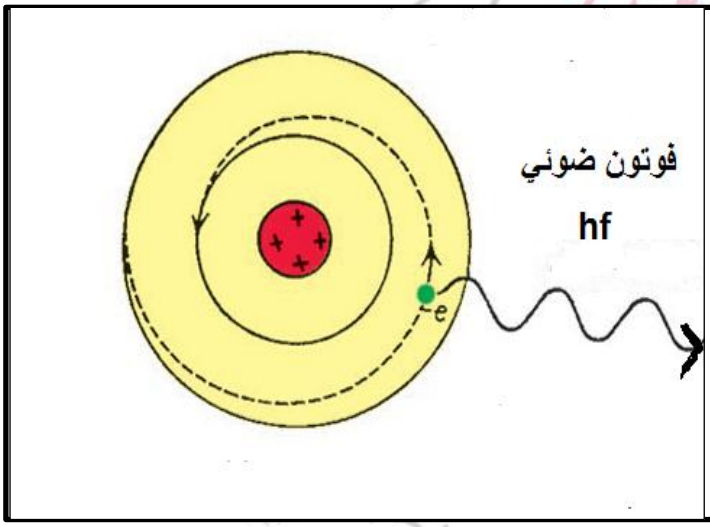
١) يعتبر نموذج راذرفورد أول نموذج ذري يكتشف النواة .
٢) يعتبر نموذج راذرفورد أول نموذج ذري يتحدث عن حركة الإلكترونات حول النواة

❖ **عيوب وإخفاقات نموذج راذرفورد :ـ**

١) تعارض نموذج راذرفورد مع النظرية الكهرومغناطيسية حيث أنه يقود إلى أن تكون الذرة غير مستقرة ، لأنه إذا كان الإلكترون يتحرك حركة دائرية حول النواة في ذرة الهيدروجين فإن شحنته (ش $_e$) سوف تتعجل وبالتالي فإنها يجب أن تشع طاقة بإستمرار وفقاً للنظرية الكهرومغناطيسية وهذا يجعل ذرة الهيدروجين تبعث طيفاً متصلاً (مستمراً) وهذا مخالف للواقع حيث أن ذرة الهيدروجين ذرة مستقرة كما أنها تطلق طيفاً خطياً (منفصلاً) .
٢) نموذج راذرفورد يؤدي إلى هدم وفناء المادة ، فحيث أن الحركة الدائرية للإلكترون حول النواة ستجعله يطلق طاقة إشعاعية مستمرة وفقاً للنظرية الكهرومغناطيسية ، وهذا يجعل طاقة الإلكترون تقل تدريجياً وفي النهاية يتخذ مساراً حلزونياً حول النواة يؤدي به في النهاية إلى السقوط داخل النواة و الإندماج معها وهذا مخالف للواقع ويؤدي إلى هدم وفناء المادة .

ملاحظة إضافية :ـ
❖ ترى النظرية الكهرومغناطيسية بأن أي جسم مشحون يتحرك حركة دائرية فإنه يطلق أو يخسر طاقته الحركية بصورة طاقة اشعاعية تزداد تدريجياً مع زيادة نقصان الطاقة الحركية للإلكترون ، وتكون هذه الطاقة الإشعاعية على هيئة طيف متصل (مستمر) .

الشكل (١١) أدناه يوضح إخفاقات نموذج راذرفورد .



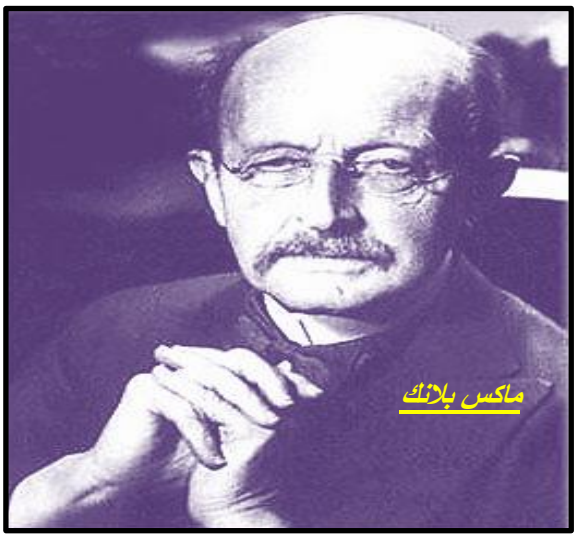
♠ وفقاً للنظرية الكهرومغناطيسية وحيث أن الإلكترون جسيم مشحون بشحنة سالبة ، وحيث أن راذرفورد يرى بأن الإلكترون يتحرك حركة دائرية حول النواة ، فإنه ووفقاً للنظرية سيفقد طاقته الحركية تدريجياً على هيئة طاقة اشعاعية بصورة طيف متصل وهذا سيجعل مساره حلزوني يؤدي به في النهاية إلى السقوط في النواة .

الشكل (١١)

إشعاع الجسم الأسود ومبدأ بلانك في تكميم الطاقة الإشعاعية

❖ **مقدمة عامة :**

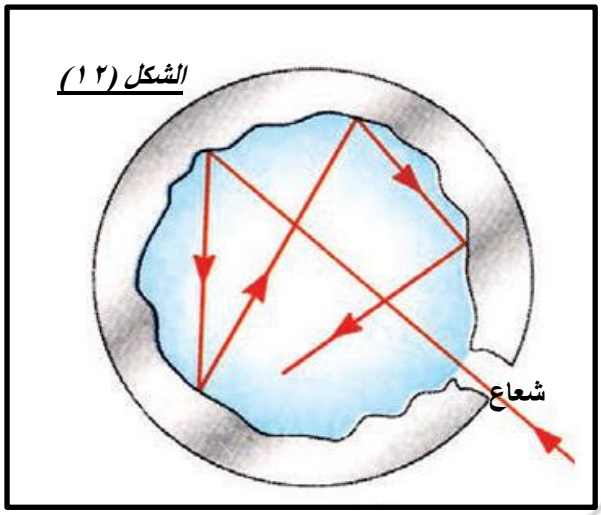
بعد الفشل الذريع الذي لاقاه نموذج راذرفورد ، ظلت مشكلة دراسة تركيب الذرة قائمة ، وفي نفس تلك الفترة كانت هناك ظاهرة ذرية حيرت العلماء لعقد من الزمن وهي ظاهرة (إشعاع الجسم الأسود) .
ولكن العالم الألماني ***ماكس بلانك*** في العام (١٩٠٠ م) تمكن و بنجاح من تفسير هذه الظاهرة من خلال إفتراضه لمبدأ تكميم الطاقة الإشعاعية ، هذا المبدأ كان بمثابة نقطة التحول في علم الفيزياء وظهور ما يسمى بالفيزياء الحديثة ، كما أن هذا المبدأ كان أساساً لتفسير العديد من الظواهر الفيزيائية والتي عجزت عن تفسيرها الفيزياء الكلاسيكية ، ولعل أهم هذه الظواهر هي طيف ذرة الهيدروجين ودراسة تركيب الذرة (كما سنلاحظ لاحقاً) .


ماكس بلانك

❖ إشعاع الجسم الأسود Blackbody Radiation :

❖ تعريف الجسم الأسود Blackbody :

((هو الجسم الذي له القدرة على إمتصاص كافة الإشعاعات الساقطة عليه وبمختلف أطوالها الموجية ، كما أن له القدرة على أن يشعها وبنفس أطوالها الموجية)) .



الشكل (١٢)

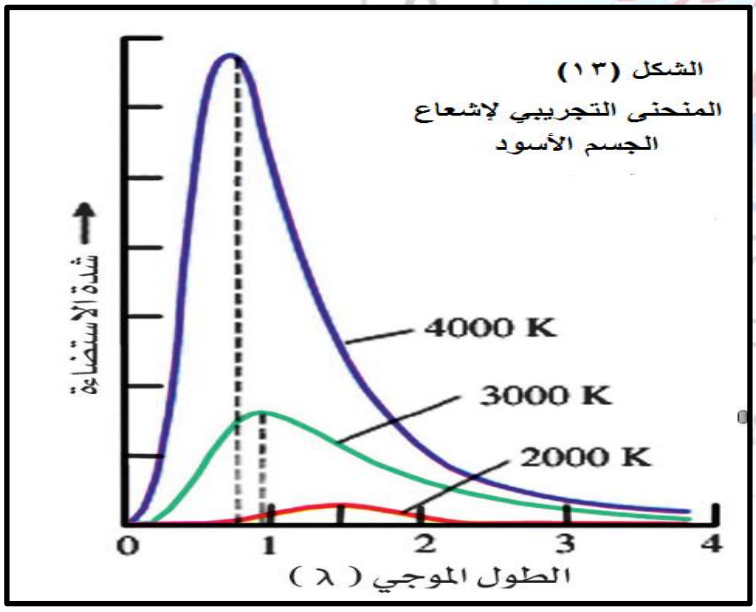
كما في الشكل (١٢) المقابل ، يمكن إعتبار أن الجسم الأسود عبارة عن تجويف صغير من أي مادة كأن يكون من الحديد أو النحاس فيه فتحة صغيرة ، فأي إشعاع ساقط على هذه الفتحة يدخل التجويف وينعكس على جدرانه الداخلية انعكاسات متتالية إلى أن يتم إمتصاصه كلياً ، وعند تسخين جدران هذا التجويف من الخارج إلى درجة حرارة معينة ، ينبعث منه إشعاع يسمى الإشعاع الحراري يحوي جميع الأطوال الموجية .

❖ الإشعاع الحراري والجسم الأسود :

يُعرف الإشعاع الحراري بأنه *((الإشعاع المنبعث من الأجسام الساخنة عند أي درجة حرارة ، أعلى من درجة الصفر المطلق ، وهو إشعاع ذو طيف متصل يحوي كافة الأطوال الموجية المختلفة)).*

وتعتمد خواص الإشعاع الحراري على نوع مادة الجسم و على درجة حرارته ، ويعتبر إشعاع الجسم الأسود إشعاعاً حرارياً ، ففي درجات الحرارة المنخفضة تقع الأطوال الموجية المنبعثة للإشعاع الحراري في منطقة الأطوال تحت الحمراء ، فهي لا ترى بالعين المجردة لذلك يظهر الجسم الأسود في بداية التسخين معتماً (عـــــلل) وعند زيادة حرارته يبدأ بالتوهج بلون يميل إلى الأحمر فالبرتقالي فالأخضر وعندما تصل درجة حرارته حداً معيناً يصبح توهج الجسم أبيض ، أي أن الجسم يشع أطوالاً موجية تقع في منطقة الطيف المرئي .

❖ معضلة (مشكلة) إشعاع الجسم الأسود :



الشكل (١٣)
المنحنى التجريبي لإشعاع الجسم الأسود

دلت التجارب العملية بأن طاقة الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود (ط) تتغير بتغير الطول الموجي (λ) ودرجة حرارة الجسم . ويتضح من الشكل (١٣) المقابل المنحنى التجريبي لطاقة إشعاع الجسم الأسود (ط) بدلالة الطول الموجي (λ) في درجات حرارة مختلفة .

إن هذا المنحنى التجريبي لإشعاع الجسم الأسود يمثل المعضلة الأساسية ، فقد كان هذا المنحنى تجريبياً قائم على أساس التجارب العملية ، ولم يكن له أساس رياضي يعبر عنه ، بمعنى أخر أن المعضلة تكم في عدم وجود معادلة رياضية تعبر عن المنحنى التجريبي لإشعاع الحسم الأسود .

وقد تمكن الألماني ماكس بلانك في العام (١٩٠٠ م) من وضع هذه المعادلة من خلال ما يسمى مبدأ تكميم الطاقة .

❖ مبدأ تكميم الطاقة الإشعاعية (نظرية الكم)

❖ فروض مبدأ تكميم الطاقة الإشعاعية :

١) ينبعث الإشعاع من الجسم الأسود الساخن نتيجة لإهتزاز ذرات وجزيئات سطحه الداخلي .
٢) الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود الساخن لا يكون بشكل متصل (مستمر) بل ينبعث على شكل كمات أو زخات أو مضاعفات صحيحة من هذه الكمات وكل زخة تدعى بكم الطاقة .
٣) إن الكم من الطاقة (طـا) له قيمة محددة يمكن حسابها من العلاقة التالية :

طـــا = ن h f

حيث (ن) عدد صحيح موجب = ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... ∞

(f) تردد الإشعاع ، (h) ثابت يسمى ثابت بلانك ويساوي (٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث) .

❖ ***أهمية مبدأ تكميم الطاقة :***

١) أدى إلى ظهور فرع جديد للفيزياء وهو الفيزياء الحديثة .
٢) تفسير وحل معضلة الجسم الأسود .
٣) ساهم في ظهور نموذج بوهر الذري .
٤) ساعد آلبرت آينشتاين في تفسير الظاهرة الكهروضوئية .

رابعاً / نظرية بوهر لذرة الهيدروجين (Bohr Theory of the Hydrogen Atom)

نيلز بوهر

❖ *بعد النجاح الذي حققته نظرية تكميم الطاقة لماكس بلانك وظهور فرع جديد لعلم الفيزياء هو الفيزياء الحديثة ، فقد كان هذا النجاح سبباً أساسياً في ظهور نموذج ذري جديد ونظرية ذرية جديدة إستطاعت وبنجاح تفسير العديد من الظواهر الذرية والتي عجزت عن تفسيرها العديد من النماذج الذرية .*

فقد إستطاع العالم الدينماركي نيلز بوهر في العام (١٩١٣ م) وبالإستفادة من مبدأ تكميم الطاقة لبلانك من وضع نظريته الذرية لذرة الهيدروجين والأيونات الشبيهة بالهيدروجين والتي لها إلكترون واحد مثل ذرة الهيليوم أحادي التأين (He^{+}) وذرة الليثيوم ثنائي التأين (Li^{++}) ، فقد تبنى بوهر النموذج النووي لرازرفورد وأعتبر أن الإلكترون في ذرة الهيدروجين يرسم مداراً دائرياً (للتبسيط) حول النواة الثابتة في المركز .

وقد أعتبرت نظرية بوهر خليطاً من الفيزياء التقليدية وفكرة تكميم الطاقة لبلانك ، لذلك سميت بنظرية الكم القديمة أو النظرية الشبه التقليدية .

❖ فـــروض نـــظـــريـــة بـــو هـــــــر

❖ ***يُبنيت نظرية بوهر الذرية على ثلاث فرضيات أساسية ، وهذه الفرضيات هى :***

١) يدور الإلكترون في ذرة الهيدروجين حول النواة في مدارات دائرية دون أن تشع الذرة طاقة ، هذه المدارات تُسمى مستويات الطاقة المستقرة و المكممة .

٢) يدور الإلكترون في مستويات الطاقة المستقرة والمكممة بكمية تحرك زاوي لا تأخذ أي قيمة وإنما تأخذ قيم محددة تعطى من العلاقة التالية :

ك $_e$ ع $_ن$ نق $_ن$ = ن $\hbar$ ..... (٣) حيث أن :

ك $_e$ كتلة الإلكترون .
ع $_ن$ سرعة الإلكترون في المدار ن .
نق $_ن$ نصف قطر مدار الإلكترون حول النواة .
ن عدد صحيح موجب .

$\hbar = \frac{h}{\pi ٢}$ = ١,٠٥٤ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث ..... h ثابت بلانك . (تُقرأ إتش بار $\hbar$)

٣) طالما بقي الإلكترون في مداره فإن الذرة تكون مستقرة ولا تشع طاقة أو تمتص طاقة ، ولكنها تشع كمية محددة من الطاقة عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى ، وتحول الذرة من حالة الإستقرار إلى حالة الإثارة ، وكمية الطاقة التي تشعها تساوي الفرق بين طاقتي هذين المستويين . أي أن :

Δ طـــا = طـــا$_{ف}$ ــ طـــا$_{ي}$ = hf .....(٤)

وتمتص الذرة كمية محددة من الطاقة عند إنتقال الإلكترون من مستوى طاقة أدنى إلى مستوى طاقة أعلى ، وكمية الطاقة التي إمتصتها الذرة تساوي الفرق بين طاقتي هذين المستويين ، أي أن :

Δ طـــا = طـــا$_{ي}$ ــ طـــا$_{ف}$ = hf .....(٥) .

حيث أن طـــا$_{ي}$ هي طاقة المستوى الإبتدائي الذي إنتقل منه الإلكترون .

طـــا$_{ف}$ هي طاقة المستوى النهائي الذي إنتقل إليه الإلكترون .

و f هو تردد الإشعاع المنبعث أو الممتص ، h ثابت بلانك .

❖ ***مـــبررات فـــرضـــيـــات بـــوهـــر :ـ***

١) مبرر الفرضية الأولى جاء متفقاً مع الواقع ، حيث أن ذرة الهيدروجين مستقرة لا تبعث بأي إشعاع طالما لم تثر بأي طاقة خارجية .

٢) مبرر الفرضية الثانية هو الطبيعة الموجية للإلكترون والتي أكتشفت في وقت لاحق على يد المهندس الفرنسي دي برولي في العام (١٩٢٦ م) .

٣) مبرر الفرضية الثالثة يأتي من فرضية تكميم الطاقة لماكس بلانك ، فهي تعبر عن مبدأ حفظ الطاقة .

❖ ***مـمـيـزات نـظـريـة بـــوهـــر :ـ***

١) أعطت النظرية تفسيراً مرضياً لسلسلة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين .

٢) تنبأت بإكتشاف سلاسل طيفية جديدة هي سلاسل ليمان و باشن و براكت و بفوند .

٣) إستطاعت النظرية ومن إعتبارات نظرية بحته أن تحسب نصف قطر مدار الإلكترون وسرعته وتردده وطاقته في مداره .

٤) حسبت النظرية قيمة ثابت ريدبيرج (R_H) لذرة الهيدروجين والذي يساوي ١٠٩٧٤٧,٥٨ سم$^{-١}$.

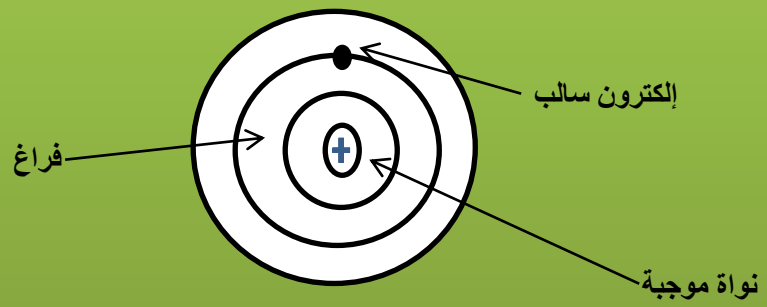
٥) أعطت النظرية معنى فيزيائي لمعادلة بالمر ، وبذلك أوجدت جواباً للسؤال الذي كان يطرح لماذا الطول الموجي (λ) للخط الطيفي يعطى بالفرق بين حدين . كما في معادلة بالمر السابقة .

♠ *ذرة بـــوهـــــر :ـ*

١/ تتكون الذرة من نواة موجبة الشحنة تتركز فيها كتلة الذرة ، كما تتكون من عدد من الإلكترونات التي تتحرك بسرعة حول النواة .

٢/ عدد الإلكترونات التي تدور حول النواة يساوي عدد الشحنات الموجبة التي تحملها النواة ، وبذلك تكون الذرة في مجموعها متعادلة كهربائياً .

٣/ الحجم الذي تشغله النواة مضافاً إليه حجم الإلكترون صغير جداً بالنسبة لحجم الذرة ، وهذا ما يعني أن معظم حجم الذرة فراغ .

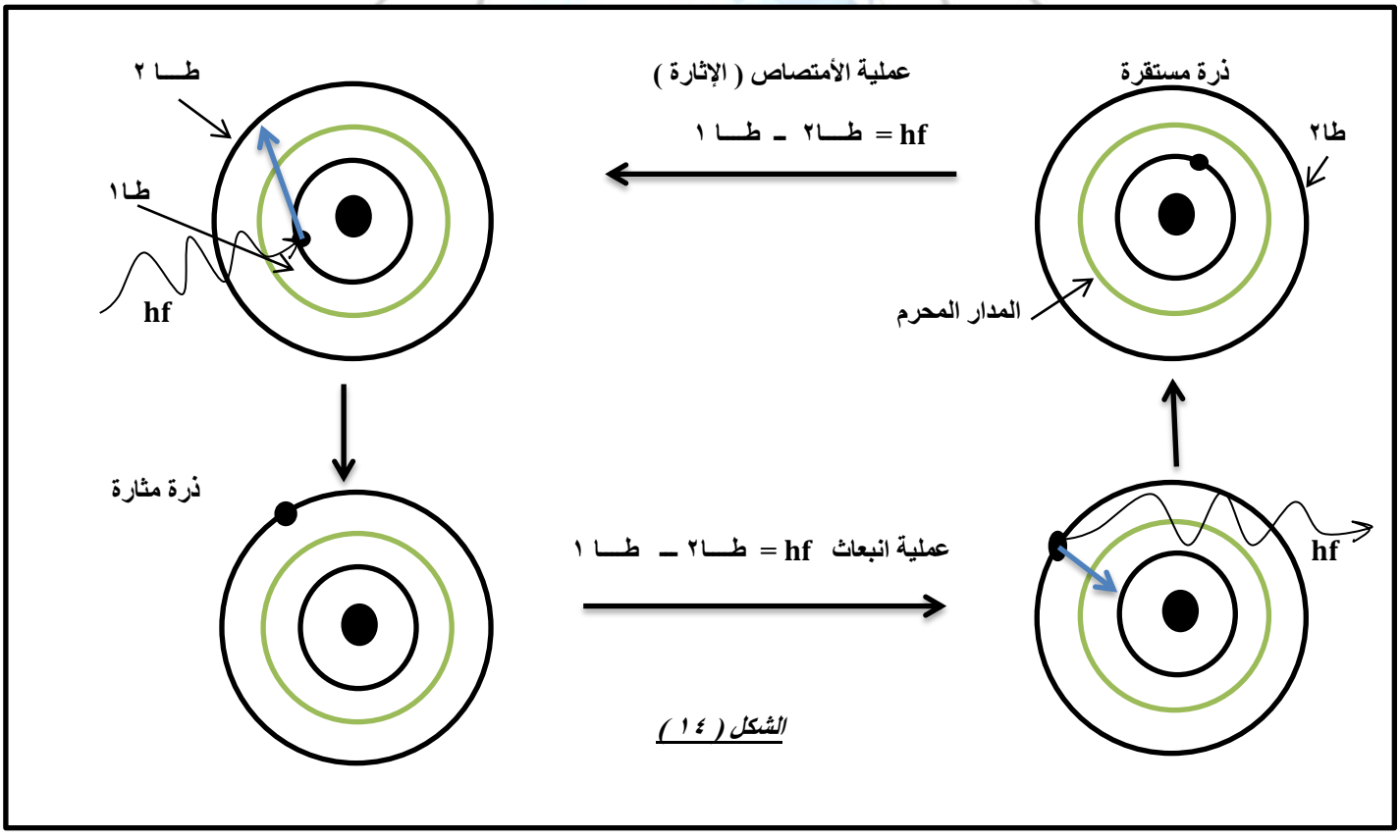


❖نجـــاحـــات نـــظـــريـــة بـــو هـــــر

أولاً / تفسير عمليتي الإمتصاص والإنبعاث في ذرة الهيدروجين

١) ذرة الهيدروجين وهي في حالتها العادية تكون مستقرة في مستواها الأرضي عندما يكون إلكترونها مستقراً في في المستوى الأول والذي طاقته (طـــا ١) .
٢) يُرمز لطاقة المستويات التي تلي المستوى الأول بالرموز (طـــا ٢ ، طـــا ٣ ، ..... ، طـــا ن) وتسمى هذه المستويات بمستويات إثارة الذرة .
٣) عند سقوط كم من الطاقة مقداره (hf) على ذرة الهيدروجين وهي في حالتها العادية بحيث يساوي الفرق بين طاقتي المستويين طـــا ١ ، طـــا ٢ أي أن : (hf = طـــا ٢ ــ طـــا ١) فإن ذلك يؤدي إلى حدوث عملية الإمتصاص .
٤) تمتص الذرة هذه الطاقة ويؤدي ذلك إلى إنتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الأرضي (طـــا ١) إلى مستوى الطاقة الثاني (مستوى الإثارة الأول) (طـــا ٢) وعندئذ يقال أن الذرة أثيرت إلى مستوى الطاقة (طـــا ٢) .
٥) سرعان مايعود الإلكترون تلقائياً إلى مداره الأول باعثاً بالطاقة التي إمتصها (hf) على هيئة إشعاع له نفس تردد الإشعاع الممتص (f) وهنا تسمى عملية إنبعاث .
٦) يوجد بين مستويات الطاقة المتتالية فراغ هذا الفراغ يسمى بـــ المدار المحرم والذي لا يجوز للإلكترون التواجد فيه حيث أنه لا يفي بالفرضية الثالثة لبوهر .

الشكل (١٤) أدناه يوضح عمليتي الإمتصاص والإنبعاث وفقاً لنموذج بوهر .



الشكل (١٤)

ثـــانـــيـاً / الحـــســـابـــات الـنـــظـريـــــة والـــريـــاضـــيـة

❖ إستطاع نموذج بوهر وبنجاح القيام بالعديد من الحسابات النظرية والرياضية المتعلقة بالبنية الداخلية للذرة ، فقد تمكن من حساب أنصاف أقطار مدارات الإلكترونات حول النواة ، كما إستطاع حساب سرعة الإلكترون في مداره وكذلك كمية تحركه الزاوية والخطية في نفس المدار ، والأهم من ذلك أنه قام بحساب طاقة الإلكترون في مداره (طاقة المستوى الذي يتواجد فيه الإلكترون) ، كما تمكن من حساب مقدار الطاقة اللازمة لتأين الذرة وإخراج الإلكترون منها نهائياً ، بالإضافة إلى أنه تمكن من حساب الأطوال

الموجية لطيف ذرة الهيدروجين وإعطاء معنى فيزيائي لمعادلة بالمر ، كما أدى إلى التنبؤ بسلاسل طيفية جديدة بجانب سلسلة بالمر ، وقد أدى أيضاً إلى ظهور ما يسمى بمخطط مستوى الطاقة .
وفيما يلي سنتناول أهم هذه الحسابات النظرية .

١/ حساب نصف قطر مدار الإلكترون حول النواة (نق ن)

❖ تمكن بوهر من خلال فرضياته السابقة إلى التوصل لمعادلة رياضية ، يمكن من خلالها حساب أنصاف أقطار مدارات الإلكترون في ذرة الهيدروجين (نق ن) حول النواة ، وهذه العلاقة هي :

$$\text{نق}_{\text{ن}} = \frac{\text{ن}^2 \hbar^2}{\text{ي}\ \text{ش}_e^2\ \text{ك}_e} \quad .... (٥٥)$$

حيث أن :-

ن = ١ ، ٢ ، ٣ ، .... ∞ ، ويمثل رقم المدار الذي يتحرك فيه الإلكترون (رقم الكم الأساسي) .

$\hbar = \frac{h}{2\pi} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{2\pi} = 1.055 \times 10^{-34}$ جول . ث ،

حيث h ثابت بلانك ، $\hbar$ تقرأ (إتش بار) .

ي = ٩ x ١٠ ^{9} نيوتن . م^2 / كولوم^2 ، ويسمى ثابت كولوم .

ش$_e$ = ١,٦ x ١٠ $^{-19}$ كولوم ، وهي شحنة الإلكترون .

ك$_e$ = ٩,١ x ١٠ $^{-31}$ كجم ، وهي كتلة الإلكترون .

❖ لقد إستطاع بوهر من خلال العلاقة (٥٥) السابقة ومن خلال التعويض عن الثوابت فيها بالقيم المذكورة أعلاه ، من حساب نصف قطر المدار الأول (نق ١) وذلك بإعتبار أن (ن = ١) وعليه فإن :-

نق ١ = ٠,٥٢٨ A° (أنجستروم) وهي القيمة العملية لنصف قطر المدار الأول والذي يسمى (نصف قطر بوهر) .

وإذا أردنا حساب نصف قطر المدار الثاني عندما ن = ٢ ، فسنجد أن :-

نق ٢ = ٤ نق ١ ، وبالمثل نجد أن : نق ٣ = ٩ نق ١ ، نق ٤ = ١٦ نق ١ .... وهكذا

وبصيغة عامة فإن نصف قطر أي مدار يعطى بالعلاقة :

$$\text{نق}_{\text{ن}} = \text{ن}^2\ \text{نق}_1 \quad ....(٥٦)$$

- (اضافة (استنتاج العلاقة (٥٥) :-

$\text{ق}_{\text{ك}} = \frac{\text{ي} \times \text{ش}_e \times \text{ش}_p}{\text{نق}_{\text{ن}}^2}$ ......قانون كولوم

ش$_e$ = ش$_p$ (شحنة الإلكترون = شحنة النواة)

$\text{ق}_{\text{ك}} = \frac{\text{ي} \times \text{ش}_e^2}{\text{نق}_{\text{ن}}^2}$ ..

وحيث أن الإلكترون يتحرك في مسار دائري فإن :

$\text{ق}_{\text{م}} = \frac{\text{ك}_e \times \text{ع}_{\text{ن}}^2}{\text{نق}_{\text{ن}}}$ ..... قوة جذب مركزي

ق ك = ق م

$\frac{\text{ي} \times \text{ش}_e^2}{\text{نق}_{\text{ن}}^2} = \frac{\text{ك}_e \times \text{ع}_{\text{ن}}^2}{\text{نق}_{\text{ن}}}$

$\text{نق}_{\text{ن}} = \frac{\text{ش}_e^2 \times \text{ي}}{\text{ك}_e \times \text{ع}_{\text{ن}}^2}$ ....(*)

$\text{ع}_{\text{ن}} = \frac{\text{ن}\ \hbar}{\text{ك}_e\ \text{نق}_{\text{ن}}}$ .... فرضية بوهر الثانية

بالتعويض في العلاقة (*) أعلاه والقيام بالأختصارات اللازمة نحصل علي :

$\text{نق}_{\text{ن}} = \frac{\text{ن}^2\ \hbar^2}{\text{ي} \times \text{ش}_e^2 \times \text{ك}_e}$ ....#

٢ / حساب سرعة الإلكترون الخطية في مداره (ع ن)

❖ تمكن بوهر بفرضيات نموذجه الذري من حساب السرعة الخطية (ع ن) للإلكترون في مداره ، وذلك من خلال التوصل لعلاقة رياضية تعطي سرعة الإلكترون الخطية في أي مدار حول النواة ، وهذه العلاقة هي :

$$\text{ع}_{\text{ن}} = \frac{\text{ي}\ \text{ش}_e^2}{\text{ن}\ \hbar} \quad .... (٥٧)$$

ولحساب سرعة الإلكترون في المدار الأول (ع ١) عندما ن = ١ ، فإننا نعوض عن قيم الثوابت في العلاقة (٥٦) وبالتالي سنحصل على :

(ع ١ = ٢,٢ x ١٠ ^{6} م / ث) وهي القيمة العملية التي قام بحسابها بوهر .

ولحساب سرعة الإلكترون في المدارات الأعلى من المدار الأول (المدارات العليا) (عندما ن = ٢ ، ن = ٣ ،..................... ن = ∞) فسنجد أن :

$\text{ع}_2 = \frac{\text{ع}_1}{2}$ ، $\text{ع}_3 = \frac{\text{ع}_1}{3}$ ....وهكذا .

فإذا كانت ن = ∞ أصبح الإلكترون خارج الذرة نهائياً ، وفي هذه الحالة يصبح الإلكترون غير مرتبط بالنواة .وبصورة عامة فإن سرعة الإلكترون في أي مدار ستعطى بالعلاقة :

$$\text{ع}_{\text{ن}} = \frac{\text{ع}_1}{\text{ن}} \quad ....(٥٨)$$

- (اضافة (استنتاج العلاقة (٥٧) لحساب ع ن :-

- $\text{ع}_{\text{ن}} = \frac{\text{ن}\ \hbar}{\text{ك}_e\ \text{نق}_{\text{ن}}}$ .... فرضية بوهر الثانية

$\text{نق}_{\text{ن}} = \frac{\text{ن}^2\ \hbar^2}{\text{ي} \times \text{ش}_e^2 \times \text{ك}_e}$.

بالتعويض عن نق ن في فرضية بوهر الثانية نحصل على ما يلي :-

$\text{ع}_{\text{ن}} = \frac{\text{ن}\ \hbar}{\text{ك}_e \times \left(\frac{\text{ن}^2 \times \hbar^2}{\text{ي}\ \text{ش}_e^2\ \text{ك}_e}\right)}$

بالقيام بالإختصارات اللازمة نحصل على ما يلي :-

$\text{ع}_{\text{ن}} = \frac{\text{ي} \times \text{ش}_e^2}{\text{ن} \times \hbar}$ ....#

❖ **معلومات اضافية :-**

١- يمكن حساب السرعة الزاوية للإلكترون ($\omega_{ن}$) في مداره من العلاقة : $\omega_{ن} = \frac{ع_{ن}}{نق_{ن}}$ .....

٢- يمكن أيضاً حساب تردد الإلكترون ($f_{ن}$) (عدد الدورات في الثانية الواحدة) وكذلك الزمن اللازم ليتم الإلكترون دوره كامله في مداره ($T_{ن}$) من العلاقتين التاليتين :

$f_{ن} = \frac{\omega_{ن}}{2\pi}$ & $T_{ن} = \frac{2\pi}{\omega_{ن}}$

٣/ حساب طاقة الإلكترون في مداره (طـــــا ن)

❖ تمكن بوهر من حساب الطاقة الكلية لإلكترون في مداره ، والتي تسمى أحياناً بطاقة ربط الإلكترون في مداره (طـــا ن) ، وذلك من خلال المعادلة الرياضية التالية :

$$طـــا_{ن} = -\frac{ي^{2} \times ش_{e}^{2} \times ك_{e}}{2 ن^{2} \hbar^{2}} \quad .....(٥٩)$$

(الإشارة السالبة تدل على أن الإلكترون داخل الذرة بسبب قوى التجاذب الكهروستاتيكى بينه وبين النواة)

وعندما ن = ١ (في المدار الأول) وبالتعويض عن قيم الثوابت نستطيع حساب طاقة الإلكترون في هذا المدار (طـــا ١) وهو أدنى مستوى طاقة فسنجد أن :

طـــا ١ = - ١٣,٦ إلكترون . فولت .(١ إ . ف = ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ جول)

وهذه هي القيمة النظرية لطاقة الإلكترون في المدار الأول وهي على وفاق مع القيمة التجريبية .

وإذا أردنا حساب طاقة الإلكترون في المدارات العليا عندما ن = ٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... ∞ ، فسنجد أن :

طـــا ٢ = $\frac{طـــا_{١}}{٤}$ ، طـــا ٣ = $\frac{طـــا_{١}}{٩}$ ، طـــا ٤ = $\frac{طـــا_{١}}{١٦}$

وبصورة عامة نستطيع القول بأن طاقة الإلكترون في أي مدار تعطى بالعلاقة :

$$طـــا_{ن} = \frac{طـــا_{١}}{ن^{2}} \quad .....(٦٠)$$

هذه هي الطاقات المسموحة التي يمكن للإلكترون أن يأخذها في داخل الذرة وليس أي طاقة ، وهذا يعني أن هذه الطاقات هي على شكل كمات أو زخات من الطاقة وليس قيماً متصلة أو مستمرة ولهذا يقال أن طاقات الإلكترون داخل الذرة هي طاقات مكممة ، والعدد (ن) هو العدد الذي يتحكم في إعطاء هذه الكمات من الطاقة ، ولهذا سمي ***بعدد الكم الرئيسي*** .

وعندما تكون (ن = ∞) فإن (طـــا ∞ = صفر) وهذا يعني أن الإلكترون أصبح خارج الذرة نهائياً ، وغير مرتبط بالنواة .

❖ حساب طـــاقة تأين الذرة :

تعريف طاقة التأين :- هي الطاقة اللازمة لإخراج الإلكترون خارج الذرة نهائياً وتحويلها إلى أيون موجب .

من خلال الفرضية الثالثة في نموذج بوهر الذري ومن خلال حساب طاقة الإلكترون في مداره (طـــا ن) فإننا نستطيع حساب مقدار طاقة تأين ذرة الهيدروجين (hf) وذلك كما يلي :

حيث أن إلكترون ذرة الهيدروجين يتواجد في المستوى الأول (ن = ١) فإن طاقته الأبتدائية (طـــا $_{i}$ = طـــا ١) فإذا امتصت الذرة طاقة قدرها (hf) بحيث تكون قادرة على إخراج الإلكترون خارج الذرة إلى المدار النهائي (طـــا $_{f}$ = طـــا ∞)

• ***(اضافة) استنتاج المعادلة (٥٩) :-***

تعتبر طاقة الإلكترون الكلية داخل الذرة هي حاصل جمع طاقة الحركة (طح) وطاقة الوضع (طو) أي أن :

طـــا ن = طو + طح .....(*) نبدأ بحساب كلاً من طح & طو . كما يلي :

حيث أن الإلكترون يتحرك في مسار دائري فإن :

ق $_{م}$ = ق $_{ك}$

$\frac{ي \times ش_{e}^{2}}{نق_{ن}^{2}} = ك_{e} \times ع_{ن}^{2}$

$ك_{e} \times ع_{ن}^{2} = \frac{ش_{e}^{2} \times ي}{نق_{ن}}$

بضرب طرفي المعادلة في $\frac{١}{٢}$ نحصل على :

$\frac{١}{٢} \times ك_{e} \times ع_{ن}^{2} = \frac{ش_{e}^{2} \times ي}{٢ نق_{ن}}$

$طح_{e} = \frac{ش_{e}^{2} \times ي}{٢ نق_{ن}}$ .....(**)

ولحساب طاقة الوضع (طو) والتي هي عبارة عن الشغل المبذول لتحريك الإلكترون من موضعه على بعد نق من النواة إلى مالانهاية ضد قوة جذب النواة له

ق $_{ك}$ = $\frac{ي \times ش_{e}^{2}}{نق_{ن}^{2}}$

طـــو = الشغل = ق $_{ك}$ x نق $_{ن}$

طـــو = $\frac{ي \times ش_{e}^{2}}{نق_{ن}^{2}}$ x نق $_{ن}$

طـــو = $\frac{- ي \times ش_{e}^{2}}{نق_{ن}}$ .....(***)

الإشارة السالبة تدل على أن الشغل المبذول يكون ضد اتجاه قوة جذب النواة للإلكترون .

بالتعويض من العلاقتين (**) و (***) في العلاقة (*) نحصل على :

$طـــا_{ن} = \frac{- ي \times ش_{e}^{2}}{نق_{ن}} + \frac{ش_{e}^{2} \times ي}{٢ نق_{ن}}$

$طـــا_{ن} = \frac{ش_{e}^{2} \times ي}{٢ نق_{ن}}$ .....(^)

وحيث أن :

نق $_{ن}$ = $\frac{ن^{2} \hbar^{2}}{ي \times ش_{e}^{2} \times ك_{e}}$.

بالتعويض في العلاقة (^) والقيام بالإختصارات اللازمة نحصل على :

$$طـــا_{ن} = -\frac{ي^{2} \times ش_{e}^{4} \times ك_{e}}{2 ن^{2} \hbar^{2}} \quad .... \#$$

وهذا المدار هو ذو الرتبة (ن = ∞) فإنه وإنطلاقاً من الفرضية الثالثة لبوهر سنجد أن :

hf (طاقة التأين) = طـــا f ـ طـــا i = طـــا ∞ ـ طـــا ١ .....(عملية امتصاص)

ومن العلاقة (٦٠) السابقة نجد أن :

طـــا ∞ = $\frac{\text{طـــا ١}}{\infty}$ = صفر & طـــا ١ = ـ ١٣,٦ إلكترون . فولت

وعليه فإن :

hf (طاقة التأين) = صفر ـ (ـ ١٣,٦) = + ١٣,٦ إلكترون . فولت .

أي أن طاقة تأين ذرة الهيدروجين تساوي طاقة الإلكترون في مداره الأول ولكن بإشارة موجبة .

٤/ حساب الأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين وتفسير معادلة بالمر

❖ وفقاً لفرضية بوهر التي تنص بأنه إذا كانت طاقة الإلكترون الأبتدائية هي (طـا i) وأنتقل إلى مستوى طاقته (طـــا f) بحيث أن : (طـــا f < طـــا i) فإن ذرة الهيدروجين تبعث بإشعاع (ضوء) طاقته (hf) والتي تحسب من العلاقة :

hf = طـــا i ـ طـــا f ← بالقسمة على h ∴ f = $\frac{\text{طـــا i ـ طـــا f}}{h}$ .....(٦١)

♥ f = $\frac{\text{ع ض}}{\lambda}$ حيث (ع ض هي سرعة الضوء و λ طول موجة الضوء و f تردد الضوء)

∴ $\frac{\text{ع ض}}{\lambda}$ = $\frac{\text{طـــا i ـ طـــا f}}{h}$ .....(٦٢) بالقسمة على ع ض نجد أن :

∴ $\frac{١}{\lambda}$ = $\frac{\text{طـــا i ـ طـــا f}}{\text{ع ض } h}$ = $\frac{١}{\text{ع ض } h}$ (طـــا i ـ طـــا f) .....(٦٣)

وحيث أن :

طـــا i = $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{ن}_i^{٢}}$ و طـــا f = $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{ن}_f^{٢}}$ ..... بالتعويض في العلاقة (٦٣) نحصل على :

∴ $\frac{١}{\lambda}$ = $\frac{١}{\text{ع ض } h}$ ($\frac{\text{طـــا ١}}{\text{ن}_i^{٢}}$ ـ $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{ن}_f^{٢}}$) ..... بإخراج (ـ طـــا ١) عامل مشترك نحصل على :

∴ $\frac{١}{\lambda}$ = $\frac{\text{ـ طـــا ١}}{\text{ع ض } h}$ ($\frac{١}{\text{ن}_f^{٢}}$ ـ $\frac{١}{\text{ن}_i^{٢}}$) .....(٦٤)

وحيث أن :

طـــا ١ = ـ ١٣,٦ إ . ف = ـ ١٣,٦ x ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ = ـ ٢١,٧٦ x ١٠ $^{-١٩}$ جـــول

ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث & h = ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث

فإنه بالتعويض عن هذه القيم بالعلاقة (٦٤) نحصل على قيمة تقريبية لـ R_H (ثابت ريدبيرج) وهذا يجعل من المعادلة (٦٤) تأخذ الصورة التالية :ـ

∴ $\frac{١}{\lambda}$ = R_H ($\frac{١}{\text{ن}_f^{٢}}$ ـ $\frac{١}{\text{ن}_i^{٢}}$) .....(٦٥)

أي أن :ـ

R_H = $\frac{\text{ـ طـــا ١}}{\text{ع ض } h}$.

إن المعادلة (٦٥) والتي توصل إليها بوهر من خلال فرضيات نموذجه الذري وإنطلاقاً من ذرة راذرفورد ومبدأ تكميم الطاقة لماكس بلانك ، قد فتحت أفاقاً جديدة في مجال دراسة الذرة والأطياف الذرية ، حيث تمكن علماء الفيزياء الذرية من إكتشاف ما يسمى بـــ ***السلاسل الطيفية*** . والتي أظهرت السلوك الذي تسلكه الذرات عند إثارتها بالطرق المختلفة ، وفيما يلي نتناول هذا الموضوع بالشرح والتفصيل .

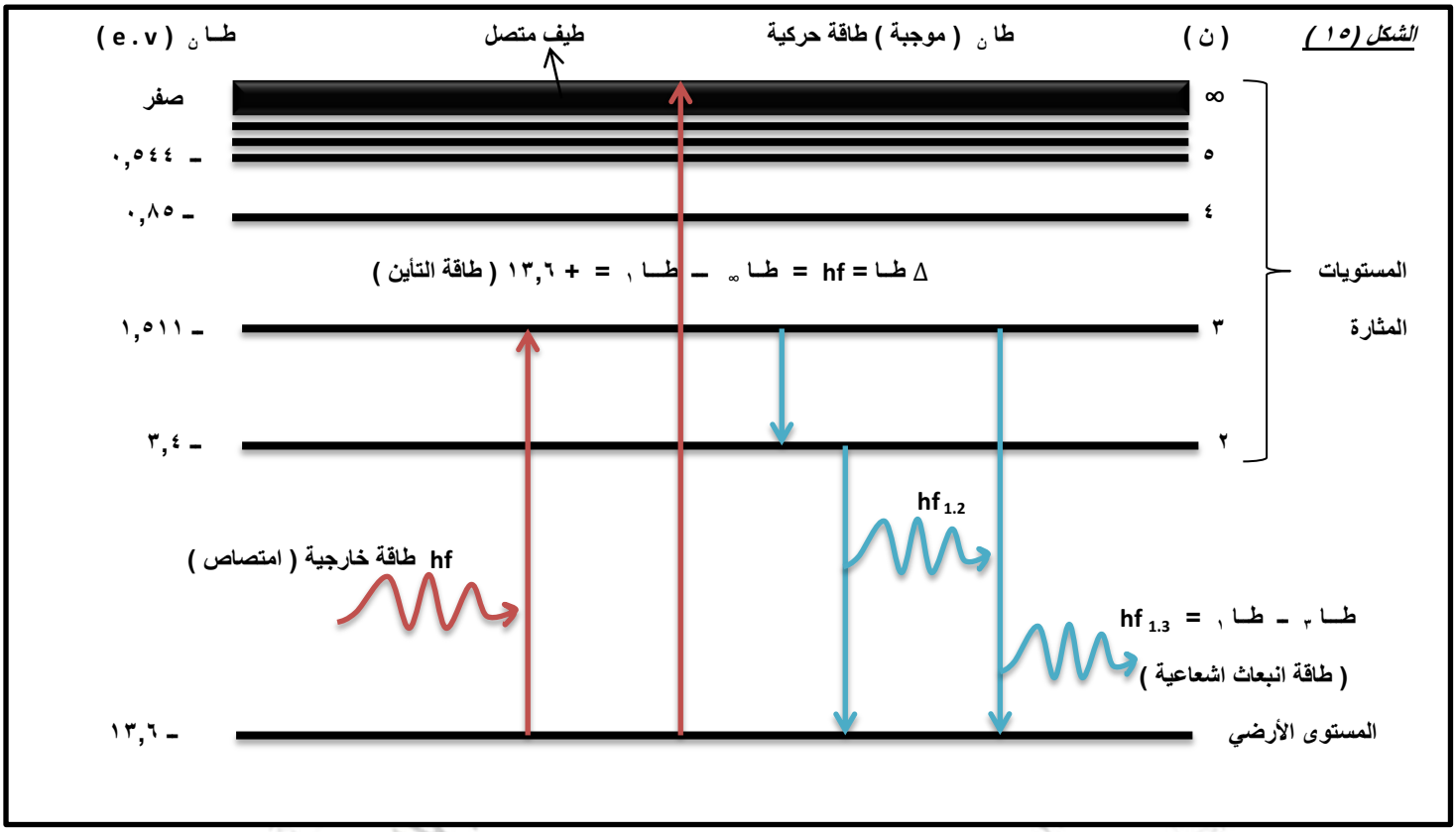
مخطـط مســتـوى الـطــاقــة والـــســلاســـل الـطـيـفـيـــــة

أولاً / مخطط مستوى الطاقة :ـ

حيث أن الذرة لا ترى ، فقد تم تمثيل طاقاتها المكممة والانتقالات الممكنة للإلكترون بين مستويات الطاقة (المدارات الذرية) المحيطة بالنواة والتي تتواجد فيها الإلكترونات بمخطط افتراضي سمي بـــ مخطط مستوى الطاقة ، وفيه يمثل مدار الإلكترون حول النواة وطاقة الإلكترون في هذا المدار بمستوى أفقي يدعى مستوى الطاقة ، ويمثل انتقال الإلكترون من مستوى طاقة إلى آخر بسهم رأسي يعطي طيفاً خطياً بتردد معين (f) وبطاقة محددة (hf) يساوي الفرق بين طاقتي هاذين المدارين بحسب الفرضية الثالثة لبوهر .

عندما يكون الإلكترون في المدار الأول (ن = ١) فإن الإلكترون يكون في أدنى مستوى طاقة له ، ويسمى هذا المستوى بالمستوى الأساسي أو المستوى الأرضي (المستقر) بينما تسمى المستويات الأعلى منه (عندما ن = ٢ ، ٣ ، ٤ ، .....∞) بالمستويات المثارة . والشكل (١٥) أدناه يوضح مخطط مستوى الطاقة لذرة الهيدروجين .

الشكل (١٥)

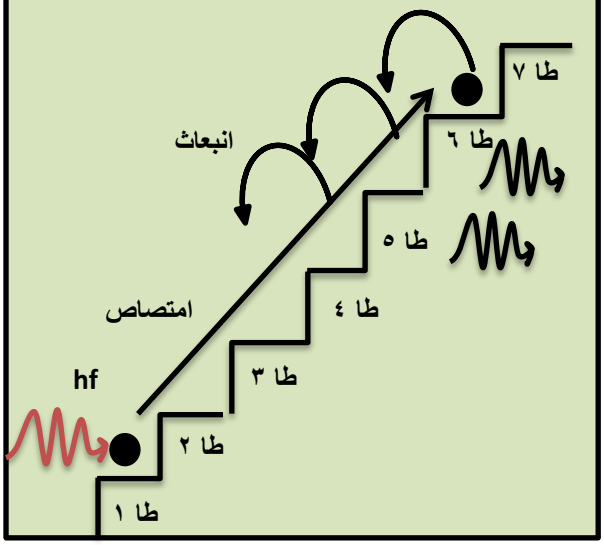


ملاحظات هامة حول مخطط مستوى الطاقة :ـ

- طاقة الإلكترون داخل الذرة سالبة وتزداد جبرياً بإزدياد العدد الكمي الرئيسي (ن) فعندما تكون ن = ١ يكون الإلكترون في أدنى مستوى للطاقة ويسمى بالمستوى الأساسي (المستوى الأرضي) وتسمى المستويات الأخرى بالمستويات المثارة .
- كلما كبرت (ن) كلما أبتعد الإلكترون عن النواة فإن طاقته تزداد جبرياً حتى تصل إلى الصفر عندما ن = ∞ وفي هذه الحالة يكون الإلكترون خارج الذرة حراً وغير مرتبط بالنواة ، وعندئذ تكون الذرة قد فقدت إلكتروناً وتحولت إلى أيون موجب .
- خارج الذرة تكون طاقة الإلكترون موجبة (علل) لأنها تكون عبارة عن طاقة حركية ويكون للإلكترون نتيجة لذلك طيف اشعاعي متصل ، بينما داخل الذرة تكون طاقته مكممة ، وبالتالي فإن انتقاله داخل الذرة يعطي طيف خطي .
- الإلكترون الأكثر بعداً عن النواة يمتلك طاقة أكبر وبالتالي يكون أكثر نشاطاً وفعالية وهو المسئول عن التفاعلات الكيميائية والإشعاعات الطيفية نتيجة إنتقاله إلى مستويات طاقة أدنى ، بينما الإلكترون الأكثر قرباً من النواة يمتلك طاقة أقل ويكون في حالة أكثر استقراراً ، ولهذا فالإلكترون المثار الواقع على مدار بعيد من النواة يحاول العودة إلى مداره الأول باعثاً بالطاقة التي أمتصها على شكل طاقة اشعاعية .
- كلما اقتربت (ن) من الما لانهاية تتزاحم مستويات الطاقة بشدة وهذا مايجعل التمييز بينها صعب .

ملاحظة اضافية :ـ

- للتبسيط يمكن تمثيل عمليات الأنتقال للإلكترون في مخطط مستوى الطاقة من خلال ما يسمى مدرج الطاقة الموضح أدناه .



ثانياً / السلاسل الطيفية :ـ

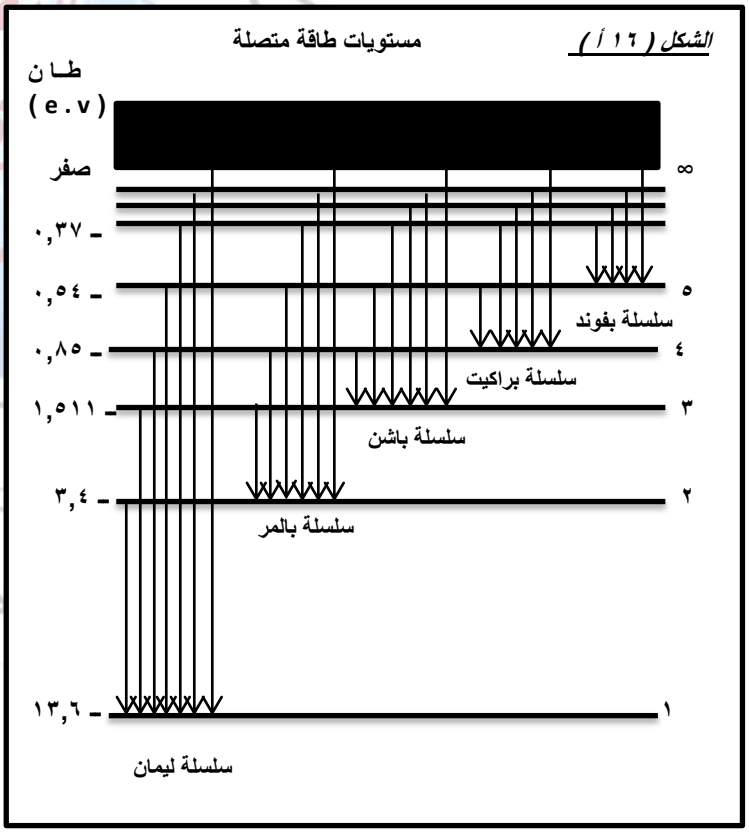
تعريفها : *هي عبارة عن الأطياف الذرية المنبعثة من الذرات نتيجة للإنتقالات المختلفة للإلكترون بين مستويات الطاقة المختلفة داخل الذرة (الإنتقال من مدار أعلى إلى مدار أدنى) .*

السلاسل الطيفية التي تم اكتشافها انطلاقاً من العلاقة (٦٥) السابقة (معادلة بوهر لحساب الأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين) توضح لنا السلوك الذي تسلكه الذرات نتيجة لإثارتها ، فبالتعويض عن قيم لـ $ن_f$ و $ن_i$ في العلاقة (٦٥) نحصل على السلاسل الطيفية المختلفة ، وقد سميت كل سلسلة طيفية بإسم مكتشفها ، والجدول التالي يوضح هذه السلاسل الطيفية وموقعها من الطيف المتصل .

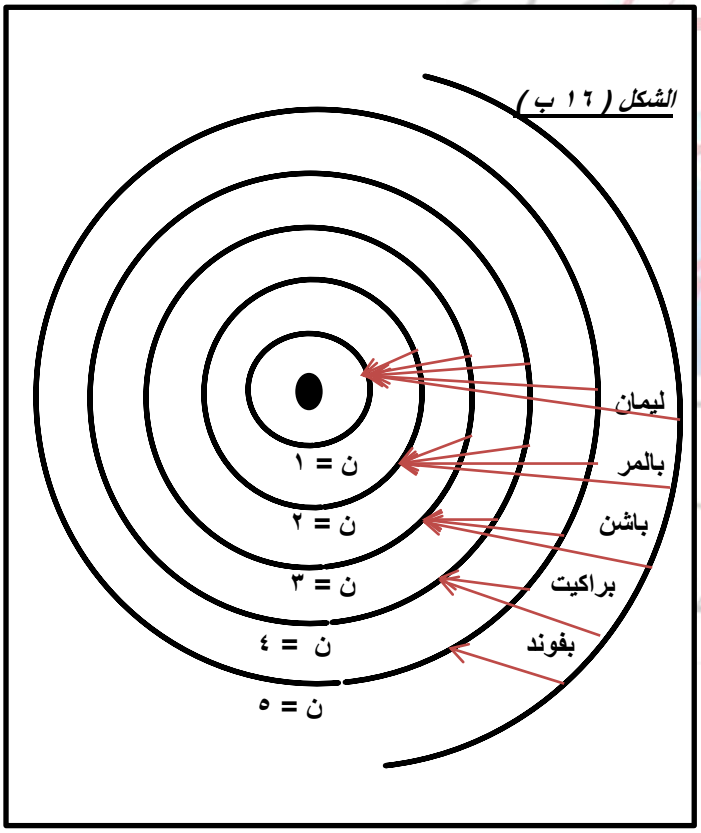
اسم السلسلة الطيفية (اسم مكتشفها)	موقعها من الطيف المتصل	$ن_f$	$ن_i$
ليمان	فوق بنفسجية	١	٢ ، ٣ ، ٤ ، ..... ∞
بالمر	طيف مرئي	٢	٣ ، ٤ ، ٥ ، ..... ∞
باشن	تحت حمراء	٣	٤، ٥ ، ٦ ، ..... ∞
براكيت	تحت حمراء قريبة	٤	٥ ، ٦ ، ٧ ، ..... ∞
بفوند	تحت حمراء بعيدة	٥	٦ ، ٧ ، ٨ ، ..... ∞

ويمكن تمثيل هذه السلاسل الطيفية بمخطط مستوى الطاقة كما في الشكلين (١٦ أ ، ١٦ ب) أدناه .

الشكل (١٦ أ)



الشكل (١٦ ب)



- **ملاحظات هامة :ـ**
- تعتبر معادلة بالمر حالة خاصة من معادلة بوهر .
- تقع سلسلة بالمر في منطقة الطيف المرئي من طيف ذرة الهيدروجين بينما السلاسل الأخرى في منطقة الطيف غير المرئي ولذلك لا ترى .
- طاقة الخط الطيفي (طاقة الطول الموجي المرافق) ما هو إلا الفرق بين طاقتي مستويين كما تشير إليه معادلة بوهر وهذه الفروقات تتناقص بسرعة كلما اتجهنا نحو مستويات الطاقة العلوية حتى تتلاشى وتصبح مستويات الطاقة مستويات متصلة وذلك لأن الفروقات بينها معدومة ، ويختفي عندها التكميم ويكون الطيف المناظر لها في أخر السلاسل طيفاً متصلاً والإلكترون يكون حراً خارج الذرة .
- الطول الموجي (λ) للخط الطيفي يتناسب عكسياً مع تردده (f) وطاقته (hf) وبالتالي فإن أقصر الأطوال الموجية هي تلك التي ترددها وطاقتها كبيرة ، بينما أطول الأطوال الموجية هي تلك التي ترددها وطاقتها صغيرة .

طريقة حساب أقصر الأطوال الموجية وأطولها فى السلاسل الطيفية :ـ

من خلال مخطط مستوى الطاقة للسلاسل الطيفية في الشكل (١٦ أ ـ ١٦ ب) السابق نجد أن كل سلسلة طيفية لها طولين موجيين حديين (حدود الأطوال الموجية للسلسلة الطيفية) وهاذين الطولين الموجيين الحديين أحدهما يعتبر أطول طول موجي داخل السلسلة الطيفية بينما يعتبر الآخر أقصر طول موجي داخل السلسلة الطيفية ، ولحساب هاذين الطولين الموجيين يجب أن نأخذ في الاعتبار قيم كلاً من $ن_f$ و $ن_i$ في كل سلسلة طيفية ، ويمكننا اتباع الجدول التالي لتحقيق ذلك .

السلسلة الطيفية	قيمة $ن_f$	أطول طول موجي عندما	أقصر طول موجي عندما
ليمان	١	$ن_i = ٢$	$ن_i = \infty$
بالمر	٢	$ن_i = ٣$	$ن_i = \infty$
باشن	٣	$ن_i = ٤$	$ن_i = \infty$
براكيت	٤	$ن_i = ٥$	$ن_i = \infty$
بفوند	٥	$ن_i = ٦$	$ن_i = \infty$

❖ من خلال الجدول السابق يتضح لنا أنه في أي سلسلة طيفية ، فإن أقصر الأطوال الموجية هي تلك التي من أجلها تكون ($ن_i$) أكبر ما يمكن ($ن_i = \infty$) ، بينما أطول الأطوال الموجية هي تلك التي من أجلها تكون ($ن_i$) أصغر ما يمكن .

أمثلة وتمارين عامة في النـــمـــاذج الـــذريـــــة

مثـــال (١) :ـ

إذا علمت أن (نق ١ = ٠,٥٢٨ A°) وأن (ع ١ = ٢,٢ x ١٠ ^{٦} م / ث) وأن (طـا ١ = ـ ١٣,٦ e.v) وأن ($ك_e$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم) فأحسب من أجل ن = ٣ (المستوى الثالث) كلاً مما يلي :ـ

نق ٣ ـ ع ٣ ـ طـا ٣ ـ كـت ز ٣ (كمية التحرك الزاوي) ـ W ٣ (السرعة الزاوية) ـ I ٣ (عزم القصور الذاتي الدوراني) ـ طول المسار الدائري الذي يتحركه الإلكترون حول النواة ـ تردد الإلكترون حول النواة والزمن اللازم لإتمام دورة كاملة حول النواة ؟

الـــحـــل

المعطيات :ـ

نق ١ = ٠,٥٢٨ A° = ٠,٥٢٨ x ١٠ $^{-١٠}$ متر & ع ١ = ٢,٢ x ١٠ ^{٦} م / ث

طـا ١ = ـ ١٣,٦ e.v = ـ ١٣,٦ x ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ = ٢١,٧٦ x ١٠ $^{-١٩}$ جول

$ك_e$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم . & ن = ٣

١) نق ٣ = ؟

نق ن = ن ^{٢} نق ١ ← نق ٣ = (٣) ^{٢} نق ١ = ٩ x ٠,٥٢٨ = ٤,٧٥٢ A° .....#

٢) ع ٣ = ع ١ / ن = ع ١ / ٣ = ٢,٢ x ١٠ ^{٦} / ٣ = ٠,٧٣٣ x ١٠ ^{٦} م / ث ..... #

٣) طـا ٣ = طـا ١ / ن ^{٢} = ـ ١٣,٦ / ٩ = ـ ١,٥١١ e . v .....#

٤) كـت ز ٣ = $ك_e$ ع ٣ نق ٣ = ن $\hbar$ = ٣ x ١,٠٥٥٧ x ١٠ $^{-٣٤}$ = ٣,١٧ x ١٠ $^{-٣٤}$ جـــول . ث .....#

٥) W ٣ = ع ٣ / نق ٣ = ٠,٧٣ x ١٠ ^{٦} / ٤,٧٥٢ x ١٠ $^{-١٠}$ = ١٥,٣٦ x ١٠ ^{١٤} راديان / ث .....#

٦) I ٣ = $ك_e$ (نق ٣) ^{٢} = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ x (٤,٧٥٢ x ١٠ $^{-١٠}$) ^{٢} = ٢٠٥,٥ x ١٠ $^{-٥١}$ كجم . م ^{٢} .....#

٧) ل ٣ = طول محيط المسار الدائري = ٢ π نق ٣ = ٢ x ٣,١٤ x ٤,٧٥٢ = ٢٩,٨٤ A° .....#

٨) $f_3 = \frac{w_3}{2\pi} = \frac{15{,}36 \times 10^{14}}{2 \times 3{,}14} = 2{,}45 \times 10^{14}$ هيرتز .....#

ولحساب الزمن الدوري اللازم ليتم الإلكترون دورة كاملة حول النواة لدينا العلاقة :

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2{,}45 \times 10^{14}} = 40{,}8 \times 10^{-16}$ ثانية .....#

مـــــثـــال ٢ :ـ

❖ أثيرت ذرات غاز الهيدروجين في أنبوبة الأشعة المهبطية بقذفها بحزمة من الإلكترونات المنطلقة بطاقة قدرها (١٢,٠٩ e.v) ، فإذا علمت أن :

طـــا ١ = ــ ١٣,٦ e.v & ثابت ريدبيرج R_H = ١٠٩٦٧٧,٥٨ ســم$^{-1}$ ، فأحسب ما يلي :ـ

١) طاقة المستوى المثار في الذرة (طـــا ن) ؟

٢) العدد الكمي الرئيسي (ن) المناظر لمستوى طاقة الإثارة ؟

٣) الأطوال الموجية التي يمكن أن تبعثها الذرة نتيجة لهذه الإثارة ؟ وحدد إلى أي السلاسل الطيفية تنتمي ؟

٤) ارسم مخطط مستوى الطاقة لعملية الإثارة ؟

الـــــحـــــل

المـــعـطـــيات :ـ hf = ١٢,٠٩ e.v (طاقة الإلكترون المسبب لإثارة ذرات غاز الهيدروجين)

طـــا ١ = ــ ١٣,٦ e.v & ثابت ريدبيرج R_H = ١٠٩٦٧٧,٥٨ ســم$^{-1}$

١) طـــا ن لحساب طاقة المستوى المثار (طـــا ن) فيجب علينا أن نعرف أن العملية هي عملية امتصاص وبالتالي لدينا العلاقة :

hf = طـــا f ــ طـــا i & طـــا f = طـــا ن & طـــا i = طـــا ١

hf = طـــا ن ــ طـــا ١ ← طـــا ن = hf + طـــا ١

طـــا ن = ١٢,٠٩ + (ــ ١٣,٦) = ــ ١,٥١ e . v ..... وهي طاقة المستوى المثار #

٢) ن = ؟ ..... لحساب عدد الكم الرئيسي المناظر لمستوى الإثارة (رقم المدار المثار) لدينا العلاقة :

طـــا ن = $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{ن}^2}$ ← ن^2 = $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{طـــا ن}}$

ن^2 = $\frac{-13{,}6}{-1{,}51}$ = ٩,٠٠٦ .....وبأخذ الجذر التربيعي للطرفين نجد أن :

ن = ٣ ..... # وهذا هو رقم المستوى المثار (المدار الثالث) .

٣) من خلال المطلوبين السابقين وجدنا ذرات غاز الهيدروجين قد تم إثارتها من المستوى الأرضي (ن = ١) إلى مستوى الإثارة الثالث (ن = ٣) من خلال عملية الإمتصاص ، وحيث أن الذرات تحاول العودة إلى حالة الاستقرار ، فإن إلكترونات ذرة الهيدروجين ستعود من المستوى الأبتدائي (ن i = ٣) إلى المستوى النهائي (ن f = ١) من خلال عملية الإنبعاث ، وبالتالي ستطلق إشعاع بطول موجي معين λ ، وهنا لدينا ثلاثة احتمالات وثلاثة اشعاعات ستطلقها الذرة ، وهذه الاحتمالات هي :

أ) الأحتمال الأول ..... عودة الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الأول مباشرة ، أي أن :

ن i = ٣ & ن f = ١ ..... وبإستخدام معادلة بوهر نجد ما يلي :

$\frac{1}{\lambda_1} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$

$\frac{1}{\lambda_1} = R_H \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) = R_H \left(\frac{9-1}{9} \right) = \frac{8 \times R_H}{9}$ ..... بشقلبة الطرفين

$\lambda_1 = \frac{9}{8 \times 1096777{,}58} = 1{,}025 \times 10^{-5}$ سم = ١٠٢٥ متر = ١٠ x ١,٠٢٥ $^{-7}$ A° .....

وهذا الطول الموجي ينتمي إلى سلسلة ليمـــان (الأشعة فوق البنفسجية) .....#

ب) الأحتمال الثاني ..... عودة الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني ، أي أن :

ن i = ٣ & ن f = ٢ ..... وبإستخدام معادلة بوهر السابقة نجد ما يلي :

$\frac{1}{\lambda_2} = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = R_H \left(\frac{9-4}{36}\right) = \frac{5 \times R_H}{36}$ ..... بشقلبة الطرفين

$\lambda_2 = \frac{36}{5 \times 1097677,58} = 6,565 \times 10^{-8}$ سم $= 6,565 \times 10^{-7}$ متر $= 6565$ A° .....

وهذا الطول الموجي ينتمي إلى سلسلة بـــالـــمر (الضوء المرئي) .....#

ج) الأحتمال الثالث ..... عودة الإلكترون من المستوى الثاني إلى المستوى الأول ، أي أن :

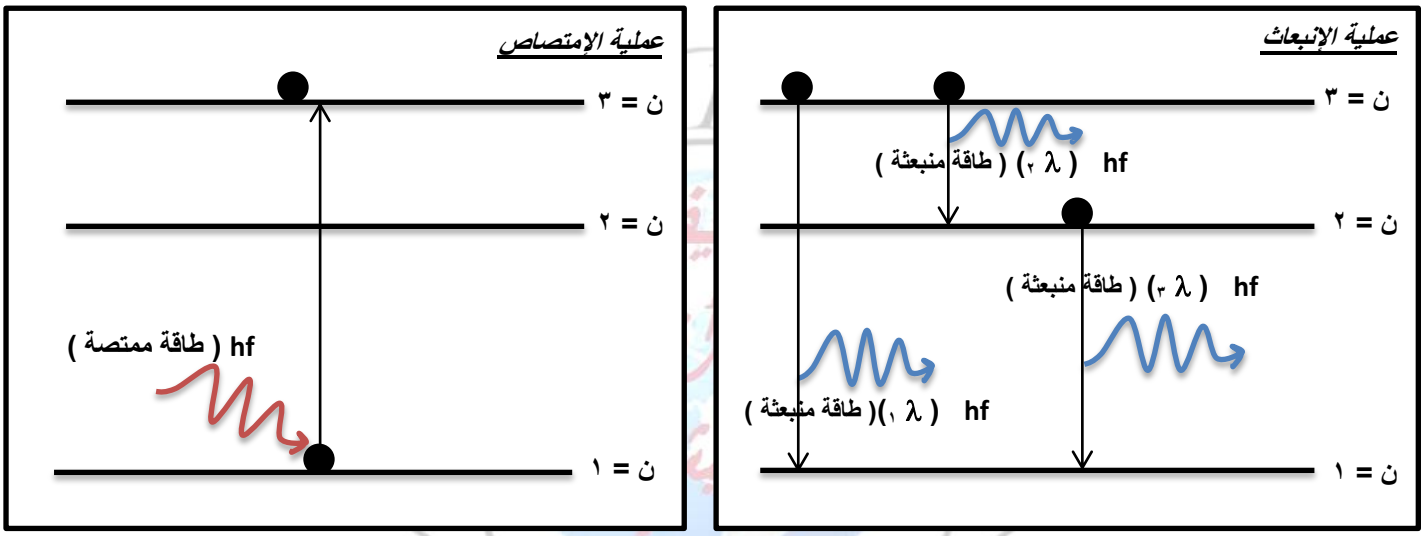
$n_i = 2$ & $n_f = 1$ ..... وباستخدام معادلة بوهر السابقة نجد ما يلي :

$\frac{1}{\lambda_3} = R_H \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) = R_H \left(\frac{4-1}{4}\right) = \frac{3 \times R_H}{4}$ ..... بشقلبة الطرفين

$\lambda_3 = \frac{4}{3 \times 1097677,58} = 1,216 \times 10^{-8}$ سم $= 1,216 \times 10^{-7}$ متر $= 1216$ A° .....

وهذا الطول الموجي ينتمي إلى سلسلة لـــيـــمـــان (الأشعة فوق البنفسجية) .....#

٤) الشكل أدناه يوضح مخطط مستوى الطاقة لعملية الإثارة التي حدثت .



مـــثـــــال ٣ :ـ

- أحسب أقصر الأطوال الموجية وأطولها في سلسلة باشن ، حيث أن $R_H = 1097737,31$ ســـم$^{-1}$ ؟

الـــحـــــل

الـــمـــعـــطـــيات :ـ $R_H = 1097737,31$ ســـم$^{-1}$

١) أقصر طول موجي في سلسلة بـــاشـــن نحصل عليه عندما ($n_i = \infty$) بينما ($n_f = 3$) ، وعليه فإن :ـ

$\frac{1}{\lambda_{min}} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$

$\frac{1}{\lambda_{min}} = R_H \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{\infty^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{9} - 0\right) = \frac{R_H}{9}$ ..... بشقلبة الطرفين

$\lambda_{min} = \frac{9}{1097737,31} = 8,201 \times 10^{-8}$ سم $= 8,201 \times 10^{-7}$ متر $= 8201$ A° .....#

٢) أطول طول موجي في سلسلة باشن نحصل عليه عندما ($n_i = 4$) بينما ($n_f = 3$) ، وعليه فإن :ـ

$\frac{1}{\lambda_{max}} = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$

$\frac{1}{\lambda_{max}} = R_H \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16}\right) = R_H \left(\frac{16-9}{144}\right) = \frac{7 \times R_H}{144}$ ..... بشقلبة الطرفين

$\lambda_{max} = \frac{144}{7 \times 1097737,31} = 18,746 \times 10^{-8}$ سم $= 18,746 \times 10^{-7}$ متر $= 18746$ A° ....#

مـــــثـــــال ٤ :ـ

- **إذا علمت أن طاقة الإلكترون في مستوى الطاقة الثالث لذرة الهيدروجين = ـ ١,٥١١ e . v ، وطاقته في مستوى الطاقة الثاني = ـ ٣,٤ e . v ، فأحسب تردد الضوء المنبعث وكذلك طوله الموجي عند أنتقال الإلكترونات من مستوى الطاقة الأعلى إلى مستوى الطاقة الأدنى منهما ؟ بمعلومية الثوابت (h ـ ع ض)**

الـــــحـــــل

المـــعـــطـــيات :ـ

طـــا ٣ = طـــا ١ = ـ ١,٥١١ e . v = ـ ٢,٤١٧٦ x ١٠ ^ ـ ١٩ جـــول

طـــا ٢ = طـــا ٢ = ـ ٣,٤ e . v = ـ ٥,٤٤ x ١٠ ^ ـ ١٩ جـــول

h = ٦,٦٣ x ١٠ ^ ـ ٣٤ جـول . ث & ع ض = ٣ x ١٠ ^ ٨ م / ث

١) لحساب تردد الضوء المنبعث (f) لدينا العلاقة التالية :

hf = طـــا ١ ـ طـــا ٢ = طـــا ٣ ـ طـــا ٢ = ـ ١,٥١١ ـ (ـ ٣,٤) = ـ ١,٥١١ + ٣,٤ = ١,٨٨٩ e . v

hf = ١,٨٨٩ e . v = ٣,٠٢٢٤ x ١٠ ^ ـ ١٩ جـــول ..... بالقسمة على h

f = ٣,٠٢٢٤ x ١٠ ^ ـ ١٩ / ٦,٦٣ x ١٠ ^ ـ ٣٤ = ٤,٥٥٩ x ١٠ ^ ١٤ هيرتز .....#

٢) لحساب الطول الموجي (λ) لدينا العلاقة التالية :

λ = ع ض / f = ٣ x ١٠ ^ ٨ / ٤,٥٥٩ x ١٠ ^ ١٤ = ٦,٥٨ x ١٠ ^ ـ ٧ متر = ٦٥٨٠ A ° (أنجستروم) .....#

ملاحظة / يمكن حساب الطول الموجي λ بطريقة أخرى بالأستفادة من معادلة بوهر لحساب الطول الموجي وبمعلومية R_H .... جرب ذلك .....

مـــــثـــــال ٥ :ـ

- **إذا علمت أن طاقة الإلكترون في ذرة الهيدروجين عندما يتواجد في المستوى الخامس = ـ ٠,٥٤٤ e . v ، فأحسب مقدار الطاقة التي يجب أن يمتصها الإلكترون حتى تتأين ذرة الهيدروجين ؟**

الـــــحـــــل

المـــعـــطـــيات :ـ

طـــا ٥ = طـــا ١ = ـ ٠,٥٤٤ e . v

طـــا ∞ = طـــا ٢ = صـــفر (طـــا ∞ = طـــا ١ / ∞ = صفر)

حيث أن الإلكترون يتواجد في المستوى الخامس (ن = ٥) وهو يعتبر مستوى الطاقة الأبتدائي ، ولكي تتأين ذرة الهيدروجين فيجب أن تمتص طاقة (hf) كافية لإخراج الإلكترون من المستوى الخامس إلى خارج الذرة نهائياً حيث (ن = ∞) ، أي أن العملية ستكون عملية امتصاص ، وعليه لدينا العلاقة التالية :

hf = طـــا ٢ ـ طـــا ١ = طـــا ∞ ـ طـــا ٥

hf = صـــفـــر ـ (ـ ٠,٥٤٤) = + ٠,٥٤٤ e . v .....#

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

أثيرت ذرات غاز الهيدروجين في أنبوبة الأشعة المهبطية بقذفها بحزمة من الإلكترونات بطاقة قدرها (١٢,٧٥ e.v) مما أدى إلى إثارة الذرة ، إذا علمت أن طـــــا ١ = ـ ١٣,٦ e.v ، فأحسب ما يلي :

١) طاقة المستوى المثار ؟
٢) رقم المدار المثار ؟
٣) الأطوال الموجية المحتمل أن تبعثها الذرة عند عودتها لحالة الإستقرار ؟
٤) ارسم مخطط مستوى الطاقة لهذه الإثارة ؟

تمرين (٢)

أحسب أقل تردد وأعلى تردد في سلسلة ليمان علماً بأن R_H = ١٠٩٧٣٧,٣١ سم $^{-١}$ & ع$_{ض}$ = ٣ x ١٠ ^{٨} م/ث ؟

تمرين (٣)

بمعلومية الثوابت (نق ١ ـ ع ١ ـ طـا ١ ـ ك $_e$) ومن أجل ن = ٤ ، أحسب كلاً من :

نق ٤ ، ع ٤ ، طـا ٤ ، كت ز ٤ ، كت خ ٤ ، w ٤ ، *f* ٤ ، T ٤ ، I ٤ ، ل ٤ (طول المسار الدائري) ، ق م ٤ (قوة الجذب المركزي التي تؤثر بها النواة على الإلكترون ـ على افتراض أنه يتحرك دائرياً حولها ـ في المدار الرابع) ؟

تمرين (٤) :ـ

إذا علمت أن طاقة الإلكترون في المستوى الرابع لذرة الهيدروجين = ـ ٠,٨٥ e.v ، وأن طاقته في المستوى الثالث = ـ ١,٥١١ e.v ، وبمعلومية الثوابت (طـــا ١ ـ R_H ـ ع ض) فأحسب ما يلي :ـ

١) الطاقة اللازمة لإنتقال الإلكترون من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى ؟
٢) تردد وطول موجة الإشعاع اللازم امتصاصه للإنتقال من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى ؟
٣) الطاقة التي ستطلقها الذرة لإنتقال الإلكترون من المستوى الأعلى إلى المستوى الأدنى ؟
٤) تردد وطول موجة الإشعاع اللازم انبعاثه للإنتقال من المستوى الأعلى إلى المستوى الأدنى ؟

عـــيـــوب نـــمـــوذج بـــوهـــر

❖ ***رغم النجاحات الكثيرة التي حققها نموذج بوهر ، في تفسيره لأطياف الامتصاص والأنبعاث لذرة الهيدروجين ، ورغم النجاحات الرياضية التي حققتها في التوصل لحسابات دقيقة داخل الذرة كأنصاف أقطار المدارات وسرعة الإلكترون في كل مدار وكذلك طاقة الإلكترون في كل مدار ، إلا أن تطور العلم وتطور أجهزة الفحص والتدقيق كالمطياف الذري ، أدى إلى ظهور بعض العيوب في نموذج بوهر ، ومن هذه العيوب ما يلي :ـ***

١) عند فحص مختلف الخطوط الطيفية بواسطة مطياف ذري ذو قدرة تحليلية كبيرة ، أظهر بأن هذه الخطوط أكثر تعقيداً ، وأنها في الواقع تتركب من عدة خطوط دقيقة وليس خطاً واحداً كما بدت في مطياف التحليل العادي ، أي أن نموذج بوهر لم يستطع تفسير الأنقسامات الطيفية المتعددة لخطوط طيف ذرة الهيدروجين .

٢) من المعلوم أن مسار أي جسم يتحرك تحت تأثير قوة (قوة جذب مركزي ق م) تتناسب عكسياً مع مربع المسافة (ف ^{٢}) أي أن (ق م $\propto$ ١ / ف ^{٢}) (مثل قوة الجذب الكهروستاتيكي بين الإلكترون والنواة) هو بشكل عام قطع ناقص ، وبالتالي فإن إفتراض بوهر بأن الإلكترون يتحرك في مسار دائري هو في غاية التبسيط ، حيث أن المسار الدائري هو حالة خاصة من الحالة العامة .

٣) لم يستطع تفسير طيف الذرات الواقعة في مجال مغناطيسي خارجي ، حيث كانت الخطوط الطيفية تتحلل إلى عدة خطوط فرعية .

❖ ***نتيجة لهذه العيوب ، وبناء على ذلك أقترح سمرفيلد بعض التعديلات لتحسين نموذج بوهر لذرة الهيدروجين ، وذلك أدى إلى ظهور ما يسمى بـــ نموذج (بـــوهـــر ـ ســـمـــرفـــيـــلـــد) .***

خـــامـــســـاً / نـــمـــوذج (بـــوهـــر ـ ســـمـــرفـــيـــلـــد)

❖ إقترح سمرفيلد بعض التعديلات على نموذج بوهر لذرة الهيدروجين ، ولعل أهم هذه التعديلات ما يلي :ـ

١) يدور الإلكترون حول النواة بشكل عام في مدارات بيضاوية (قطوع ناقصة) ، و لا يكون مداره دائري إلا في المدار الأول .

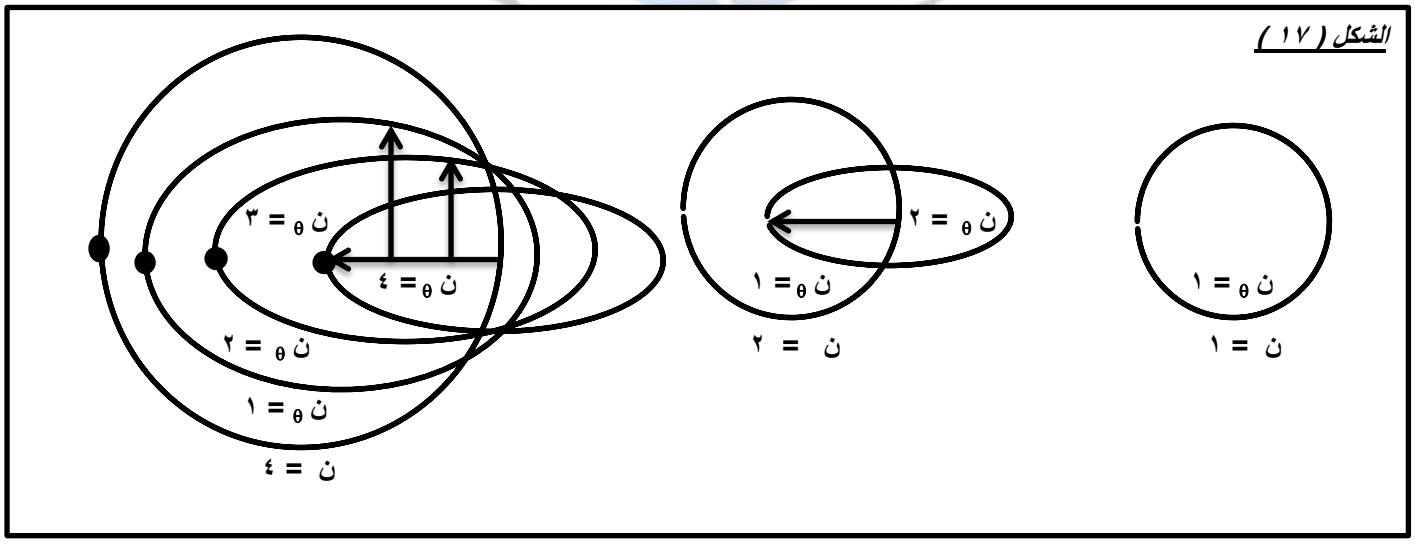
٢) ينقسم كل مدار رئيسي ذو عدد الكم الأساسي ن ، إلى عدد من المدارات الفرعية عددها يساوي رتبة المدار الرئيسي ن ، وكل مدار فرعي له رقم كم ثانوي يسمى برقم الكم السمتي ن $_{\theta}$ ، فمثلاً :

ـ المدار الرئيسي الأول عندما ن = ١ ، لا ينقسم وبالتالي فإنه لا يحتوي على مدار فرعي وبالتالي يتخذ الشكل الدائري .

ـ المدار الرئيسي الثاني عندما ن = ٢ ، ينقسم هذا المدار إلى مدارين فرعيين هما ن $_{\theta}$ = ١ ، ن $_{\theta}$ = ٢ .

ـ المدار الرئيسي الثالث عندما ن = ٣ ، ينقسم هذا المدار إلى ثلاثة مدارات فرعية هي ن $_{\theta}$ = ١ ، ن $_{\theta}$ = ٢ ، ن $_{\theta}$ = ٣ ، وهذه المدارات تناظر ثلاثة خطوط طيفية بدلاً من خط طيفي واحد . الشكل (١٧) أدناه يوضح ذلك.

الشكل (١٧)



❖ **حـــــدود إمـــكـانـــيـة نـمـــــوذج بـــــوهـــــر :ـ**

١) استطاع نموذج بوهر مع التصحيحات التي أدخلت عليه من قبل سمرفيلد تفسير سلاسل الأطياف المختلفة لذرة الهيدروجين .
٢) استطاع نموذج بوهر حساب قيمة طاقة التأين وأنصاف أقطار المدارات المختلفة للإلكترون والسرعات المناظرة لها انطلاقاً من أسس نظرية بحتة .
٣) بالرغم من أن الأطوال الموجية للخطوط الطيفية كانت تتطابق مع تلك التي تشاهد تجريبياً إلا أن هذا التطابق لم يكن تاماً في كل الأحوال وهذا الاختلاف يكون أكثر وضوحاً في الذرات متعددة الإلكترونات .
٤) لم يستطع نموذج بوهر تفسير طيف الذرات الواقعة في مجال مغناطيسي خارجي ، إذ كانت الخطوط الطيفية تتحلل إلى عدة خطوط فرعية .

❖ **مـــلاحـــظـــة :ـ**
هذه المصاعب التي أعترضت نموذج بوهر وغيرها تم التغلب عليها بفضل ظهور علم ميكانيكا الكم .

إلى هنا إنتهت موضوعات الوحدة الخامسة (الفيزياء الذرية)

ملخص قوانين الوحدة الخامسة

١) معادلة بالمر لحساب الأطوال الموجية في الطيف المرئي لذرة الهيدروجين :

$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{٢^٢} - \frac{١}{ن^٢} \right)$ ن = ٣ ، ٤ ، ٥ ..... ∞ .

٢) قانون حساب كمية التحرك الزاوي للإلكترون في مداره :

كت $_ز$ = ك $_e$ ع $_ن$ نق $_ن$ = ن $\hbar$ ..... $\hbar = h / ٢\pi$ ، h ثابت بلانك .

٣) نق $_ن$ = ن ^{٢} نق $_١$ ..... نق $_١$ = ٠,٥٢٨ A° (قانون حساب نصف قطر أي مدار بدلالة نصف قطر المدار الأول) .

٤) ع $_ن$ = $\frac{ع_١}{ن}$ ..... ع $_١$ = ٢,٢ x ١٠ ^{٦} م / ث (قانون حساب سرعة الإلكترون في مداره)

٥) طـــا $_ن$ = $\frac{طـــا_١}{ن^٢}$ ..... طـــا $_١$ = ـ ١٣,٦ e.v (قانون حساب طاقة الإلكترون في مداره) .

٦) $\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{ن_f^٢} - \frac{١}{ن_i^٢} \right)$ قانون حساب الأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين .

٧) $h f$ = طـــا $_i$ ـ طـــا $_f$ ..... قانون حساب طاقة الإنبعاث في طيف ذرة الهيدروجين .

٨) $h f$ = طـــا $_f$ ـ طـــا $_i$ ..... قانون حساب طاقة الإمتصاص في طيف ذرة الهيدروجين .

إجابة أسئلة تقويم الوحدة الخامسة من الكتاب المدرسي

❖ **إجـــابـــة الـســـؤال الأول (١) :-**

أ) يظهر الحديد في بداية التسخين معتماً ثم يبدأ بالإحمرار لأن معظم الموجات المنبعثة للإشعاع الحراري تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء وهي أشعة غير مرئية .

ب) لا يمكن لذرة الهيدروجين وهي في حالتها الأرضية أن تمتص أو تبعث اشعاع طاقته ٦ e.v ، ويمكن معرفة ذلك كما يلي :

$h f$ = طـــا ن ــ طـــا ١ ..... طـــا ن = $h f$ + طـــا ١ = ٦ + (ــ ١٣,٦) = ــ ٧,٦ e.v

ن ^{٢} = $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{طـــا ن}}$ = $\frac{\text{ــ ١٣,٦}}{\text{ــ ٧,٦}}$ = ١,٧٨٩ وبأخذ الجذر التربيعي للطرفين نجد أن :

ن = ١,٣٣٧ أي أننا سنحصل على قيمة لـــ ن عبارة عن عدد كسري غير صحيح وهذا لا ينطبق على أرقام المدارات .

ج) لا يمكن أن تكون طاقة ربط الإلكترون في ذرة الهيدروجين موجبة والسبب في ذلك يعود لأن :

طـــا ن = $\frac{\text{طـــا ١}}{\text{ن}^{٢}}$ وحيث أن طـــا ١ = ــ ١٣,٦ e.v فإن طـــا ن لابد أن تكون قيمة سالبة .

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــانـــي (٢) :-**

أ) (/) ب) (/) ج) (/) د) (X) يشع نفس الأطوال الموجية التي أمتصها .

و) (X) مقدار طاقة التأين لذرة الهيدروجين (ــ ١٣,٦ e.v)

هـ) (X) تزداد ي) (X) تزداد ز) (/)

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــالـــث (٣) :-**

معضلة الجسم الأسود ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ١٨٥ـــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــرابـــع (٤) :-**

مبدأ بلانك في تكميم الطاقة الأشعاعية ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ١٨٥ـــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــخـــامـــس (٥) :-**

تعريفات الطيف المتصل والطيف الخطي ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ١٧٨ـــ١٧٩ـــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــســـادس (٦) :-**

عيوب نموذج راذرفورد ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ١٨٤ـــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــســـابـــع (٧) :-**

فرضيات بوهر ومبرراتها ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ١٨٦ـــ١٨٧ـــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــامـــن (٨) :-**

نجاحات نظرية بوهر وإخفاقاتها ..... أنظر النور في الفيزياء صـــــ١٨٨ــــــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــتـــاســـع(٩) :-**

رسم مخطط مستوى الطاقة لسلسلة ليمان وبالمر وباشن وبراكيت ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ١٩٣ــــــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــعـــاشـــر(١٠) :-**

المعطيات / $ن_i = ٤$ & $ن_f = ٢$ & $R_H = ١٠٩٦٧٧,٦$ سم$^{-١}$

$\lambda_{4,2}$ = ... ؟

بإستخدام معادلة بوهر لحساب الأطوال الموجية ، كما يلي :-

$$\frac{R_H\ ٣}{١٦} = \left(\frac{٤ - ١}{١٦}\right) \quad R_H = \left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}}\right) \quad R_H = \left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}}\right) \quad R_H = \frac{١}{\lambda_{4,2}}$$

$$\lambda_{4,2} = \frac{١٦}{R_H\ ٣} = \frac{١٦}{١٠٩٦٧٧,٦ \times ٣} = ٤,٨٦٢٧٤ \times ١٠^{-٥} \text{ سم} = ٤٨٦٢,٧٤\ A^{\circ}$$

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــحـــادي عـــشـــر(١١) :-**

أنظر (مثال ٣) في هذه الوحدة من هذا الكتاب صـــــ١٩٦ــــــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــانـي عـــشـــر(١٢) :-**

أطول طول موجي في سلسلة ليمان نحصل عليه عندما $ن_f = ١$ & $ن_i = ٢$ ، ووفقاً لمعطيات المسألة لدينا $\lambda_{2,1} = ١٢١٦ \times ١٠^{-٨}$ سم ، وباستخدام معادلة بوهر نجد أن :

$$\frac{R_H\ ٣}{٤} = \left(\frac{٤ - ١}{٤}\right) \quad R_H = \left(\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{٢^{٢}}\right) \quad R_H = \left(\frac{١}{ن_f^{٢}} - \frac{١}{ن_i^{٢}}\right) \quad R_H = \frac{١}{\lambda_{2,1}}$$

$$R_H = \frac{٤}{\lambda_{2,1} \times ٣} = \frac{٤}{١٢١٦ \times ١٠^{-٨} \times ٣} = ١٠٩٦٤٩,١٢٣ \text{ سم}^{-١} \quad \text{.....\#}$$

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــالـــث عـــشـــر(١٣) :-**

بنفس خطوات حل المثال (١) المطاليب من ١ إلى ٣ من هذه الوحدة . انظر النور في الفيزياء صـــــ١٩٤ــــــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــرابـــع عـــشـــر(١٤) :-**

بنفس خطوات حل المثال (٢) من هذه الوحدة ... أنظر النور في الفيزياء صـــــ١٩٥ــــــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــخـــامـــس عـــشـــر(١٥) :-**

أنظر الشكل (١٧) في هذه الوحدة ..... أنظر النور في الفيزياء صـــــــــ١٩٩ــــــــ

موسوعة أسئلة وتمارين عامة في الوحدة الخامسة

❖ **السؤال الأول :ـ ماذا يقصد بكلاً مما يأتي :**

الأطياف الذرية ـ الطيف المتصل (المستمر) ـ الطيف المنفصل (الخطي) ـ المطياف الذري ـ خطوط الأمتصاص لطيف ذرة الهيدروجين ـ الجسم الأسود ـ معضلة الجسم الأسود ـ مبدأ تكميم الطاقة ـ طيف الإشعاع الحراري ـ الإشعاع ـ نصف قطر بوهر ـ طاقة ربط الإلكترون ـ طاقة التأين ـ السلاسل الطيفية ـ مخطط مستوى الطاقة ـ العدد الموجي ؟

❖ **السؤال الثاني :ـ أختر الأجابة الصحيحة من بين الأقواس فى كلاً مما يأتي :**

١) تتناسب أنصاف أقطار ذرة الهيدروجين تناسباً طردياً مع :
(قطر النواة ـ نصف قطر الذرة ـ مربع رقم المدار ـ طاقة المدار)

٢) تتوقف النهاية العظمى لشدة الإشعاع والطول الموجي المناظر له على :
(فرق الجهد ـ الضوء الساقط ـ درجة الحرارة المطلقة ـ نوع الجسم)

٣) إذا كان مقدار النقص في الطاقة صغيراً كان تردد الإشعاع الناتج :
(كبير ـ متوسط ـ صغير ـ لا يتغير)

٤) كلما زادت رتبة المدار في الذرة :
(قلت سرعة الإلكترون ـ زاد طول الموجه ـ زادت سرعة الإلكترون ـ نقص طول الموجة)

٥) الإلكترون الاكثر قرباً من النواة يمتلك طاقة :
(كبيرة ـ صغيرة ـ صغيرة جداً ـ صفر)

٦) قيمة طاقة المستوى الأول الرئيسي للإلكترون بوحدة (e.v) في الذرة هي :
(١٣,٦ ـ ـ ١٣,٣ ـ ١٣,٤ ـ ـ ١٣,٦)

٧) السلسلة التي تقع في الطيف المرئي من طيف ذرة الهيدروجين هي سلسلة :
(بالمر ـ ليمان ـ باشن ـ براكيت)

❖ **السؤال الثالث :ـ علل لما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :**

١) ظهور عدد من خطوط داكنة في طيف الضوء المار في غاز الهيدروجين ؟
٢) بزيادة رتبة المدار تتناقص سرعة الإلكترون بينما تزداد الطاقة الكلية له ؟
٣) الطاقة المتحولة إلى إشعاع في سلسلة ليمان أكبر من الطاقة المتحولة إلى إشعاع في سلسلة بالمر ؟
٤) يسمى نموذج دالتو بنموذج الذرة المصمتة ؟
٥) فشل نموذج دالتون في شقه الثاني ؟
٦) يسمى نموذج تومسون بنموذج البطيخة ؟
٧) طيف الإشعاع الحراري طيف متصل ؟
٨) استطعنا معرفة تركيب النجوم من العناصر الكيميائية ؟
٩) نموذج راذرفورد يقود إلى الفناء ؟
١٠)نموذج راذرفورد مخالف للواقع ؟
١١)ظهور عيوب لنموذج بوهر ؟
١٢)يسمى نموذج بوهر بنظرية الكم القديمة ؟
١٣)طاقة الإلكترون داخل الذرة سالبة ؟
١٤)عند انتقال الإلكترون من مالانهاية إلى المستوى الأول تشع الذرة أعلى تردد وأقل طول موجي ؟

❖ **السؤال الرابع :ـ أجب عن المسائل التالية مراعياً الدقة فى الحسابات :**

١) أحسب كمية التحرك الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين عندما يكون في المدار الأول مره وعندما يكون في المدار الثاني مرة أخرى ؟
٢) ماذا يحدث لو زودت الذرة وهي في حالتها العادية بكمية من الطاقة قدرها :
أ) أقل من ١٠,٢ إ . ف ؟ ب) ثم بكمية طاقة ١٠,٢ إ . ف ؟
٣) أحسب الطول الموجي الصادر من مجموعة براكت لطيف ذرة الهيدروجين عندما يعود الإلكترون من المدار الخامس إلى الرابع ؟ ثم أستنتج موقع هذه المجموعة بالنسبة للطيف علماً بأن الضوء المرئي يتراوح طوله الموجي بين ٤٠٠٠ A° و ٧٠٠٠ A° ومنطقة الأشعة تحت الحمراء أقصاها ٤١٠٠ A° ؟
٤) ماهي الطاقة التي سيشعها الإلكترون عند عودته من المدار السابع إلى المدار الخامس في ذرة الهيدروجين ؟ ثم أحسب تردد الفوتونات التي تمتصها الذرة في هذه الحالة ؟
٥) انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى طاقته (ـ ٠,٨٥ إ . ف) إلى مستوى طاقته (ـ ١,٥١١ إ . ف) أحسب :

أ) تردد الإشعاع الناتج ؟ ب) العدد الموجي للإشعاع المنبعث ؟

٦) أحسب طاقة الإلكترون في المدارين الرابع والخامس لذرة الهيدروجين ، وإذا قفز الإلكترون من المدار الخامس إلى المدار الرابع فأحسب تردد وطول موجة الإشعاع المنبعث وإلى أي السلاسل ينتمي ؟

٧) إذا علمت أن طاقة الإلكترون في مستوى الطاقة الثالث لذرة الهيدروجين (ـ ١,٥١١ إ . ف) وطاقته في المستوى الثاني (ـ ٣,٤ إ.ف) فأحسب طول موجة الضوء المنبعث وتردده عند انتقال الإلكترون من المستوى الأعلى إلى المستوى الأدنى ؟

٨) أحسب كمية التحرك الزاوي وكمية التحرك الخطي لإلكترون ذرة الهيدروجين في المستوى الرابع ؟ وأحسب كذلك تردد دورانه وزمنه الدوري وسرعته الزاوية ؟

٩) تبلغ طاقة الإلكترون في المستوى السادس (ـ ٠,٣٨ إ . ف) وطاقته في المستوى الأول (ـ ١٣,٦ إ . ف) فأحسب الطول الموجي بالأنجستروم للإشعاع المنبعث عند انتقال الإلكترون من المستوى السادس إلى المستوى الأول ؟

١٠) ما مقدار الطاقة اللازمة لجعل الإلكترون يغادر نهائياً ذرة الهيدروجين عندما يكون في المستوى الثالث ؟

١١) في ذرة الهيدروجين انتقل الإلكترون من مدار طاقته (ـ ٠,٨٥ إ . ف) إلى مدار طاقته (ـ ٣,٤ إ . ف) أوجد : طاقة الفوتون المنبعث ــ الرقمين الكميين الرئيسيين المناظرين للمستويين اللذين انتقل بينهما الإلكترون ؟

١٢) أحسب طاقة الإلكترون بالجول وبالإلكترون فولت في المستوى الثالث ؟

١٣) تبلغ طاقة الإلكترون في المستوى الخامس (ـ ٠,٥٤٤ إ . ف) وطاقته في الثاني (ـ ٣,٤ إ . ف) أحسب الطول الموجي والتردد والإشعاع المنبعث عند عودة الإلكترون من الخامس إلى الثاني ؟ وإلى أي السلاسل ينتمي ؟

١٤) إلكترون ذرة الهيدروجين يتحرك في مسار دائري نصف قطره (٥,٣ x ١٠ $^{-١١}$ م) بسرعة قدرها (٢,٢ x ١٠ ^{٦} م / ث) فأحسب مقدار كلاً من : التردد ــ شدة التيار الناتج في هذا المسار ؟

١٥) أوجد العدد الموجي لأطول الأطوال الموجية في سلسلة باشن ؟

١٥) أحسب أقصر الأطوال الموجية وأطولها في سلسلة براكيت ؟

١٦) إذا كان أقصر طول موجي في سلسلة بالمر (٣٦٤٦ A $^{\circ}$) فأحسب : ثابت ريدبيرج ــ العدد الموجي ــ تردد الإشعاع ؟

١٧) إذا كان أقل تردد في سلسلة براكيت (٧,٤٠٣٢٤ x ١٠ ^{١٣} هيرتز) فأوجد : العدد الموجي ـ الطول الموجي ـ ثابت ريدبيرج ــ طاقة الفوتون الناتج ؟

١٨) احسب مقدار الطاقة اللازمة لإنتقال الإلكترون من المدار الثاني إلى المدار الرابع ؟

١٩) ماهي أطوال الموجات الناتجة عن انتقال الإلكترون من المستويات ن $_{i}$ = ٥ ، ٤ ، ٣ إلى المستوى ن $_{f}$ = ٢ ؟

٢٠) احسب طاقة التأين لذرة الهيدروجين إذا وجد إلكترونها في المدار الثاني ؟ واحسب طول موجة الفوتون الذي يؤين الذرة ؟

● ***بشرى سارة :***

أحصل الآن على ملخص عام في الوحدة الخامسة (الفيزياء الذرية) ضمن سلسلة النور في الفيزياء ، ملخص يحوي أهم التعليلات والإثباتات الرياضية في الوحدة الخامسة ، بالأضافة إلى مجموعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

للطلب والأستفسار يرجى التواصل عبر العناوين الإلكترونية التالية :

Anwar.almhbshy@gmail.com

Anwar.almhbshy2010@yahoo.com

Anwar_almhbshy@hotmail.com

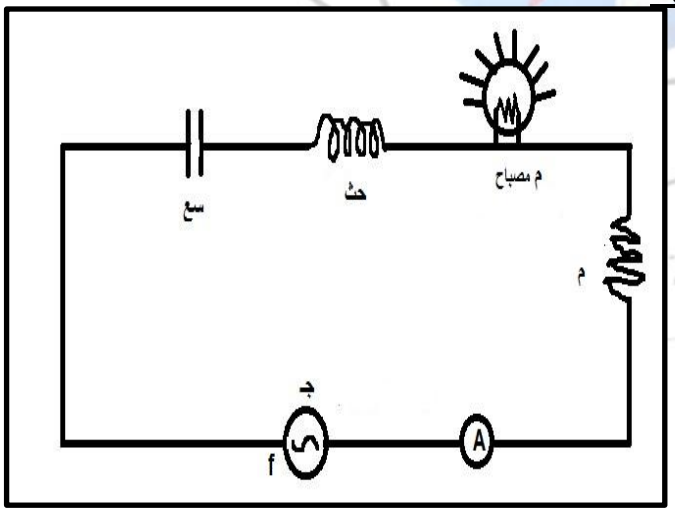
أو الأتصال على الأرقام التالية :

٧٧٢٠٤٦١٣٣ ــ ٧١١٣٥٦٦١١

● ***النور فى الفيزياء نور يضيئ طريقك نحو التفوق***

امتحان تجريبى فى الوحدات (١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥)

س	❖ أجب عن جميع الأسئلة التالية :-	الدرجة
الأول	**أ) ضع علامة (√) أو علامة (x) أمام العبارات التالية :** ١ـ ( ) إذا كان تردد التيار في دائرة تيار متردد ٥٠ هيرتز فإن المكثف يشحن ويفرغ بمعدل ٥٠ مرة في الثانية . ٢ـ ( ) يعتبر التوصيل الكهربائي في اشباه الموصلات توصيلاً إلكترونياً . ٣ـ ( ) العجلة التي يتحرك بها المقذوف في المستوى الرأسي معدومة (صفرية) . ٤ـ ( ) تعمل دائرة المسح في الإ سيلسكوب على تكوين جهد متردد على شكل سن المنشار . ٥ـ ( ) طاقة الإلكترون في ذرة الهيدروجين تزداد حتى تصبح صفراً عندما ن = ∞ . ***ب) (١) إذكر وجهين من أوجه الإختلاف بين الوصلة الثنائية والترانزستور ؟*** **(٢) ماذا يقصد بكلاً من :** السرعة المدارية ـ الجهد الحاجز ـ الأطياف الذرية ـ المعاوقة ـ التفريغ الغازي ؟ ***جـ) لتكبير تيار متردد بإستخدام ترانزستور أي الطريقتين تفضل إستخدامها طريقة القاعدة المشتركة أم طريقة الباعث المشترك ؟ وضح السبب ؟ ثم إرسم الدائرة الكهربائية المستخدمة في الطريقة التي تفضلها ؟*** د)) قذفت ذرات غاز الهيدروجين بحزمة من الإلكترونات بطاقة قدرها (١٢,٠٩ e.v) بإعتبار أن طـا ١ = ـ ١٣,٦ e.v أحسب كلاً مما يلي : ١ـ طاقة المستوى المثار ؟ ٢ـ العدد الكمي ن المناظر لمستوى الأثارة ؟	٢٠ درجة
الثاني	**أ) إكمل الفراغات التالية بما يناسبها :** ١ـ تسمى كاميرا التصوير التلفازي ..... بينما يسمى كاشف الرادار ..... ٢ـ يتفق التيار المتردد مع التيار المستمر في ..... ويختلفان في .....وفي ..... ٣ـ في التصادم الغير مرن لا تحفظ ..... ٤ـ تحاط كل ذرة زرنيخ في البلورة N بـ ..... إلكترونات ، وتحاط كل ذرة بورون في البلورة P بـ ..... إلكترونات . ٥ـ ..... هي ما ينتج عن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني للجسم في سرعته الزاوية . ٦ـ تسمى سلسلة الأشعة تحت الحمراء القريبة بسلسلة ..... وتسمى سلسلة الأشعة تحت الحمراء البعيدة بسلسلة ..... ***ب) إستنتج العلاقة الرياضية التي توضح من خلالها أن شدة التيار المتردد المار في مكثف تزداد بزيادة سعة المكثف ؟*** ***جـ) إرسم شكلاً تخطيطياً مبسطاً تبين فيه تركيب محطة الرادار ؟ ثم إذكر فكرة عملها ؟*** د) مقذوفان قذفا من نقطة واحدة وفي اللحظة نفسها ، قذف الأول بزاوية (٦٠ °) والأخر بزاوية (٣٠ °) مع الأفقي ، وكانت السرعة الأبتدائية لكلاً منهما (٢٤ م / ث) فإذا كانت د = ١٠م/ث^{٢} ومقازمة الهواء مهملة فرضاً . فأحسب الفرق بين : ١/ زمني وصولهما هدفيهما ؟ ٢/ بعدي هدفيهما عن نقطة القذف ؟	٢٠ درجة
الثالث	**أ) إختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس في كلاً مما يأتي :-** ١ـ تيار متردد يصل إلى قيمته العظمى الأولى خلال (٥ x ١٠ $^{-٣}$ ثانية) هذا يعني أن تردده يساوي : (١٠ ـ ١٠ ^{٢} ـ ١٠ ^{٣} ـ ١٠ ^{٤}) هيرتز . ٢ـ أحد العناصر التالية يعد من عناصر أشباه الموصلات : (الألومنيوم ـ الجاليوم ـ البوتاسيوم ـ الجرمانيوم) ٣ـ تعمل الصواريخ ذاتية الدفع طبقاً لمبدأ حفظ : (الطاقة الميكانيكية ـ كمية التحرك الخطي ـ الشحنة الكهربائية ـ كمية التحرك الزاوي) ٤ـ تسمى اللوحة التي تتجمع عليها حزم الإلكترونات في التلفاز الملون : (قناع الظل ـ لوح الموزاييك ـ الشاشة ـ لوح النقاط الفلوريسية) ٥ـ تعتبر ترددات سلسلة ليمان أكبر من ترددات سلسلة : (بالمر ـ باشن ـ براكيت ـ بفوند) .	٢٠ درجة
	للأسئلة بقية في الورقة الثانية	

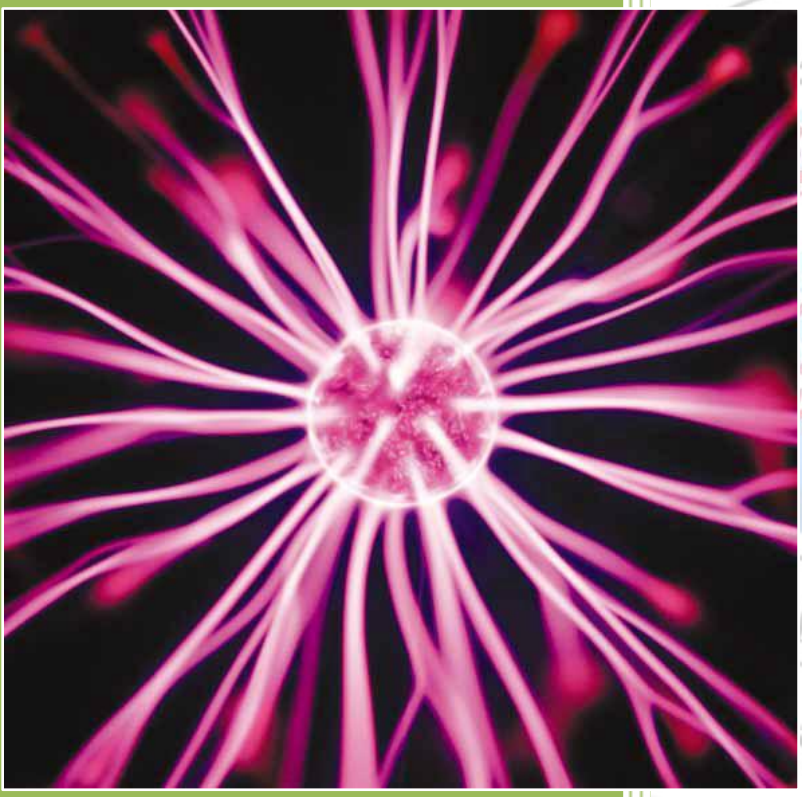
س	تابع السؤال الثالث	الدرجة
	ت) ماذا يحدث للبلورة N عند رفع درجة حرارتها ؟ ج) إذكر نتيجة واحدة لحدوث مايلي : ١ـ حدوث تصادم غير مرن بين جسمين ؟ ٢ـ زيادة تردد التيار في دائرة سعوية ؟ ٣ـ توصيل الوصلة الثنائية عكسياً ؟ ٤ـ زيادة فرق الجهد المسلط على الغاز في تجربة بلوكر ؟ د) إذا كان معامل تكبير القدرة بطريقة الباعث المشترك (١٠ ^{٦} مرة) وجهد دائرة الدخول (٠,٠٠١) من جهد دائرة الخروج ، فأحسب :ـ أ) معامل تكبير الجهد ؟ ب) معامل تكبير التيار ؟	
أ	أ) علل لكلاً ممايأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :ـ ١/ العجلة الأفقية للمقذوف تساوي دوماً الصفر ؟ ٢/ يتحرك مؤشر الأميتر الحراري ببطء ويعود إلى الصفر ببطء ؟ ٣/ تضمحل الموجات المتولدة في الدائرة المهتزة تدريجياً مع الزمن ؟ ٤/ استخدام اكثر من ترانزستور في جهاز الإستقبال الإذاعي ؟ ٥/ طيف اشعاع الجسم الأسود يعتبر طيف متصل ؟ ب) سمي الأجهزة التي تحوي مايلي في تركيبها :ـ خـــزان الـــوقـــود ــ دائرة الرنين ــ فرشتان من الكربون ــ منشور ثلاثي ــ مكبر الصوت الديناميكي ؟ جـ) (١) أي العبارات التالية صحيحة وأيها خاطئ مع تصحيح الخطأ أينما وجد :ـ ــ تعتبر سرعة الإفلات مقدار ثابت لجميع الكواكب ؟ ــ أقصر طول موجي نحصل عليه عندما ن $_{i}$ = ∞ ؟ ــ يزداد مرور التيار في دائرة المعاوقة عند الوصول إلى حالة الرنين ؟ (٢) إثبت بإستخدام وحدات القياس أن : أ) سع x جـ = ت x ز ب) ق x ف = w x l ^{٢} د) (١) إذكر تطبيقاً واحداً لكلاً من : مبدأ حفظ كمية التحرك الزاوي ــ التأثير الحراري للتيار ــ الصدى الكهرومغناطيسي ــ المقارنة الكهربائية ؟ (٢) لاحظ الشكل المرسوم جانباً وأجب عمايلي :  أ ـ كم تبلغ قراءة الأميتر ؟ ب ـ إذا أدمج مكثف أخر سعته ١٠٠ ميكروفاراد في الدائرة بحيث يكون متصل على التوازي مع المكثف الموجود في الدائرة . فكم ستكون شدة التيار المار في الدائرة ؟ ثم حدد في أي الحالتين تكون شدة إضاءة المصباح أقوى ؟ علماً بأن : م مصباح = ٢٢ أوم م = ٢ أوم سع = ٢٠٠ ميكروفاراد حث = ٠,١٦ هنري جـ $_{ع}$ = ٢٤٠ فولت f = ٣٥ هيرتز	أ
	. . . . إنتهت الأسئلة مع أطيب الأمنيات بالتوفيق والنجاح	

مدرس المادة/

أ/ أنـــور المحبشي

النور في الفيزياء

للصف الثالث الثانوي ـ الوحدة الثانية



أنور المحبشي

أ / أنور المحبشي

النـــور

فـــي

الـــفـــيـزيـــاء

للصف الثالث الثانوي ـ القسم العلمي

إعداد وجمع الأستاذ /

أنـــــور المحـــبشـــي

مدرس مادة الفيزياء بثانوية الفقيد الحزمى مديرية حزم العدين

فى محافظة إب

ـ شرح وافي وكامل لدروس الكتاب المدرسي .

ـ حل جميع أسئلة الكتاب المدرسي .

ـ حل أسئلة إمتحانات وزارية سابقة .

ـ مجموعة متنوعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

ـ أسئلة وإمتحانات تجريبية متنوعة وبنفس صيغة الإمتحانات الوزارية وفقاً لمبدأ التسلسل .

الإهـــــداء

ـ إلى من كان لهما الفضل بعد الله عزوجل في ما قد وصلت إليه وفي ماأنا عليه .

والدايَ الحبيبين .

ـ إلى من ترسمان البسمة على شفتاي وتحثاني للعمل الدائم من أجل سعادتهما .

صفاتاي الحبيبتان نور ونضى .

ـ إلى كل من جعلني أُقدم على هذا العمل بعزيمة وإصرار .

كل وصدقاتي الأعزاء .

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر ، وعظيم الأمتنان ، لكل من ساندني على تنفيذ هذا العمل المتواضع ،

وعلى رأسهم أخي وصديقي ورفيق دربي ، الأستاذ / مصطفى السباعي ..... مدير مدارس المعرفة النموذجية ـ فرع السبل ، بمحافظة إب .

والذي كان له الدور الأمثل والبارز في خروج هذا الكتاب إلى النور ، من خلال مقترحاته وآراءه القيمة ، ومن خلال وقوفه الجاد والفعلي معي .

فلك مني جزيل الشكر أيها الأخ الغالي والإداري الناجح .

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

جـــــداول أســـاســـيـــة

(١) جدول ببعض الوحدات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الزمن	الثانية (ث)	ز أو T
الكتلة	كيلوجرام (كجم)	ك
الطول	متر (م)	ل
المسافة	متر (م)	ف
الأزاحة	متر (م)	ف
السرعة	متر / ثانية (م / ث)	ع
العجلة	متر / ثانية^{٢} (م / ث^{٢})	جـ أو د
كمية التحرك (الزخم)	كجم . م / ث	كت
طاقة الحركة	الجول	طح
طاقة الوضع	الجول	طو
الدفع	نيوتن . ث = كجم . م / ث	دفع
القوة	نيوتن	ق
كمية التحرك الزاوي	كجم .م^{٢} / ث	كتر
السرعة الزاوية	راديان / ث	W
عزم القصور الذاتي الدوراني	كجم . م^{٢}	I
شدة التيار الكهربائي	أمبير	ت
فرق الجهد الكهربائي	فولت	جـ
المقاومة الكهربائية	أوم	م
التردد	هيرتز	F
الطاقة الكهربائية	الجول	طك
القدرة الكهربائية أو الميكانيكية	الوات	قد
القوة الدافعة الكهربائية	الفولت	ق . د . ك
الشحنة الكهربائية	الكولوم	ش
الطول الموجي	متر	ʎ
الشغل الميكانيكي	جول	شغ
السعة الكهربائية	فاراد	سع
كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	B
التدفق المغناطيسي	ويبر	ϕ
الحث الذاتي	هنري	حث
الطاقة الإشعاعية	إلكترون فولت e.v	hf
العدد الموجي	م$^{-١}$	K

(٢) جدول ببعض الثوابت الفيزيائية

إسم الثابت	رمزه	قيمته	وحدة قياسة
عجلة الجاذبية الأرضية	د	٩,٨ ≈ ١٠	م / ث^{٢}
كتلة الأرض	ك$_{ر}$	٦×١٠^{٢٤}	كجم
نصف قطر الأرض	نق$_{ر}$	٦,٤×١٠^{٦}	متر
ثابت الجذب العام	ج	٦,٦٧×١٠$^{-١١}$	نيوتن .م^{٢} / كجم^{٢}
سرعة الأفلات من الجاذبية الأرضية	ع$_{إفلات}$	١١,٢	كم / ث
سرعة الضوء	ع$_{ض}$	٣×١٠^{٨}	م / ث
ثابت إنفاذية الفراغ للمجال المغناطيسي	μ	٤π×١٠$^{-٧}$	ويبر / أمبير . م
شحنة الألكترون	ش$_{e}$	١,٦×١٠$^{-١٩}$	كولوم
كتلة الألكترون	ك$_{e}$	٩,١×١٠$^{-٣١}$	كجم
ثابت بلانك	h	٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$	جول . ث
ثابت ريدبيرج	R_H	١٠٩٧٣٧,٨٥	سم$^{-١}$
ثابت كولوم	K أو ي	٩×١٠^{٩}	نيوتن .م^{٢} / كولوم^{٢}

(٣) جدول مضاعفات وأجزاء الوحدات

أولاً / المضاعفات:-

المضاعف	يوتا	زيتا	إكسا	بيتا	تيرا	جيجا	ميجا	كيلو	هكتو	ديكا
القوى	١٠^{٢٤}	١٠^{٢١}	١٠^{١٨}	١٠^{١٥}	١٠^{١٢}	١٠^{٩}	١٠^{٦}	١٠^{٣}	١٠^{٢}	١٠

ثانياً/ الأجزاء:-

الجزء	يوكتو	زيبتو	آتو	فيمتو (فيرمي)	بيكو	نانو	مايكرو	مللي	سنتي	ديسي
القوى	١٠$^{-٢٤}$	١٠$^{-٢١}$	١٠$^{-١٨}$	١٠$^{-١٥}$	١٠$^{-١٢}$	١٠$^{-٩}$	١٠$^{-٦}$	١٠$^{-٣}$	١٠$^{-٢}$	١٠$^{-١}$

(٤) جدول بأهم التحويلات بين وحدات القياس المختلفة

الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)	الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)
الطول الأزاحة المسافة	سم	متر	نضرب × ١٠ $^{-٢}$	القوة	داين	نيوتن	نضرب × ١٠ $^{-٥}$
	ملي متر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٣}$		ثقل.كيلوجرام	نيوتن	نضرب × ٩,٨ أو ١٠
	ميكرومتر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	الطاقة	إرج	جول	نضرب × ١٠ $^{-٧}$
	أنجستروم	متر	نضرب × ١٠ $^{-١٠}$		إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ ×
	كيلومتر	متر	نضرب × ١٠ ^{٣}		م . إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٣}$ ×
المساحة	سم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٤}$		و . ك . ذ	م . إ .ف	نضرب ٩٣١,٥ ×
	كم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ ^{٦}		كيلووات.ساعة	جول	نضرب ٣,٦ × ١٠ × ^{٦} ١٠
	مللم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	شدة المجال المغناطيسي	جاوس	تسلا	نضرب × ١٠ $^{-٤}$
الحجم	سم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	السعة	ميكروفاراد	فاراد	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	مللم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٩}$	الشحنة	ميكروكولوم	كولوم	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
الكتلة	جرام	كيلوجرام	نضرب × ١٠ $^{-٣}$	القدرة	حصان	وات	نضرب × ٧٤٦
	الطن	كيلوجرام	نضرب × ١٠ ^{٣}		كيلووات	وات	نضرب × ١٠ ^{٣}
	و . ك . ذ (وحدة كتل ذرية)	كيلوجرام	نضرب ١,٦٧ × ١٠ × $^{-٢٧}$	تحويلات عامة	مللي من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٣}$
الزمن	دقيقة	ثانية	نضرب × ٦٠		كيلو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ ^{٣}
	ساعة	ثانية	نضرب × ٣٦٠٠		ميكرو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	يوم	ثانية	نضرب × ٨٦٤٠٠				

ملاحظات عامة حول الجدول السابق:-

١/ عند التحويل من كبير إلى صغير نضرب في عامل التحويل (العملية).

٢/ عند التحويل من صغير إلى كبير نقسم على عامل التحويل (العملية).

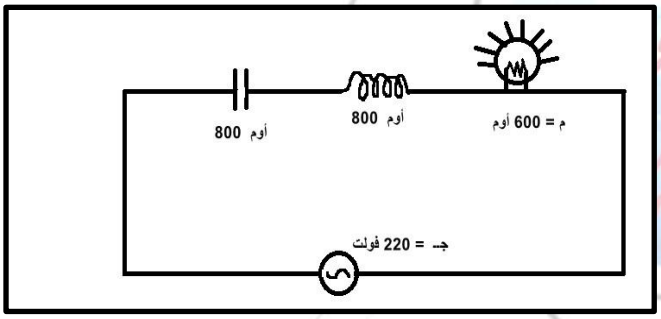
الوحدة الثانية Unite(2)

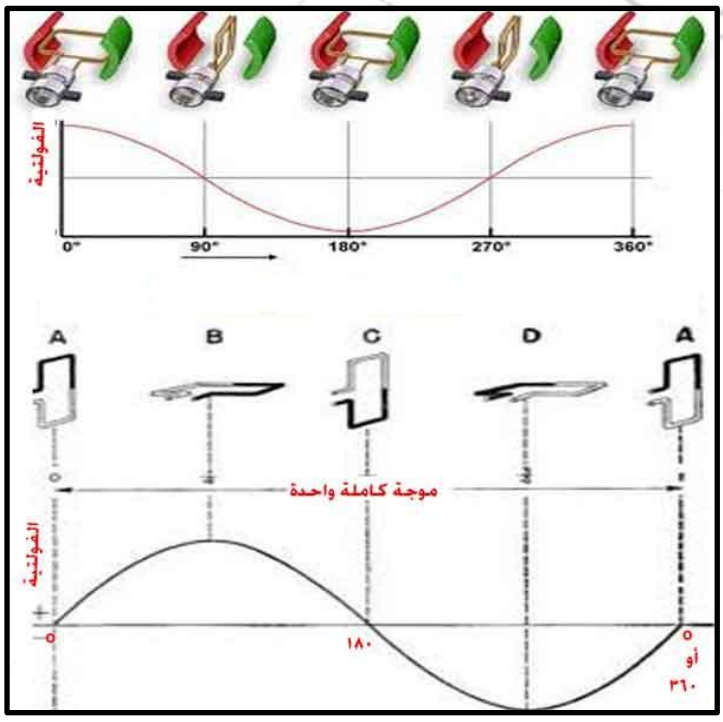
التيار المتردد (المتناوب)

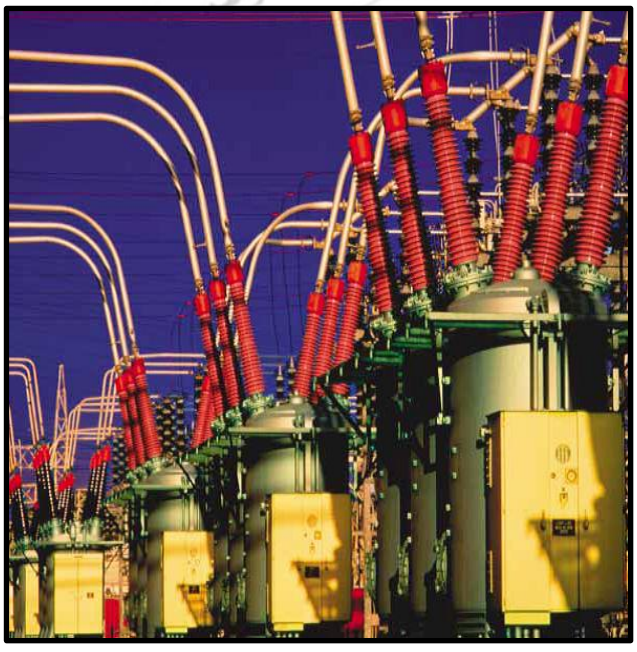
Alternating Current

❖ **يتوقع منك ـ عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة ـ في نهاية دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :ـ**

١) تعرف المفاهيم الكهربائية التالية (التيار المتردد ـ التردد ـ زمن الذبذبة الكاملة ـ الذبذبة الكاملة ـ القيمة الفعالة للتيار المتردد ـ الدينامو ـ الأميتر الحراري ـ المفاعلة السعوية ـ المفاعلة الحثية ـ المعاوقة ـ حالة الرنين) .
٢) تعدد مميزات وإستخدامات التيار المتردد .
٣) تشرح كيفية عمل كلاً من (الدينامو ـ الأميتر الحراري ـ دائرة الرنين ـ الدائرة المهتزة) .
٤) ترسم شكلاً توضيحياً يبين تركيب كلاً من (الدينامو ـ الأميتر الحراري ـ دائرة الرنين ـ الدائرة المهتزة) .
٥) تستنتج القوانين الخاصة بحساب كلاً من (القيمة الفعالة ـ المفاعلة السعوية ـ المفاعلة الحثية ـ المعاوقة ـ تردد الرنين) .
٦) تقارن بين كلاً من (التيار المتردد والتيار المستمر ـ الدائرة السعوية والدائرة الحثية ـ الدائرة المهتزة ودائرة الرنين).
٧) تستخدم القوانين في حل الأمثلة والتمارين الواردة في هذه الوحدة .







الدرس الأول / التيار المتردد

(المفهوم والأنواع والمميزات)

❖تعريف التيار المتردد (A.C) :

هو تيار متغير الشدة والإتجاه مع مرور الزمن ، وليس لمصادره أقطاب ثابتة ونحصل عليه من مصادر التيار المتردد والتي أهمها الدينامو ، ويرمز لمصادرة في الدوائر الكهربائية بالرمز .

❖أنواع التيار المتردد :

للتيار المتردد العديد من الأنواع ، وهذه الأنواع ظهرت إنطلاقاً من المنحنى البياني الذي يرسمه التيار المتردد في جهاز راسم الإشارة (الإسيلسكوب) والذي سيتم دراسته لاحقاً ، وأهم هذه الأنواع هي الأنواع التالية :

١) التيار المتردد الجيبي .
٢) التيار المتردد المثلثي .
٣) التيار المتردد المربعي .
٤) التيار المتردد سن المنشار .

وجميع هذه الأنواع موضحة في الأشكال أدناه .

معلومات عامة سبق دراستها :

التيار الكهربائي : هوعبارة عن سيل من الشحنات الكهربائية المارة في موصل نتيجة لوجود فرق في الجهد بين طرفيه .

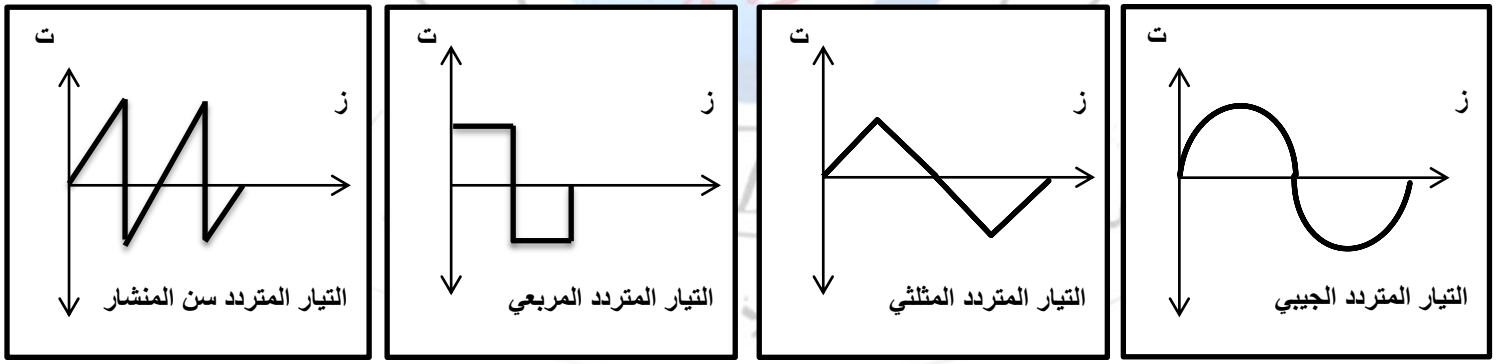
شدة التيار الكهربائي (ت) : هي عبارة عن المعدل الزمني لمرور الشحنة الكهربائية في موصل . أي أن :

♣ ت = ش / ز

وهي كمية متجهة وتقاس بوحدة الأمبير .

أنواع التيار الكهربائي :

١) **تيار مستمر D.C :** وهوتيار ثابت الشدة والإتجاه مع مرور الزمن ، ونحصل عليه من مصادر الطاقة ذات الأقطاب الثابته كالبطاريات والمراكم الرصاصية .
٢) **تيار متردد A.C :** وهو تيار متغير الشدة والإتجاه مع مرور الزمن ، ونحصل عليه من مصادر الطاقة ذات الأقطاب الغير ثابته وأهمها الدينامو .



- **التيار المتردد الجيبي :**

يعتبر التيار المتردد الجيبي من اكثر أنواع التيار المتردد شيوعاً وإستخداماً في حياتنا ، ويعرف بأنه :

((تيار متردد متغير الشدة لحظياً ، ومتغي الإتجاه في كل نصف دورة من دورات ملف الدينامو المولد له)) . كما يعرف أيضاً بأنه :

((تيار متردد متغير الشدة والإتجاه مع مرور الزمن حسب منحنى جيبي)) . كما يعرف أيضاً بأنه :

((تيار كهربائي متردد تبدأ شدته من الصفر وتزداد حتى تصل إلى نهاية عظمى ثم تهبط إلى الصفر خلال نصف الدورة الأول من دورات ملف الدينامو المولد له ثم يغير إتجاهه وتزداد شدته من الصفر إلى نهاية عظمى ثم تهبط إلى الصفر خلال النصف الثاني من الدورة ويتكرر ذلك في كل دورة من دورات ملف الدينامو المولد له)) .

❖مميزات التيار المتردد :

١ـ يمكن الحصول عليه بأبسط الطرق وبأرخص الأجهزة .
٢ـ يمكن نقله من أماكن توليده إلى أماكن إستهلاكه دون فقد في الطاقة .
٣ـ تكاليف نقله قليلة .
٤ـ يمكن رفع وخفض قوته الدافعة الكهربائية حسب الحاجة وذلك بإستخدام المحولات الكهربائية الرافعة أو الخافضة .
٥ـ يمكن تقويمه وتحويلة إلى تيار مستمر بإستخدام الوصلات الثنائية والدايودات وكذلك الترانزستورات .
٦ـ يمر في الدوائر الكهربائية التي تحتوي على المكثفات الكهربائية ، بينما التيار المستمر لايمر فيها إلا للحظات ثم ينعدم .

تعليلات هامة :

١) التيار المتردد الجيبي هو التيار الأكثر شيوعاً وإستخداماً ؟
٢) لايستخدم التيار المتردد المربعي أو المثلثي أو سن المنشار بصورة كبيرة ؟
٣) لايمر التيار المستمر في الدوائر الكهربائية المحتوية على مكثفات ؟
٤) لايصلح التيار المتردد في عمليات الطلاء الكهربائي ؟

س / فيما يتفق التيار المتردد والتيار المستمر ؟ وفيما يختلفان ؟

ج/ يتفق التيار المتردد مع التيار المستمر في أن لكلاهما تأثير حراري ، حيث أنه عند مرورهما في سلك موصل يولدان فيه حرارة إنطلاقاً من قانون جول .

ويختلفان في أمرين وهما :

١/ للتيار المتردد تأثير مغناطيسي حيث أنه عند مروره في سلك يولد حول السلك مجال مغناطيسي ، وهذا التأثير يفتقده التيار المستمر .

٢/ للتيار المستمر تأثير كيميائي حيث أنه عند مروره في محلول كيميائي يعمل على تحليله ، وهذا التأثير يفتقده التيار المتردد وهذا مايجعله غير صالحاً في عمليات الطلاء الكهربائي .

نشاط (١) توضيح طريقة توليد التيار المتردد

أدوات النشاط :

١ـ مغناطيس قوي على شكل حذوة الفرس أو حرف (U) . ٢ ـ جلفانومتر حساس .
٣ ـ سلك من النحاس متوسط الحجم . ٤ـ سلك موصل .

خطوات تنفيذ النشاط :

١/ كوّن دائرة كهربائية كالموضحة في الشكل أدناه .
٢/ حرك سلك النحاس بين فكي المغناطيس إلى الأعلى والأسفل بحيث يقطع خطوط المجال المغناطيسي .
٣/ أوقف حركة السلك بين قطبي المغناطيس . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة والإستنتاج :

١) عند تحريك السلك النحاسي بين فكي المغناطيس ينحرف مؤشر الجلفانومتر دليل على توليد التيار الكهربائي .
٢) ينحرف مؤشر الجلفانومتر في إتجاه معين عند تحريك السلك إلى الأسفل وينعكس إتجاه إنحراف المؤشر عند تحريك السلك للأعلى .
٣) عند إيقاف حركة السلك لاينحرف مؤشر الجلفانومتر دليل على عدم توليد تيار كهربائي وذلك لأنه لايحدث قطع لخطوط المجال المغناطيسي .
٤) نستنتج من ذلك أنه إذا حرك سلك موصل موجود ضمن دائرة مغلقة في مجال مغناطيسي بحيث يقطع خطوط المجال يتولد في السلك تيار كهربائي متردد يسمى بـ (التيار التأثيري) .

الدرس الثاني / مولد التيار المتردد (الدينامو)

❖تعريف الدينامو :

هو جهاز يستخدم لتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية .

❖مبدأ عمله :

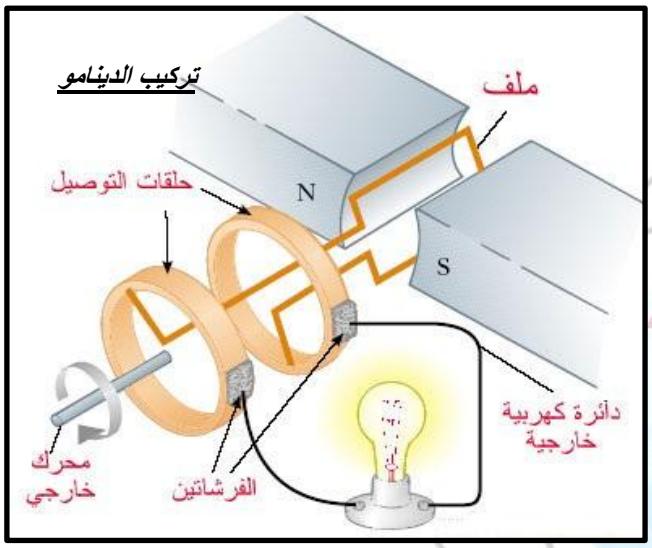
يعمل وفقاً لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي . وهي ظاهرة توليد تيار كهربائي وقوة دافعة كهربائية بتأثير فيض مغناطيسي متغير على سلك موصل موجود داخل منطقة مجال مغناطيسي .

❖وظيفته وإستخدامه :

يستخدم لتوليد قوة دافعة كهربائية مترددة وتيار كهربائي متردد .

❖تركيبة :

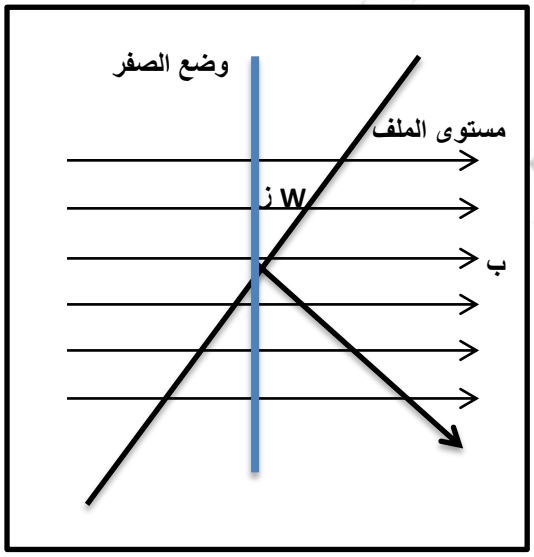
يتركب الدينامو من المكونات التالية والموضحة في الشكل المجاور :



١) مغناطيس قوي قطباه مقعران ومتقابلان .
٢) ملف مستطيل الشكل(أ ب جـ د) من النحاس(علل) معزول وملفوف عدة لفات ملفوفة حول قلب إسطواني من الحديد المطاوع (علل) والقلب مكون من عدة أقراص معزولة عن بعضها البعض ، ويثبت القلب حول محور الدوران .
٣) حلقتان معدنيتان (س ، ص) مثبتتان على محور الدوران ومعزولتان عنه وعن بعضهما البعض ، وتتصلان بطرفي الملف .
٤) فرشتان من الكربون (ف ١ ، ف ٢) تلامس كلاً منهما حلقة من الحلقتين ، وتعتبر هاتين الفرشتين قطبا الدينامو .

❖كيفية عمل الدينامو وحساب القوة الدافعة الكهربائية(ق . د . ك) المتولدة فى ملفه :

١) لنفرض أن ملف الدينامو يتكون من لفه واحدة ، وأن مساحته هي (س) مستوى الملف كان عمودياًعلى خطوط الفيض المغناطيسي ذات الشدة (ب) .



٢) يدور الملف داخل خطوط المجال المغناطيسي بسرعة زاوية منتظمة مقدارها (W) وبعد مرور زمن مقداره (ز) ثانية من بدء الدوران يكون مستوى الملف قد صنع إزاحة زاوية مقدارها (θ = W ز) مع إتجاه خطوط المجال ، من وضع الصفر (وهو الوضع العمودي على خطوط المجال) .
٣) عند دوران الملف فإنه يمكن حساب عدد خطوط الفيض المغناطيسي المارة عمودياً على سطح الملف والذي يسمى (التدفق المغناطيسي Φ) من العلاقة:

Φ = ب x س x جتا W ز .....(١)

٤) إنطلاقاً من قانون فاراداي في الحث الكهرومغناطيسي والذي ينص على أن : ((مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف تتناسب طردياً مع معدل تغير عدد خطوط الفيض المغناطيسي بالنسبة للزمن ، وفي إتجاه معاكس لإتجاه هذا التغير)) . أي أن :

$$\text{ق . د . ك} = \frac{- \text{ د } (\Phi)}{\text{د (ز)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (٢)$$

وبالتعويض من (١) في (٢) وإشتقاق المعادلة (٢) بالنسبة للزمن ، نحصل على مايلي :

$$\text{ق . د . ك} = \frac{- \text{ د (ب س جتا W ز)}}{\text{د (ز)}}$$

♣ ق . د . ك = ب س W جـــا W ز ..... (٣)

المعادلة (٣) السابقة تعطي مقدار القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف الدينامو نتيجة لدورانه بين خطوط المجال المغناطيسي ، والتي تسمى بالقوة الدافعة اللحظية (ق ل) ، وحيث أن فرق الجهد الكهربائي والقوة الدافعة الكهربائية مفهومان لمعنى واحد فإن القوة الدافعة اللحظية تسمى أيضاً بالجهد اللحظي (جـ ل) أي أن :

ق ل = جـ ل = ب س w جـــا w ز ..... (٤)

٥) عندما يكون ملف الدينامو مكون من (ن) لفة ، فإن العلاقة (٤) ستؤول إلى الصورة :
ق ل = ن س ب w جـــا w ز .....(٥)

❖ العوامل التى تعتمد عليها القوة الدافعة الكهربائية المتولدة فى ملف الدينامو :

من العلاقة (٥) السابقة يمكن معرفة العوامل التي تعتمد عليها القوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف الدينامو وهي كما يلي :

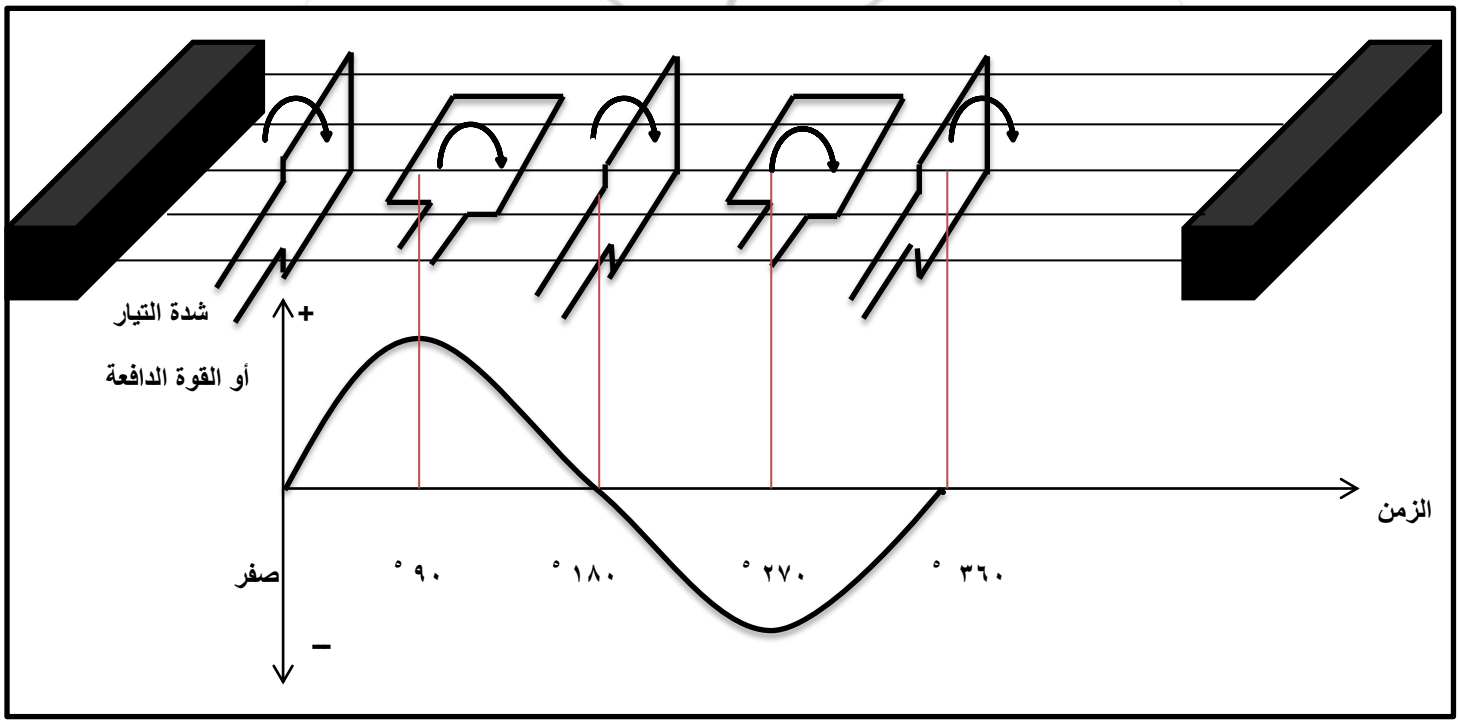
١) عدد لفات الملف (ن) .
٢) مساحة سطح الملف (س) . مع العلم بأن هذه المساحة متغيرة حسب شكل الملف (دائري ، مستطيل ..... إلخ) .
٣) كثافة الفيض المغناطيسي (ب) والتي تسمى أحياناً شدة المجال المغناطيسي .
٤) السرعة الزاوية لدوران الملف داخل خطوط المجال المغناطيسي (w) .
٥) جيب زاوية الدوران (جـــا w ز) .

❖ تغيرات القوة الدافعة الكهربائية اللحظية المتولدة فى ملف الدينامو خلال دورة كاملة من دورات الملف :

يمكن دراسة التغيرات التي تطرأ على القوة الدافعة الكهربائية اللحظية المتولدة في الملف خلال دورة كاملة من الجدول التالي :

م	w ز	جـــا w ز	ق ل = ن س ب w جـــا w ز	وضع مستوى الملف بالنسبة لإتجاه خطوط المجال	معدل القطع	مقدار الدورة
١	صفر	صفر	ق ل = صفر	عمودي	صفر	صفر
٢	٩٠ °	+١	ق ل = ن س ب w	موازي	أكبر ما يمكن	رُبع دورة
٣	١٨٠ °	صفر	ق ل = صفر	عمودي	صفر	نصف دورة
٤	٢٧٠ °	ـ ١	ق ل = ـ ن س ب w	موازي	أكبر ما يمكن	ثلاثة أرباع الدورة
٥	٣٦٠ °	صفر	ق ل = صفر	عمودي	صفر	دورة كاملة

ويمكن تمثيل ذلك كما في الشكل التالي :



❖ قوانين إضافية فى الدينامو :

١) قوانين حساب (ق ع) و (ق ل) :

من الجدول الموضح سابقاً ومن الملاحظات الجانبية ، نجد أن :

♣ ق ع = ± ن س ب w (قانون حساب القوة الدافعة العظمى)

وعليه فإن :

♣ ق ل = ± ق ع جـــا w ز

♥ w = ٢ π f ↔ ♣ ق ع = ± ٢ π f ن س ب وعليه فإن :

♣ ق ل = ± ٢ π f ن س ب جـــا w ز ، π = ٢٢/٧ = ٣,١٤

مع العلم بأن الأشارة السالبة تدل على الاتجاه وليس المقدار لذلك يمكن إهمالها .

٢) قانون حساب زاوية الدوران :

♥ w = ٢ π f

♣ w ز = ٢ π f ز ، π = ١٨٠ °

٣) قوانين حساب مساحة الملف (س) :

أ ـ عندما يكون الملف مستطيل الشكل

س = الطول x العرض = ل x عـــ ، محيط المستطيل = ٢ (ل + عـــ)

ب ـ عندما يكون الملف مربع الشكل

س = طول الضلع في نفسه = ل x ل = ل ٢ ، محيط المربع = ٤ ل

ج ـ عندما يكون الملف دائري الشكل

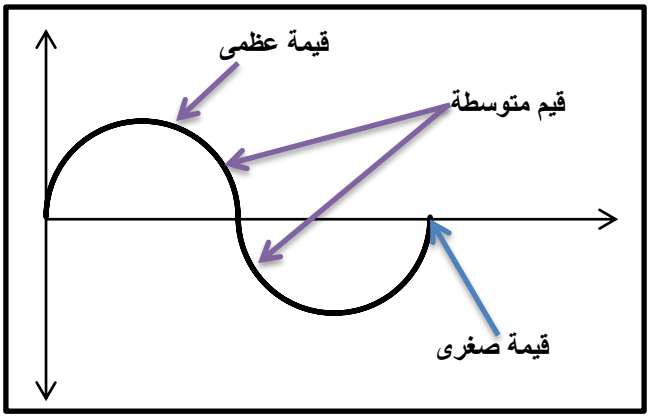
س = π نق ٢ ، محيط الدائرة = ٢ π نق

٤) قانون حساب عدد لفات الملف (ن) :

عدد لفات الملف (ن) = طول سلك اللف / محيط اللفة الواحدة

٥) قوانين حساب عدد مرات الوصول لقيم عظمى وقيم صغرى :

عرفنا مسبقاً تغيرات القوة الدافعة الكهربائية في ملف الدينامو خلال دورة واحدة ، ويتضح لنا من الشكل السابق أن القوة الدافعة الكهربائية تصل إلى قيم عظمى وقيم صغرى (صفر) وقيم متوسطة خلال دوران ملف الدينامو ، فإذا كان ملف الدينامو يدور بتردد مقداره f (عدد معين من الدورات خلال الثانية الواحدة)، فإنه يمكن حساب عدد مرات الوصول لقيم عظمى وعدد مرات الوصول لقيم صغرى وعدد مرات الوصول لقيم متوسطة من العلاقات التالية :



عدد مرات الوصول لقيم عظمى = ٢ f

عدد مرات الوصول لقيم صغرى(صفرية) = ٢ f + ١

عدد مرات الوصول لقيم متوسطة = ٤ f

حيث f هو التردد ، ويمكن ملاحظة موقع هذه القيم من الشكل المجاور .

ملاحظات هامة ومعلومات إضافية

١ـ عند دوران ملف الدينامو بزاوية ٩٠ ° نحصل على أعلى قيمة موجبة للقوة الدافعة اللحظية وتسمى بـــ(القوة الدافعة العظمى) ويرمز لها بالرمز ق ع .

٢ـ وعند دوران ملف الدينامو بزاوية ٢٧٠ ° نحصل على أعلى قيمة سالبة للقوة الدافعة اللحظية .

٣ـ قيمة القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية المتولدة في ملف الدينامو تكون متغيرة من الصفر وحتى نهاية عظمى والعكس ويتغير إتجاهها في كل نصف دورة ، وينتج عن ذلك تولد تيار كهربائي متردد يتغير بنفس الكيفية التي تتغير بها القوة الدافعة من حيث المقدار والاتجاه ويسمى بالتيار المتردد اللحظي ، ونحصل عليه من العلاقة :

ت ل = ت ع جـــا w ز

حيث ت ع هي شدة التيار العظمى .

٤ـ يتم اعتبار قيمة π = ١٨٠ ° عندما تدخل الـــ π في حساب زاوية ، ويتم إعتبار قيمتها تساوي ٣,١٤ في غير ذلك .

مفاهيم عامة فى التيار المتردد :

١) ***الذبذبة الكاملة للتيار المتردد :*** هو التغير الذي يحدث للتيار المتردد خلال دورة كاملة من دورات ملف الدينامو المولد له .

٢) ***زمن الذبذبة الكاملة (الزمن الدورى) :*** هو الزمن الذي يستغرقه التيار المتردد لعمل ذبذبة كاملة . ويعطى من العلاقة ز = الزمن الكلي / عدد الدورات

٣) ***التردد f :*** هو عدد الذبذبات الكاملة للتيار المتردد خلال ثانية واحدة ويساوي عدد الدورات التي يدورها ملف الدينامو في الثانية الواحدة ويعطى من العلاقة f = عدد الدورات / الزمن الكلي

أي أن التردد هو مقلوب الزمن الدوري .

أمثلة وتمارين عامة في الـــديـــنـــامـــو

مـــثـــال (١) :

ملف مستطيل الشكل طوله (٥٠ سم) وعرضه (٢٠ سم) يتكون من (١٠٠ لفة) ملفوفة على التوالي ويدور حول محور موازي لطولة بسرعة (٣٠٠٠ دورة / دقيقة) في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (٠,٠٧ تسلا) . إحسب :

١) النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملفه ؟
٢) الزاوية التي يصنعها مستوى الملف بعد مضي ٤ مللي ثانية من بدء الدوران ؟
٣) القوة الدافعة الكهربائية اللحظية بعد مرور ٤مللي ثانية من بدء الدوران ؟
٤) أقل قيمة للسرعة الزاوية التي يدور بها الملف لكي يولد قوة دافعة عظمى مقدارها ١١٠ فولت ؟
٥) عدد مرات وصول القوة الدافعة لقيم عظمى وقيم صغرى وقيم متوسطة ؟

الـــحـــل

الـمـعـطـيـات : ل = ٥٠ سم = ٥٠ x ١٠ $^{-٢}$ م عـ = ٢٠ سم = ٢٠ x ١٠ $^{-٢}$ م ن = ١٠٠ لفة

f = ٣٠٠٠ دورة / دقيقة = ٣٠٠٠ / ٦٠ = ٥٠ دورة / ثانية (هيرتز) ب = ٠,٠٧ تسلا

١) ق ع = ن س ب w .....(١) نبدأ بإيجاد كلاً من س و w كما يلي :

♥ س = ل x عـ = ٥٠ x ١٠ $^{-٢}$ x ٢٠ x ١٠ $^{-٢}$ = ١٠٠٠ x ١٠ $^{-٤}$ = ١٠ $^{-١}$ م ^{٢} .....(٢)

♥ W = ٢ π f = ٢ x ٣,١٤ x ٥٠ = ٣١٤ راديان / ث .....(٣)

بالتعويض من (٢) و(٣) في (١) نجد أن

♣ ق ع = ١٠٠ x ١٠ $^{-١}$ x ٠,٠٧ x ٣١٤ = ٢١٩,٨ فولت .....#

٢) ♥ w ز = ٢ π f ز ، π = ١٨٠ $^{\circ}$ ، ز = ٤ مللي ثانية = ٤ x ١٠ $^{-٣}$ ثانية

♣ w ز = ١٨٠ x ٥٠ x ٤ x ١٠ $^{-٣}$ = ٧٢ $^{\circ}$ .....#

٣) ♥ ق ل = ق ع جـــا w ز = ٢١٩,٨ x جـــا ٧٢ = ٢١٩,٨ x ٠,٢٥ = ٥٥,٧٩ فولت .....#

٤) ♥ w = ق ع / ن س ب ، ق ع = ١١٠ فولت

♣ w = ١١٠ / ١٠٠ x ١٠ $^{-١}$ x ٠,٠٧ = ١٥٧,١٤ راديان / ث .....#

٥) عدد مرات وصول القوة الدافعة لقيم عظمى وقيم صغرى وقيم متوسطة

♥ عدد مرات وصول القوة الدافعة لقيم عظمى = ٢ f = ٢ x ٥٠ = ١٠٠ مرة

♥ عدد مرات وصول القوة الدافعة لقيم صغرى = ٢ f + ١ = ٢ x ٥٠ + ١ = ١٠٠ + ١ = ١٠١ مرة

♥ عدد مرات وصول القوة الدافعة لقيم متوسطة = ٤ f = ٤ x ٥٠ = ٢٠٠ مرة .....#

مـــثـــال (٢) :

سلك نحاسي معزول طوله (١٠٠ π متر) ملفوف عدة لفات كلاً منها على شكل دائرة نصف قطرها (١٠ سم) يدور حول محور موازٍ لقطره بسرعة خطية مقدارها (٢٥ م / ث) في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (٢٥ x ١٠ $^{-٢}$ تسلا) . إحسب النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة فيه ؟

الـــحـــل

المـعـطـيات : ل = ١٠٠ π متر نق = ١٠ سم = ١٠ x ١٠ $^{-٢}$ م = ٠,١ م ع = ٢٥ م / ث

ب = ٢٥ x ١٠ $^{-٢}$ تسلا

♥ ق ع = ن س ب w .....(١) نبدأ بإيجاد كلاً من (ن ، س ، w) وذلك كما يلي :

♥ ن = طول سلك اللف / محيط اللفة الواحدة (محيط دائرة) = ١٠٠ π / ٢ π نق = ١٠٠ / ٢ x ٠,١ = ٥٠٠ لفة .....(٢)

♥ س = π نق ^{٢} = ٣,١٤ x (٠,١) ^{٢} = ٣,١٤ x ١٠ $^{-٢}$ م ^{٢} .....(٣)

♥ W = ع / نق = ٢٥ / ٠,١ = ٢٥٠ راديان / ث .....(٤)

بالتعويض من (٢) و(٣) و(٤) في (١) نحصل على :

♣ ق ع = ٥٠٠ x ٣,١٤ x ١٠ $^{-٢}$ x ٢٥ x ١٠ $^{-٢}$ x ٢٥٠ = ٩٨١,٢٥ فولت .....#

مـــثـــال (٣) :

ملف عدد لفاته (١٠٠ لفه) ومساحة مقطع كلاً منها (٢٠ سم^{٢}) موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (٠,٢ تسلا) فإذا دار الملف خلال زمن قدره (٠,٢ ثانية) فأوجد القوة الدافعة العظمى المتولدة فيه ؟

الـــحـــل

المـعـطـيات : ن = ١٠٠ لفه س = ٢٠ سم^{٢} = ٢٠ x ١٠ $^{-٤}$ م^{٢} ب = ٠,٢ تسلا

ز = ٠,٢ ثانية

♥ ق ع = ن x س x ب x w ⟵ (١) نوجد w كما يلي :

♥ W = f π ٢ = ٢ π / ز

♣ w = ٢ x ٣,١٤ / ٠,٢ = ٣١,٤ راديان / ث

بالتعويض من المعطيات وعن قيمة w في (١) نحصل على :

♣ ق ع = ١٠٠ x ٢٠ x ١٠ $^{-٤}$ x ٠,٢ x ٣١,٤ = ١٢٥٦ فولت ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

ملف مكون من (١٥٠ لفه) يدور في مجال مغناطيسي منتظم شدته (٠,٥ تسلا) تتولد فيه قوة دافعة كهربائية عظمى مقدارها (٢٠ فولت) فإذا ماكانت مساحة الملف (٤٠ سم^{٢}) فأحسب :

١) سرعة دورانه ؟

٢) القوة الدافعة اللحظية بعد مرور ٢ X ١٠ $^{-٢}$ ثانية من بدء الدوران ؟

٣) القوة الدافعة الفعالة ؟

٤) عدد مرات وصول التيار لقيم عظمى وصغرى ومتوسطة ؟

تمرين (٢)

إذا علمت أن ملف دينامو يدور بمعدل (١٠٠ دورة/ث) فحدد موضع مستوى الملف بالنسبة لخطوط الفيض المغناطيسي بعد مرور (٢,٥ مللي ثانية) من بدء الدوران ؟

تمرين (٣)

مولد يعطي تيار متردد تردده (٥٠ / π ^{٢}) هيرتز القوة الدافعة الفعالة بين طرفيه (٢٠٠ $\sqrt{٢}$ فولت)إذا كان الملف على شكل مستطيل أبعاده (٦٠سم ، ٢٠سم) وعدد لفاته (٢٠٠ لفه) فأحسب :

أ ــ القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية ؟

ب ــ كثافة الفيض المغناطيسي ؟

ج ــ القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية عندما يدور الملف حول محور موازي لطوله بسرعة خطية مقدارها (٢٤ م/ ث) ؟

د ــ طول سلك الملف ؟

هـ ــ التردد الذي سيجعل القوة الدافعة العظمى تصبح ثلاثة أمثال قيمتها الأولى ؟

الدرس الثالث / القيمة الفعالة للتيار المتردد & الأميتر الحراري

أولاً / القيمة الفعالة للتيار المتردد Root Mean Square (Effective Value)

❖ ***تعريفها :***

((هي شدة التيار المستمر التي تولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها تيار متردد عندما يمرّ كلاً منهما على حده في نفس الموصل ولنفس الفترة الزمنية)) .

كما تعرف أيضاً بأنها ((عملية تساوي الطاقة الحرارية المكتسبة مع الطاقة الحرارية المفقودة في سلك موصل والناتجة عن مرور تيار مستمر و تيار متردد فيه كلاً على حده خلال فترة زمنية محددة)) .

ويرمز لها بالرمز (ت فع) .

- فمثلاً عندما نقول أن القيمة الفعالة للتيار المتردد تساوي ١٠ أمبير ، فإن ذلك يعني أن شدة التيار المستمر التي تولد نفس القدر من الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المتردد عند مروره في نفس الموصل ولنفس الزمن تساوي ١٠ أمبير .

❖ ***قوانين حساب القيم الفعالة :***

١) القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد = النهاية العظمى لشدته / $\sqrt{٢}$ أي أن :

ت فع = ت ع / $\sqrt{٢}$ = ت ع x ٠,٧٠٧ أمبير

٢) القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية = القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية / $\sqrt{٢}$ أي أن :

ق فع = ق ع / $\sqrt{٢}$ = ق ع x ٠,٧٠٧ فولت

٣) القيمة الفعالة لفرق الجهد = القيمة العظمى لفرق الجهد / $\sqrt{٢}$ أي أن :

جـ فع = جـ ع / $\sqrt{٢}$ = جـ ع x ٠,٧٠٧ فولت (قيمة الجهد الفعال) .

معلومة هامة :

- عرفنا مسبقاً أن التيار المتردد هو تيار متغير الشدة والإتجاه مع مرور الزمن ، كما عرفنا أن له قيم عظمى وقيم صغرى ومتوسطة ، إن هذا يعني أنه ليس هناك قيمة ثابتة للتيار المتردد يمكن أن يُعوّل عليها ، لذلك ظهر مفهوم القيمة الفعالة للتيار المتردد والتي تعتبر متوسط جميع قيم التيار المتردد (العظمى واللحظية والصغرى .....إلخ).

أسئلة وتمارين عامة فى القيمة الفعالة للتيار المتردد

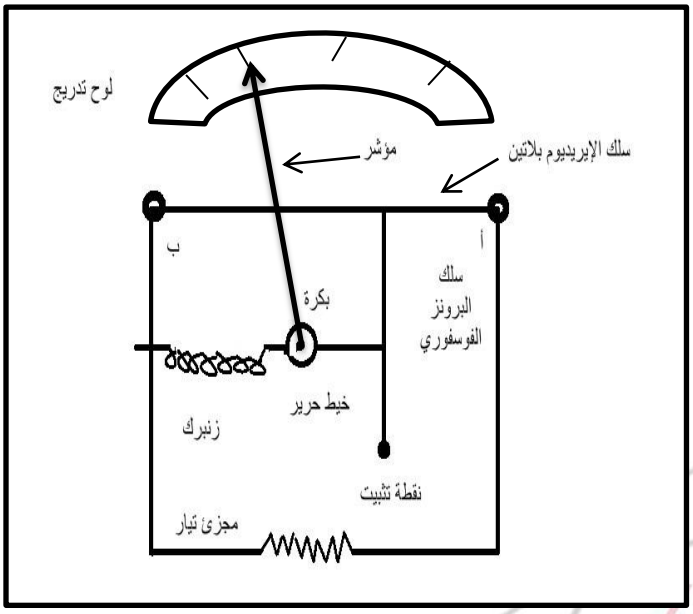
١) إثبت أن : ق ل = ق فع $\sqrt{٢}$ جـــا w ز ؟

٢) إثبت أنه عند دوران ملف الدينامو بزاوية (٣٠ °) فإن ت ل = ت فع / $\sqrt{٢}$ ؟

٣) متى تكون ق ل = ٠,٥ ق ع ؟

٤) متى تكون ق ل = ق فع ؟

ثانياً / الأميتر الحراري Hot Wire Ammeter



❖ ***تعريفه :***

هو جهاز يعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كهربائية نتيجة لمرور التيار الكهربائي فيه .

❖ ***مبدأ عمله :***

يعمل وفقاً لظاهرة التأثير الحراري للتيار الكهربائي (المتردد و المستمر) .

❖ ***استخدامه :***

يستخدم لقياس القيمة الفعالة للتيار المتردد ، كما يستخدم أيضاً لقياس شدة التيار المستمر (علل) .

❖ ***تركيبه :*** **كما في الشكل المجاور ، يتركب من الأجزاء التالية :**

١) سلك مصنوع من سبيكة الإيريديوم بلاتين (علل) مثبت بين مسماري توصيل (أ ، ب) .

٢) سلك شدّ مصنوع من سبيكة البرونز الفوسفوري (علل) يثبت طرفه العلوي على سلك الايريديوم بلاتين عند ثلثه تقريباً (علل) ويثبت طرفه السفلي عند نقطة تثبيت .

٣) خيط من الحرير (علل) .

٤) بكرة ملساء قابلة للدوران يلف حولها خيط الحرير لفة واحدة .

٥) مؤشر ولوح تدريج يصنعان من الألومنيوم (علل) وتكون أقسام لوح التدريج غير متساوية (علل) .

٦) زنبرك خفيف يشد خيط الحرير بإستمرار .

٧) مجزئ تيار (مقاومة صغيرة) توصل على التوازي مع سلك الإيريديوم بلاتين (علل) .

❖ ***كيفية عمله :***

١) يتم توصيل الأميتر الحراري في الدائرة المراد قياس القيمة الفعالة للتيار المتردد المار فيها على التوالي (علل) .

٢) عند مرور التيار في سلك الإيريديوم بلاتين بين النقطتين (أ ، ب) فإن السلك يسخن ويتمدد ويرتخي ويرتخي معه سلك البرونز الفوسفوري فيرتخي خيط الحرير .

٣) يقوم الزنبرك بشد خيط الحرير فتدور البكرة ويتحرك المؤشر على لوح التدريج .

٤) عندما تتساوى كمية الحرارة المتولدة في سلك الإيريديوم بلاتين بمرور التيار الكهربائي فيه مع كمية الحرارة المفقودة منه بالإشعاع يتوقف السلك عن التمدد ويثبت المؤشر عند قراءة معينة تدل على القيمة الفعالة للتيار المتردد .

❖ ***عيوبه ومميزاته :***

أ) مميزاته :

١/ لايتوقف عمله على إتجاه التيار .

٢/ يقيس كلاً من التيار المستمر والمتردد .

ب) عيوبه :

١/ بطئ لايعطي القراءة بسرعة (علل) .

٢/ لا يعطي قراءات دقيقة ١٠٠ % (علل) .

٣/ غير حساس للتيارات الضعيفة جداً .

معلومات هامة :

- **يتم تدريج الأميتر الحراري بمقارنته بالأميتر ذو الملف المتحرك وذلك من خلال توصيلهما معاً على التوالي في دائرة يمر فيها تيار مستمر .**
- **نظراً لوجود خطأ في قراءة الأميتر الحراري وهذا مايجعله لا يعطي قراءات دقيقة ١٠٠% فإنه يتم شّد سلك الإيريديوم بلاتين على لوحة معدنية لها نفس معامل تمدده مع عزله عنها وذلك يؤدي إلى تمدد السلك واللوحة معاً بنفس القدر عند إرتفاع درجة حرارة الجو فيظل السلك مشدوداً ويبقى المؤشر عند الصفر ، كما يتم عزل السلك عن القاعدة حتى يمر التيار في سلك الإيريديوم بلاتين وحده فيسخن ويتمدد ويرتخي ويعطي الجهاز قراءة دقيقة للقيمة الفعالة للتيار المتردد .**

أمثلة وتمارين عامة في القيمة الفعالة

مـــثـــال (١) :

تيار متردد قيمته الفعالة (٧,٠٧ أمبير) ، فما مقدار قيمته العظمى ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : ت فع = ٧,٠٧ أمبير ..... ت ع = ... ؟

♥ ت فع = ت ع / √٢ ↔ ت ع = ت فع √٢

♣ ت ع = ٧,٠٧ √٢ أمبير .....#

مـــثـــال (٢) :

ملف دينامو يعطي قوة دافعة عظمى مقدارها (١٠٠ فولت) ، أحسب كلاً من :

١) القوة الدافعة الفعالة ؟
٢) القوة الدافعة الفعالة عند دوران الملف بزاوية ٤٥ ° ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : ق ع = ١٠٠ فولت ،

♥ ق فع = ق ع x ٠,٧٠٧ = ١٠٠ x ٠,٧٠٧ = ٧٠,٧ فولت .....#

♥ ق ل = ق ع جـــا w ز = ١٠٠ x جـــا ٤٥ = ٧٠,٧ فولت .....#

أسئلة قد لا تخطر على ذهنك

س / ما وظيفة كلاً من (ما فائدة كلاً من) في تركيب الأميتر الحراري :

سلك الإيريديوم بلاتين ــ مسماري التوصيل (أ ، ب) ــ سلك البرونز الفوسفوري ــ الزنبرك ــ خيط الحرير ــ مجزئ التيار .

تعليلات هامة

١ـ يستخدم الأميتر الحراري لقياس التيار المتردد والتيار المستمر ؟

ج/ لأن عمله لايعتمد على إتجاه التيار وانما على التأثير الحراري والذي يوفره كلا التيارين .

٢ـ يصنع سلك الأميتر من سبيكة الإيريديوم بلاتين ؟

ج/ لأن درجة إنصهاره عالية ومقاومته النوعية كبيرة كما أنه يتمدد بمقدار محسوس عند مرور التيار فيه .

٣ـ يصنع سلك الشد من سبيكة البرونز الفوسفوري ؟

ج/ لأنه مادة مرنة .

٤ـ يثبت سلك الشد عند ثُلث سلك الإيريديوم بلاتين ؟

ج/ حتى ينقل أكبر قدر من التمدد إلى خيط الحرير والزنبرك .

٥ـ الأميتر الحراري بطئ ولايعطي القراءات بسرعة ؟

ج/ لأنه يحتاج لفترة زمنية حتى يسخن ويتمدد كما أنه يحتاج لفترة زمنية لكي يبرد وينكمش .

٦ـ يستخدم خيط من الحرير في تركيب الأميتر الحراري ؟

ج/ لمتانته العاليه .

٧ـ يصنع المؤشر ولوح التدريج في الأميتر الحراري من الألومنيوم؟

ج/ لأن الألومنيوم مادة خفيفة الوزن وبالتالي سيعطي خفة للجهاز أيضاً .

٨ـ أقسام لوح التدريج في الأميتر الحراري غير متساوية ؟

ج/ لأن الطاقة الحرارية المتولدة تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار وليس مع التيار نفسه . أي أن :

طـــا حر α ت ٢

الدرس الرابع / دوائــر التيار الــمــتــردد

مقدمة عامة :

يعتبر هذا الدرس (دوائر التيار المتردد) من أهم الدروس في هذه الوحدة ، كما أنه درس متشعب ويحوي العديد من الدروس الفرعية ، ففي هذا الدرس سنتناول موضوع مرور التيار المتردد في بعض الدوائر الإلكترونية ، وما يسببه مرور التيار المتردد في هذه الدوائر ، كما سنتعرف على أهم خصائص هذه الدوائر ، وهنا لدينا خمس دوائر أساسية سنتناولها كلاً على حده وبالتفصيل ، وهذه الدوائر هي :

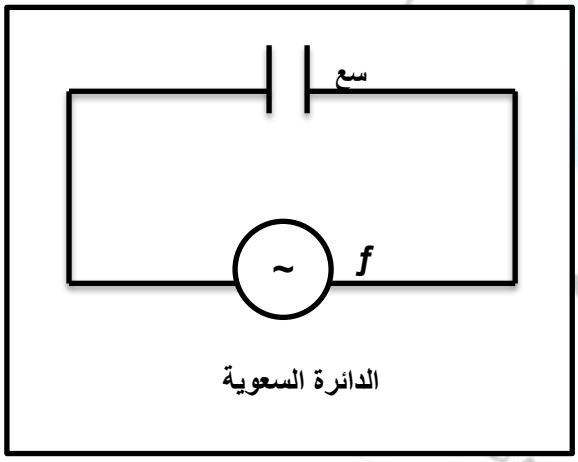
١) الدائرة السعوية (دائرة مكثف ومصدر تيار متردد) .
٢) الدائرة الحثية (دائرة ملف حثي ومصدر تيار متردد) .
٣) الدائرة العامة على التوالي (دائرة المعاوقة) (دائرة مكثف وملف ومقاومة ومصدر تيار متردد) .
٤) دائرة الرنين (دائرة مكثف وملف ومصدر تيار متردد) .
٥) الدائرة المهتزة (دائرة مكثف وملف ومصدر تيار متردد) .

المكثف الكهربائي هو عبارة عن قطعة إليكترونية تتكون من لوحين معدنيين متوازيين وبينهما مادة عازلة تستخدم لخزن الشحنات الكهربائية والطاقة الكهربائية لوقت الحاجة إليها .

أولاً / الــدائــرة الــسـعــويــة

❖ تعريفها :

هي عبارة عن دائرة مكثف كهربائي سعته (سع) متصل على التوالي مع مصدر تيار متردد تردده (f) . كما في الشكل المجاور .



الدائرة السعوية

❖ كيفية عملها :

١) في الربع الأول لدورة التيار المتردد تزداد الشحنة على لوحي المكثف تدريجياً ويزداد كذلك فرق الجهد بين لوحيه ، وعندما يتم شحن المكثف بالكامل تكون الشحنة (ش) عليه أكبر ما يمكن ويصبح فرق الجهد اللحظي بين لوحيه نهاية عظمى (جـ ل = جـ ع) عند ذلك تتوقف عملية الشحن وينعدم التيار اللحظي (ت ل = صفر) وذلك لعدم وجود فرق في الجهد بين القطب الموجب للمصدر وبين اللوح الموجب للمكثف .
٢) عندما تبدأ القوة الدافعة للمصدر بالهبوط خلال الربع الثاني من الدورة يفرغ المكثف شحنته تدريجياً وتكون شدة تيار التفريغ نهاية عظمى (ت ل = ت ع) في بداية الأمر ويقل فرق الجهد تدريجياً حتى يصبح صفر (جـ ل = صفر) عند إتمام عملية التفريغ وتنعدم الشحنة على لوحي المكثف .
٣) في النصف الثاني من دورة التيار المتردد يسري التيار في الإتجاه المعاكس ويشحن المكثف مرة أخرى وذلك في الربع الثالث من الدورة ولكن بشحنات مضادة على لوحيه حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه إلى نهاية عظمى (جـ ل = ـ جـ ع) وتصبح الشحنة أكبر ما يمكن على اللوحين وعند ذلك تتوقف عملية الشحن وتنعدم شدة التيار (ت ل = صفر) .
٤) خلال الربع الرابع من الدورة يبدأ الجهد بالإنخفاض ويقوم المكثف بتفريغ شحنته وتكون شدة تيار التفريغ أكبر ما يمكن (ت ل = ـ ت ع) وتقل شدة التيار كلما نقصت الشحنة على لوحي المكثف ونقص فرق الجهد بينهما ، حتى ينعدم التيار ، ويتكرر ذلك في كل دورة من دورات التيار المتردد .
٥) بزيادة شحنة المكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه بنفس النسبة ، حيث يكون فرق الجهد والشحنة متفقان في الطور وذلك إنطلاقاً من العلاقة التالية :

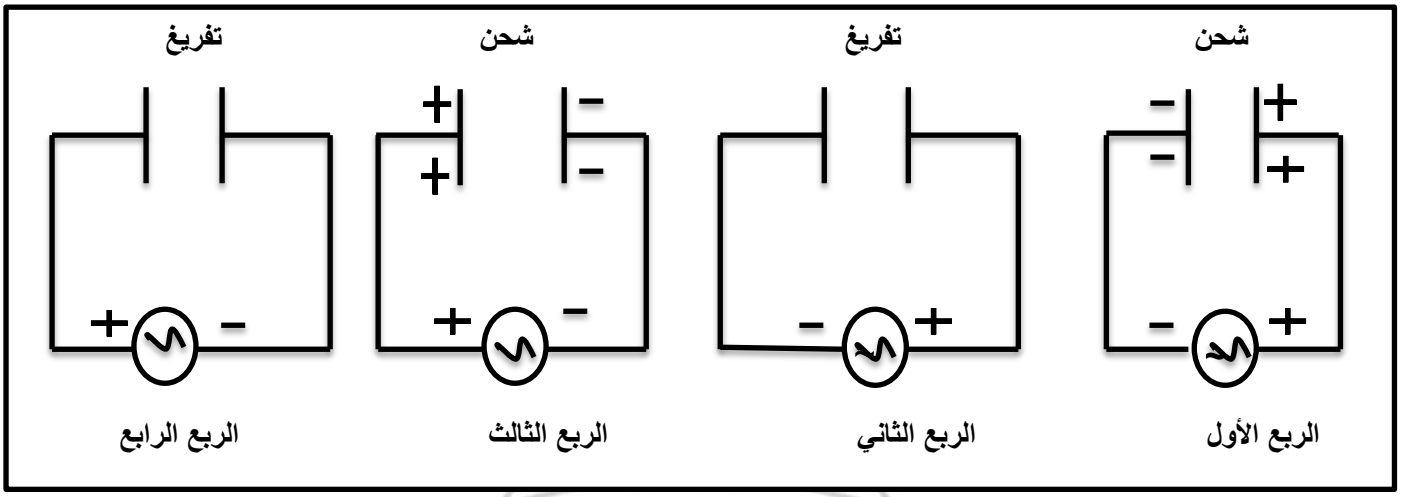
ش = سع x جـ ل (حيث سع سعة المكثف)

وهذه العلاقة تعطينا مقدار الشحنة المختزنة في المكثف عند أي لحظة زمنية .

٦) تتناسب شدة التيار المتردد التي تمر في أي لحظة تناسباً طردياً مع معدل التغير في شحنة المكثف ، أي أن :

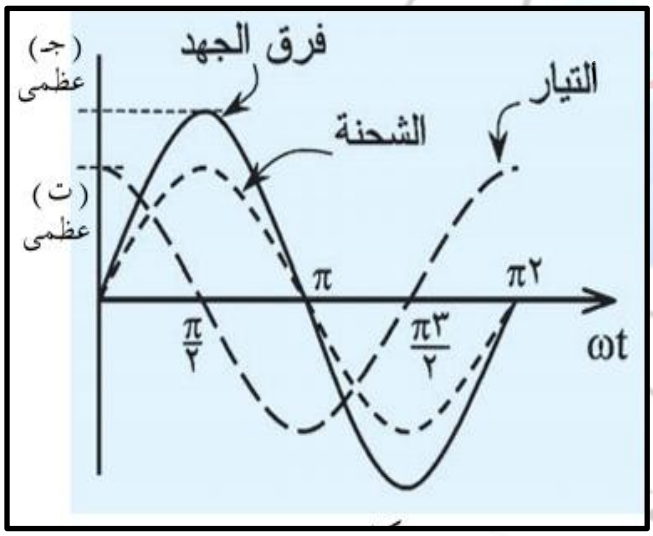
$$ت_{ل} = \frac{د (ش)}{د (ز)}$$

الشكل أدناه يوضح كيف تتم عمليتي الشحن والتفريغ في المكثف خلال دورة واحدة من دورات التيار المتردد المار فيه .



❖ علاقة الطور بين فرق الجهد وشدة التيار والشحنة الكهربائية في الدائرة السعوية :

يوضح الشكل المجاور المنحنيات البيانية لعلاقة فرق الطور بين كلاً من فرق الجهد وشدة التيار والشحنة الكهربائية في الدائرة السعوية ، ومنها نلاحظ ما يلي :



١) عندما تكون الشحنة والجهد صفر تكون شدة التيار نهاية عظمى عند النقاط (أ ، جـ ، هـ) .

٢) عندما تكون الشحنة والجهد نهاية عظمى عند النقاط (ب ، د) تكون شدة التيار تساوي الصفر .

وللتعبير عن هذه المنحنيات رياضياً ، لدينا ما يسمى بـــ(علاقة الطور) بين هذه الكميات الثلاثة وبالأخص بين شدة التيار (ت) وفرق الجهد (جـ) ويمكن لنا إستنتاج هذه العلاقة كما يلي :

لنفرض أن فرق الجهد اللحظي (جـ ل) بين طرفي المكثف عند أي لحظة يعطى بالعلاقة التالية :

$$جـ_{ل} = جـ_{ع} جا wز \quad .....(١)$$

راجع قوانين الديناميو

وأن الشحنة المختزنة في المكثف عند أي لحظة هي (ش) والتي تعطى من العلاقة التالية :

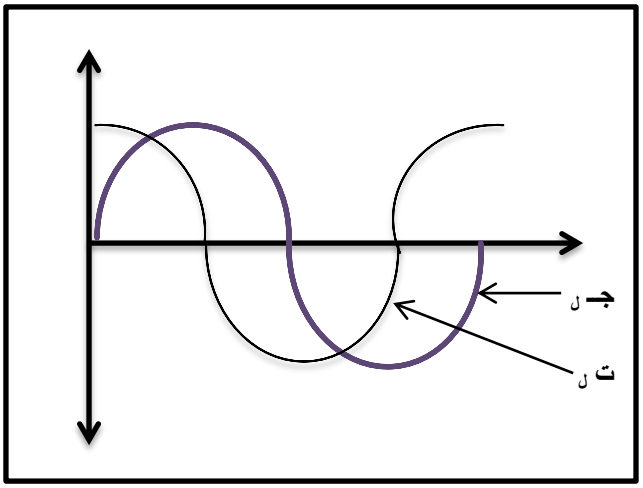
ش = سع جـ ل .....(٢) حيث (سع) سعة المكثف ، وبالتعويض من (١) في (٢) نحصل على :

ش = سع جـ ع جـــا w ز .....(٣) ، بالإشتقاق التفاضلي للمعادلة (٣) بالنسبة للزمن نحصل على :

♣ $\frac{د (ش)}{د (ز)} = \frac{د (سع جـ_{ع} جا wز)}{د (ز)}$

♣ $ت_{ل} = سع جـ_{ع} w جتا wز$ ، حيث أن ت = ش / ز (قانون سابق في الصف الأول الثانوي)

وبوضع ($ت_{ع}$ = سع $جـ_{ع}$ w) نجد أن :



♣ ت ل = ت ع جـــتـــا w ز .....(٤)

بالمقارنة بين المعادلتين (١) و (٤) نلاحظ أن المعادلة (١) وهي معادلة الجهد اللحظي بين طرفي المكثف ، هي معادلة جيب الزاوية (جـــا) بينما المعادلة (٢) هي معادلة التيار اللحظي المار في المكثف ، هي معادلة جيب تمام الزاوية (جـــتـــا) وعند تمثيل كلا المعادلتين بيانياً كما في الشكل المجاور ، نلاحظ أن منحنى التيار يتقدم على منحنى الجهد بمقدار رُبع دورة (٩٠ °) ، وهذا يجعلنا نصل إلى أهم خاصية من خواص الدائرة السعوية وهي أنها تقدم التيار على الجهد بفرق طور مقداره ٩٠ ° (رُبع دورة) ، وبمعنى آخر أن المكثف يسبب تقدم شدة التيار عن فرق الجهد بربع دورة وبزاوية طور ثابته مقدارها (π / ٢) (٩٠ °) .

نشاط (٢) التحقق من أن التيار الكهربائى المتردد يمر بين لوحى مكثف بينما التيار المستمر لايمر

الأدوات :

مكثف كهربائي ذو سعة محددة ــ مصباح كهربائي صغير ــ بطارية (مصدر تيار مستمر) ــ أميتر حراري ــ مفتاح ـ قاعدة مصباح

الخطوات :

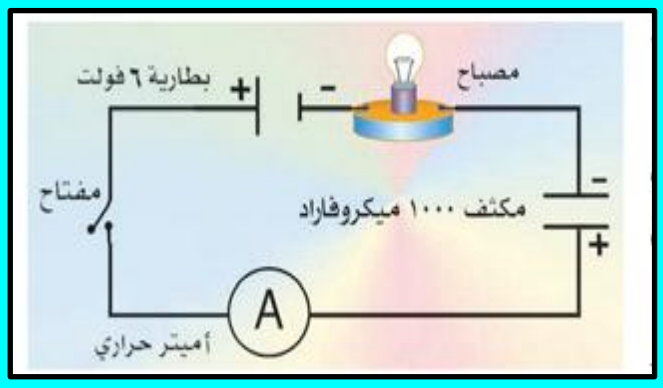
١) نصل الأدوات كما هو موضح في الشكل أدناه .
٢) نقفل الدائرة ونلاحظ إضاءة المصباح .
٣) نستبدل البطارية بمصدر تيار متردد له نفس القوة الدافعة للبطارية ، ونلاحظ إضاءة المصباح .

الملاحظات :

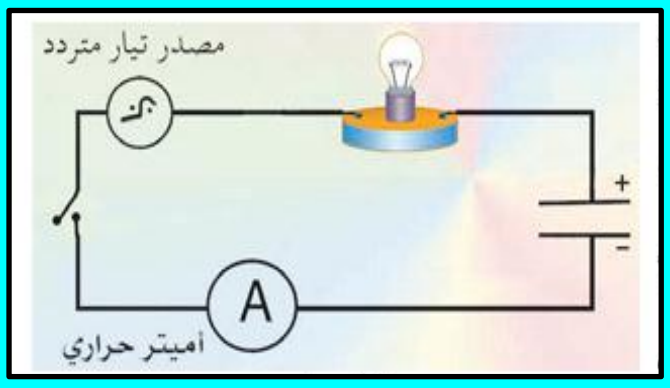
١) في الدائرة الأولى لايضئ المصباح ، والسبب أن التيار المستمر لايم في الدوائر التي بها مكثفات إلا لفترة زمنية وجيزة تكفي لشحن المكثف ثم يتوقف التيار وهذه الفترة غير كافية لتسخين فتيل المصباح لدرجة التوهج .
٢) في الدائرة الثانية يضئ المصباح لأن التيار المتردد يمر في المكثفات ويعمل على شحنها وتفريغها بسرعة كبيرة وهذا لايوفره التيار المستمر .

الإستنتاج :

١) التيار الكهربائي لا يمر في الدوائر التي بها مكثفات إلا لفترة زمنية وجيزة جداً تكفي لشحن المكثف حتى يصبح فرق الجهد بين لوحيه مساوياً للقوة الدافعة الكهربائية للبطارية فينعدم التيار .
٢) التيار الكهربائي المتردد يمر في الدوائر التي بها مكثفات من أحد لوحي المكثف إلى اللوح الأخر ولايمر عبر المكثف نفسه لوجود المادة العازلة بين لوحية .



الدائرة الأولى



الدائرة الثانية

❖ المفاعلة السعوية (م سع) :

- **تعريفها :** هي عبارة عن ((الممانعة التي يلقاها التيار المتردد عند مروره في مكثف كهربائي بسبب سعته الكهربائية)) . كما تعرف أيضاً بأنها ((الإعاقة أو العرقلة التي يلقاها التيار المتردد عند مروره في دائرة سعوية)) . ويرمز لها بالرمز (م سع) وتقاس بوحدة الأوم .
- **قانون حساب المفاعلة السعوية :**

معلومة هامة :
- المفاعلة السعوية تعيق مرور التيار الكهربائي ولاتحول أي جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية بينما المقاومة الأومية تعيق مرور التيار وتحول جزء من الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية .

إنطلاقاً من قانون أوم في حساب المقاومة الأومية ، وتطبيقه لحساب المفاعلة السعوية ، نجد أن :

♥ $م_{سع} = \frac{جـ_ع}{ت_ع}$ .....(١)

♥ $ت_ع = جـ_ع \times سع \times W$ .....(٢)

بالتعويض من (٢) في (١) نحصل على :

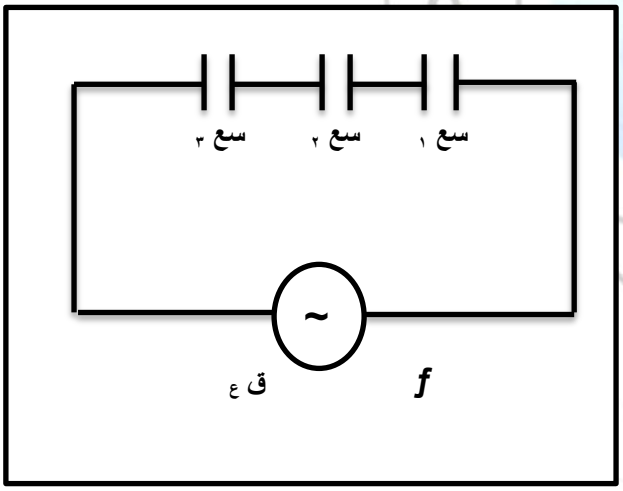
♣ $م_{سع} = \frac{جـ_ع}{جـ_ع \times سع \times W} = \frac{١}{سع \times W}$

♥ $W = ٢ \pi f$

♣ $م_{سع} = \frac{١}{٢ \pi f \times سع}$ أوم

❖ المفاعلة السعوية الكلية للتيار المتردد في عدة مكثفات متصلة معاً :

- أولاً / على التوالي :



كما في الشكل المقابل لدينا عدة مكثفات سعاتها سع ١ ، سع ٢ ، سع ٣ ، ..... ، سع ن ومتصلة معاً على التوالي بمصدر تيار متردد تردده f ، في هذه الدائرة تتوزع الشحنة (ش) بالتساوي على جميع المكثفات ، كما أن الجهد الكلي يتوزع على المكثفات بنسبة سعاتها ، وإنطلاقاً من قانون كيرشوف الثاني (قانون الجهود) فإن :

♥ $جـ_ك = جـ_١ + جـ_٢ + جـ_٣$

♥ $جـ = \frac{ش}{سع}$

♣ $\frac{ش}{سع_ك} = \frac{ش_١}{سع_١} + \frac{ش_٢}{سع_٢} + \frac{ش_٣}{سع_٣}$

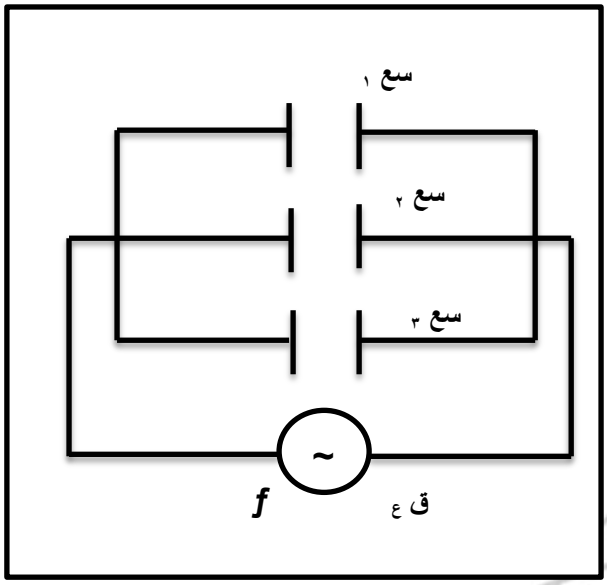
♣ $\frac{١}{سع_ك} = \frac{١}{سع_١} + \frac{١}{سع_٢} + \frac{١}{سع_٣}$ .....(١)

العلاقة (١) أعلاه تعطينا السعة الكلية (سع ك) لعدة مكثفات متصلة على التوالي ، وعندما نريد حساب المفاعلة السعوية الكلية (م سع ك) لدينا العلاقة :

♣ $م_{سع_ك} = \frac{١}{٢ \pi f \times سع_ك}$

وفي حال ذكر المفاعلة السعوية لكل مكثف فإننا نستخدم العلاقة التالية :

م سع ك = م سع ١ + م سع ٢ + م سع ٣ (حاول إستنتاج هذه العلاقة بدلالة العلاقة (١) السابقة وعلاقة م سع)



- ثانياً / على التوازي :

كما في الشكل المقابل لدينا عدة مكثفات سعاتها سع ١ ، سع ٢ ، سع ٣ ..... سع ن ، متصلة معاً على التوازي بمصدر تيار متردد تردده f ، في هذه الدائرة يتوزع فرق الجهد الكلي (جـ ك) بالتساوي على جميع المكثفات ، بينما الشحنة الكلية (ش ك) تتوزع على المكثفات بحسب سعتها ، وإنطلاقاً من قانون كيرشوف الأول (قانون التيارات) نجد أن :

- ♥ ش ك = ش ١ + ش ٢ + ش ٣
- ♥ ش = جـ سع

♣ جـ ك سع ك = جـ سع ١ + جـ سع ٢ + جـ سع ٣

♣ سع ك = سع ١ + سع ٢ + سع ٣ .....(١)

العلاقة (١) السابقة تعطينا السعة الكلية لعدة مكثفات متصلة على التوازي ، ولحساب المفاعلة السعوية الكلية لدينا العلاقة :

♣ م سع ك = ١ / ٢π f سع ك

وفي حال ذكر المفاعلة السعوية لكل مكثف ، فإننا نستطيع حساب المفاعلة السعوية الكلية (م سع ك) من العلاقة التالية :

♣ ١ / م سع ك = ١ / م سع ١ + ١ / م سع ٢ + ١ / م سع ٣

(حاول إستنتاج هذه العلاقة بدلالة العلاقة (١) السابقة وعلاقة م سع)

❖ ***العلاقة بين سعة المكثف (سع) وشدة التيار المار فيه (ت) :***

♥ م سع = جـ ع / ت ع = ١ / ٢π f سع من ذلك نستطيع إستنتاج أن :

♣ ت ع = ٢π f سع جـ ع

من هذه العلاقة نجد أن شدة التيار (ت ع) تتناسب طردياً مع سعة المكثف (سع) ، وهذا يعني أنه كلما زادت سعة المكثف كلما زادت شدة التيار الكهربائي المار فيه ، كما نلاحظ أن شدة التيار (ت ع) تتناسب طردياً أيضاً مع تردد التيار المتردد (f) ، وهذا يعني أنه كلما زاد تردد التيار كلما زادت شدة التيار المار في المكثف وهذا ما يجعل الدائرة السعوية دائرة مغلقة (يمر فيها تيار) عند الترددات العالية .

ملاحظات هامة :

١) حيث أن للتيار المتردد وفرق الجهد المتردد قيم فعالة فإنه يمكن حساب قيمة (م سع) من العلاقة التالية :
م سع = جـ فع / ت فع

٢) في حال وجود عدة مكثفات متصلة على التوالي ولها نفس السعة فإننا نستطيع حساب السعة الكلية من العلاقة التالية :
سع ك = سع / ن
وفي حال التوازي فإن سع ك = ن سع (حيث ن عدد المكثفات ، سع سعة المكثف الواحد)

مقارنة بين المقاومة الأومية والمفاعلة السعوية		
م	المقاومة الأومية (م)	م	المفاعلة السعوية (م سع)
١	هي الإعاقة والعرقلة والممانعة التي يلاقيها التيار الكهربائي (متردد أو مستمر) عند مروره في سلك بسبب الاحتكاك والتصادمات بين الشحنات الكهربائية وذرات السلك .	١	هي الإعاقة والعرقلة والممانعة التي يلاقيها التيار الكهربائي المتردد عند مروره في مكثف كهربائي بسبب سعته الكهربائية.
٢	تتوقف على العوامل التالية : ١ـ نوع مادة السلك الحامل للتيار . ٢ـ طول السلك الحامل للتيار (ل) حيث م α ل . ٣ـ مساحة مقطع السلك (س) حيث م α $\frac{١}{س}$ ٤ـ درجة حرارة السلك (T) حيث م α T	٢	تتوقف على العوامل التالية : ١ـ تردد التيار (f) حيث م سع α $\frac{١}{f}$ ٢ـ سعة المكثف (سع) حيث م سع α $\frac{١}{سع}$
٣	يكون كلاً من الجهد (جـ) والتيار (ت) متفقان في الطور	٣	لا يكون الجهد (جـ) والتيار (ت) متفقان في الطور حيث أن التيار يتقدم على الجهد بمقدار رُبع دورة وبزاوية طور مقدارها ٩٠° .
٤	عند مرور التيار في سلك ذو مقاومة يستنفذ جزء من الطاقة الكهربائية على شكل طاقة حرارية .	٤	لاتستنفذ طاقة كهربائية على شكل طاقة حرارية ولكن يتم تخزينها إلى وقت الحاجة إليها على شكل مجال كهربائي بين لوحي المكثف .

أمثلة وتمارين عامة فى الدائرة السعوية

مـــثـــال (١) :

مكثف سعته (٨ ميكروفاراد) وصل بمصدر تيار متردد تردده (٦٠ هيرتز) وقوته الدافعة العظمى (١٥٠ فولت) . إحسب :

أ) المفاعلة السعوية للمكثف ؟ ب) القيمة العظمى لشدة التيار المار في الدائرة ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيـــات : سع = ٨ ميكروفاراد = ٨ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد ، f = ٦٠ هيرتز ، ق ع = ١٥٠ فولت

أ) ♥ م سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ سع}}$ = $\frac{١}{٢ \times ٣,١٤ \times ٦٠ \times ٨ \times ١٠^{-٦}}$ = ٣٣١,٧٤ أوم Ω .....#

ب) ♥ ت ع = $\frac{\text{جـــ ع}}{\text{م سع}}$

♣ ت ع = $\frac{١٥٠}{٣٣١,٧٤}$ = ٠,٤٥٢ أمبير .....#

س / عند مضاعفة التردد في هذا المثال ، كم ستصبح قيمة كلاً من المفاعلة السعوية وشدة التيار العظمى ؟

مـــثـــال (٢) :

مكثفان سعتاهما (٤٠ ، ٧٠) ميكروفاراد وصلا بمصدر كهربائي قوته الدافعة الكهربائية (١٠٠ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) ماهي أقل قيمة لشدة التيار المار في كلا المكثفين ؟

الـــحـــل

المـــعـطـيـــات :

سع ١ = ٤٠ ميكروفاراد = ٤٠ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد ، سع ٢ = ٧٠ ميكروفاراد = ٧٠ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد

ق ع = ١٠٠ فولت ، f = ٥٠ هيرتز

ت = ... ؟

❖ للحصول على أقل قيمة للتيار المار في كلا المكثفين فلابد أن تكون المفاعلة السعوية في الدائرة (م سع) أكبر مايمكن ولا يتحقق ذلك إلا عند توصيل المكثفان في الدائرة على التوالي ، لذلك نوجد السعة الكلية أولاً

♥ سع ك = $\frac{\text{سع ١ x سع ٢}}{\text{سع ١ + سع ٢}}$

♣ سع ك = $\frac{٤٠ \times ٧٠}{٤٠ + ٧٠}$ = ٢٥,٥ ميكروفاراد

♣ سع ك = ٢٥,٥ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد الآن نوجد م سع كما يلي :

♥ م سع = $\frac{١}{\pi^{٢} f \text{ سع ك}}$.

♣ م سع = $\frac{١}{٢ \times ٣,١٤ \times ٥٠ \times ٢٥,٥ \times ١٠^{-٦}}$.

♣ م سع = $\frac{١٠^{٦}}{٢ \times ٣,١٤ \times ٥٠ \times ٢٥,٥}$. = ١٢٤,٩ أوم

♥ ت = $\frac{\text{ق ع}}{\text{م سع}}$ = $\frac{١٠٠}{١٢٤,٩}$ = ٠,٨ أمبير .....#

مـــثـــال (٣) :

مكثف سعته (٥ ميكروفاراد) وصل بمصدر متردد تردده ($\frac{٥٠}{\pi}$ هيرتز) فكانت شدة التيار الفعالة المارة فيه (٠,٣٥ أمبير) أحسب كلاً من :

أ) المفاعلة السعوية للمكثف ؟

ب) القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية ؟

ج) القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية ؟

الـــحـــل

المـــعـطـيـــات : سع =٥ ميكروفاراد = ٥ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد ، $f = \frac{٥٠}{\pi}$ هيرتز ، ت ف = ٠,٣٥ أمبير

أ) ♥ م سع = $\frac{١}{\pi^{٢} f \text{ سع}}$. = $\frac{١ \times ١٠^{٦}}{٢ \times \pi \times \frac{٥٠}{\pi} \times ٥}$.

♣ م سع = ٢٠٠٠ أوم Ω .....#

ب) ♥ جـ ف = ت ف x م سع = ٠,٣٥ x ٢٠٠٠ = ٧٠٠ فولت .....#

ج) ♥ جـ ع = جـ فع x √٢ = ٧٠٠ √٢ فولت .....#

مـــــثـــــال (٤) :

ثلاثة مكثفات سعة كلاً منها (٤٠ ميكروفاراد) وصلت بمصدر تردده (٥٠ هيرتز) وقيمة جهده العظمى (٢٢٠ فولت)
أحسب شدة التيار العظمى المارة في كلاً منها في حالة توصيلها على :
التوالي ؟ ب) التوازي ؟
ثم أحسب مقدار الشحنة المختزنة في كل مكثف ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيـــات : سع ١ = سع ٢ = سع ٣ = سع = ٤٠ ميكروفاراد = ٤٠ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد

f = ٥٠ هيرتز ، جـ ع = ٢٢٠ فولت

أ) على التوالي : نوجد أولاً م سع ك كما يلي :

♥ م سع ك = ١ / ٢ π f سع ك .....(١) نوجد سع ك في حال التوصيل على التوازي

♥ سع ك = سع / ن = ٤٠ x ١٠ $^{-٦}$ / ٣ = ١٣,٣٣ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد ..... بالتعويض في (١)

♣ م سع ك = ١ x ١٠ ^{٦} / ٢ x ٣,١٤ x ٥٠ x ١٣,٣٣ = ٢٣٨,٩ أوم Ω

ولإيجاد شدة التيار العظمى (ت ع) لدينا العلاقة :

ت ع = جـ ع / م سع ك = ٢٢٠ / ٢٣٨,٩ = ٠,٩٢ أمبير .....#

ت ١ = ت ٢ = ت ٣ = ٠,٩٢ أمبير لأن التوصيل على التوالي

ب) على التوازي : نوجد سع ك كما يلي :

♥ سع ك = ن سع = ٣ x ٤٠ x ١٠ $^{-٦}$ = ١٢٠ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد وبالتعويض في العلاقة (١) السابقة نجد أن :

♣ م سع ك = = ١ x ١٠ ^{٦} / ٢ x ٣,١٤ x ٥٠ x ١٢٠ = ٢٦,٥٤ أوم Ω

ولإيجاد شدة التيار العظمى (ت ع) لدينا العلاقة :

ت ع = جـ ع / م سع ك = ٢٢٠ / ٢٦,٥٤ = ٨,٢٩ أمبير .....#

ولحساب الشحنة المختزنة في كل مكثف لدينا العلاقة التالية :

ش = جـ سع = ٢٢٠ x ٤٠ x ١٠ $^{-٦}$ = ٨,٨ x ١٠ $^{-٣}$ كولوم = ٨,٨ مللي كولوم .....#

مـــثـــــال (٥) :

مجموعة مكونة من ثلاثة مكثفات سعة كلاً منها (٣١٨,٢ نانوفاراد) وصلت هذه المجموعة مع بعضها على التوازي ثم وصلت على التوالي بمكثف سعته (٦٣٦,٤ نانوفاراد) وبمصدر قوته الدافعة الكهربائية (١٠٠ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) ومقاومته الداخلية مهملة . أحسب شدة التيار الكلي المار في الدائرة ؟

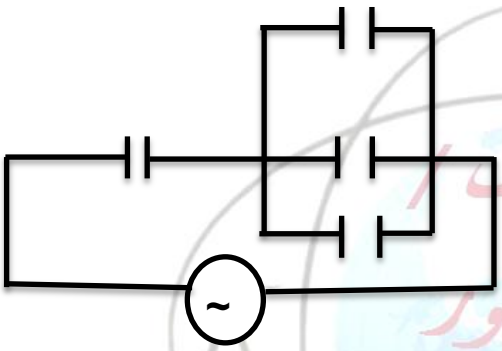
الـــحـــــل

المـــعـــطـــيات : سع ١ = سع ٢ = سع ٣ = ٣١٨,٢ نانوفاراد ، سع ٤ = ٦٣٦,٤ نانوفاراد

ق = ١٠٠ فولت ، f = ٥٠ هيرتز

ت = ... ؟

نبدأ أولاً برسم الدائرة ولنلاحظ أن الدائرة تحوي ثلاثة مكثفات متصلة مع بعضها على التوازي وتتصل مع مكثف رابع على التوالي . لذلك إذا أردنا إيجاد شدة التيار المار في الدائرة فلابد من إستخدام العلاقة :



♥ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م سع ك}}$

ولإيجاد المفاعلة السعوية الكلية في الدائرة فلابد من إيجاد السعة الكلية أولاً على التوازي ومن ثم على التوالي

نوجد أولاً سع توازي للمكثفات الثلاثة وذلك كمايلي :

♥ سع توازي = سع ١ + سع ٢ + سع ٣ = ٣ سع ١ = ٣ x ٣١٨,٢

♣ سع توازي = ٩٥٤,٦ نانوفاراد الآن نوجد سع توالي وذلك كمايلي :

♥ سع توالي = $\frac{\text{سع توازي x سع ٤}}{\text{سع توازي + سع ٤}}$

♣ سع توالي = $\frac{٩٥٤,٦ \times ٦٣٦,٤}{٩٥٤,٦ + ٦٣٦,٤}$ = ٣٨١,٨٤ نانوفاراد

♣ سع توالي = ٣٨١,٨٤ x ١٠ $^{-٩}$ فاراد الآن نوجد م سع ك وذلك كمايلي :

♥ م سع ك = $\frac{١}{\text{سع توالي} \times \pi ٢ f}$

♣ م سع ك = $\frac{١}{٢ \times ٣,١٤ \times ٥٠ \times ٣٨١,٨٤}$ ..... $\times ١٠^{-٩}$

♣ م سع ك = ٨,٣٤ كيلوأوم

نوجد الآن شدة التيار الكلي المار في الدائرة بدلالة كلاً من ق و م سع ك وذلك كمايلي :

♥ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م سع ك}}$ = $\frac{١٠٠}{٨٣٤٠}$ = ١١,٩٩ مللي أمبير

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

وصل طرفا مكثف سعته (٢٥ ميكروفاراد) إلى مولد كهربائي قوته الدافعة الكهربائية العظمى (٢٠٠ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) إحسب القيمة الفعالة للتيار المار في الدائرة ؟

تمرين (٢)

مكثفان وصلا على التوالي في دائرة كهربائية فكانت محصلة سعتيهما (١٠ ميكروفاراد) وعند توصيلهما على التوازي كانت محصلة سعتيهما (٤٥ ميكروفاراد) ، فإذا كان فرق الجهد بين طرفي لوحيهما (١٢٠ فولت) ، فأحسب شدة التيار المار بين لوحي كلاً منهما علماً بأن تردد التيار عند تلك اللحظة (٧٠ هيرتز) ؟

تمرين (٣)

دينامو له ملف دائري الشكل نصف قطره (٤٠ سم) وعدد لفاته (٢٠٠ لفه) يدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (٠,٠٠٧ تسلا) بسرعة خطية مقدارها (٣٠ م/ث) ، فإذا ما وصل هذا الدينامو بمكثف سعته (٥٠ ميكروفاراد) فأحسب ما يلي :

١) القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية الناتجة من الدينامو ؟

٢) الزاوية التي يصنعها الملف بعد مرور ٢ مللي ثانية من بدء الدوران ؟

٣) المفاعلة السعوية للمكثف ؟

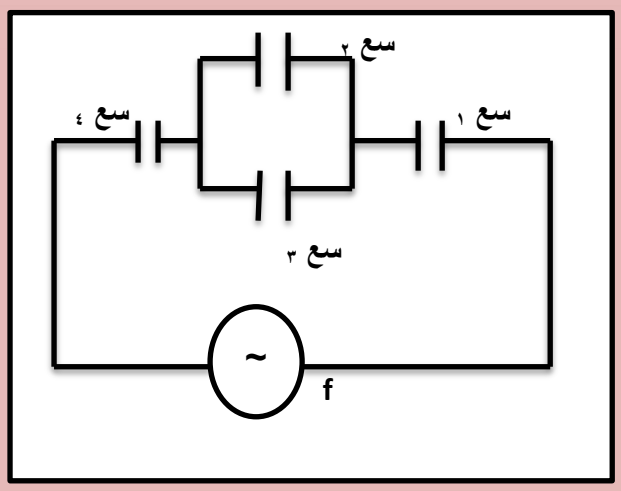
٤) القيمة الفعالة لشدة التيار المارة في المكثف ؟

٥) عدد مرات شحن وتفريغ المكثف ؟

تمرين (٤)

لاحظ الشكل المقابل وأوجد مقدار القوة الدافعة العظمى للمصدر

إذا كانت شدة التيار العظمى المارة في الدائرة (٥ أمبير) ؟



- علماً بأن سع ١ = سع ٤ = $\frac{٢١}{١١٠}$ مللي فاراد

سع ٢ = سع ٣ = $\frac{٤٢}{٤٤٠}$ مللي فاراد

f = ٥٠ هيرتز

ثانياً / الـــدائـــرة الـحـــثـيـــة

هـــل تـــعـــلم أن :

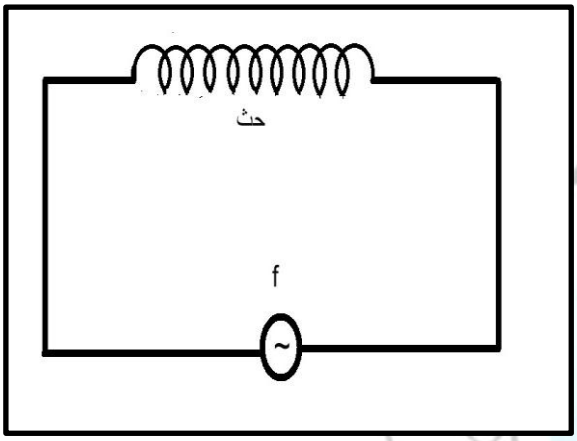
الملف Coil : هو عبارة عن سلك لولبي يستخدم في الدوائر الكهربائية لتزويدها بالخصائص الكهرومغناطيسية .

الحث Induction : هي عملية توليد شحنة كهربائية أو مجال مغناطيسي في جسم ما بوضعه بالقرب من جسم آخر مشحون بالكهرباء أو داخل المجال المغناطيسي لجسم آخر .

❖ **تـــعـــريـــفـــهـــا :**

هي عبارة عن دائرة ملف حثي متصل على التوالي مع مصدر تيار متردد تردده (f) .

كما تعرف أيضاً بأنها ((دائرة كهربائية حثها الذاتي كبير ومقاومتها الأومية صغيرة)) ويوضحها الشكل أدناه .



❖ **علاقة فرق الطور بين فرق الجهد (جـ) وشدة التيار (ت) المارة فى الدائرة الحثية :**

عند توصيل ملف حثي حثه الذاتي (حث) هنري ، بمصدر تيار متردد تردده (f) ، فإنه يمر في الملف تيار متغير الشدة مع الزمن ، هذا التيار هو تيار لحظي يمكن أن نحصل عليه في أي لحظة من العلاقة :

- $ت_{ل} = ت_{ع} \, جا \, w ز$ .....(١)

عند مرور هذا التيار في الملف فإنه يولد فيض مغناطيسي متغير ، والذي بدوره يولد في الملف قوة دافعة كهربائية تأثيرية مترددة ذاتية عكسية ، تعاكس القوة الدافعة الكهربائية للمصدر ، ويمكن حسابها عند أي لحظة من العلاقة :

- $ق . د . ك = - حث \frac{د (ت_{ل})}{د (ز)}$ .....(٢)

حيث أن الأشارة السالبة تدل على أن (ق . د . ك) تعاكس مقدار التغير في التيار اللحظي ، فإذا كانت $ق_{ل}$ هي القوة الدافعة للمصدر (والتي تساوي أيضاً الجهد اللحظي $جـ_{ل}$) ، فإنه يمكن القول أن :

$ق . د . ك = - ق_{ل}$ وعليه فإن :

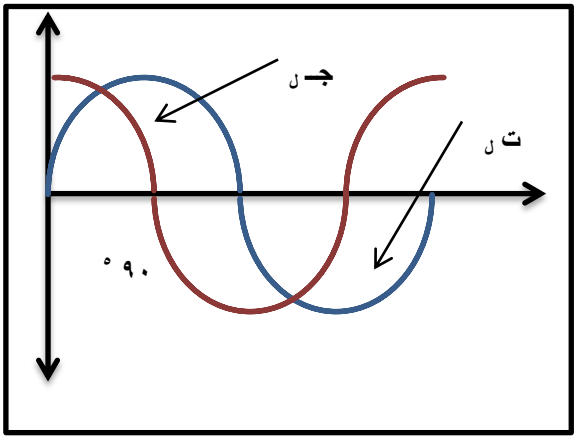
- $ق_{ل} = \frac{حث \, د (ت_{ل})}{د (ز)}$ .....(٣) بالتعويض من (١) في (٣) نحصل على :

♣ $ق_{ل} = \frac{حث \, د (ت_{ع} \, جا \, w ز)}{د (ز)}$ بتفاضل هذه المعادلة بالنسبة للزمن نحصل على :

♣ $ق_{ل} = حث \, ت_{ع} \, w \, جتا \, w ز = جـ_{ل}$ بوضع ($ق_{ع} = جـ_{ع} = حث \, ت_{ع} \, w$) نجد أن :

♣ $جـ_{ل} = جـ_{ع} \, جتا \, w ز$ .....(٤)

بالمقارنة بين العلاقتين (١) و (٤) ورسمهما بيانياً نحصل على الشكل المقابل ومن خلاله يتضح لنا ما يلي :



١) معادلة ($جـ_{ل}$) هي معادلة جيب تمام الزاوية ، بينما معادلة ($ت_{ل}$) هي معادلة جيب الزاوية .
٢) يتقدم منحنى الجهد اللحظي على منحنى التيار اللحظي بمقدار رُبع دورة وبزاوية طور مقدارها (٩٠ °)
٣) تعمل الدائرة الحثية على تقديم الجهد على التيار بمقدار رُبع دورة وبزاوية طور مقدارها (٩٠ °) .

وتعتبر هذه الخاصية هي الخاصية المميزة للدائرة الحثية .

❖المفاعلة الحثية (م حث) :

- **تعريفها :** هي عبارة عن الإعاقة أو العرقلة التي يلاقيها التيار المتردد نتيجة لمروره في ملف حثي حثه الذاتي (حث) ، ومقاومته الداخلية مهملة ، ويرمز لها بالرمز (م حث) وتقاس بوحدة الأوم (Ω) .
كما تعرف أيضاً بأنها ((الممانعة التي يلاقيها التيار المتردد عند مروره في ملف حثي بسبب حثه الذاتي)) .

معلومة هامة :
- المفاعلة الحثية تختلف عن المقاومة الأومية في أنها لا تستنفذ طاقة كهربائية على شكل حرارة ، ولكنها تختزن الطاقة الكهربائية على شكل طاقة مغناطيسية تختزن في المجال المغناطيسي المتولد داخل الملف .

- **قانون حساب المفاعلة الحثية :**

إنطلاقاً من قانون أوم ، نستطيع القول أن :

♥ م حث = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{ت ع}}$ .....(١)

♥ جـ ع = ت ع حـث w .....(٢)

بالتعويض من (٢) في (١) نحصل على :

♣ م حث = $\frac{\text{ت ع حـث w}}{\text{ت ع}}$ = حـث w

♥ $W = f\ \pi^{2}$

♣ م حث = $f\ \pi^{2}$ حـث .....(٣)

- **العوامل التي تعتمد عليها المفاعلة الحثية :**

من العلاقة (٣) أعلاه ، نجد أن المفاعلة الحثية للملف تعتمد على عاملين أساسيين هما :

١) تردد التيار (f) حيث أن : م حث $\propto f$.
٢) الحث الذاتي للملف (حـث) حيث أن : م حث $\propto$ حـث .

هـل تـعـلـم أن :
ـ لكل ملف حثي مواصفات معينة ، وهذه المواصفات تعتبر بمثابة العوامل التي يعتمد عليها الحث الذاتي للملف (حـث) ، وهذه العوامل هي :
١ـ عدد لفات الملف (ن) حيث أن : حـث $\propto$ ن ^{2} .
٢ـ مساحة مقطع الملف (س) حيث أن : حـث $\propto$ س .
٣ـ طول الملف (ل) حيث أن : حـث $\propto \frac{١}{\text{ل}}$.

مما سبق نستطيع إستنتاج أن :

حـث $\propto \frac{\text{ن}^{2}\ \text{س}}{\text{ل}}$

♣ حـث = $\frac{\mu\ \text{ن}^{2}\ \text{س}}{\text{ل}}$

حيث أن μ ثابت يسمى معامل النفاذية للمجال المغناطيسي ، ويعتمد على نوع مادة قلب الملف (هواء ، حديد ..... إلخ).
ـ يمكن حساب المفاعلة الحثية من العلاقة التالية :

م حث = $\frac{\text{جـ فع}}{\text{ت فع}}$

تمرين : إثبت أن :

- م حث = $\frac{\mu\ f\ \pi^{2}\ \text{ن}^{2}\ \text{س}}{\text{ل}}$

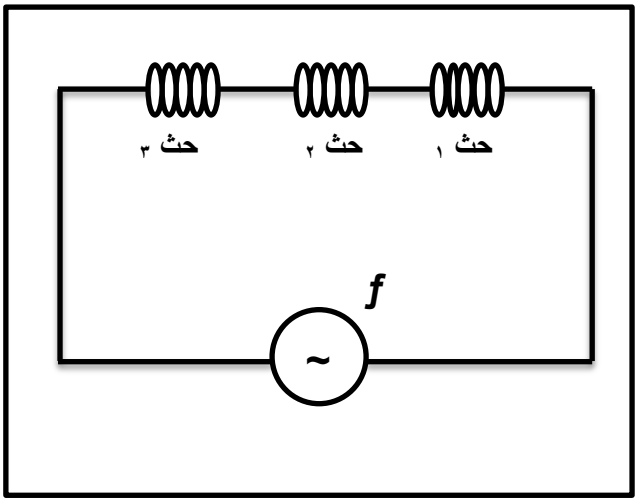
- **العلاقة بين شدة التيار المار فى الملف (ت ع) وبين الحث الذاتي للملف (حـث) :**

♥ م حث = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{ت ع}}$ = $f\ \pi^{2}$ حـث

♣ ت ع = $\frac{\text{جـ ع}}{f\ \pi^{2}\ \text{حـث}}$.

من هذه العلاقة نجد أن شدة التيار العظمى (ت ع) المارة في الملف تتناسب عكسياً مع الحث الذاتي للملف (حث) ومع تردد التيار (f) وهذا ما يعني أنه بزيادة الحث الذاتي للملف تقل شدة التيار المار فيه وذلك بسبب زيادة مفاعلته الحثية ، كما أن التناسب العكسي بين شدة التيار والتردد يعني أنه بزيادة التردد تقل شدة التيار ، وهذا ما يجعل الدائرة الحثية دائرة مفتوحة (لايمر فيها تيار) عند الترددات العالية .

❖ المفاعلة الحثية لعدة ملفات متصلة مع بعضها البعض



أولاً / على التوالي : كما في الشكل المقابل لدينا ثلاثة ملفات الحث الذاتي لها (حث ١ ، حث ٢ ، حث ٣) متصلة مع بعضها البعض على التوالي ومع مصدر للتيار المتردد تردده (f) ، ولحساب المفاعلة الحثية الكلية (م حث ك) لابد أولاً أن نحسب الحث الذاتي الكلي (حث ك) في الدائرة ، وذلك كما يلي :

$$\text{حث}_{ك} = \text{حث}_{١} + \text{حث}_{٢} + \text{حث}_{٣}$$

وعليه فإن المفاعلة الحثية الكلية ، ستعطى من العلاقة التالية :

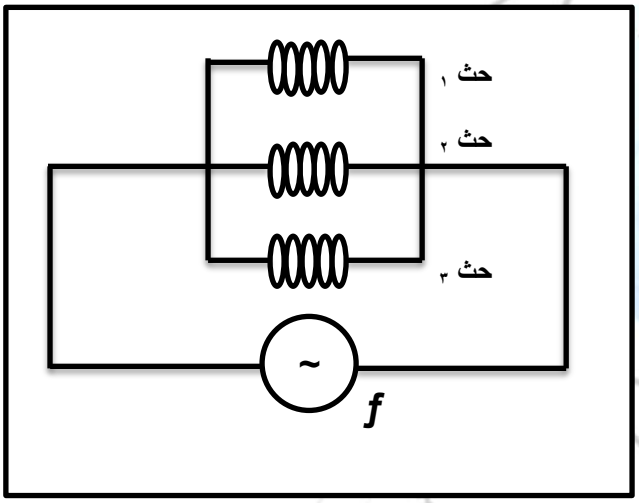
$$\text{م حث ك} = ٢\pi f \ \text{حث}_{ك}$$

وفي ضوء ذلك يمكن إستنتاج أن :

$$\text{م حث ك} = \text{م حث ١} + \text{م حث ٢} + \text{م حث ٣}$$

وذلك في حال ذكر المفاعلة الحثية لكل ملف وليس الحث الذاتي .

ثانياً / على التوازي :



كما في الشكل المقابل لدينا ثلاثة ملفات متصلة مع بعضها البعض على التوازي ، ومع مصدر للتيار المتردد تردده (f) ، ولحساب المفاعلة الحثية الكلية (م حث ك) نبدأ بحساب الحث الذاتي الكلي في الدائرة (حث ك) وذلك من خلال العلاقة التالية :

- $$\frac{١}{\text{حث}_{ك}} = \frac{١}{\text{حث}_{١}} + \frac{١}{\text{حث}_{٢}} + \frac{١}{\text{حث}_{٣}}$$

كما يمكن أن تكتب هذه العلاقة بالصورة :

$$(\text{حث}_{ك})^{-١} = (\text{حث}_{١})^{-١} + (\text{حث}_{٢})^{-١} + (\text{حث}_{٣})^{-١}$$

وعليه فإن المفاعلة الحثية الكلية ، ستعطى من العلاقة التالية :

$$\text{م حث ك} = ٢\pi f \ \text{حث}_{ك}$$

وفي ضوء ذلك يمكن إستنتاج أن :

- $$\frac{١}{\text{م حث ك}} = \frac{١}{\text{م حث ١}} + \frac{١}{\text{م حث ٢}} + \frac{١}{\text{م حث ٣}}$$

وذلك في حال ذكر المفاعلة الحثية لكل ملف وليس الحث الذاتي .

معلومة :

عند وجود عدد (ن) من الملفات ولكلاً منها نفس قيمة الحث الذاتي (حث) فإنه يمكن حساب الحث الذاتي الكلي كما يلي :

١) عند التوصيل على التوالي $\text{حث}_{ك} = \text{ن حث}$.
٢) عند التوصيل على التوازي $\text{حث}_{ك} = \frac{\text{ن}}{\text{حث}}$.

أمثلة وتمارين عامة فى الدائرة الحثية

مـــثـــال (١) : ملف حثه الذاتي (٠,٧ هنري) وصل بمصدر للتيار المتردد تردده (٥٠ هيرتز) ، فكانت القيمة العظمى لشدة التيار المار في الدائرة (٢,٢ أمبير) أحسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية العظمى لمصدر التيار المتردد ؟

الـــحـــل

المـعـطـيات : حث = ٠,٧ هنري ، f = ٥٠ هيرتز ، ت ع = ٢,٢ أمبير

لحساب قيمة القوة الدافعة الكهربائية العظمى (ق ع) للمصدر ، لدينا العلاقة التالية :

- ق ع = ت ع x م حث = ٢ π f حث x ت ع حيث م حث = ٢ π f حث

♣ ق ع = ٢ x ٣,١٤ x ٥٠ x ٠,٧ x ٢,٢ = ٤٨٣,٥٦ فولت .....#

مـــثـــال (٢) :

أحسب المفاعلة الحثية لملف مكون من طبقة واحدة وعدد لفاته (٣٠٠ لفة) وملفوف حول قضيب إسطواني من الحديد معامل نفاذيته (٢ X ١٠ $^{-٣}$ ويبر / أمبير . م) ونصف قطره (٢ سم) وطوله (٢٠ سم) ويتصل بمصدر للتيار المتردد تردده (٥٠ هيرتز) ؟

الـــحـــل

المـعـطـيات : ن = ٣٠٠ لفة ، μ = ٣ x ١٠ $^{-٣}$ ويبر / أمبير . م ، نق = ٢ سم = ٢ x ١٠ $^{-٢}$ م ، ل = ٢٠ سم = ٢٠ x ١٠ $^{-٢}$ م ، f = ٥٠ هيرتز

لحساب المفاعلة الحثية لهذا الملف لدينا العلاقة التالية :

- م حث = $\frac{٢\ \pi\ f\ \mu\ ن^{٢}\ س}{ل}$ .....(١)

نقوم أولاً بحساب مساحة مقطع الملف (س) ، وذلك من العلاقة التالية :

- س = π نق ^{٢} = ٣,١٤ x (٢ x ١٠ $^{-٢}$) ^{٢} = ١٢,٥٦ x ١٠ $^{-٤}$ م ^{٢} ..... بالتعويض في (١) نجد أن :

♣ م حث = $\frac{٢ \times ٣,١٤ \times ٥٠ \times ٣ \times ١٠^{-٣} \times (٣٠٠)^{٢} \times ١٢,٥٦ \times ١٠^{-٤}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}}$

♣ م حث = ٥٣٢,٤٢ أوم (Ω) .....#

مـــثـــال (٣) :

ملفان حثهما الذاتي (٠,٠٤ ، ٠,٠٦) هنري ، وصلا بمصدر تيار متردد تردده (٥٠ هيرتز) وقيمة جهده الفعالة (١١٠ فولت) أحسب شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة عندما يوصل الملفان على :

١) التوالي ؟ ٢) التوازي ؟

الـــحـــل

المعـــطـــيات : حث ١ = ٠,٠٤ هنري ، حث ٢ = ٠,٠٦ هنري ، f = ٥٠ هيرتز ، جـ فع = ١١٠ فولت

١) عند التوصيل على التوالي لدينا العلاقة التالية :

♥ ت فع = $\frac{\text{جـ فع}}{\text{م حث ك}} = \frac{\text{جـ فع}}{2\pi f \text{ حث ك}}$ .....(١) حيث أن م حث ك = $2\pi f$ حث ك

نوجد الآن حث ك من العلاقة :

حث ك = حث ١ + حث ٢ = ٠,٠٤ + ٠,٠٦ = ٠,١ هنري بالتعويض في علاقة ت فع نحصل على :

♣ ت فع = $\frac{١١٠}{٠,١ \times ٥٠ \times ٣,١٤ \times ٢}$ = ٣,٥ أمبير .....#

٢) عند التوصيل على التوازي نستخدم نفس العلاقة (١) السابقة ولكن بعد إيجاد (حث ك) على التوازي من العلاقة :

♥ حث ك = $\frac{\text{حث ١} \times \text{حث ٢}}{\text{حث ١ + حث ٢}} = \frac{٠,٠٦ \times ٠,٠٤}{٠,٠٦ + ٠,٠٤}$ = ٠,٠٢٤ هنري بالتعويض في (١) نحصل على :

♣ ت فع = $\frac{١١٠}{٠,٠٢٤ \times ٥٠ \times ٣,١٤ \times ٢}$ = ١٤,٦ أمبير .....#

مـــثـــال (٤) :

ثلاثة ملفات المفاعلة الحثية لكلاً منها (١٠ أوم) وصلت مرة على التوالي ومرة على التوازي بمصدر تيار متردد تردده (٤٠ هيرتز) وقيمة جهده العظمى (٢٠٠ فولت) ، أحسب شدة التيار العظمى المارة في الدائرة في كل مرة ؟ وأحسب الحث الذاتي لكل ملف ؟

الـــحـــل

المعـــطـــيات : م حث ١ = م حث ٢ = م حث ٣ = م حث = ١٠ أوم ، f = ٤٠ هيرتز ، جـ ع = ٢٠٠ فولت

لحساب شدة التيار المارة في الدائرة في كل مرة ، لدينا العلاقة التالية :

♥ ت ع = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{م حث ك}}$ .....(١)

نقوم الآن بحساب (م حث ك) على التوالي وعلى التوازي والتعويض في (١) وذلك كما يلي :

١) التوالي م حث ك = ن م حث = ٣ x ١٠ = ٣٠ أوم حيث ن = عدد الملفات

٢) التوازي م حث ك = $\frac{\text{م حث}}{\text{ن}} = \frac{١٠}{٣}$ = ٣,٣٣ أوم

♣ ت ع = $\frac{٢٠٠}{٣٠}$ = ٦,٧ أمبير على التوالي .....#

♣ ت ع = $\frac{٢٠٠}{٣,٣٣}$ = ٦٠,٠٦ أمبير على التوازي .....#

ولحساب الحث الذاتي لكل ملف لدينا العلاقة التالية :

♥ م حث = ٢ π f حث ↔ ♣ حث = م حث / ٢ π f = ١٠ / ٢ x ٣,١٤ x ٤٠ = ٠,٠٣٩٨ هنري

وحيث أن الملفات لها نفس المفاعلة الحثية ، فإن هذا يعني أن لها أيضاً نفس الحث الذاتي ، أي أن :

حث ١ = حث ٢ = حث ٣ = حث = ٣٩,٨ مللي هنري .....#

تـــمـــــارين مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

ملف حثه الذاتي (٤٠٠٠ ميكرو هنري) وصل بمصدر تيار متردد تردده (٥٠ هيرتز) وقوته الدافعة العظمى (٣٠٠ فولت) ، أحسب :

١) المفاعلة الحثية للملف ؟ ٢) شدة التيار الفعالة المارة في الملف ؟

تمرين (٢)

ملفان وصلا على التوالي بدائرة كهربائية لمصدر تيار متردد تردده (٣٠ هيرتز) فكانت محصلة مفاعلتهما الحثية (٤٥ أوم) وعندما وصلا على التوازي في نفس الدائرة كانت محصلة مفاعلتهما الحثية (١٠ أوم) ، أحسب الحث الذاتي لكلاً منهما ؟

تمرين (٣)

مفاعلة حثية تسمح بمرور (١٥ أمبير) من مصدر جهده (٢٤٠ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) ، أحسب شدة التيار الذي سيمر بها عند نفس الجهد إذا تغير التردد إلى :

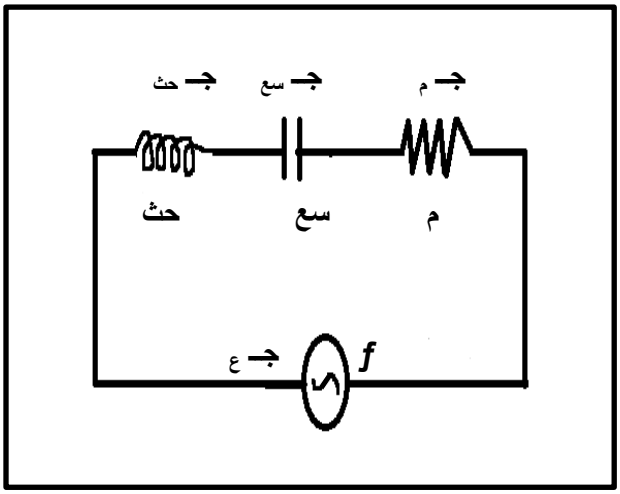
١) ٤٥ هيرتز ؟

٢) ٥٥ هيرتز ؟

تمرين (٤)

ثلاثة مكثفات سعاتها (٣٠ ، ٤٠ ، ٦٠) مللي فاراد تتصل على التوالي بمصدر تيار متردد تردده (٦٠ هيرتز) وقوته الدافعة الكهربائية العظمى (٢٢٠ فولت) ، إذا استبدلت المكثفات بثلاثة ملفات حثها الذاتي (٠,٤ ، ٠,٥ ، ٠,٦) هنري ، فكم ستكون شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة في كل حالة ؟

ثالثاً / الـــدائـــرة الـعـامـــة على التوالى ((دائرة المـــعـــاوقـــة))



- **تـعـريـفـهـا :ـ**

هي عبارة عن دائرة مقاومة أومية مقدارها (م) وملف حثي حثه الذاتي (حـث) ومكثف سعوي سعته (سع) متصلة مع بعضها البعض على التوالي ، ومع مصدر للتيار المتردد تردده (f) . كما في الشكل المقابل .

- **الـمـعـاوقـة (م ق) :ـ**

تعرف بأنها مكافئ المقاومة الأومية (م) والمفاعلة السعوية (م سع) والمفاعلة الحثية (م حث) .

كما تعرف أيضاً بأنها ((الإعاقة والممانعة التي يلاقيها التيار المتردد عند مروره في دائرة كهربائية تتكون من مقاومة وملف ومكثف))

- **قانون حساب المعاوقة (م ق) وزاوية الطور (Φ) بين الجهد والتيار :ـ**

عرفنا مسبقاً أن الدائرة السعوية تؤخر الجهد عن التيار بمقدار رُبع دورة وبزاوية طور مقدارها (٩٠ °) ، وعرفنا أيضاً أن الدائرة الحثية تقدم الجهد على التيار بمقدار رُبع دورة وبزاوية طور مقدارها (٩٠ °) ، كما عرفنا من دراستنا السابقة أن المقاومة الاومية تجعل الجهد والتيار متفقان في الطور (لا يتقدم أحدهما على الآخر) ، ولكن عندما يتم توصيل المقاومة والملف والمكثف مع بعضها البعض لتكوين دائرة معاوقة ــ كما في الشكل أعلاه ــ فما الذي سيحدث ؟هل سيتفقان في الطور ؟ أم هل سيتقدم أحدهما على الآخر؟ هل الجهد سيتقدم على التيار ؟ أم العكس ؟ وفي حال حدوث ذلك كم ستكون زاوية الطور بينهما ؟

للإجابة على هذه التساؤلات وغيرها ، دعونا نعود للصف الثاني الثانوي لمراجعة قانون كيرشوف الثاني (قانون الجهود) والذي وضح لنا أن جهد المصدر (جـ) يتوزع على جميع أحمال دائرة التوالي ، أي أن :

$$جـ_{للمصدر} = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣} + ... + جـ_{ن}$$

و لو **إفترضنا** تطبيق هذا القانون على دائرة المعاوقة ، فإنه سيأخذ الصيغة التالية :

$$جـ_{ل} = جـ_{ل.م} + جـ_{ل.سع} + جـ_{ل.حث}$$

حيث $جـ_{ل.م}$ الجهد اللحظي على أطراف المقاومة ، $جـ_{ل.سع}$ الجهد اللحظي على أطراف المكثف ، $جـ_{ل.حث}$ الجهد اللحظي على أطراف الملف .

ولكن .... حيث أن التوصيل على التوالي ، فإن شدة التيار العظمى (ت ع) الخارجة من المصدر ستمر في المقاومة والمكثف والملف بنفس القدر ، كما أن جهد المصدر هو جهد لحظي يُعطى عند أي لحظة من العلاقة :

$$جـ_{ل} = جـ_{ع} جا wز \quad .....(١)$$

وبالمثل فإننا نستطيع القول أن :

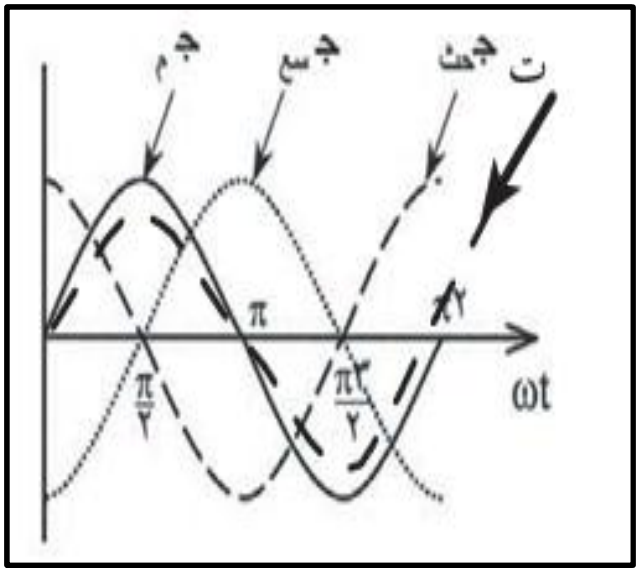
♣ $جـ_{ل.م} = جـ_{ع.م} جا wز$ .....(٢)

♣ $جـ_{ل.سع} = جـ_{ع.سع} جا (wز - \frac{\pi}{٢}) = - جـ_{ع.سع} جتا wز$ .....(٣)

♣ $جـ_{ل.حث} = جـ_{ع.حث} جا (wز + \frac{\pi}{٢}) = جـ_{ع.حث} جتا wز$ .....(٤)

حيث أن ($جـ_{ع.م}$ ، $جـ_{ع.سع}$ ، $جـ_{ع.حث}$) هي قيم الجهد العظمى على أطراف المقاومة والمكثف والملف على الترتيب .

نلاحظ من خلال العلاقات الرياضية السابقة (٢ ، ٣ ، ٤) أن الجهد والتيار في المقاومة متفقان في الطور ، بينما الجهد على طرفي المكثف يتأخر عن التيار بمقدار ربع دورة (إشارته سالبة) كما أن الجهد على أطراف الملف يتقدم على التيار بمقدار ربع دورة .



من خلال العلاقات السابقة وبتمثيلها بيانياً ، فسنحصل على الشكل المقابل ومنه يتضح لنا ما يلي :

١) يكون التيار والجهد متفقان في الطور في المقاومة ، ويتغيران لحظياً بنفس الكيفية التي يتغير بها كلاً من الجهد والتيار للمصدر .
٢) يتخلف الجهد عن التيار بزاوية طور مقدارها (π / ٢) في المكثف ، وهذا ما يجعل الجهد على أطراف المكثف يتخلف عن جهد المصدر بنفس زاوية الطور .
٣) يتقدم الجهد على التيار بزاوية طور مقدارها (π / ٢) في الملف ، وهذا ما يجعل الجهد على أطراف الملف يتقدم على جهد المصدر وبنفس زاوية الطور .

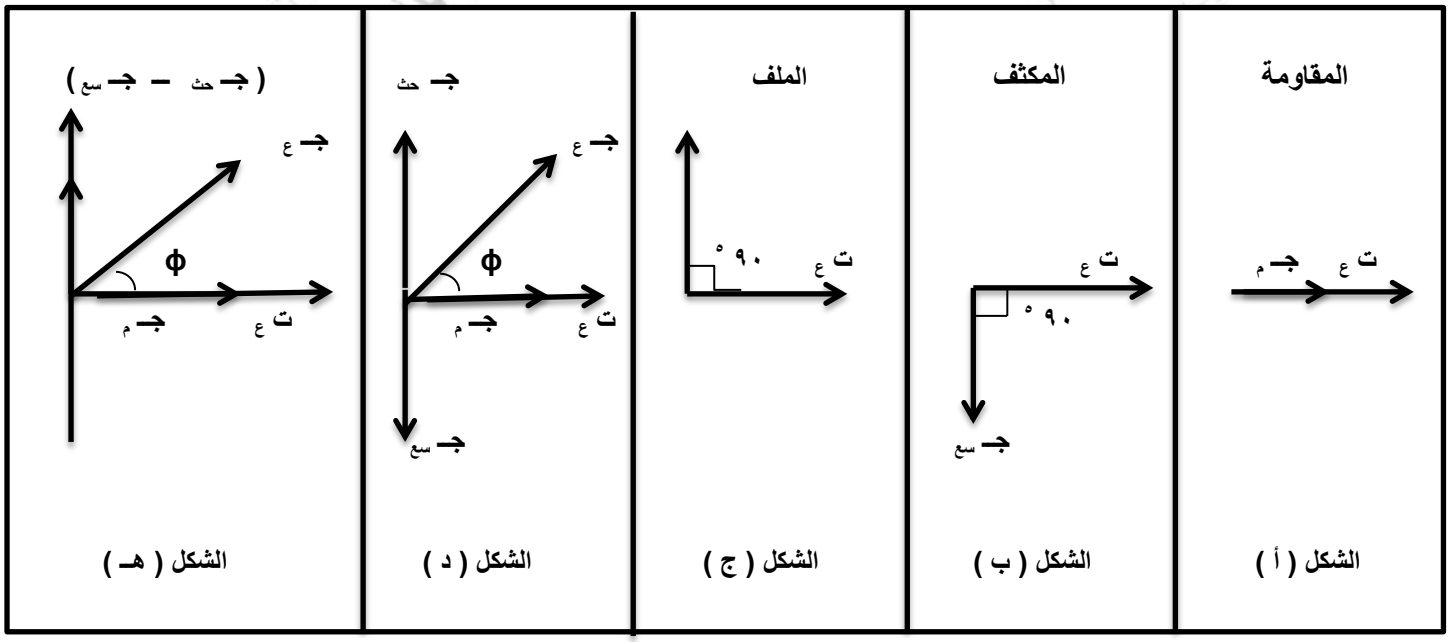
مما سبق ونظراً لوجود إختلافات في الطور بين التيار والجهد على أطراف مكونات دائرة المعاوقة ، فإن ذلك يؤدي إلى عدم قدرتنا على جمع الجهود على أطراف دائرة المعاوقة ***جمعاً جبرياً (أى لا يمكن تطبيق قانون كيرشوف الثانى)*** ، لذلك فإن الجهود على اطراف أحمال دائرة المعاوقة ، يتم جمعها جمعاً إتجاهياً ، ويتم ذلك من خلال الإستعانة بـــ (المتجهات الدوارة) وقانون فيثاغورث .

- ***المتجهات الدوارة :***

في المتجهات الدوارة سيتم التعامل مع الجهود العظمى (جـــ ع . للمصدر ، جـــ ع . م ، جـــ ع . سع ، جـــ ع . حث) في دائرة المعاوقة وكذلك شدة التيار العظمى المارة فيها (ت ع) على أنها متجهات يتم تمثيلها على المحاور الإحداثية (س ، ص) ، وذلك كمايلي :

١) في الشكل (أ) أدناه ، قيمة الجهد على أطراف المقاومة (جـــ ع . م) يتفق في الطور مع شدة التيار (ت ع) لذلك يمكن إعتبار أن كلاً منهما كمية متجهة باتجاه محور السينات الموجب .
٢) في الشكل (ب) أدناه ، الجهد على أطراف المكثف (جـــ ع . سع) يتخلف عن شدة التيار (ت ع) بزاوية طور مقدارها (ـ ٩٠ °) لذلك فهو كمية متجهة باتجاه محور الصادات السالب .
٣) في الشكل (ج) أدناه ، قيمة الجهد على أطراف الملف (جـــ ع . حث) يتقدم على شدة التيار (ت ع) بزاوية طور مقدارها (+ ٩٠ °) لذلك فهو كمية متجهة باتجاه محور الصادات الموجب .
٤) في الشكل (د) أدناه ، لدينا جهد المصدر (جـــ ع) والذي يمثل الجهد المحصل في إتجاه يصنع زاوية مقدارها (ϕ) مع إتجاه التيار ، وهذه الزاوية تمثل زاوية الطور بين الجهد والتيار في دائرة المعاوقة .
٥) في الشكل (هـــ) أدناه ، يمثل المخطط الطوري العام للمتجهات الدوارة لدائرة المعاوقة .

((ملاحظة : الشكل (هـــ) يعتبر الشكل العام ، والذي تم فيه جمع الأشكال من (أ) إلى (ج) وفيه تم عكس إتجاه جـــ ع . سع وتغيير إشارته ، إنطلاقاً من خصائص المتجهات)) .



من الشكل (هـ) السابق ، وإنطلاقاً من قانون فيثاغورث نستطيع القول أن :

$$\vec{ع} = \sqrt{(\vec{ع}_{م})^{2} + (\vec{ع}_{حث} - \vec{ع}_{سع})^{2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

و انطلاقاً من قانون أوم ، نستطيع القول أن :

$\vec{ع} = ت_{ع} \times م_{ق}$ ، $\vec{ع}_{م} = ت_{ع} \times م$ ، $\vec{ع}_{حث} = ت_{ع} \times م_{حث}$ ، $\vec{ع}_{سع} = ت_{ع} \times م_{سع}$

وبالتعويض مما سبق في العلاقة (١) نجد أن :

$$ت_{ع} \times م_{ق} = \sqrt{(ت_{ع} \times م)^{2} + (ت_{ع} \times م_{حث} - ت_{ع} \times م_{سع})^{2}}$$

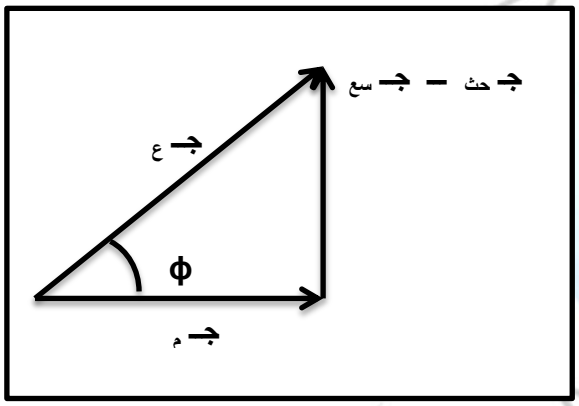
$$♣ \quad ت_{ع} \times م_{ق} = ت_{ع} \sqrt{م^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$$ ومنه نستنتج أن :

$$♣ \quad م_{ق} = \sqrt{م^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}} \quad \ldots\ldots\ldots (٢)$$

العلاقة (٢) السابقة هي علاقة حساب مقدار المعاوقة (م ق) في دائرة المعاوقة .

- ***قانون حساب زاوية الطور (ϕ) فى دائرة المعاوقة :***

إنطلاقاً من قوانين النسب المثلثية ، وبالإعتماد على الشكل المقابل ، نجد أن :



- $ظــا \phi = \frac{(\vec{ع}_{حث} - \vec{ع}_{سع})}{\vec{م}}$

وإنطلاقاً من قانون أوم ، نستطيع إستنتاج أن :

♣ $ظــا \phi = \frac{(م_{حث} - م_{سع})}{م}$

ومنه نجد أن :

♣ $\phi = ظــا^{-١} \left(\frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}\right)$

❖ ***حالات حساب زاوية الطور (ϕ) فى دائرة المعاوقة وتحديد التأثير العام فيها :***

من خلال العلاقة السابقة لحساب زاوية الطور (ϕ) ، فإنه يمكن تحديد علاقة الطور بين الجهد والتيار في دائرة المعاوقة ومعرفة من المتقدم على الآخر (الجهد أم التيار) ، وذلك عند تطبيق العلاقة السابقة والحصول منها على إحدى النتائج التالية :

١) ϕ = صفر ، يكون الجهد والتيار متفقان في الطور ، ويكون التأثير العام في الدائرة تأثير أومي أي أن المتحكم في الدائرة المقاومة الأومية ، وفي نفس الوقت تكون (م حث = م سع) .

٢) ϕ > صفر ، يكون الجهد متقدم على التيار بزاوية طور موجبة مقدارها (ϕ) ، ويكون التأثير العام في الدائرة تأثير حثي أي أن المتحكم في الدائرة الملف الحثي ، وفي نفس الوقت تكون (م حث > م سع) .

٣) ϕ < صفر ، يكون التيار متقدم على الجهد بزاوية طور سالبة مقدارها (ϕ) ، ويكون التأثير العام في الدائرة تأثير سعوي أي أن المتحكم في الدائرة المكثف السعوي ، وفي نفس الوقت تكون (م حث < م سع) .

❖ حالات خاصة من دائرة المعاوقة :ـ

نظراً لكون دائرة المعاوقة تحوي ثلاثة أحمال أساسية وهي المقاومة الأومية والملف الحثي والمكثف السعوي ، فإنها تسمى بالدائرة العامة ، وإذا ما فقدت الدائرة إحدى هذه الأحمال فإنها تعتبر دائرة معاوقة خاصة ، وحالات دائرة المعاوقة الخاصة هي كما يلي :

ملاحظة هامة :

عند وجود ملف حثي ، أو مكثف سعوي ولكلاً منهما مقاومة داخلية (م د) فإنه يتم إعتبار هذه المقاومة مقاومة خارجية (م خ) متصلة على التوالي مع الملف أو المكثف ، ويتم إعتبار الدائرة دائرة معاوقة خاصة .

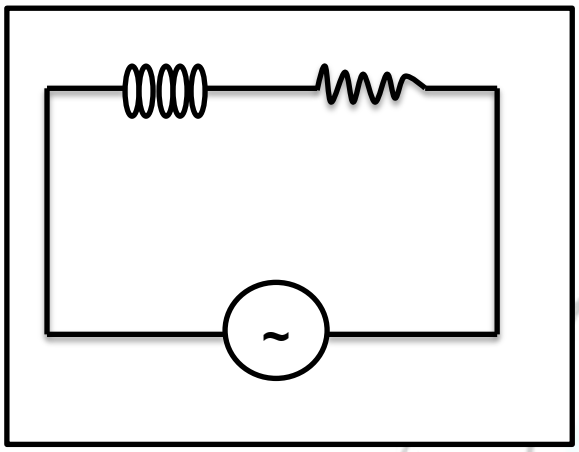
١) دائرة مقاومة أومية وملف حثي :

وهي الدائرة الموضحة في الشكل المقابل ، وفيها يتم حساب قيمة المعاوقة (م ق) من العلاقة التالية :

$$\text{م ق} = \sqrt{\text{م}^{2} + \text{م حث}^{2}}$$

حيث يتم إعتبار أن م سع = صفر ، وتكون زاوية الطور في هذه الدائرة موجبة ويتقدم الجهد على التيار ، وتحسب زاوية الطور من العلاقة التالية :

$$\phi = \text{ظا}^{-1} \left(\frac{\text{م حث}}{\text{م}} \right)$$



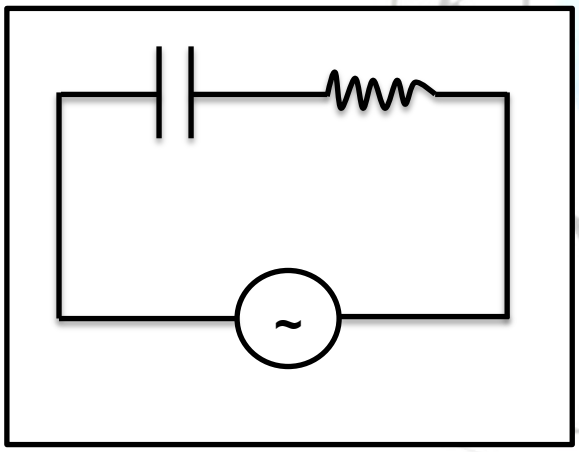
٢) دائرة مقاومة أومية ومكثف سعوي :

وهي الدائرة الموضحة في الشكل المقابل ، وفيها يتم حساب (م ق) من العلاقة التالية :

$$\text{م ق} = \sqrt{\text{م}^{2} + \text{م سع}^{2}}$$

حيث يتم إعتبار أن م حث = صفر ، وتكون زاوية الطور في هذه الدائرة سالبة ويتقدم التيار على الجهد ، وتحسب زاوية الطور من العلاقة التالية :

$$\phi = \text{ظا}^{-1} \left(\frac{-\text{م سع}}{\text{م}} \right)$$

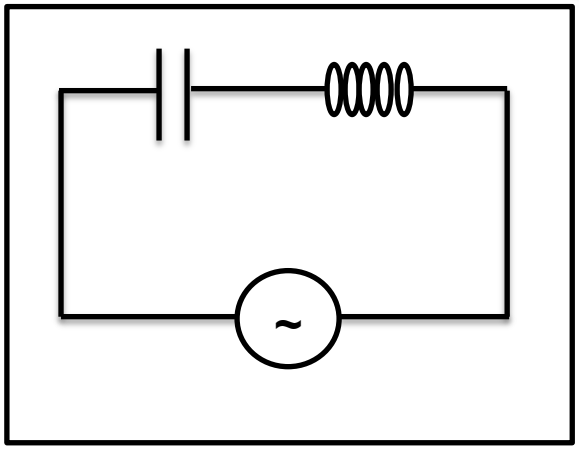


٣) دائرة ملف حثي ومقاومة أومية :

وهي الدائرة الموضحة في الشكل المقابل ، هذه الدائرة تمثل دائرة الرنين ، وتمثل أيضاً الدائرة المهتزة (سيتم الحديث عنهما لاحقاً بشكل مفصل) ، وفي هذه الدائرة تكون قيمة المعاوقة مساوية لقيمة المقاومة الأومية فقط ، أي أن :

$$\text{م ق} = \text{م}$$

لأن م حث = م سع لذلك كلاً منهما تلغي الآخرى وتعتبر الدائرة في حالة رنين كهربائي ، وتكون زاوية الطور ϕ = صفر ، وعندئذ يتفق التيار والجهد في الطور .



أمثلة وتمارين عامة في دائرة المعاوقة

مـــثـــال (١) :

مقاومة مقدارها (٨ أوم) موصلة على التوالي بملف حثه الذاتي (٠,١ هنري) ومكثف مفاعلته السعويه (٢٥ أوم) ومولد تيار متردد يعطي جهد قدره (٢٢٠ فولت) بتردد قدره (٧٠ هيرتز) ، أوجد :

١) المفاعلة الحثية للملف ؟
٢) شدة التيار المار في الدائرة ؟
٣) فرق الجهد بين طرفي كلاً من المقاومة والملف والمكثف ؟
٤) زاوية الطور وحّدد التأثير العام في الدائرة ؟
٥) ماهي التعديلات التي نجريها على الدائرة للحصول على أكبر قيمه للتيار ؟ وماقيمته ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : م = ٨ أوم ، حث = ٠,١ هنري ، م سع = ٢٥ أوم ، جـ = ٢٢٠ فولت ، f = ٧٠ هيرتز

م حث = ... ؟ ت = ... ؟ جـ م = ... ؟ جـ حث = ... ؟

جـ سع = ... ؟ هـ = ... ؟

١) م حث = ... ؟

♥ م حث = $2\pi f$ حث

♣ م حث = ٢ x ٣,١٤ x ٧٠ x ٠,١ ≈ ٤٤ أوم ..... #

٢) ت = ... ؟

♥ ت = $\frac{جـ}{م_{ق}}$ .....(١) نوجد م ق

♥ $م_{ق}^{٢} = م^{٢} + (م_{حث} - م_{سع})^{٢}$ ♣ $م_{ق}^{٢} = (٨)^{٢} + (٤٤ - ٢٥)^{٢}$

♣ $م_{ق}^{٢}$ = ٤٢٥ بأخذ الجذر التربيعي نجد أن :

♣ م ق = ٢٠,٦٢ أوم بالتعويض في (١) نجد أن :

♣ ت = $\frac{٢٢٠}{٢٠,٦٢}$ = ١٠,٧ أمبير ..... #

٣) جـ م و جـ سع و جـ حث

♥ جـ م = ت x م = ١٠,٧ x ٨ = ٨٥,٦ فولت

♥ جـ حث = ت x م حث = ١٠,٧ x ٤٤ = ٤٧٠,٨ فولت

♥ جـ سع = ت x م سع = ١٠,٧ x ٢٥ = ٢٦٧,٥ فولت

٤) هـ = ... ؟

♥ هـ = ظـا$^{-١}$ ($\frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}$) = ظـا$^{-١}$ ($\frac{٤٤ - ٢٥}{٨}$)

♣ هـ = ٦٧,٢° حيث أن زاوية الطور موجبة فإن الجهد متقدم على التيار والتأثير العام في الدائرة هو تأثير حثي ..... #

٥) للحصول على أعلى قيمة للتيار في الدائرة فيجب أن يتحقق شرط الرنين (م حث = م سع) أي أن الدائرة تدخل في حالة الرنين وعليه فإن التعديلات اللازم إجراؤها على الدائرة هي (١) تغيير الملف أو (٢) تغيير المكثف حتى يتحقق شرط الرنين . فإذا مافترضنا أننا سنستبدل المكثف بمكثف آخر فلابد من أن تكون سعة المكثف الجديد تساوي (٥١,٧ ميكروفاراد) (كيف تم الحصول على هذه القيمة ؟ حاول الوصول إلى ذلك ؟؟؟)

أما أعلى قيمة للتيار المار في الدائرة عند إجراء هذا التعديل فيمكن أن نحصل عليه كما يلي :

♥ ت = $\frac{جـ}{م}$ = $\frac{٢٢٠}{٨}$ = ٢٧,٥ أمبير وذلك في حالة الرنين ..... #

مـــثـــال (٢) :

ملف حثي مقاومته الداخلية (١٠ أوم) وحثه الذاتي (٠,١ هنري) وصل على التوالي مع مكثف سعته (١٠٠ ميكروفاراد) ومصدر للتيار المتردد جهده الفعال (٢٥٠ فولت) وتردده (٢٠٠ / π هيرتز) ، أحسب :

١) الشدة الفعالة للتيار ؟ ٢) فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف ؟

الـــحـــل

المعـطـيات : م د = ١٠ أوم ، حث = ٠,١ هنري ، سع = ١٠٠ ميكروفاراد = $١٠^{-٤}$ فاراد

• جـ فع = ٢٥٠ فولت ، $f = \frac{٢٠٠}{\pi}$ هيرتز

ت فع = ... ؟ جـ فع حث = ... ؟

١) ت فع = ... ؟ ♥ ت فع = $\frac{جـ\ فع}{م\ ق}$ .....(١)

نوجد م ق كما يلي :

♥ $م_{ق}^{٢} = م^{٢} + (م_{حث} - م_{سع})^{٢}$ .....(٢)

♥ $م_{حث} = ٢\pi f$ حث

♣ $م_{حث} = ٢ \times \pi \times \frac{٢٠٠}{\pi} \times ٠,١ = ٤٠$ أوم

♥ $م_{سع} = \frac{١}{٢\pi f\ سع} = \frac{...}{٢٠٠ \times \pi^{٢}} = \frac{١ \times \pi}{١٠^{٤}} = ٢٥$ أوم بالتعويض في (٢) نحصل على :

♣ $م_{ق}^{٢} = (١٠)^{٢} + (٤٠ - ٢٥)^{٢} = ٣٢٥$ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين نحصل على :

♣ م ق = ١٨ أوم بالتعويض في (١) نحصل على :

♣ ت فع = $\frac{٢٥٠}{١٨}$ = ١٣,٩ أمبير ..... #

٢) جـ فع حث = ت فع x م حث ♣ جـ فع حث = ١٣,٩ x ٤٠ = ٥٥٦ فولت ..... #

مـــثـــال (٣) :

دائرة كهربائية تتكون من مقاومة مقدارها (١٥ أوم) وملف مفاعلته الحثية (٢٠ أوم) وصلا على التوالي بمصدر للتيار المتردد فرق الجهد الفعال بين طرفيه (١٥٠ فولت) وتردده (٦٠ هيرتز) أحسب :

١) سعة المكثف اللازم إدخاله إلى الدائرة على التوالي حتى تتفق شدة التيار مع فرق الجهد في الطور ؟
٢) شدة التيار الفعالة في الدائرة قبل إدخال المكثف؟
٣) شدة التيار الفعالة في الدائرة بعد إدخال المكثف؟

الـــحـــل

المعـطـيات : م = ١٥ أوم ، م حث = ٢٠ أوم ، جـ فع = ١٥٠ فولت ، f = ٦٠ هيرتز

سع = ...؟ ت فع قبل = ...؟ ت فع بعد = ...؟

١) حتى تتفق شدة التيار المار في الدائرة مع فرق الجهد فلابد من تحقق شرط الرنين م حث = م سع وعليه فإن :

♥ م حث = $\frac{١}{٢\pi f \text{ سع}}$. ↔ سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ م حث}}$.

♣ سع = $\frac{١}{٢ \times ٣,١٤ \times ٦٠ \times ٢٠}$. = ١٣٣ ميكروفاراد ..... #

٢) ت فع قبل = ... ؟

♥ ت فع قبل = $\frac{\text{جـ فع}}{\text{م ق}}$ .....(١) نوجد م ق كما يلى :

♥ م ق^{٢} = م^{٢} + م حث^{٢}

♣ م ق^{٢} = (١٥)^{٢} + (٢٠)^{٢} = ٦٢٥ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين نحصل على :

♣ م ق = ٢٥ أوم بالتعويض فى (١) نجد أن :

♣ ت فع قبل = $\frac{١٥٠}{٢٥}$ = ٦ أمبير ..... #

٣) ت فع بعد = ... ؟

♣ ت فع بعد = $\frac{\text{جـ فع}}{\text{م}}$ = $\frac{١٥٠}{١٥}$ = ١٠ أمبير ..... #

مـــثـــال (٤) :

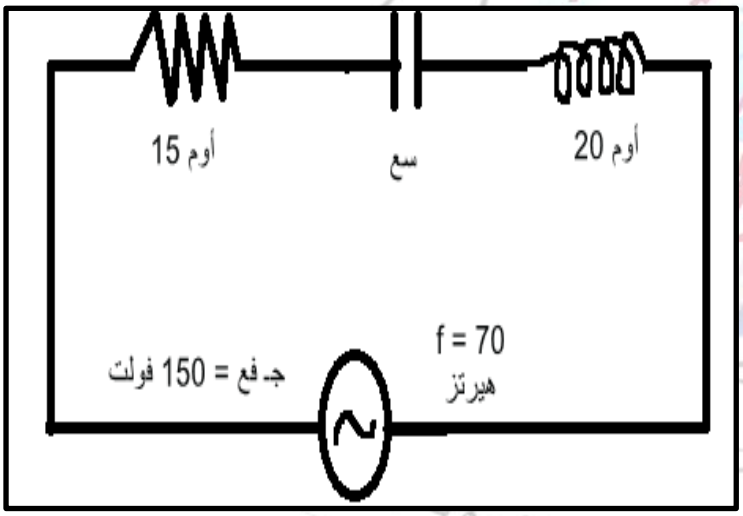
(وزاري) أنظر الشكل المجاور ثم أحسب مايلي : ـ

١) سعة المكثف اللازمة لجعل شدة التيار وفرق الجهد لهما نفس الطور ؟

٢) القيمة الفعالة لشدة التيار المار في الدائرة ؟

٣) القيمة العظمى لشدة التيار المار في الدائرة ؟

٤) إذا حذف المكثف من الدائرة فكم تكون شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة وزاوية الطور بين التيار والجهد ؟



الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : من الشكل أعلاه نجد مايلي :

م حث = ٢٠ أوم م = ١٥ أوم f = ٧٠ هيرتز جـ فع = ١٥٠ فولت

١) سع = ... ؟ لكى يكون للتيار والجهد نفس الطور فلابد من تحقق أن م سع = م حث ومن ذلك نجد أن :

♥ م سع = م حث ↔ م سع = ٢٠ أوم .....(١)

♥ م سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ سع}}$. ↔ سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ م سع}}$ . ..... (٢)

بالتعويض من المعطيات ومن (١) فى (٢) نحصل على :

♣ سـع = $\frac{١}{٢ \times ٧٠ \times ٣,١٤ \times ٢٠}$. = ١١٣,٧ ميكروفاراد ..... #

٢) ت فع = ... ؟

♥ ت فع = $\frac{\text{جـ فع}}{\text{م ق}}$ .....(١) نوجد م ق كما يلى :

♥ م ق = م = ١٥ أوم ***(لأن الدائرة فى حالة رنين)***

بالتعويض فى (١) نجد أن :

♣ ت فع = ١٥٠ / ١٥ = ١٠ أمبير ..... #

٣) ت ع = ...؟

♥ ت ع = ت فع √٢ ↔ ت ع = ١٠ √٢ أمبير ..... #

٤) عند حذف المكثف لاتصبح الدائرة فى حالة رنين وعندئذ لها معاوقة م ق تعطى بالعلاقة التالية :

♥ م ق^{٢} = م^{٢} + م حث^{٢} ↔ م ق^{٢} = (١٥)^{٢} + (٢٠)^{٢}

♣ م ق = ٢٥ أوم ***وعندئذ تكون شدة التيار الفعالة المارة فى الدائرة هى :***

♥ ت فع = ١٥٠ / ٢٥ = ٦ أمبير ..... #

وعندئذ تكون زاوية الطور بين الجهد والتيار هى :

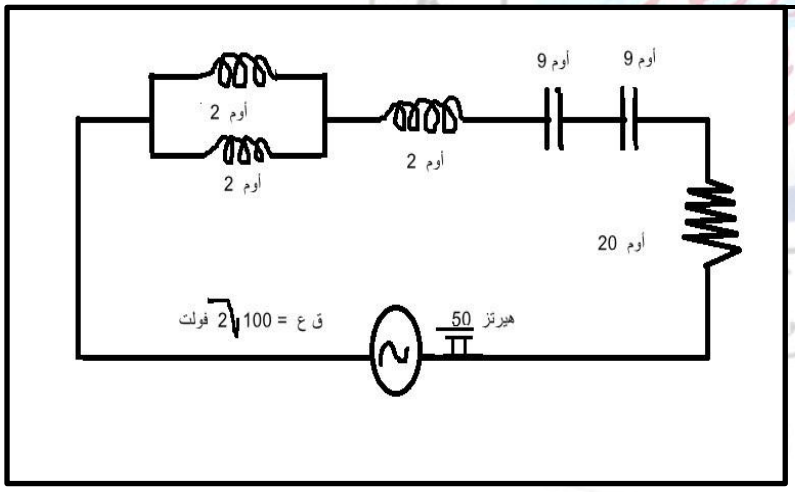
♥ هـ = ظا$^{-١}$ (م حث / م)

♣ هـ = ظا$^{-١}$ (٢٠ / ١٥) = ٥٣° ..... #

مـــثـــال (٥) :

(وزاري) لاحظ الشكل المجاور وأحسب مايلي : -

١) شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة ؟
٢) معامل الحث الذاتي للملف الواحد ؟
٣) زاوية الطور وحدد التأثير العام في الدائرة ؟



الـــحـــل

المـعـطـيات : **من الشكل أعلاه نجد مايلي :**

م = ٢٠ أوم م سع ١ = م سع ٢ = ٩ أوم

م حث ١ = م حث ٢ = م حث ٣ = ٢ أوم ق ع ١٠٠ √٢ فولت $f = \frac{٥٠}{\pi}$ هيرتز

١) ت فع = ... ؟

♥ ت فع = ق فع / م ق .....(١) ***نوجد أولاً ق فع و م ق كما يلى :***

♥ ق فع = ق ع / √٢ = ١٠٠ √٢ / √٢ = ١٠٠ فولت

♥ م ق^{٢} = (م)^{٢} + (م حث ك − م سع ك)^{٢} ***نحسب م حث ك و م سع ك***

♥ م سع ك = م سع ١ + م سع ٢ = ٩ + ٩ = ١٨ أوم

♥ م حث ك = م حث ١ + م حث توازي = ٢ + ٢ / ٢ = ٣ أوم

بالتعويض فى علاقة م ق نحصل على :

♣ م ق^{٢} = (٢٠)^{٢} + (٣ − ١٨)^{٢} = ٦٢٥ ***بأخذ الجذر التربيعى للطرفين***

♣ م ق = ٢٥ أوم

بالتعويض فى العلاقة (١) عن ق فع و م ق نحصل على :

♣ ت فع = $\frac{١٠٠}{٢٥}$ = ٤ أمبير ..... #

٢) حث = ... ؟

حـــث = $\frac{م_{حث}}{f\pi^{٢}}$ ♣ حـــث = $\frac{\pi^{٢}}{٥٠ \times \pi^{٢}}$.

♣ حـــث = ٢٠ ملي هنري ..... #

٣) هـ = ... ؟

♥ هـ = ظـا$^{-١}$ ($\frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}$)

♣ هـ = ظـا$^{-١}$ ($\frac{٣ - ١٨}{٢٠}$)

♣ هـ = ـ ٣٦,٩ $^{\circ}$ ***من ذلك فإن التيار سابق للجهد والتأثير العام سعوي ..... #***

مـــثـــال (٦) :

ملف حثه الذاتي (٤٠ ملي هنري) ومقاومته الداخلية (٨ أوم) ربط على التوالي مع مقاومة قيمتها (٣٥ أوم) ووصلت المجموعة بمصدر تيار متردد جهده (٢٠٠ فولت) وتردده (٧٠ هيرتز) ، أحسب :

١) شدة التيار المار في الدائرة ؟ ٢) زاوية الطور بين الجهد والتيار ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : حث = ٤٠ ملي هنري = ٤٠ x ١٠ $^{-٣}$ هنري ، م د = ٨ أوم (المقاومة الداخلية للملف)

م = ٣٥ أوم ، جـ = ٢٠٠ فولت ، f = ٧٠ هيرتز

ت = ... ؟ هـ = ... ؟

١) ت = ... ؟

♥ ت = $\frac{جـ}{م_{ق}}$ .....(١) ***نوجد أولاً م ق كما يلى :***

♥ م ق^{٢} = م ك^{٢} + م حث^{٢} .....(٢) ***نوجد م ك وكذلك م حث كما يلى :***

♥ م ك = م د + م = ٨ + ٣٥ = ٤٣ أوم

♥ م حث = $f\pi^{٢}$ حث = ٢ x ٣,١٤ x ٧٠ x ٤٠ x ١٠ $^{-٣}$ = ١٧,٦ أوم

بالتعويض فى (٢) نحصل على :

♣ م ق^{٢} = (٤٣)^{٢} + (١٧,٦)^{٢} = ٢١٥٨,٧٦ ***بأخذ الجذر التربيعى نجد أن :***

♣ م ق = $\sqrt{٢١٥٨,٧٦}$ = ٤٦,٥ أوم ***وبالتعويض فى (١) نحصل على :***

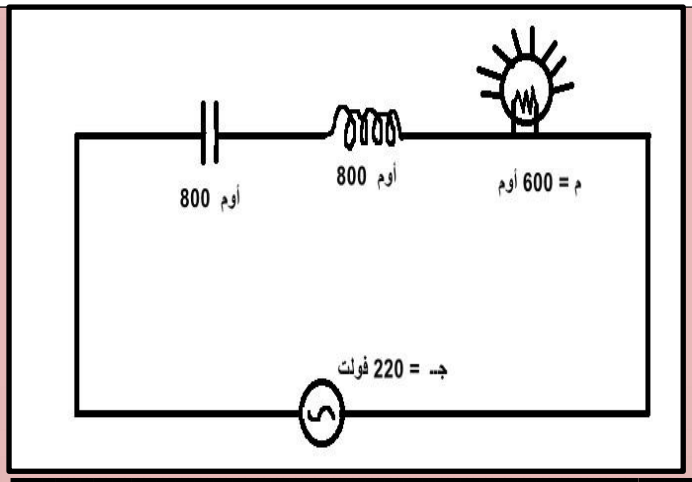
♣ ت = $\frac{٢٠٠}{٤٦,٥}$ = ٤,٣ أمبير ..... #

٢) هـ = ... ؟

♥ هـ = ظـا$^{-١}$ ($\frac{م_{حث}}{م_{ك}}$) = ظـا$^{-١}$ ($\frac{١٧,٦}{٤٣}$)

♣ هـ = ٢٢,٣ $^{\circ}$ ..... #

تـــمـــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة



تمرين (١)

في الدائرة الموضحة في الشكل المجاور

أحسب شدة التيار المار في الدائرة في الحالات التالية :

١) عند غلق الدائرة ؟
٢) عند رفع المكثف من الدائرة ؟
٣) عند رفع الملف من الدائرة ؟
٤) عند رفع الملف والمكثف من الدائرة ؟

تمرين (٢)

دائرة تيار متردد تتكون من مقاومة (٨٠٠ أوم) وملف حثه (١,٢٧ هنري) ومكثف سعته (١,٥٩ ميكروفاراد) موصله على التوالي مع مصدر للجهد قيمته الفعالة (١٢٧ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) أحسب :

١) القيمة الفعالة لشدة التيار في الدائرة ؟
٢) فرق الطور بين الجهد والتيار ؟
٣) القدرة المتولدة على أطراف المقاومة والملف والمكثف؟

تمرين (٣)

وصلت مقاومة مقدارها (٤٠ أوم) على التوالي بملف حثي ومصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى (٢٠٠ فولت) وتردده (٤٠ هيرتز) فكانت شدة التيار العظمى المارة في الدائرة (٤ أمبير) ، احسب معامل الحث الذاتي للملف ؟

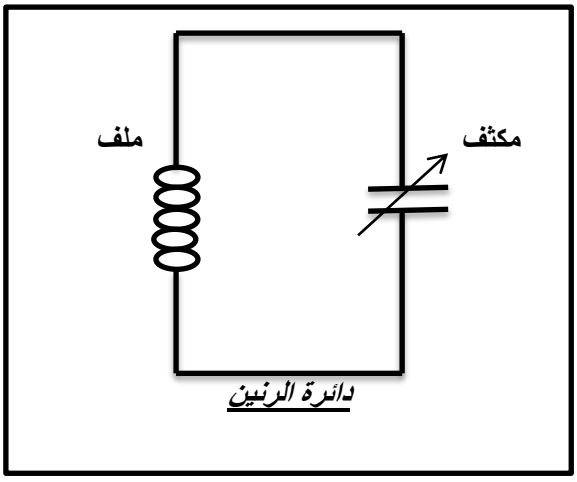
تمرين (٤)

دائرة تحتوي على مقاومة مقدارها (٤٠ أوم) ومكثف سعته (٦٠ ميكروفاراد) وملف حثه الذاتي (٠,٢٥٠ هنري) وصلت بمصدر تيار متردد النهاية العظمى لقوته الدافعة (٣٠٠ فولت) فإذا كان ملف مصدر التيار المتردد مستطيل الشكل وكانت أبعاده (٦٠ سم ، ٤٠ سم) ويدور بسرعة خطية مقدارها (٥٥ م /ث) ، فأحسب ما يلي :

١) شدة التيار العظمى المارة في الدائرة ؟
٢) فرق الجهد على أطراف كلاً من المقاومة والمكثف والملف ؟
٣) زاوية الطور بين الجهد والتيار وتحدد التأثير العام في الدائرة ؟
٤) ما مقدار الحث الذاتي لملف يتم توصيله مع الملف الموجود في الدائرة لتصبح في حالة رنين ؟ وماهي طريقة توصيل الملفين مع بعضهما لتحقيق ذلك ؟

رابعاً / دائـــــرة الـــرنـــيـن & الـــدائـــرة المـــــهـــتـزة

أولاً / دائرة الرنين (دائرة ضبط الموجة) (دائرة التوليف) :ـ



دائرة الرنين

❖ **تعريفها :**
هي عبارة عن دائرة مكثف كهربائي يمكن تغير سعته ، متصل على التوالي مع ملف حثي يمكن تغيير حثه الذاتي .

❖ **تركيبها :**
كما في الشكل المقابل تتركب دائرة الرنين من مكثف كهربائي يمكن تغيير سعته ، متصل على التوالي مع ملف حثي يمكن تغيير حثه الذاتي .

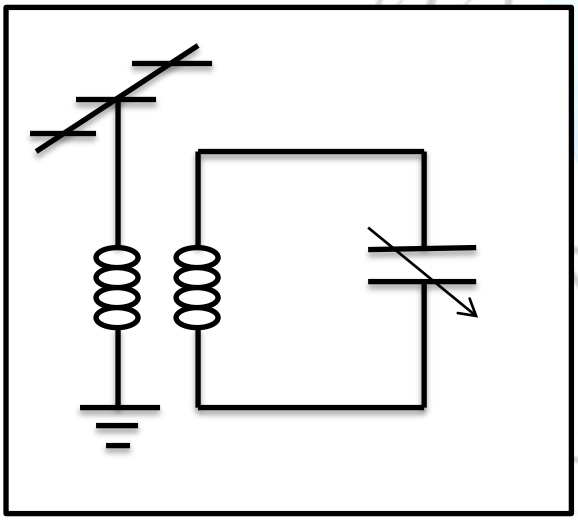
❖ **وظيفتها :**
إستقبال الموجات اللاسلكية للمحطات الإذاعية والتلفازية المختلفة ، عن طريق عملية التوليف (ضبط الموجة) .

❖ **إستخدامها :**
تدخل في تركيب أجهزة الإستقبال الإذاعي كالراديو ، وفي أجهزة الإستقبال التلفازي كالتلفزيون .

❖ **فكرة عملها :**
عدم السماح لأي تيار كهربائي متردد بأعلى شدة له ، إلا إذا كان تردده (f) مساوياً لترددها ($f_{\text{ه}}$) والذي يسمى تردد الرنين .

❖ **مبدأ عملها :**
تساوي المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف (م حث = م سع) وعندئذ يقال أن الدائرة في حالة رنين كهربائي .

❖ **كيفية عملها :**



١) توصل دائرة الرنين في أجهزة الاستقبال الاذاعي أو التلفازي مع دائرة أخرى تسمى بدائرة الهوائي ، كما في الشكل المقابل ، حيث يوضع ملف دائرة الرنين على التوازي مع ملف دائرة الهوائي (عـــــلل) وذلك لينتقل التيار المتولد في دائرة الهوائي إلى دائرة الرنين من خلال الملفين عن طريق تحقيق ظاهرة الحث المتبادل بين الملفات المتوازية .

٢) تصطدم الموجات الأذاعية أو التلفازية ذات الترددات المختلفة بالهوائي والذي يقوم بتحويلها من موجات كهرومغناطيسية إلى تيارات كهربائية تأثيرية مختلفة التردد ، ثم تنتقل إلى ملف دائرة الهوائي لتنتظر السماح لها بالمرور من قبل دائرة الرنين .

٣) عن طريق تغيير سعة المكثف أو محاثة الملف حتى تصبح المفاعلة الحثية للملف مساوية للمفاعلة السعوية للمكثف ، تصبح دائرة الرنين في حالة رنين كهربائي ، ويتولد فيها تردد يسمى بتردد الرنين ($f_{\text{ه}}$) ويكون مساوياً لتردد إحدى المحطات المراد سماعها أو مشاهدتها (f) .

٤) ينتقل تيار المحطة المراد سماعها أو مشاهدتها من ملف دائرة الهوائي إلى ملف دائرة الرنين وبأعلى شدة كهربائية (عـــــلل) وذلك بسبب تحقق شرط الرنين (م حث = م سع) فتلغي كلاً منهما الأخرى ، فلا يتبقى في دائرة الرنين سوى المقاومة الأومية لأسلاك التوصيل ، فيمر التيار بأعلى شدة ممكنة محققاً العلاقة ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}}$

هـــل تعلم أن :

١) عملية التوليف : هي عملية ضبط موجة الراديو أو التلفاز من خلال تغيير سعة مكثف دائرة الرنين فيه حتى يتولد فيها تردد مساوي لتردد المحطة المراد سماعها أو مشاهدتها .

٢) الرنين الكهربائي : هو تقوية أو زيادة في شدة التيار الكهربائي إلى نهاية عظمى عندما يتحقق أن م حث = م سع .

٥) يمر هذا التيار من دائرة الرنين إلى دوائر أخرى (ستتعرف عليها لاحقاً) .

❖ قـــانـــون حـســاب تـــردد الـــرنـــين ($f_{ه}$) :

عرفنا سابقاً أن مبدأ عمل دائرة الرنين هو تساوي المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف ، وفي ضوء ذلك نجد :

♥ م حث = م سع .....(١)

♥ م حث = $2\pi f_{ه}$ حث ، م سع = $\frac{١}{2\pi f_{ه}\ سع}$. بالتعويض فى (١) نجد أن :

♣ $2\pi f_{ه}$ حث = $\frac{١}{2\pi f_{ه}\ سع}$. بضرب الوسطين x الطرفين نجد أن :

♣ $4\pi^{2} f_{ه}^{2}$ حث سع = ١ بالقسمة للطرفين على معاملات $4\pi^{2}$ نحصل على :

♣ $f_{ه}^{2}$ = $\frac{١}{4\pi^{2}\ حث\ سع}$. بأخذ الجذر التربيعى للطرفين نجد أن :

♣ $f_{ه}$ = $\frac{١}{2\pi\sqrt{حث\ سع}}$ .....(٢)

من العلاقة (٢) السابقة والتي نستطيع أن نحسب من خلالها قيمة تردد الرنين ($f_{ه}$) ، نجد أن تردد الرنين يعتمد على كلاً من الحث الذاتي للملف (حث) والسعة الكهربائية للمكثف (سع) حيث أن التناسب بينهما عكسي فكلما زادت قيمة أحدهما قلة قيمة تردد الرنين .

تمرين منزلى / إثبت صحة العلاقة التالية :

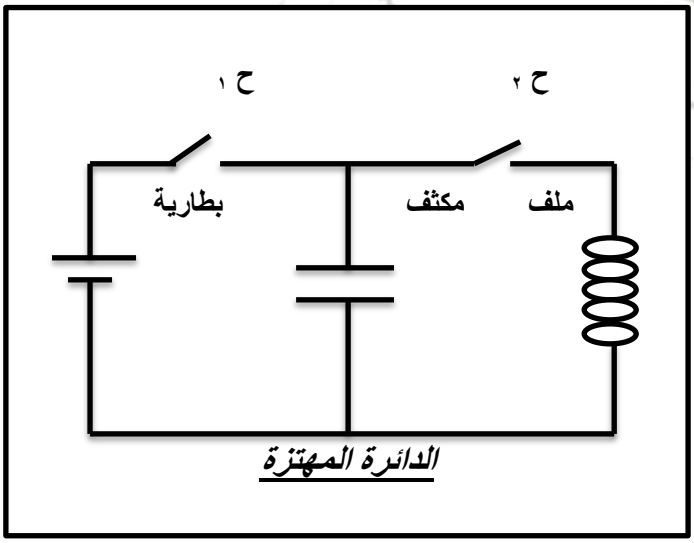
• $f_{ه}$ = $\frac{١}{2\pi ن\sqrt{\mu\ س\ سع}}\sqrt{\frac{ل}{}}$.

حيث ل طول الملف ، ن عدد لفات الملف ، μ معامل نفاذية الملف للمجال المغناطيسي ، س مساحة مقطع الملف ، سع سعة المكثف الكهربائية .

ثانياً / الـدائرة المـهـتـزة :ـ

❖ **تعريفها :**
هي عبارة عن دائرة مكثف سعوي ثابت السعة متصل على التوالي مع ملف حثي ثابت المحاثة .

❖ **تركيبها :**
كما في الشكل المقابل ، تتركب الدائرة المهتزة من مكثف سعوي ثابت السعة يتصل على التوالي مع ملف حثي ثابت المحاثة عن طريق مفتاح كهربائي (ح ٢) ، وتتصل الدائرة برمتها على التوازي بمصدر لقوة دافعة كهربائية مستمرة (بطارية) ، عن طريق المفتاح (ح ١) والذي يعمل على شحن المكثف .



الدائرة المهتزة

❖ **إستخدامها :**
تدخل في تركيب أجهزة الإرسال اللاسلكي الإذاعي والتلفازي ، كما تدخل في تركيب الأجهزة والمحطات المختصة بتوليد وإرسال الموجات الكهرومغناطيسية .

❖ ***وظيفتها :***

١) توليد الموجات الكهرومغناطيسية اللاسلكية .
٢) توليد تيارات كهربائية مترددة عالية التردد .

❖ ***مبدأ وفكرة عملها :***

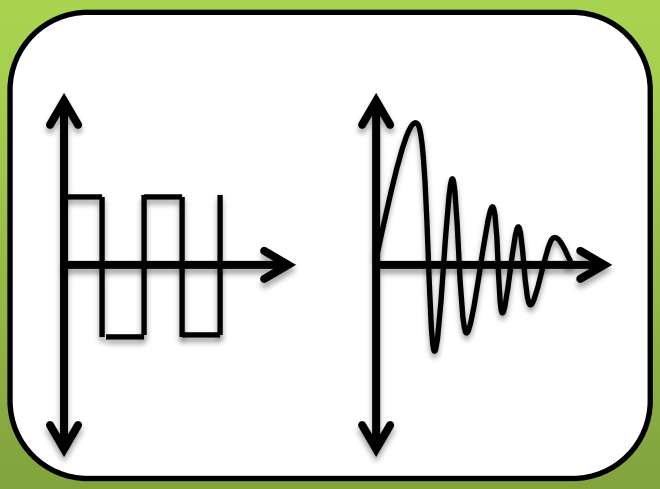
تعمل الدائرة المهتزة وفقاً لمبدأ حفظ الطاقة ، حيث يتم تبادل الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف مع الطاقة المغناطيسية المختزنة في المجال المغناطيسي للملف ، فيتولد نتيجة لهذا التبادل تيار متردد عالي التردد وموجات كهرومغناطيسية لاسلكية .

❖ ***كيفية عملها :***

١) يُغلق المفتاح (ح ١) ويترك المفتاح (ح ٢) مفتوحاً ، فيسري تيار كهربائي من البطارية إلى المكثف مما يؤدي إلى شحن أحد لوحيه بشحنة سالبة والآخر بشحنة موجبة ، وعندما يُشحن المكثف تماماً ويصبح فرق الجهد بين لوحيه مساوياً لجهد البطارية تتوقف عملية الشحن وتنعدم شدة التيار .
٢) يُفتح المفتاح (ح ١) ويغلق المفتاح (ح ٢) ونتيجة لذلك يبدأ المكثف في تفريغ شحنته نحو الملف فيسري تيار كهربائي من اللوح الموجب للمكثف نحو اللوح السالب ماراً بالملف ، هذا التيار يكون ذو شدة عالية في بداية الأمر وتقل شدته تدريجياً حتى تنعدم تماماً عند تفريغ المكثف تماماً من الشحنات ، وهذا ما يسمى بـــ (حـد التـــعادل) ، وعندئذ تكون كل الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثف قد تحولت إلى طاقة مغناطيسية مختزنة في الملف على هيئة مجال مغناطيسي .
٣) نتيجة لكون تيار التفريغ متغير مع مرور الزمن ، فعند مروره في المكثف يؤدي إلى تولد تيار تأثيري ذاتي طردي ، يكون معاكس في اتجاهه اتجاه تيار التفريغ ، وذلك يؤدي إلى شحن المكثف مجدداً ولكن بشحنات مضادة ، حتى يُشحن تماماً بالشحنات فينعدم هذا التيار ، وتتحول الطاقة المغناطيسية المختزنة في الملف إلى طاقة كهربائية تختزن في المكثف .
٤) يُفرغ المكثف شحنته مجدداً نحو الملف ، ويسري تيار التفريغ في اتجاه معاكس لإتجاهه في المرة الأولى ، وهكذا تتكرر عمليتي الشحن والتفريغ بسرعة كبيرة جداً ، ويستمر تبادل الطاقة بين الملف والمكثف ، ونتيجة لذلك يتولد في الدائرة موجات كهرومغناطيسية عالية التردد ، ويسمى ترددها عندئذ بـــ(تردد الدائرة المهتزة $f_{\circ}$) .

ملاحظة هـــامة :

- الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة في الدائرة المهتزة تنعدم وتضمحل مع مرور الزمن ، والسبب في ذلك يعود إلى تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية في أسلاك التوصيل حتى تنعدم ، ولتلافي ذلك يتم تغذية المكثف بشحنات إضافية تعوض النقص في الطاقة بإستمرار ، فتظل سعة الذبذبات ثابتة ، كما في الشكل المقابل .



❖ ***العوامل المؤثرة على تردد الدائرة المهتزة ($f_{\circ}$) :-***

يحسب تردد الدائرة المهتزة بنفس الطريقة التي حسبنا بها تردد الرنين ، حيث يعطى من العلاقة التالية :

♣ $f_{\circ} = \frac{١}{٢\pi \sqrt{\text{حث سع}}}$ ....(١)

♥ حـــث = $\frac{\mu \text{ ن}^{٢} \text{ س}}{\text{ل}}$ بالتعويض في العلاقة (١) أعلاه نجد أن :

♣ $f_{\circ} = \frac{\text{ل}}{٢\pi \text{ ن} \sqrt{\mu \text{ س سع}}}$ .....(٢)

من العلاقة (٢) أعلاه ، نجد أن العوامل التي يعتمد عليها تردد الدائرة المهتزة ($f_{\circ}$) هي العوامل التالية :

١) طول الملف (ل) حيث أن $f_{\circ}$ α ل .

٢) عدد لفات الملف (ن) حيث أن $f_{\circ}$ α $\frac{١}{ن}$.

٣) مساحة مقطع الملف (س) حيث أن $f_{\circ}$ α $\frac{١}{س}$.

٤) سعة المكثف (سع) حيث أن $f_{\circ}$ α $\frac{١}{سع}$.

معلومة (أنواع الموجات اللاسلكية) :

يوجد للموجات اللاسلكية نوعين وهما :

١) موجات مكيفة السعة (A . M) Amplitude Modulation) وفيها يتم تغيير أو تعديل السعة مع بقاء التردد ثابت .

٢) موجات مكيفة التردد (F . M) Frequency Modulation) وفيها يتم تغيير أو تعديل التردد مع بقاء السعة ثابتة .

أمثلة وتمارين عامة فى دائرة الرنين & الدائرة المهتزة

مـــثـــال (١) :

دائرة مكونة من ملف حثه (٠,٤ هنري) ومكثف سعته (٤ ميكروفاراد) وصلت بمصدر تيار متردد تردده (١٢٥ هيرتز) . فهل تكون الدائرة معه في حالة رنين ؟ ولماذا ؟

وإذا إصطدم بهوائي هذه الدائرة موجه إذاعية طولها الموجي (٢٤ x ١٠ ^{٥} متر) فهل تستقبلها أم لا ؟ ولماذا ؟ علماً بأن سرعة الموجات تساوي سرعة الضوء ع $_{ض}$ = ٣ x ١٠ ^{٨} م /ث ؟

الـــحـــل

المعـــطـــيات : حث = ٠,٤ هنري ، سع = ٤ ميكروفاراد = ٤ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد ، f = ١٢٥ هيرتز

λ = ٢٤ x ١٠ ^{٥} متر ، ع $_{ض}$ = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث

$f_{\circ}$ = ... ؟

١) لمعرفة ما إذا كانت الدائرة في حالة رنين مع المصدر أم لا فلابد من تحقق أن $f_{\circ}$ = f = ١٢٥ هيرتز

حيث $f_{\circ}$ هو تردد الدائرة ونقوم بحسابه كما يلي :

♥ $f_{\circ}^{٢}$ = $\frac{١}{٤\pi^{٢} \text{ حث سع}}$ = $\frac{١}{٤ \times (٣,١٤)^{٢} \times ٠,٤ \times ٤ \times ١٠^{-٦}}$ = ١٥٨٤٧,٥ بأخذ الجذر التربيعي

♣ $f_{\circ}$ = ١٢٥,٩ هيرتز

من ذلك نلاحظ أن $f_{\circ}$ ≈ f = ١٢٥ هيرتز وبالتالي فإن الدائرة مع المصدر في حالة رنين لأن ترددها يساوي تردد المصدر ..... #

٢) لمعرفة ما إذا كانت الدائرة ستستقبل الموجه الإذاعية التي ستصطدم بها وذات الطول الموجي (λ) فيجب علينا حساب تردد هذه الموجة ولنرمز له بالرمز $f_{١}$ فإذا تحقق أن $f_{\circ}$ = $f_{١}$ = ١٢٥ هيرتز فإن الدائرة سوف تستقبلها

♥ ع $_{ض}$ = $f_{١} \lambda$ قانون سابق في الصف الثاني الثانوي

♣ $f_{١}$ = $\frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢٤ \times ١٠^{٥}}$ = ١٢٥ هيرتز

من ذلك نجد أن الدائرة سوف تستقبل تلك الموجة الإذاعية لأن تردد الموجة مساوي لتردد الدائرة ..... #

مـــثـــال (٢) :

دائرة رنين سعة مكثفها (٤٠ ميكروفاراد) وتستقبل موجه لاسلكيه ترددها (٧٥٠ كيلوهيرتز) فإذا أستبدل الملف بآخر حثه الذاتي خمسة أمثال الحث الذاتي للملف الأول وزيدت سعة المكثف بمقدار (٣٢ميكروفاراد) فمامقدار تردد الموجه التي يمكن إستقبالها عندئذ ؟

الـــحـــل

المعـطـيات : سع ١ = ٤٠ ميكروفاراد = ٤٠ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد ، $f_{١٠}$ = ٧٥٠ كيلوهيرتز = ٧٥٠ x ١٠ ^{٣} هيرتز

حث ٢ = ٥ حث ١ ، سع ٢ = سع ١ + ٣٢ = ٧٢ x ١٠ $^{-٦}$ فاراد

$f_{٢٠}$ = ... ؟

♥ $(f_{١٠})^{٢} = \frac{١}{٤\pi^{٢} \text{ حث}_{١} \text{ سع}_{١}}$ .....(١)

♥ $(f_{٢٠})^{٢} = \frac{١}{٤\pi^{٢} \text{ حث}_{٢} \text{ سع}_{٢}}$ .....(٢)

بقسمة (٢) على (١) ..... نحصل على :

♣ $\frac{(f_{٢٠})^{٢}}{(f_{١٠})^{٢}} = \frac{٤\pi^{٢} \text{ حث}_{١} \text{ سع}_{١}}{٤\pi^{٢} \text{ حث}_{٢} \text{ سع}_{٢}} = \frac{\text{حث}_{١} \text{ سع}_{١}}{\text{حث}_{٢} \text{ سع}_{٢}}$

بالتعويض من المعطيات نحصل على :

♣ $\frac{(f_{٢٠})^{٢}}{(f_{١٠})^{٢}} = \frac{\text{حث}_{١} \text{ سع}_{١}}{٥ \text{ حث}_{١} \text{ سع}_{٢}}$ وسطين x طرفين

♣ $(f_{٢٠})^{٢} = \frac{\text{سع}_{١}}{٥ \text{ سع}_{٢}} \times (f_{١٠})^{٢}$

♣ $(f_{٢٠})^{٢} = \frac{٤٠ \times ١٠^{-٦}}{٥ \times ٧٢ \times ١٠^{-٦}} \times (٧٥٠ \times ١٠^{٣})^{٢} = ٦,٢٥ \times ١٠^{١٠}$ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

♣ $f_{٢٠}$ = ٢,٥ x ١٠ ^{٥} هيرتز = ٢٥٠ كيلوهيرتز ..... #

مـــثـــال (٣) :

ماقيمة الحث الذاتي المتولد في ملف إذا تولدت فيه مفاعلة حثية قدرها (٤٤٠ أوم) لحظة إدماجه في مولد ملفه يدور بسرعة (٤٤١٠ دورة / ١,٥ دقيقة) ؟ وإذا أدمج معه مكثف على التوالي سعته (٣٤٣ مللي فاراد) وشكّلا دائرة مهتزة ، فأوجد :

١) تردد الموجه اللاسلكية المتولدة عند تلك اللحظة؟
٢) طولها الموجي ؟ علماً أن سرعتها هي سرعة الضوء ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م/ث .

الـــحـــل

المعـطـيات : م حث = ٤٤٠ أوم ، سع = ٣٤٣ مللي فاراد = ٣٤٣ x ١٠ $^{-٣}$ فاراد ، ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث

$f = \frac{٤٤١٠}{٦٠ \times ١,٥}$ = ٤٩ هيرتز

١) حث = ... ؟

♥ م حث = $f\pi^2$ حث ↔ حث = $\frac{\text{م حث}}{f\pi^2}$.

♣ حـــث = $\frac{٤٤٠ \text{ .....}}{٤٩ \times ٣,١٤ \times ٢}$ = ١,٤٣ هنري ..... (١)

٢) $f_{\circ}$ = ...؟ بالتعويض من العلاقة (١) فى علاقة حساب تردد الدائرة المهتزة نجد أن :

♥ $f_{\circ}^2$ = $\frac{١ \text{ .}}{\text{ }}$ = $\frac{١ \times ١٠^{-٣} \text{ .}}{\text{ }}$

٤ π^2 حث سع ٤ x (٣,١٤) ^{2} x ١,٤٣ x ٣٤٣

♣ $f_{\circ}^2$ = ٠,٠٥٢ هيرتز^2 بأخذ الجذر التربيعى للطرفين نجد أن :

♣ $f_{\circ}$ = ٠,٢٣ هيرتز ..... # ولإيجاد الطول الموجى λ لدينا العلاقة التالية :

♥ λ = $\frac{\text{ع ض .}}{f_{\circ}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٠,٢٣}$ = ١٣ x ١٠^{٨} متر ..... #

مـــثـــال (٤) :

دائرة مهتزة تحتوي على ملف حثه الذاتي (٤٠٥ملي هنري) ومكثف يحمل شحنة قدرها (٣٦ملي كولوم) عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (٩ فولت) . أحسب :

١) تردد الدائرة ؟ ٢) المفاعلة الحثية للملف والمفاعلة السعوية للمكثف ؟

الـــحـــل

المعطيات : حث = ٤٠,٥ ملي هنري = ٤٠,٥ x ١٠ $^{-٣}$ هنري ، ش = ٣٦ ملي كولوم = ٣٦ x ١٠ $^{-٣}$ كولوم

جـ = ٩ فولت

$f_{\circ}$ = ... ؟ ، م حث = ... ؟ ، م سع = ... ؟

١) $f_{\circ}$ = ...؟ حيث أن الدائرة مهتزة فهي في حالة رنين وترددها هو تردد الرنين $f_{\circ}$ ويمكن إيجاده من العلاقة التالية :

♥ $f_{\circ}$ = $\frac{١ \text{ .}}{\pi^2 \text{ حث سع}}$ بتربيع الطرفين نجد أن :

♥ $f_{\circ}^2$ = $\frac{١ \text{ .}}{٤ \ \pi^2 \text{ حث سع}}$ .....(١)

نوجد الآن سع بدلالة ش و جـ كما يلى :

♥ سع = $\frac{\text{ش}}{\text{جـ}}$ = $\frac{٣٦ \times ١٠^{-٣}}{٩}$ = ٤ x ١٠ $^{-٣}$ فاراد بالتعويض فى (١) نجد أن :

♣ $f_{\circ}^2$ = $\frac{١ \times ١٠^{٦} \text{ .}}{٤ \times ٤٠,٥ \times (٣,١٤)^2 \times ٤}$ = ١٥٦,٥ هيرتز^2 بأخذ الجذر التربيعى للطرفين

♣ $f_{\circ}$ = ١٢,٥ هيرتز ..... #

٢) م حث = ...؟ م سع = ...؟ حيث أن الدائرة في حالة رنين فإن م حث = م سع وبإيجاد إحداهما نكون قد أوجدنا الأخرى

♥ م حث = $f\pi^2$ حث = ٢ x ٣,١٤ x ١٢,٥ x ٤٠,٥ x ١٠ $^{-٣}$ = ٣,١٨ أوم

♣ م حث = م سع = ٣,١٨ أوم ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

تتكون دائرة رنين في جهاز راديو من ملف حثه الذاتي (١٠ مللي هنري) ومكثف متغير السعة ومقاومة مقدارها (٥٠ أوم) ، وعندما تصطدم بها موجات لاسلكية ذات تردد مقداره (٩٨٠ كيلوهيرتز) يتولد عبر الدائرة فرق جهد مقداره (١٠ $^{-٤}$ فولت) ، أوجد سعة المكثف اللازمة لحدوث حالة الرنين في الدائرة ؟ وأحسب قيمة التيار المار في الدائرة عندئذ ؟

تمرين (٢)

دائرة تحوي ملف معامل حثه الذاتي (٤ هنري) ومكثف سعته (١ ميكروفاراد) ، فإذا سُمح لهذه الدائرة بإحداث إهتزازات كهربائية ، فأحسب ترددها وطولها الموجي ؟

تمرين (٣)

محطة إذاعية من محطات الأذاعة اليمنية ترسل برامجها على موجة طولها الموجي (٣٨٨ متر) ، إحسب سعة المكثف اللازم توصيله بملف حثه الذاتي (٢٠٠ ميكروهنري) لتكوين دائرة رنين يمكنها إستقبال موجة هذه المحطة الإذاعية ؟

تمرين (٤)

دائرة كهربائية تتكون من دينامو ذو ملف مستطيل الشكل أبعاده (٥٠ سم ، ٢٠ سم) وطول سلك اللف الذي تكون منه ملف الدينامو (٣٠٠ متر) ، يدور هذا الملف في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (٠,٠٩ تسلا) وبسرعة مقدارها (٥٠٠ دورة / دقيقة) ، ويتصل هذا الدينامو على التوالي بأميتر حراري ومقاومة أومية مقدارها (٢٠ أوم) وملف حثي حثه الذاتي (٠,٣ هنري) ومقاومته الداخلية (٥ أوم) ومكثف سعته (٤٠ ميكروفاراد) ، من كل المعطيات السابقة أحسب ما يلي :

١) قيمة القوة الدافعة العظمى المتولدة في الدينامو ؟
٢) قيمة القوة الدافعة اللحظية المتولدة في الدينامو عند دورانه بزاوية ٧٦ $^{\circ}$ من وضع الصفر ؟
٣) عدد مرات وصول التيار في الدائرة إلى قيم عظمى وقيم صغرى وقيم متوسطة ؟
٤) معاوقة الدائرة ؟
٥) شدة التيار الفعالة التي تعطيها قراءة الأميتر الحراري ؟
٦) زاوية فرق الطور بين الجهد والتيار ؟ وحدد التأثير العام في الدائرة ؟
٧) فرق الجهد على أطراف كلاً من المقاومة والملف والمكثف ؟
٨) ما التعديلات التي يجب أن تجرى على الدائرة لتصبح دائرة رنين ؟ وكم ستكون شدة التيار المار في الدائرة بعد إجراء تلك التعديلات ؟
٩) هل ستستقبل الدائرة بعد تعديلها موجة إذاعية طولها الموجي (٤٠٠ متر) وسرعتها (٣ x ١٠ $^{\circ}$ كم/ث) أم لا ؟ ولماذا ؟

إلى هنا إنتهت مواضيع الوحدة الثانية

ملخص قوانين الوحدة الثانية

❖ قوانين الدينامو :ـ

١) ق ل = ن س ب w جـــا w ز ..... قوانين حساب القوة الدافعة اللحظية .
٢) ق ل = ق ع جـــــا w ز .....
٣) ق ل = ٢ ق فع جـــا w ز .....
٤) ق ع = ن س ب w ..... قانون حساب القوة الدافعة العظمى .
٥) ق فع = ٠,٧٠٧ ق ع ..... قانون حساب القوة الدافعة الفعالة .
٦) ت فع = ٠,٧٠٧ ت ع ..... قانون حساب شدة التيار الفعالة .

❖ قوانين الدائرة السعوية :ـ

١) جـ ل = جـ ع جـــا w ز ..... قانون حساب الجهد على طرفي المكثف .
٢) ت ل = ت ع جـتـــا w ز ..... قانون حساب شدة التيار اللحظي المار في المكثف .
٣) م سع = ١ / ٢ π f سع ..... قوانين حساب المفاعلة السعوية .
٤) م سع = جـ ع / ت ع = جـ فع / ت فع .....
٥) م سع ك = ١ / ٢ π f سع ك ..... قانون حساب المفاعلة السعوية الكلية لعدة مكثفات متصلة توالي أو توازي .
٦) م سع ك = م سع ١ + م سع ٢ + م سع ٣ + ... + م سع ن ..... قانون حساب المفاعلة السعوية الكلية على التوالي .
٧) ١ / م سع ك = ١ / م سع ١ + ١ / م سع ٢ + ١ / م سع ٣ + ... + ١ / م سع ن .....قانون حساب المفاعلة السعوية الكلية على التوازي .
٨) سع ك = سع ١ + سع ٢ + سع ٣ + ... + سع ن .....قانون حساب السعة الكلية على التوازي .
٩) ١ / سع ك = ١ / سع ١ + ١ / سع ٢ + ١ / سع ٣ + ... + ١ / سع ن .....قانون حساب السعة الكلية على التوالي .

❖ قوانين الدائرة الحثية :ـ

١) ت ل = ت ع جـــا w ز .....قانون حساب شدة التيار اللحظي المار في الملف .
٢) جـ ل = جـ ع جـتـــا w ز ..... قانون حساب الجهد اللحظي بين طرفي الملف . (جـ ل = ق ل) .
٣) م حث = جـ ع / ت ع = جـ فع / ت فع ..... قوانين حساب المفاعلة الحثية .
٤) م حث = ٢ π f حث .....
٥) م حث ك = ٢ π f حث ك ..... قانون حساب المفاعلة الحثية الكلية لعدة ملفات متصلة توالي أو توازي .
٦) م حث ك = م حث١ + م حث٢ + م حث٣ + ... + م حث ن .....قانون حساب المفاعلة الحثية الكلية على التوالي .
٧) حث ك = حث ١ + حث ٢ + حث ٣ + ... + حث ن .....قانون حساب الحث الذاتي الكلي على التوالي .
٨) ١ / م حث ك = ١ / م حث١ + ١ / م حث٢ + ١ / م حث ٣ + ... + ١ / م حث ن .....قانون حساب المفاعلة الحثية الكلية على التوازي .
٩) ١ / حث ك = ١ / حث ١ + ١ / حث ٢ + ١ / حث ٣ + ... + ١ / حث ن .....قانون حساب الحث الذاتي الكلي على التوازي .
١٠) حث = ن ٢ μ س / ل ..... قانون حساب الحث الذاتي لأي ملف .

❖ قوانين دائرة المعاوقة (الدائرة العامة على التوالي) :ـ

١) (م ق) ٢ = م ٢ + (م حث – م سع) ٢ .....
٢) م ق = جـ ع / ت ع = جـ فع / ت فع ..... قوانين حساب المعاوقة .
٣) (جـ مصدر) ٢ = جـ م ٢ + (جـ حث – جـ سع) ٢ ..... قانون حساب جهد المصدر أو الجهد اللحظي أو المحصل .

٤) هـ = ظـــا $^{-١}$ (م حث ــ م سع) .....قانون حساب زاوية الطور بين الجهد والتيار .
م

❖ ***قوانين دائرة الرنين والدائرة المهتزة :ـ***

قوانين حساب تردد الرنين أو تردد الدائرة المهتزة .

١) $f_{ه}$ = $\frac{١}{٢\pi \sqrt{\text{حث سع}}}$ .....

٢) $f_{ه}$ = $\frac{\text{ل}}{٢\pi \text{ن} \sqrt{\mu \text{ س سع}}}$ .....

٣) $f_{ه}$ = $\frac{\text{ع ض}}{\lambda_{ه}}$ .....

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

إجابة أسئلة تقويم الوحدة الثانية من الكتاب المدرسى

❖ ***إجابة السؤال الأول :ـ (إكمل الفرا غات التالية بما يناسبها)***

١) الجيبي .
٢) إمكانية رفع وخفض قوته الدافعة الكهربائية ، إمكانية نقلة من أماكن التوليد إلى أماكن الإستهلاك دون فقد في الطاقة ، تكاليف نقله منخفضة ، يمكن تحويله إلى تيار مستمر ، أجهزة الحصول عليه رخيصة الثمن ، يمر في الدوائر الكهربائية التي بها مكثفات كهربائية .
٣) حرارية .
٤) الذبذبة الكاملة للتيار المتردد .

❖ ***إجابة السؤال الثانى :ـ (ضع علامة √ أو علامة x أمام العبارات التالية)***

أ- (√) ب- (x) ج- (√) د- (√) هـ- (x) و- (√) ز- (x) .

❖ ***إجابة السؤال الثالث :ـ (إختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس)***

أ) تستنفذ جزءاً من طاقة التيار المتردد . ب) $\frac{١٠^{٤}}{٢٢}$ ج) ١,١ أمبير .

د) معاكس لاتجاه القوة المولدة لها . هـ) جـ ن = جـ ع جتا w ز . و) حثه الذاتي .

ز) $\frac{١}{٢\ \pi^{٢}\ f\ سع}$. ح) م سع = م حث . ط) $\frac{\pi .}{٢}$.

ي) جـ ع = ت ع x م ق . ك) $\frac{(م حث - م سع)}{م}$. ل) ٣,١٨ أوم .

م) ٧,٨٥ أوم . ن) ٣٢ أوم تقريباً .

❖ ***إجابة السؤال الرابع :ـ (عرف كلاً مما يلى)***

١) ***المفاعلة الحثية :*** هي الممانعة التي يلاقيها التيار المتردد نتيجة لمروره في ملف حثي بسبب حثه الذاتي .
٢) ***المفاعلة السعوية :*** هي الممانعة التي يلاقيها التيار المتردد نتيجة لمروره في مكثف سعوي بسبب سعته الكهربائية .
٣) ***المعاوقة :*** هي عبارة عن مكافئ المفاعلة السعوية والمفاعلة الحثية والمقاومة الأومية في دائرة عامة على التوالي .
٤) ***الرنين :*** هي الحالة التي تتساوى فيها المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف ، مما يؤدي إلى نقصان مقاومة الدائرة إلى أقل قيمة ممكنة ، وعندئذ يمر في الدائرة أكبر شدة تيار ممكنة .
٥) ***التيار المتردد :*** هو تيار كهربائي متغير الشدة والإتجاه مع مرور الزمن .

❖ **إجابة السؤال الخامس :ـ**

المـــــعطيات : م د للملف = ١٠ أوم ، حث = ٠,١ هنري ، سع = ١٠٠ ميكروفاراد = ١٠ $^{-٤}$ فاراد

جـ فع = ٢٥٠ فولت ، $f = \frac{٢٠٠}{\pi}$ هيرتز

١) لحساب شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة لدينا العلاقة التالية :

ت فع = $\frac{\text{جـ فع}}{\text{م ق}}$ .....(١) لذلك نوجد أولاً م ق كما يلي :

♥ م ق = $\sqrt{\text{م}^{٢} + (\text{م حث} - \text{م سع})^{٢}}$ .....(٢) نوجد م حث & م سع كما يلي :

♥ م حث = $٢\pi f$ حث = $٢ \times \pi \times \frac{٢٠٠}{\pi} \times ٠,١$ = ٤٠ أوم

♥ م سع = $\frac{١}{٢\pi f \text{ سع}}$ = $\frac{١٠^{٦} \times \pi}{٢ \times \pi \times ٢٠٠ \times ١٠٠}$ = ٢٥ أوم بالتعويض في (٢) نجد أن :

♣ م ق = $\sqrt{(١٠)^{٢} + (٤٠ - ٢٥)^{٢}}$ = ١٨ أوم تقريباً بالتعويض في (١) نجد أن :

♣ ت فع = $\frac{٢٥٠}{١٨}$ = ١٣,٩ أمبير .....#

٢) ولحساب فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف فيجب أن نحسب معاوقته وذلك لأن له مقاومة داخلية ، وذلك كما يلي :

♥ م ق = $\sqrt{\text{م}^{٢} + \text{م حث}^{٢}}$ = $\sqrt{(١٠)^{٢} + (٤٠)^{٢}}$ = ٤١,٢٣ أوم ولحساب جـ فع بين طرفي الملف لدينا قانون أوم

♥ جـ فع = ت فع X م ق = ١٣,٩ X ٤١,٢٣ = ٥٧٣,١١ فولت .....#

❖ **إجابة السؤال السادس :ـ**

المـــــعطيات : حث = ١ هنري ، م = ٣٠٠ أوم ، جـ ع = ٢٠٠ فولت ، f = ٢٠٠ هيرتز

المـــــطلـــوب : جـ ع.حث = ... ؟ ، جـ ع.م = ... ؟

حيث أن الدائرة دائرة معاوقة خاصة ، فإننا نبدأ بحساب المعاوقة وذلك كما يلي :

♥ م ق = $\sqrt{\text{م}^{٢} + \text{م حث}^{٢}}$ .....(١) نحسب م حث كما يلي :

♥ م حث = $٢\pi f$ حث = ٢ x ٣,١٤ x ٢٠٠ x ١ = ١٢٥٦ أوم ، بالتعويض في (١) نحصل على :

♣ م ق = $\sqrt{(٣٠٠)^{٢} + (١٢٥٦)^{٢}}$ = ١٢٩١,٣٣ أوم نوجد شدة تيار الدائرة من العلاقة :

♥ ت ع = $\frac{\text{جـ ع}}{\text{م ق}}$ = $\frac{٢٠٠}{١٢٩١,٣٣}$ = ٠,١٥٥ أمبير .....

وللحصول على الجهد على أطراف المقاومة والملف لدينا قانون أوم ، كما يلي :

♥ جـ ع.حث = ت ع x م حث = ٠,١٥٥ x ١٢٥٦ = ١٩٤,٥ فولت .....#

♥ جـ ع.م = ت ع x م = ٠,١٥٥ x ٣٠٠ = ٤٦,٥ فولت .....#

❖ **إجابة السؤال السابع :ـ**

المـــــعطيات : م = ١٥ أوم ، م حث = ٢٠ أوم ، جـ فع = ١٥٠ فولت ، f = ٦٠ هيرتز

المـــــطلـــوب : ت فع . قبل = ... ؟ ، سع = ... ؟ ، ت فع . بعد = ... ؟

١) لحساب شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة قبل إدخال المكثف لدينا العلاقة :

♥ ت فع . قبل = جـ فع / م ق . قبل .....(١) نوجد م ق . قبل وهي المعاوقة قبل إدخال المكثف ، كما يلي :

♥ م ق = $\sqrt{\text{م}^{2} + \text{م حث}^{2}}$ = $\sqrt{(١٥)^{2} + (٢٠)^{2}}$ = ٢٥ أوم ، بالتعويض في (١)

♣ ت فع . قبل = ١٥٠ / ٢٥ = ٦ أمبير .....#

٢) ولحساب سعة المكثف اللازم إدخاله إلى الدائرة حتى تتفق شدة التيار مع الجهد في الطور فإنه لابد من تحقق أن :

م حث = م سع = ٢٠ أوم ، وفي ضوء ذلك نجد أن :

١ / ٢ π f سع = ٢٠ ⟷ سع = ١ / ٢ π x ٦٠ x ٢٠ = ١٣٢,٦ ميكروفاراد .....#

٣) لحساب شدة التيار الفعالة المارة في الدائرة بعد إدخال المكثف لدينا قانون أوم نطبقه كما يلي :

♥ ت فع . بعد = جـ فع / م = ١٥٠ / ١٥ = ١٠ أمبير .....# لأن الدائرة في حالة رنين

● **بشرى سارة :**

أحصل الأن على ملخص عام في الوحدة الثانية (التيار المتردد) ضمن سلسلة النور في الفيزياء ، ملخص يحوي أهم التعليلات والإثباتات الرياضية في الوحدة الثانية ، بالأضافة إلى مجموعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

للطلب والأستفسار يرجى التواصل عبر العناوين الإلكترونية التالية :

Anwar.almhbshy@gmail.com

Anwar.almhbshy2010@yahoo.com

Anwar_almhbshy@hotmail.com

أو الأتصال على الأرقام التالية :

٧٧٢٠٤٦١٣٣ ـ ٧١١٣٥٦٦١١

● **النور في الفيزياء نور يضيئ طريقك نحو التفوق**

موسوعة أسئلة وتمارين عامة في الوحدة الثانية

❖ **السؤال الأول :ـ ضع علامة (/) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة ، في كلاً مما يأتي :**

١) ( ) الرقم الذي يثبت عنده مؤشر الأميتر الحراري يدل على القيمة العظمى لشدة التيار المتردد .
٢) ( ) يحدث في الدائرة المهتزة تبادل بين الطاقة المخزونة في المجال المغناطيسي للمكثف والمجال الكهربائي للملف .
٣) ( ) يتقدم فرق الجهد على التيار بدائرة ملف بزاوية طور قدرها $\frac{٤\ \pi}{٨}$.
٤) ( ) إذا كانت القيمة العظمى للتيار ٤٠ أمبير ، فإن القيمة ١٥ أمبير تتكرر في الثانية الواحدة ٦٥ مرة عندما يكون تردد التيار ١٢ هيرتز .
٥) ( ) إذا كانت القيمة اللحظية للجهد المتردد عند الزاوية ٦٠ ° هي ١٥٠ $\sqrt{٣}$ فولت فإن القيمة العظمى لهذا الجهد ٣٥٠ فولت .
٦) ( ) تتناسب المفاعلة السعوية تناسباً عكسياً مع تردد التيار .
٧) ( ) تتناسب المفاعلة الحثية تناسباً طردياً مع الزمن الدوري لتردد التيار .
٨) ( ) الأميتر الحراري يستخدم لقياس القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية .
٩) ( ) عند اتصال ثلاثة ملفات على التوازي فإن فرق الجهد على أطراف الملفات ثابت بينما شدة التيار المارة في كل ملف متغيرة .
١٠) ( ) وظيفة دائرة الرنين القيام بعملية التوليف .
١١) ( ) عند مرور تيار متردد شدته الفعالة ٥٠٠ $\sqrt{٢}$ مللي أمبير فإن القيمة العظمى للتيار هي ٥٠٠ مللي أمبير .
١٢) ( ) تصبح القوة الدافعة اللحظية في الدينامو مساوية للقوة الدافعة العظمى عند دوران ملف الدينامو بزاوية ٣٠ ° .
١٣) ( ) عندما يدور ملف الدينامو بزاوية ٤٥ ° فإن ق ل = ق فع .
١٤) ( ) يستخدم الأميتر الحراري لقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المستمر .
١٥) ( ) يصنع سلك الشد في الأميتر الحراري من سبيكة الإيريديوم بلاتين .
١٦) ( ) تصنع الفرشتان في الدينامو من الفوسفور .
١٧) ( ) يتفق كلاً من التيار المتردد والتيار المستمر في توليد طاقة حرارية .
١٨) ( ) تكون شدة التيار الكهربائي المتولدة بدائرة الرنين اكبر ما يمكن عندما تكون قيمة مـحث = مـسع .
١٩) ( ) إذا كان تردد التيار في دائرة سعوية (٥٠) هيرتز فإن المكثف يشحن ويفرغ (١٠٠) مرّة .
٢٠) ( ) المفاعلة السعوية الكلية لمجموعة مكثفات متصلة على التوازي تكون أقل من أقل مفاعلة سعوية داخل المجموعة .
٢١) ( ) تتناسب القوة الدافعة اللحظية المتولدة في الدينامو طردياً مع زمن دوران ملف الدينامو .
٢٢) ( ) عند الترددات العالية تصبح الدائرة السعوية دائرة مفتوحة (لا يمر فيها تيار) .
٢٣) ( ) موجات الـ A.M هي موجات مكيفة السعة .

❖ **السؤال الثاني : أكتب المصطلح العلمي الدال على كلاً مما يأتي :ـ**

١) ( ) تيار كهربائي متغير الشدة والإتجاه مع مرور الزمن .
٢) ( ) جهاز يقوم بتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية .
٣) ( ) ظاهرة وجود سلك متحرك في منطقة مجال مغناطيسي بحيث يقطع خطوط المجال بصورة عمودية مما يؤدي إلى تولد تيار كهربائي في السلك .
٤) ( ) عملية يتم من خلالها تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر .
٥) ( ) التغير الذي يحدث للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في الدينامو خلال دورة كاملة من دورات ملفه .
٦) ( ) الزمن اللازم لحدوث ذبذبة كاملة للتيار المتردد .
٧) ( ) جهاز قياس يعمل وفقاً لظاهرة التأثير الحراري للتيار الكهربائي .
٨) ( ) ما يساوي ٠,٧٠٧ ق ع .
٩) ( ) ممانعة يلاقيها التيار المتردد عند مروره في المكثفات .
١٠) ( ) ممانعة يلاقيها التيار المتردد عند مروره في دائرة حثية .
١١) ( ) ما يكافئ المفاعلة و المقاومة .
١٢) ( ) عملية يتم من خلالها توفيق بين تردد دائرة الرنين وبين تردد موجة إذاعية .
١٣) ( ) نوع من أنواع الموجات الراديوية يتم فيها تغيير السعة مع بقاء التردد ثابت .
١٤) ( ) نوع من أنواع الموجات الراديوية يتم فيها تغيير التردد مع بقاء السعة ثابتة .
١٥) ( ) دائرة كهربائية تختص بتوليد الموجات الكهرومغناطيسية .

❖ السؤال الثالث : علل تعليلاً علمياً دقيقاً لكلاً مما يأتى :ـ

١) يعتبر التيار المتردد الجيبي الأكثر شيوعاً واستخداماً ؟
٢) يفضل استخدام التيار المتردد عن التيار المستمر في المنازل ؟
٣) التيار المستمر لا يمر في دوائر المكثفات ؟
٤) التيار المتردد لا يصلح في عمليات الطلاء الكهربائي ؟
٥) يصنع سلك ملف الدينامو من النحاس ؟
٦) يلف ملف الدينامو على قلب من شرائح الحديد المطاوع ؟
٧) الأميتر الحراري يستطيع قياس شدة التيار المستمر والمتردد ؟
٨) لا يمكن الجمع الجبري للجهود في دائرة تيار متردد تحوي ملفاً ومكثفاً ؟
٩) بالرغم من أن للتيار المتردد المستخدم في المنازل قيم عظمى وقيم صغرى إلا أننا لا نلاحظ انطفاء الأجهزة في منازلنا ؟ ؟
١٠) تداريج الأميتر الحراري غير متساوية الأقسام ؟
١١) لا يستخدم الأميتر ذو الملف المتحرك لقياس القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد ؟
١٢) الأميتر الحراري يستخدم لقياس شدة التيار المتردد وكذلك شدة التيار المستمر ؟
١٣) يصنع السلك الحراري في الأميتر الحراري من سبيكة الأيريديوم بلاتين ؟
١٤) يصنع سلك الشد في الأميتر الحراري من البرونز الفوسفوري ؟
١٥) يصنع مؤشر ولوح التدريج في الأميتر الحراري من الألومنيوم ؟
١٦) يستخدم خيط حرير في الأميتر الحراري ؟
١٧) يستخدم مجزئ تيار في الأميتر الحراري يربط على التوازي مع سلك الايريديوم بلاتين ؟
١٨) يشد لوح تدريج الأميتر الحراري على لوحة معدنية لها نفس معامل تمدده ؟
١٩) عند الترددات العالية تصبح الدائرة السعوية دائرة مغلقة (يمر فيها تيار) ؟
٢٠) عند الترددات العالية تصبح الدائرة الحثية دائرة مفتوحة (لا يمر فيها تيار) ؟
٢١) تمر أعلى شدة للتيار في دائرة المعاوقة عندما تتساوى المفاعلة الحثية مع المفاعلة السعوية ؟
٢٢) تضمحل الذبذبات المتولدة في الدائرة المهتزة تدريجياً مع الزمن ؟
٢٣) يثبت مؤشر الأميتر الحراري عند قيمة معينة على التدريج ؟
٢٤) لا يضيئ المصباح الكهربائي المتصل مباشرة مع مكثف ومصدر تيار مستمر ؟
٢٥) تتكون دائرة الرنين من مكثف متغير السعة أو ملف متغير المحاثة ؟
٢٦) كلما زاد طول ملف دائرة الرنين كلما زادت قيمة تردد الرنين الذي ممكن أن تستقبله ؟

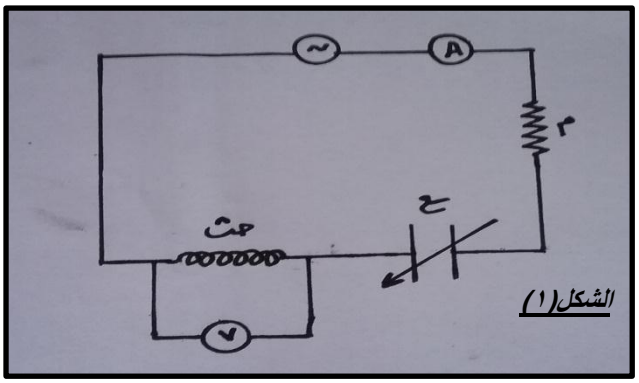
❖ السؤال الرابع : قارن بين كلاً من :ـ

١) التيار المتردد والتيار المستمر ؟
٢) الدائرة الحثية والدائرة السعوية ؟
٣) المفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية ؟
٤) دائرة الرنين والدائرة المهتزة ؟
٥) موجات F.M وموجات A.M ؟

❖ السؤال الخامس : أجب عن المسائل التالية :

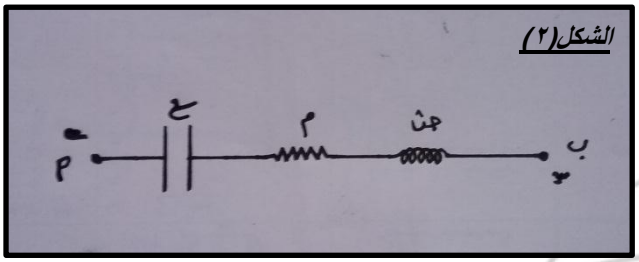
١) ملف دينامو عدد لفاته (١٠٠٠ لفه) مستطيل الشكل يدور حول محوره في مجال مغناطيسي منتظم كثافته (٠,٠٥ تسلا) ويتحرك بتردد (٧٠٠ دورة / ثلث دقيقة) مما يؤدي إلى تولد قوة دافعه فعالة بين طرفيه قدرها (٥٠ √ ٢ فولت) . أوجد :
أ) القوة الدافعة العظمى ؟ ب) مساحة الملف ؟
٢) دائرة لتيار متردد تتكون من مقاومة قيمتها (٨٠٠ أوم) وملف حثه الذاتي (١,٢٧ هنري) ومكثف سعته (١,٥٩ ميكروفاراد) موصلة كلها على التوالي ، ووصل بطرفي الدائرة مصدر جهد قيمته الفعالة (١٢٧ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) . أحسب :
أ) القيمة الفعالة لشدة التيار المار في الدائرة ؟ ب) زاوية فرق الطور بين الجهد والتيار وحدد التأثير العام ؟
ج) القيمة الفعالة لكلاً من جـ م ، جـ سع ، جـ حث ؟ د) القدرة المتولدة في الدائرة ؟
٣) دائرة رنين تتكون من ملف حثه الذاتي (١ مللي هنري) ومكثف متغير السعة من (٩,٧ ميكروفاراد) إلى (٩٢ بيكوفاراد) أوجد نطاق الأطوال الموجية التي تستطيع هذه الدائرة إلتقاطها من محطات الإرسال الإذاعي علماً بأن ع ض = ٣ x ١٠ ^٨ م/ث ؟

٤) مصدر لجهد متردد قيمته الفعالة (٢٢٠ فولت) وتردده (٥٠ هيرتز) تم توصيله بطرفي الدائرة الموضحة في الشكل المجاور(١) . فإذا كانت م = ٢٢ أوم ، و حث = ٣١٨ مللي هنري ، وقيمة السعة تختار بحيث تكون قراءة الفولتميتر الموصل مع الملف على التوازي أقصى ما يمكن ، أوجد قراءاتي الفولتميتر (V) والأميتر (A) مهملاً التيار الداخل إلى الفولتميتر وكذلك مقاومة الأميتر ؟



الشكل(١)

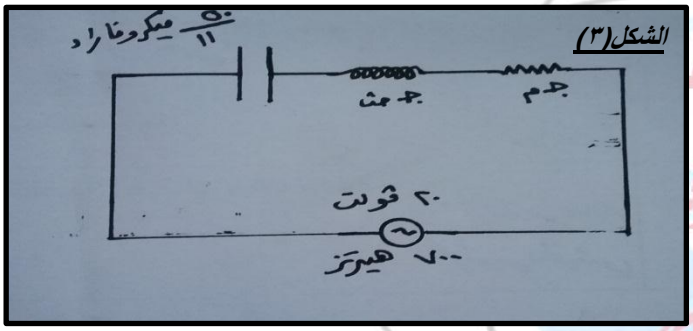
٥) الدائرة الموضحة في الشكل المجاور (٢) سعة مكثفها (١ نانوفاراد) والحث الذاتي لملفها (١ مللي هنري) وصلت النقطتان أ ، ب بمصدري جهد مترددين في وقت واحد قيمة جهدهما العظمى متساوية وترددهما مختلف ، فإذا كان تردد الأول مساوياً لتردد الدائرة وكان تردد الثاني يزيد بمقدار (١٠ %) عن التردد الأول أي أن ($f_2 = 1,1\ f_1$) . فأوجد النسبة بين التيارين المارين في الدائرة بسبب مصدري الجهد ؟



الشكل(٢)

٦) استخدم سلك طوله (٤٤ م) في صنع ملف دينامو دائري الشكل نصف قطره (١٤ سم) فإذا تحرك الملف في مجال مغناطيسي كثافة فيضه (٠,٥ ويبر / م^2) وتولدت قوة دافعة كهربائية عظمى قدرها (١٩٣٦٠ فولت) فأحسب :

أ) تردد الملف في الثانية الواحدة ؟ ب) القوة الدافعة الفعالة ؟



الشكل(٣)

٧) في الشكل المقابل (٣) إذا كانت (جـ $_م$ = ١٢ فولت) و (جـ $_{حث}$ = ٨ فولت) فأوجد :

أ) شدة التيار المار في الدائرة ؟

ب) التأثير العام في الدائرة ؟

٨) راديو به دائرة رنين سعة مكثفها (٤٩ ميكروفاراد) استقبلت بث محطة اذاعية تبث برامجها على طول موجي قدره (٢٠ كم) ، أوجد سعة المكثف الذي تم استبداله عن الأول حتى تستقبل بث محطة إذاعية أخرى طولها الموجي (٣٠ كم) ؟

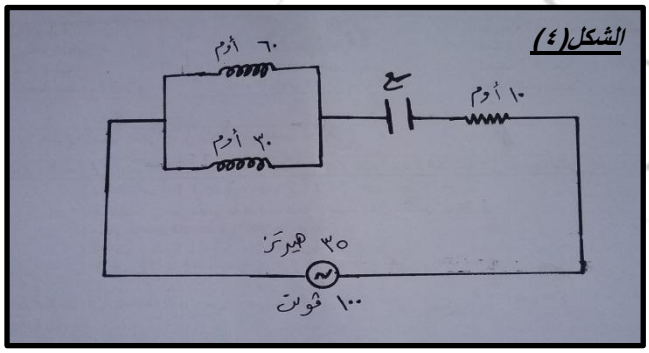
٩) اتصل ملف حثي مهمل المقاومة مع مصدر تيار متردد تردده (٣٥ هيرتز) فتولدت قوة دافعة عكسية في الملف قدرها (٢٠ فولت) عندما يتغير التيار بمعدل (٠,٨ أمبير) في ثانيتين ، أوجد المفاعلة الحثية للملف ؟

١٠) في الدائرة المقابلة شكل (٤) كانت زاوية الطور (هـ = صفر) وحسب المعطيات التي في الشكل أوجد :

أ) سعة المكثف ؟

ب) شدة التيار ؟

ج) فرق الجهد بين طرفي المكثف ؟

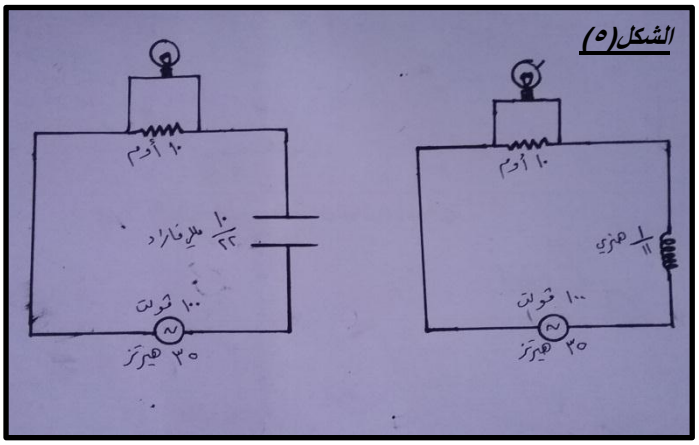


الشكل(٤)

١١) ثلاثة مكثفات سعتها على الترتيب (٨٠ ، ٤٠ ، ٢٠ ميكروفاراد) اتصلت مع مصدر متردد قوته الدافعة العظمى (٢١٠ فولت) أحسب مقدار الشحنة المختزنة في كل مكثف عند توصيل المكثفات على :

أ) التوالي ؟ ب) التوازي ؟

١٢) في الدائرتين الموضحتين في الشكل (٥) أدناه ، وضح رياضياً في أيهما تكون شدة اضاءة المصباح أكبر ؟



الشكل(٥)

امتحان تجريبى فى الوحدة الأولى + الوحدة الثانية

س	♣ مستعيناً بالله أجب عن جميع الأسئلة التالية..... ✍	الدرجة
☜	**أ) ضع علامة (/) أو علامة (×) أمام العبارات التالية :-** 👁 ١ـ ( ) في جميع أنواع التصادمات تظل طاقة الحركة ثابتة . ٢ـ ( ) لتلافي تأثير التيارات الدوامية في الدينامو فإن ملفه يلف على قلب من شرائح الحديد المطاوع . ٣ـ ( ) ترتبط السرعة المدارية للأرض حول محورها بسرعة الإفلات من سطحها بالعلاقة (ع إفلات)^{٢} = ٢ (ع م)^{٢} . ٤ـ ( ) تكون شدة التيار المار في دائرة المعاوقة أكبر مايمكن عند وصول الدائرة إلى حالة الرنين . **ب) ماهو الجهاز الذي يستخدم لتوليد التيار المتردد ؟ إرسم شكلاً تخطيطياً يبين أجزاءه الأساسية ؟ وأذكر الظاهرة الفيزيائية التي بني عمله على أساسها ؟** **ج) إستقرت رصاصة كتلتها ٨جم تتحرك أفقياً في قطعة خشبية ساكنة كتلتها ٩جم فتحركتا معاً بنفس الأتجاه بسرعة ٤٠ سم / ث أوجد سرعة الرصاصة قبل إصطدامها بالقطعة الخشبية ؟**	٣٠ درجة
✌	**أ) إكمل الفراغات التالية بما يناسبها في كلا مما يأتي :-** 🚹 ١ـ كمية التحرك الخطي هي عبارة عن حاصل ضرب ..... في ..... ووحدة قياسها هي ..... بينما كمية التحرك الزاوي هي عبارة عن حاصل ضرب .....في..... ووحدة قياسها هي .....،وسرعة الإفلات هي ..... بينما السرعة المدارية هي ..... والسرعة المحصلة هي .....، ولكي تزداد قوة الدفع للصاروخ نحو الأعلى فإنه ..... ، ولكي لايهتز في مساره فإنه ..... ، ولكي نتجنب إحتراق الأقمار الصناعية فإنها ..... ولكي تكتسب مدارها حول الأرض فلابد أن ..... ٢ـ يختلف التيار المتردد عن التيار المستمر في .....وفي ..... ويتفقان في ..... ، ويصنع ملف الدينامو من ..... لكي ..... ، بينما يصنع مؤشر ولوح تدريج الأميتر الحراري من ..... لكي ..... ، وتتميز الدائرة السعوية عن الدائرة الحثية في أنها .....، وتستخدم دائرة الرنين في ..... بينما الدائرة المهتزة تستخدم في ..... **ب) ماذا يقصد بكلا من :-** 👂 **(ذروة القذف ـ القيمة الفعالة ـ المعاوقة ـ المدى الأفقي) ؟** **ج) ملف عدد لفاته (١٠٠ لفه) ومساحة مقطع كلاً منها (٢٠ سم^{٢}) موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه (٠,٢ تسلا) فإذا دار الملف خلال زمن قدره (٠,٢ ثانية) فأوجد القوة الدافعة العظمى المتولدة فيه ؟**	٣٠ درجة
✌	**أ) إختر الأجابة الصحيحة من بين الأقواس في كلا مما يأتي :-** 👁 ١ـ كلما إقترب القمر الصناعي من الأرض فإن سرعته الزاوية سوف : (تقل ـ تزداد ـ تظل ثابته) ٢ـ يصل المقذوف إلى أقصى مدى أفقي له عند إطلاقة بزاوية : (٣٠ ° ـ ٤٥ ° ـ ٦٠ °) ٣ـ تيار متردد عدد مرات وصوله لقيم صغرى يساوي ١٨٣ مرة هذا يعني أن تردده : (٩١ ـ ٨٨ ـ ٥٠) هيرتز ٤ـ عندما يتحقق أن م حث = م سع فإن زاوية الطور تكون : (موجبة ـ صفر ـ سالبة) **ب) إذكر في نقطتين فقط كلا من :-** 🗣 ١ـ تطبيقات مبدأ حفظ كمية التحرك الزاوي ؟ ٢ـ مميزات التيار المتردد ؟ **ج) إذا قذف حجر بسرعة إبتدائية قدرها (٥٠ م / ث) وبزاوية (٣٧ °) فوق الأفق ، وكانت د = ١٠ م / ث^{٢} فأحسب :** **١/ أقصى إرتفاع يصل إليه الحجر ؟ ٢/ سرعة الحجر عند وصوله الأرض ؟**	٣٠ درجة
	للأسئلة بقية ..... 🚗	

الورقة الثانية ..... فيزياء ٣ ثـ .....

٢٠ درجة

أ) علل لما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً لما يأتي :-

١ـ تزود الأقمار الصناعية بأجنحة خلايا شمسية ؟
٢ـ لايصلح التيار المتردد في عمليات الطلاء الكهربائي ؟
٣ـ سرعة المقذوف الرأسية دوماً متغيرة ؟
٤ـ يصنع سلك الشد في الأميتر الحراري من البرونز الفوسفوري ؟

ت) (١) أن الكمية (حث x ت^{٢}) تقاس بوحدة قياس الطاقة ؟
(٢) إذكر مبدأ عمل كلاً من : (الأميتر الحراري ـ الأقمار الصناعية ـ الدائرة المهتزة) ؟

ج) ماذا تحدث في الحالات التالية :- .

١ـ زاد تردد التيار في الدائرة الحثية ؟ ٢ـ أطلق قمر صناعي بسرعة أفقية مقدارها ٧ كم / ث ؟

د) إذا علمت أن قمراً صناعياً يدور حول الأرض بسرعة ٧,٧كم/ث . وبمعلومية الثوابت . أحسب مقدار بعده عن سطحها ؟

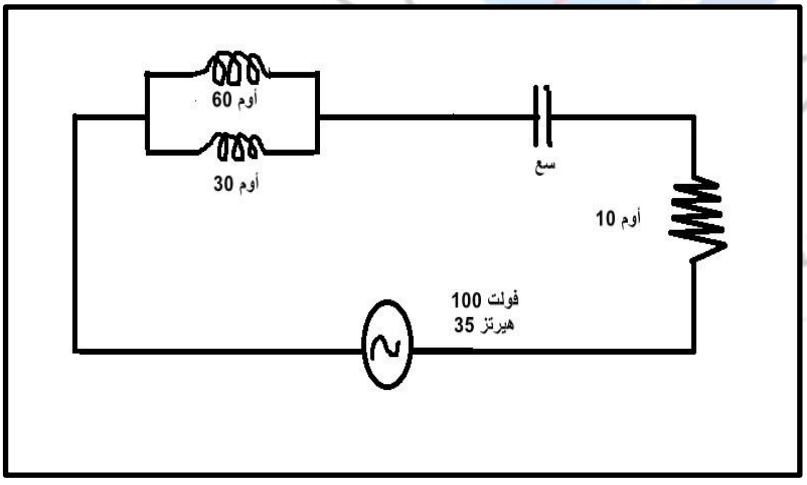
٢٠ درجة

أ) أي العبارات التالية صحيحة وأيها خطأ مع تصحيح الخطأ إن وجد :-

١ـ تعتبر التصادمات إحدى وسائل إنتقال الطاقة بين الأجسام ؟
٢ـ تستمر الأقمار الصناعية في مداراتها حول الأرض نتيجة لإحتوائها على خزانات وقود ومحركات دفع ؟
٣ـ زاوية الطور السالبة في الدائرة العامة على التوالي تعني أن التأثير العام تأثير حثي ؟
٤ـ تضمحل الموجات الكهرومغناطيسية المتولدة في الدائرة المهتزة مع مرور الزمن نتيجة لتحول الطاقة فيها إلى طاقة كهربائية تختزن فيها ؟

ب) ماذا تجب مراعاته لكي :-

١ـ يظل القمر الصناعي ملازماً للدولة التي أطلقته ؟ ٢ـ منع تأثر الأميتر الحراري بدرجة حرارة الجو المحيط ؟
٣ـ الأستماع إلى موجة إذاعية مخصصة من الراديو ؟ ٤ـ منع إهتزاز الصاروخ عند صعوده نحو الأعلى ؟



ث) / في الدائرة المرسومة جانباً .
كانت زاوية الطور هـ = صفر
وحسب المعطيات فيها .
أحسب :
١) سعة المكثف ؟
٢) شدة التيار المار في الدائرة ؟
٣) فرق الجهد بين طرفي المكثف ؟

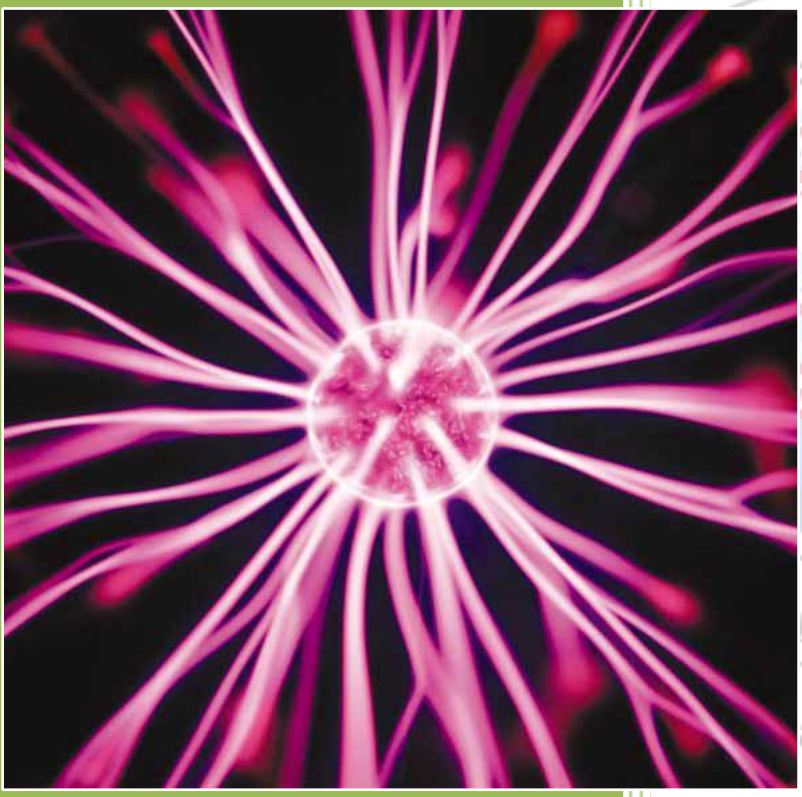
ملاحظة : إستفد من الثوابت التالية (ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م^{٢} / كجم^{٢} ـ ك ر = ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم ـ نق ر = ٦٤٠٠ كم ـ ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م/ث ـ π = ٣,١٤)

. . . . . إنتهت الأسئلة مع أطيب الأمنيات بالتوفيق والنجاح . . . . . .

أ/ أنور المحبشي

النور في الفيزياء

للصف الثالث الثانوي ـ الوحدة الثالثة



أنور المحبشي

أ / أنور المحبشي

النـــور

فـــي

الـــفـــيـزيـــاء

للصف الثالث الثانوي ـ القسم العلمي

إعداد وجمع الأستاذ /

أنـــــور المحـــبشـــي

مدرس مادة الفيزياء بثانوية الفقيد الحزمى مديرية حزم العدين

فى محافظة إب

ـ شرح وافي وكامل لدروس الكتاب المدرسي .

ـ حل جميع أسئلة الكتاب المدرسي .

ـ حل أسئلة إمتحانات وزارية سابقة .

ـ مجموعة متنوعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

ـ أسئلة وإمتحانات تجريبية متنوعة وبنفس صيغة الإمتحانات الوزارية وفقاً لمبدأ التسلسل .

الإهـــــداء

ـ إلى من كان لهما الفضل بعد الله عزوجل في ما قد وصلت إليه وفي ماأنا عليه .

والدايَ الحبيبين .

ـ إلى من ترسمان البسمة على شفتاي وتحثاني للعمل الدائم من أجل سعادتهما .

صفاءي الحبيبتان نور ونضي .

ـ إلى كل من جعلني أُقدم على هذا العمل بعزيمة وإصرار .

كل أصدقائي الأعزاء .

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر ، وعظيم الأمتنان ، لكل من ساندني على تنفيذ هذا العمل المتواضع ،

وعلى رأسهم أخي وصديقي ورفيق دربي ، الأستاذ / مصطفى السباعي ..... مدير مدارس المعرفة النموذجية ـ فرع السبل ، بمحافظة إب .

والذي كان له الدور الأمثل والبارز في خروج هذا الكتاب إلى النور ، من خلال مقترحاته وآراءه القيمة ، ومن خلال وقوفه الجاد والفعلي معي .

فلك مني جزيل الشكر أيها الأخ الغالي والإداري الناجح .

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

جـــــداول أســـاســـيـــة

(١) جدول ببعض الوحدات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الزمن	الثانية (ث)	ز أو T
الكتلة	كيلوجرام (كجم)	ك
الطول	متر (م)	ل
المسافة	متر (م)	ف
الأزاحة	متر (م)	ف
السرعة	متر / ثانية (م / ث)	ع
العجلة	متر / ثانية^{٢} (م / ث^{٢})	جـ أو د
كمية التحرك (الزخم)	كجم . م / ث	كت
طاقة الحركة	الجول	طح
طاقة الوضع	الجول	طو
الدفع	نيوتن . ث = كجم . م / ث	دفع
القوة	نيوتن	ق
كمية التحرك الزاوي	كجم .م^{٢} / ث	كتر
السرعة الزاوية	راديان / ث	W
عزم القصور الذاتي الدوراني	كجم . م^{٢}	I
شدة التيار الكهربائي	أمبير	ت
فرق الجهد الكهربائي	فولت	جـ
المقاومة الكهربائية	أوم	م
التردد	هيرتز	F
الطاقة الكهربائية	الجول	طك
القدرة الكهربائية أو الميكانيكية	الوات	قد
القوة الدافعة الكهربائية	الفولت	ق . د . ك
الشحنة الكهربائية	الكولوم	ش
الطول الموجي	متر	ʎ
الشغل الميكانيكي	جول	شغ
السعة الكهربائية	فاراد	سع
كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	B
التدفق المغناطيسي	ويبر	ϕ
الحث الذاتي	هنري	حث
الطاقة الإشعاعية	إلكترون فولت e.v	hf
العدد الموجي	م$^{-١}$	K

(٢) جدول ببعض الثوابت الفيزيائية

إسم الثابت	رمزه	قيمته	وحدة قياسة
عجلة الجاذبية الأرضية	د	٩,٨ ≈ ١٠	م / ث^{٢}
كتلة الأرض	ك$_{ر}$	٦×١٠^{٢٤}	كجم
نصف قطر الأرض	نق$_{ر}$	٦,٤×١٠^{٦}	متر
ثابت الجذب العام	ج	٦,٦٧×١٠$^{-١١}$	نيوتن .م^{٢} / كجم^{٢}
سرعة الأفلات من الجاذبية الأرضية	ع$_{إفلات}$	١١,٢	كم / ث
سرعة الضوء	ع$_{ض}$	٣×١٠^{٨}	م / ث
ثابت إنفاذية الفراغ للمجال المغناطيسي	μ	٤π×١٠$^{-٧}$	ويبر / أمبير . م
شحنة الألكترون	ش$_{e}$	١,٦×١٠$^{-١٩}$	كولوم
كتلة الألكترون	ك$_{e}$	٩,١×١٠$^{-٣١}$	كجم
ثابت بلانك	h	٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$	جول . ث
ثابت ريدبيرج	R_H	١٠٩٧٣٧,٨٥	سم$^{-١}$
ثابت كولوم	K أو ي	٩×١٠^{٩}	نيوتن .م^{٢} / كولوم^{٢}

(٣) جدول مضاعفات وأجزاء الوحدات

أولاً / المضاعفات:-

المضاعف	يوتا	زيتا	إكسا	بيتا	تيرا	جيجا	ميجا	كيلو	هكتو	ديكا
القوى	١٠^{٢٤}	١٠^{٢١}	١٠^{١٨}	١٠^{١٥}	١٠^{١٢}	١٠^{٩}	١٠^{٦}	١٠^{٣}	١٠^{٢}	١٠

ثانياً/ الأجزاء:-

الجزء	يوكتو	زيبتو	آتو	فيمتو (فيرمي)	بيكو	نانو	مايكرو	مللي	سنتي	ديسي
القوى	١٠$^{-٢٤}$	١٠$^{-٢١}$	١٠$^{-١٨}$	١٠$^{-١٥}$	١٠$^{-١٢}$	١٠$^{-٩}$	١٠$^{-٦}$	١٠$^{-٣}$	١٠$^{-٢}$	١٠$^{-١}$

(٤) جدول بأهم التحويلات بين وحدات القياس المختلفة

الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)	الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)
الطول الأزاحة المسافة	سم	متر	نضرب × ١٠ $^{-٢}$	القوة	داين	نيوتن	نضرب × ١٠ $^{-٥}$
	ملي متر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٣}$		ثقل.كيلوجرام	نيوتن	نضرب × ٩,٨ أو ١٠
	ميكرومتر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	الطاقة	إرج	جول	نضرب × ١٠ $^{-٧}$
	أنجستروم	متر	نضرب × ١٠ $^{-١٠}$		إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ ×
	كيلومتر	متر	نضرب × ١٠ ^{٣}		م . إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٣}$ ×
المساحة	سم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٤}$		و . ك . ذ	م . إ .ف	نضرب ٩٣١,٥ ×
	كم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ ^{٦}		كيلووات.ساعة	جول	نضرب ٣,٦ × ١٠ × ١٠ ^{٦}
	مللم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	شدة المجال المغناطيسي	جاوس	تسلا	نضرب × ١٠ $^{-٤}$
الحجم	سم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	السعة	ميكروفاراد	فاراد	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	مللم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٩}$	الشحنة	ميكروكولوم	كولوم	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
الكتلة	جرام	كيلوجرام	نضرب × ١٠ $^{-٣}$	القدرة	حصان	وات	نضرب × ٧٤٦
	الطن	كيلوجرام	نضرب × ١٠ ^{٣}		كيلووات	وات	نضرب × ١٠ ^{٣}
	و . ك . ذ (وحدة كتل ذرية)	كيلوجرام	نضرب ١,٦٧ × ١٠ × ١٠ $^{-٢٧}$	تحويلات عامة	مللي من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٣}$
الزمن	دقيقة	ثانية	نضرب × ٦٠		كيلو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ ^{٣}
	ساعة	ثانية	نضرب ٣٦٠٠ ×		ميكرو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	يوم	ثانية	نضرب ٨٦٤٠٠ ×				

ملاحظات عامة حول الجدول السابق:-

١/ عند التحويل من كبير إلى صغير نضرب في عامل التحويل (العملية).

٢/ عند التحويل من صغير إلى كبير نقسم على عامل التحويل (العملية).

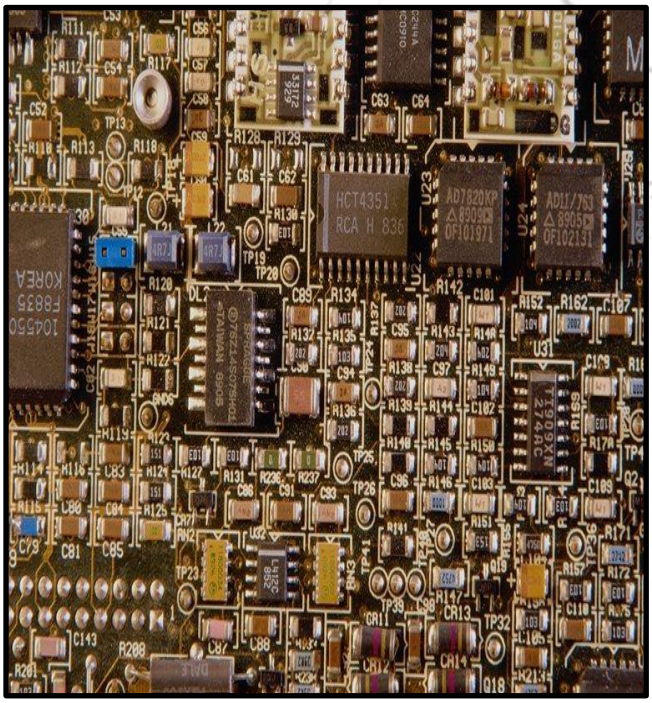
الوحدة الثالثة Unite(3)

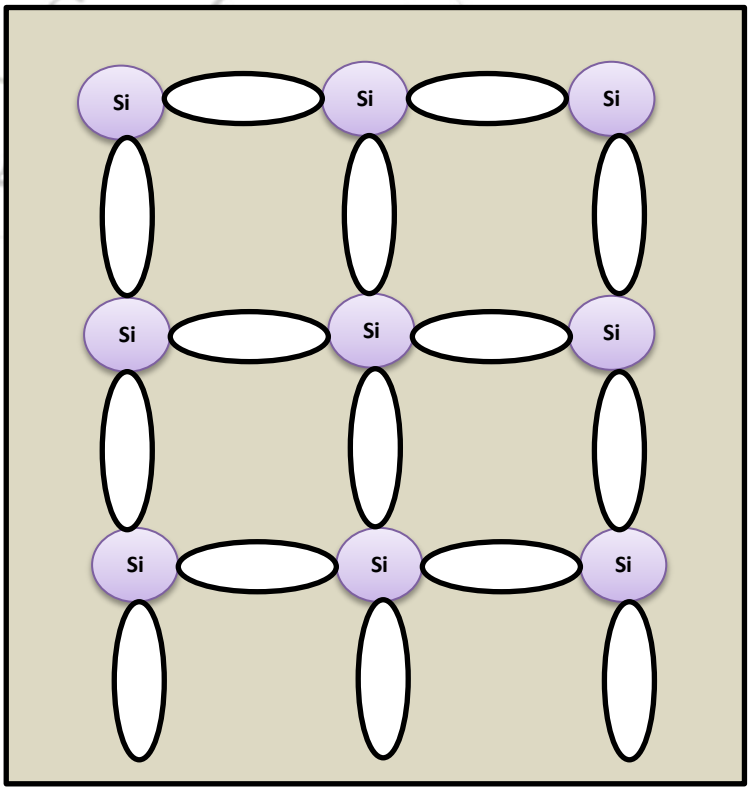
الإلكترونيات

Electronics

- **تتوقع منك ـ عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة ـ في نهاية دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

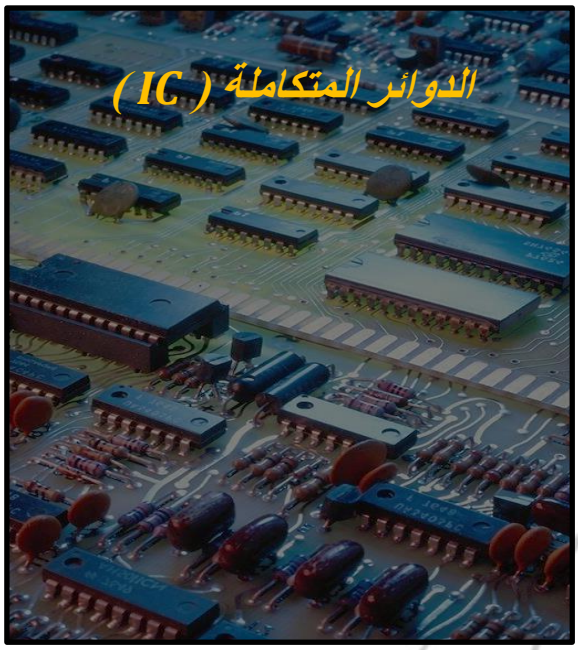
١) تعرف المفاهيم الفيزيائية التالية (أشباه الموصلات ـ الوصلة الثنائية ـ الترانزستور ـ التقويم ـ التكبير) .
٢) تذكر أهم خاصية من خصائص أشباه الموصلات .
٣) تصف تركيب كلاً من شبه الموصل الغير نقي بنوعيه (الموجب والسالب) والوصلة الثنائية والترانزستور ، مستعيناً بالرسومات التوضيحية اللازمة .
٤) تقارن بين كلاً من : البلورة N والبلورة P ـ الوصلة الثنائية والترانزستور ـ طريقة القاعدة المشتركة وطريقة الباعث المشترك.
٥) توضح مستعيناً بالرسم التخطيطي المبسط وبالبيانات كلاً مما يأتي :
ـ إستخدام الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد .
ـ طريقة الحصول على دايود الأنديوم ـ جرمانيوم .
ـ استخدام الترانزستور في عمليات التكبير بطريقتي القاعدة المشتركة والباعث المشترك .
٦) تفسر قدرة أشباه الموصلات المطعمة على توصيل التيار الكهربائي .
٧) تبين أثر أشباه الموصلات في تطوير الصناعات الإلكترونية والتطور التكنولوجي .
٨) تقدر جهود العلماء في الإبتكارات والإختراعات والإكتشافات العلمية المتعلقة بمجال علم الإلكترونيات .





الإلكترونيات و أشباه الموصلات

❖ مقدمة عامة :



حدثت في العصر الحديث العديد من التطورات المختلفة والمتسارعة في شتى مجالات الحياة ، هذه التطورات صُوحبت بتقنية عالية الجودة في مجال الصناعات الإلكترونية ، فالمتتبع للصناعات الإلكترونية يلاحظ أن الأجهزة الإلكترونية الحديثة تتميز بصُغر حجمها ، حتى أنه أصبح من الممكن وضع بعضها في جسم الإنسان ، والسبب في ذلك يعود إلى زيادة الإعتماد على الدوائر الكهربائية المتكاملة (IC) أكثر من الإعتماد على الدوائر الكهربائية المنفصلة أو المطبوعة (PC) ، فقد أُبتكر اسلوب جديد في صناعة الدوائر الكهربائية وهو أسلوب تقارب الأجزاء الإلكترونية الحديثة ، مما أدى إلى ظهور أجهزة إلكترونية حديثة ذات أحجام صغيرة جداً ، ويعود الفضل في ذلك إلى إكتشاف المواد شبه الموصلة (أشباه الموصلات) وصناعة القطع الإلكترونية منها مثل الوصلات الثنائية والترانزستورات والدوائر المتكاملة ، وقبل الحديث عن أشباه الموصلات لابد أن نتعرف على تصنيف المواد من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربائي .

تصنيف المواد من حيث توصيلها للتيار الكهربائي

تصنف وتقسم المواد من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربائي ، والسماح له بالمرور من خلالها ، إلى ثلاثة أنواع وهي :

١) **المواد الموصلة (Conductors) :** وهي المواد التي لها مقاومة نوعية صغيرة جداً (عند درجة حرارة الغرفة) وتسمح بمرور التيار الكهربائي خلالها **(عـــلل)** نظراً لإحتوائها على وفرة إلكترونات حرة في مستويات الطاقة الخارجية لها ، وتزداد مقاومتها النوعية بإرتفاع درجة حرارتها ، ومن أمثلتها الألومنيوم والفضة والنحاس وغيرها من الفلزات .

٢) **المواد العازلة (Insulators) :** وهي المواد التي لها مقاومة نوعية كبيرة للتيار الكهربائي ، فلا تسمح له بالمرور من خلالها **(عـــلل)** وذلك لعدم توفر إلكترونات حرة في مستويات الطاقة الخارجية لها (مستويات التكافؤ) حيث تكون الإلكترونات شديدة الإرتباط بالذرات ، ومن أمثلتها الخشب والمطاط والجلد والزجاج والبورسلين (الخزف الصيني) والميكا والكوارتز .

٣) **المواد شبه الموصلة (Semi Conductors) :** وهي مواد حالة وسطية بين الموصلات والعوازل ، ومقاومتها النوعية وسط بين الموصلات والعوازل (أي أنها لا جيدة التوصيل و لا جيدة العزل) ، فهي لاتسمح للتيار الكهربائي بالمرور من خلالها في ظل ظروف معينة ، وتسمح له بالمرور في ظروف أخرى ، ولعل أهم العوامل التي تحول شبه الموصل من عازل إلى موصل العوامل التالية :

- إرتفاع درجة حرارتها ، فعند درجة الصفر المطلق (ـ ٢٧٣ م°) تكون عازلة تماماً .
- نسبة الشوائب الداخلة في تركيبها البلوري ، فشبه الموصل المشاب له قدرة على التوصيل أكبر من شبه الموصل النقي .
- التعرض للإشعاع ، فعند تعرض شبه الموصل للضوء أو الأشعة يتحول من عازل إلى موصل .

إن ما يميز أشباه الموصلات عن غيرها من المواد أن مقاومتها النوعية تقل بإرتفاع درجة حرارتها ، كما أن لها خواص غير عادية ، يُعزى سببها إلى وجود عيوب يسيرة في التركيب البلوري لأشباه الموصلات وإلى وجود أثار من شوائب في البلورة ، ومن أمثلة هذه المواد الكربون والجرمانيوم والسليكون والسيلينيوم .

إن ما يهمنا من كل ما سبق هو المواد شبه الموصلة ، والتي تسمى أحياناً بـــ (أنصاف الموصلات) ، حيث سنتناول في ما يلي هذه المواد بشكل موسع (أنواعها ـ تركيبها ـ تطبيقاتها ..... إلخ) .

سؤال : ما تأثير رفع درجة الحرارة على كلاً من المواد الموصلة والمواد العازلة ؟

أنواع أشباه الموصلات

يوجد نوعان أساسيان من المواد شبه الموصلة ، وهما ***أشباه الموصلات النقية*** و ***أشباه الموصلات الغير نقية (المطعمة)*** ، وسنتناول كلاً منهما بالتفصيل في ما يلي .

أولاً / أشباه الموصلات النقية (Pure Semi _)

❖ ***تعريفها :***

هي عبارة عن عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري الحديث ، أي أنها العناصر رباعية التكافؤ والتي تحوي أربعة إلكترونات حرة في مستويات الطاقة الخارجية لها ، هذه العناصر تكون خالية تماماً من الشوائب ، وتكون عازلة تماماً في درجة حرارة الصفر المطلق ، ومن أمثلتها الكربون (C) والسليكون (Si) والجرمانيوم (Ge) والقصدير (Sn) ، وأشهرها السليكون ***(عـــلل)*** نظراً لوفرته في الطبيعة ورخص ثمنه .

❖ ***التركيب البلوري لأشباه الموصلات النقية :***

عرفنا مسبقاً أن أشباه الموصلات هي عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري الحديث فكل ذرة من ذراتها تحتوي على أربع إلكترونات حرة في مستويات الطاقة الخارجية لها ، وعندما تنتظم ذرات شبه الموصل مع بعضها البعض وترتبط ببعضها البعض لإعطاء الشكل العام للمادة ، من خلال ما يسمى بالتركيب البلوري ، وحيث أن كل ذرة تميل إلى حالة الإستقرار ، فإنها تعمل على ملئ مستوى الطاقة الخارجي لها بثمانية إلكترونات بدلاً من أربعة ، ولذلك فإن كل ذرة من ذرات شبه الموصل تساهم بإلكتروناتها الخارجية الأربعة مع الذرات المجاورة لها ، لتكوين ما يسمى بـــ ***الروابط التساهمية*** ، بحيث تبدو كل ذرة مرتبطة بأربع ذرات مجاورة لها ، ومحاطة بثمانية إلكترونات (٨) وبأربع روابط تساهمية ثنائية .

هذه الروابط التساهمية تجعل الإلكترونات التي فيها شديدة الإرتباط بالذرات ، مما قد يصعب فك هذا الإرتباط في الظروف الإعتيادية ، وعندئذ يعتبر شبه الموصل عازل تماماً . والشكل (١ ـ أ) أدناه يوضح التركيب البلوري للسليكون عند درجة الصفر المطلق .

❖ ***أثر رفع درجة الحرارة على شبه الموصل النقي :***

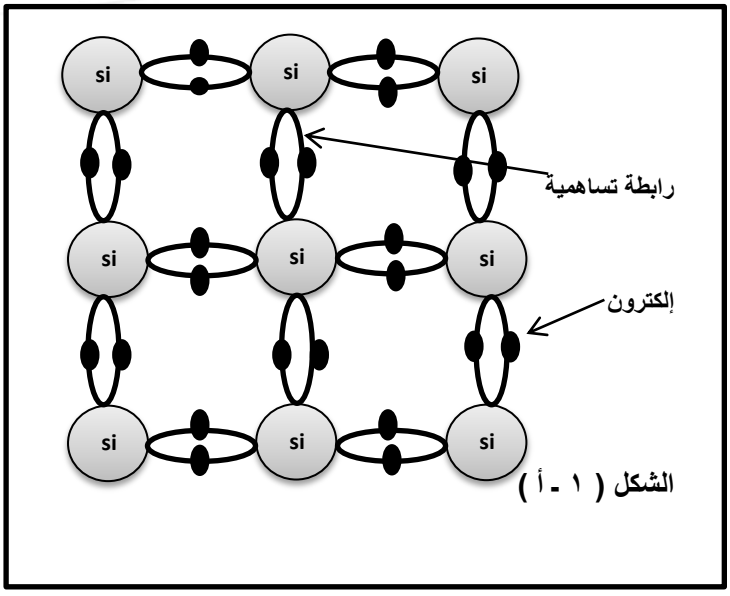
عند رفع درجة حرارة شبه الموصل النقي فإن ذلك يؤدي إلى كسر بعض الروابط التساهمية بين الذرات ، ويؤدي إلى تحرر بعض الإلكترونات من تلك الروابط ، ويصبح كل إلكترون خرج من الرابطة إلكتروناً حراً داخل التركيب البلوري ، هذا الإلكترون الحر يخلف وراءه داخل الرابطة التساهمية فراغاً موجب الشحنة يسمى بـــ ***الفجوة*** ، هذه الفجوة ما تلبث أن تسحب إليها أقرب إلكترون من أقرب رابطة تساهمية لها ، مما يعيد بناء الرابطة التي كُسرت بفعل الحرارة ، والإلكترون الذي تم سحبه من قبل الفجوة والذي يسمى بـــ ***الإلكترون شبه الحر*** ، يخلف وراءه فجوة في الرابطة التي خرج منها ، وهكذا تستمر قفزات الإلكترونات شبه الحرة من رابطة إلى أخرى ويستمر ظهور الفجوات من رابطة إلى أخرى ، وهذا ما يجعل شبه الموصل النقي يخرج من حالة العزل إلى حالة التوصيل . والشكل (١ ـ ب) أدناه يوضح أثر الطاقة الحرارية على موصلية السليكون .

هـــل تـعـلم أن :

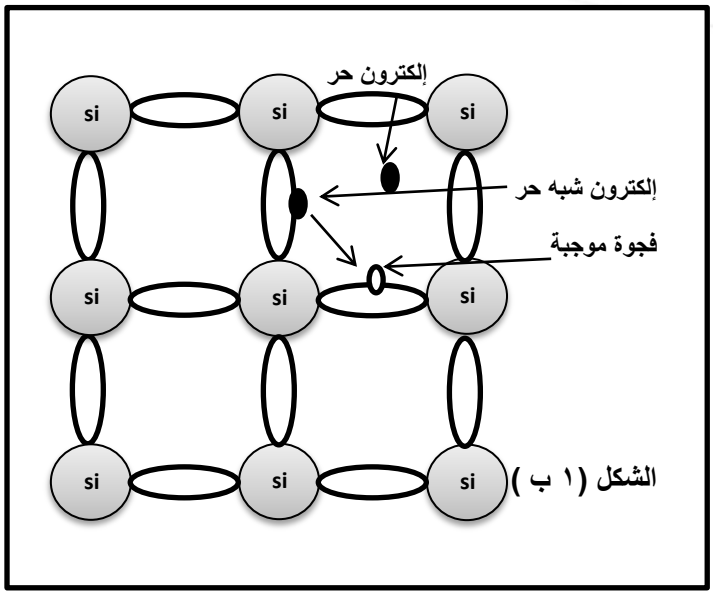
١ـ التركيب البلوري يقصد به طريقة إرتباط ذرات العنصر ببعضها البعض لتكوين هذا العنصر . وهذا الارتباط قد يكون تساهمي أو أيوني أو إلكتروني وغير ذلك .

٢ـ الرابطة التساهمية هي رابطة ثنائية تنشأ بين ذرات العناصر شبه الموصلة بسبب مساهمة كل ذرة بإلكتروناتها الأربعة الخارجية مع الذرات المجاورة لها .

٣ـ تتميز أشباه الموصلات عن غيرها من المواد في أنها تحوي نوعين من حاملات الشحنة وهي الإلكترونات السالبة (الحرة وشبه الحرة) والفجوات الموجبة وهذا ما



الشكل (١ ـ أ)



الشكل (١ ب)

ثانياً / أشباه الموصلات الغير نقية (المطعمة - المشابة) (Impure Semi _)

❖ ***تعريفها :***

هي عبارة عن أشباه موصلات نقية (عناصر المجموعة الرابعة) تم تطعيمها (تشويبها) بإضافة ذرات إليها من عناصر المجموعة الخامسة (ذرات خماسية التكافؤ) مثل الزرنيخ (As) و الفوسفور (P) ، أو ذرات من عناصر المجموعة الثالثة (ذرات ثلاثية التكافؤ) مثل البورون (B) و الجاليوم (Ga) ، وذلك بنسبة معينة ، وتسمى هذه الذرات المضافة من أي من المجموعتين (الخامسة أو الثالثة) بـــ الشوائب .

هـــل تـعـلم أن :

التطعيم أو الإشابه هي عملية إضافة ذرات من عنصر معين إلى عنصر أخر ، وبالنسبة للتطعيم في أشباه الموصلات فهو عملية إضافة ذرات من عناصر خماسية التكافؤ أو ثلاثية التكافؤ إلى ذرات شبه الموصل النقي رباعي التكافؤ وبنسبة معينة مما يزيد من قدرة شبه الموصل النقي على التوصيل . وفي ضوء ذلك فإن للتطعيم نوعين إما تطعيم خماسي أو تطعيم ثلاثي .

❖ ***أنواع أشباه الموصلات الغير نقية :***

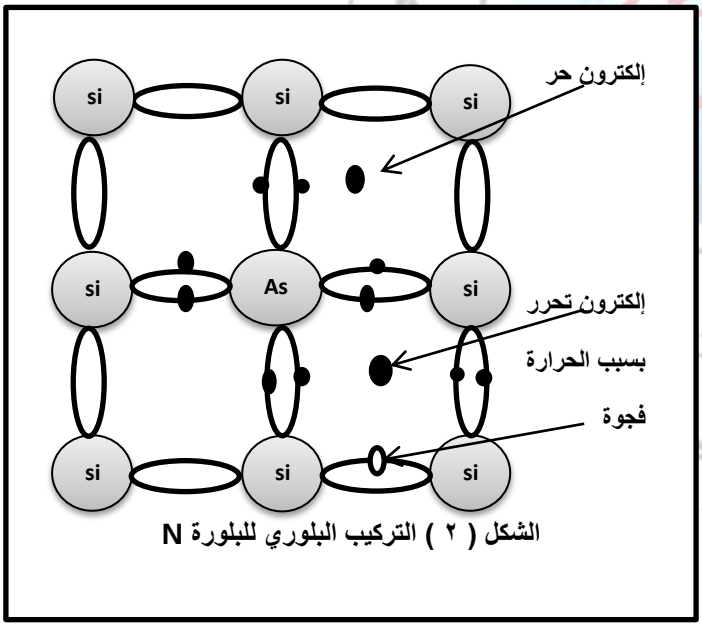
إنطلاقاً من تعريف أشباه الموصلات الغير نقية ، فإنه يوجد نوعين من أشباه الموصلات غير النقية ، وهاذين النوعين ينتجان من نوع التطعيم لشبه الموصل النقي (خماسي أو ثلاثي) وهاذين النوعين هما :

النوع الأول / شبه موصل سالب (البلورة N) (مانح للإلكترونات) (N_ Type) :

ينتج هذا النوع من تطعيم شبه الموصل النقي كالسليكون أو الجرمانيوم ، بذرات من عناصر لافلزية من المجموعة الخامسة (خماسية التكافؤ) مثل الزرنيخ (As) ، ويتميز هذا النوع في أن عدد الإلكترونات السالبة فيه أكبر من عدد الفجوات الموجبة ، كما أن التوصيل الإلكتروني فيه أكبر من التوصيل الفجوي ، لذلك يسمى بـــ البلورة السالبة المانحة للإلكترونات .

- ***التركيب البلوري لشبه الموصل السالب (البلورة N) :***

حيث أن ذرة الزرنيخ (As) خماسية التكافؤ (تحوي خمسة إلكترونات في المستويات الخارجية لذراتها) ، فإن كل ذرة من ذرات الزرنيخ تساهم بأربعة إلكترونات من إلكتروناتها الخارجية ، مع اربع ذرات سليكون (Si) مجاورة لها ، لتكوين روابط تساهمية ثنائية ، ويبقى الإلكترون الخامس حراً داخل التركيب البلوري ، وكلما زاد عدد ذرات شائبة الزرنيخ ، كلما زاد عدد الإلكترونات الحرة داخل التركيب البلوري للبلورة N ، وهذا يعني أن عدد حاملات الشحنة السالبة (الإلكترونات) في هذه البلورة أكبر ، لذلك فهذه البلورة تكون قادرة على توصيل التيار الكهربائي نظراً لوفرة الإلكترونات الحرة فيها . وتبدو كل ذرة شائبة الزرنيخ في هذا النوع محاطة بـــ ٤ روابط تساهمية كاملة ، وبـــ ٩ إلكترونات .



الشكل (٢) التركيب البلوري للبلورة N

ويوضح الشكل (٢) المقابل التركيب البلوري للبلورة N .

تأثير درجة الحرارة : بإرتفاع درجة حرارة البلورة N تُكسر الروابط التساهمية ، وتتحرر المزيد من الإلكترونات الحرة ، وتتكون الفجوات الموجبة ، ولكن يكون عدد الإلكترونات السالبة أكبر من عدد الفجوات الموجبة ، وذلك يؤدي إلى زيادة قدرة البلورة N على توصيل التيار الكهربائي .

إذا في ضوء ما سبق نستطيع القول بأن شبه الموصل السالب (البلورة N) (المانحة للإلكترونات) تتميز بالعديد من الخصائص أهمها :

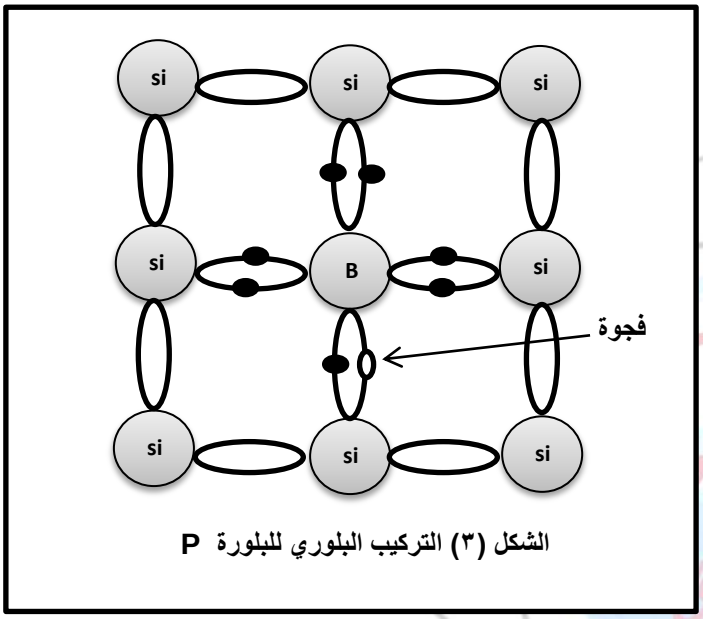
١) *حاملات الشحنة الأغلبية (السائدة) فيها هي الإلكترونات السالبة ، وحاملات الشحنة الأقلية(الغير سائدة) هي الفجوات الموجبة.*
٢) *عدد الإلكترونات فيها أكبر من عدد الفجوات .*
٣) *التيار الإلكتروني فيها أكبر من التيار الفجوي .*
٤) *يزداد عدد الإلكترونات السالبة بزيادة إرتفاع درجة الحرارة .*

النوع الثاني / شبه موصل موجب (البلورة P) (مستقبل للإلكترونات) (P Type)

ينتج هذا النوع من تطعيم شبه الموصل النقي كالسليكون أو الجرمانيوم ، بذرات من عناصر المجموعة الثالثة (ثلاثية التكافؤ) مثل البورون (B) ، ويتميز هذا النوع في أن عدد الفجوات الموجبة فيه أكبر من عدد الإلكترونات السالبة ، كما أن التوصيل الفجوي فيه أكبر من التوصيل الإلكتروني ، أي أن حاملات الشحنة الأغلبية فيه هي الفجوات بينما حاملات الشحنة الأقلية هي الإلكترونات ، لذلك يسمى بـــ البلورة الموجبة المستقبلة للإلكترونات .

- **التركيب البلوري لشبه الموصل الموجب (البلورة P) :**

حيث أن ذرة البورون (B) ثلاثية التكافؤ (تحوي ثلاثة إلكترونات في المستويات الخارجية لذراتها) ، فإن كل ذرة من ذرات البورون تساهم بإلكتروناتها الثلاثة الخارجية ، مع ثلاث ذرات سليكون (Si) مجاورة لها ، لتكوين روابط تساهمية ثنائية ، و تبقى الذرة الرابعة من ذرات السليكون المجاورة لذرة البورون مرتبطة بها برابطة ثنائية منقوصة (ينقصها إلكترون) ، حيث تظهر مكان هذا الإلكترون في الرابطة فجوة موجبة ، وكلما زاد عدد ذرات شائبة البورون ، كلما زاد عدد الفجوات الموجبة المتكونة داخل الروابط التساهمية ، وهذا يعني أن عدد حاملات الشحنة الموجبة (الفجوات) في هذه البلورة أكبر ، لذلك فهذه البلورة تكون قادرة على توصيل التيار الكهربائي نظراً لوفرة الفجوات الموجبة فيها ، وتبدو كل ذرة شائبة من البورون في هذا النوع محاطة بـــ ٣ روابط تساهمية ثنائية كاملة ، و بـــ ٧ إلكترونات .



الشكل (٣) التركيب البلوري للبلورة P

ويوضح الشكل (٣) المقابل التركيب البلوري للبلورة P .

تأثير درجة الحرارة : بإرتفاع درجة حرارة البلورة P تُكسر الروابط التساهمية ، وتتحرر الإلكترونات من الروابط التساهمية إلى داخل التركيب البلوري ، ويتكون المزيد من الفجوات الموجبة ، ولكن يكون عدد الفجوات الموجبة أكبر من عدد الإلكترونات السالبة ، وذلك يؤدي إلى زيادة قدرة البلورة P على توصيل التيار الكهربائي .

إذا في ضوء ما سبق نستطيع القول بأن شبه الموصل الموجب (البلورة P) (المستقبلة للإلكترونات) تتميز بالعديد من الخصائص أهمها :

١) *حاملات الشحنة الأغلبية (السائدة) فيها هي الفجوات الموجبة ، وحاملات الشحنة الأقلية (الغير سائدة) هي الإلكترونات السالبة .*
٢) *عدد الفجوات فيها أكبر من عدد الإلكترونات .*
٣) *التيار الفجوي فيها أكبر من التيار الإلكتروني .*
٤) *يزداد عدد الفجوات الموجبة بزيادة إرتفاع درجة الحرارة .*

أســـئـلـــة عـــــامـــــة

س ١ / قارن بين البلورة N والبلورة P ، من حيث التركيب البلوري والميزات ؟

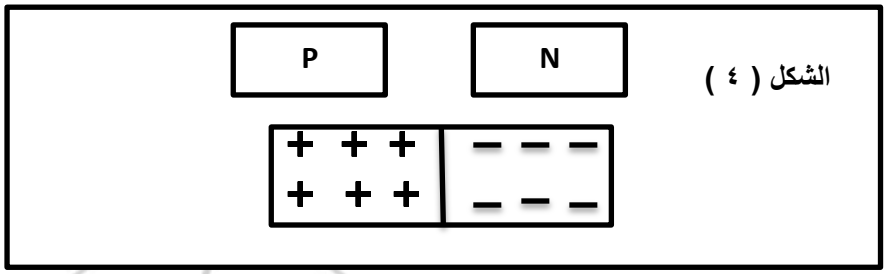
س ٢ / علل لكلاً مما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً :

١) *تسمى البلورة N بالمانحة للإلكترونات بينما تسمى البلورة P بالمستقبلة للإلكترونات ؟*
٢) *يزداد عدد الإلكترونات في البلورة N بإرتفاع درجة حرارتها ؟*

الوصلة الثنائية (P – N Junction)

❖ تعريفها :

هي عبارة عن قطعة إليكترونية تتكون من بلورتين من شبه موصل مطعم (شائب) ، إحداهما من النوع (N) والاخرى من النوع (P) ، تم إلصاقهما ببعضهما البعض ، ويرمز لها في الدوائر الكهربائية بالرمز ( ) . كما في الشكل (٤) أدناه .



الشكل (٤)

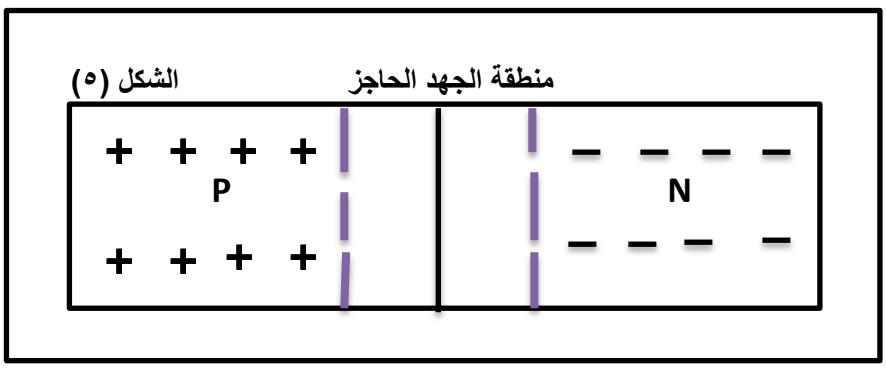
❖ وظيفتها (إستخدامها) :

تدخل في تركيب جميع الأجهزة الإلكترونية ، والتي تعمل بقوة دافعة كهربائية وتيار كهربائي متردد ، حيث تقوم بعملية تقويم التيار المتردد (تحويله إلى تيار مستمر) تقويم موجي كامل ، أو تقويم نصف موجي .

❖ منطقة الجهد الحاجز و فرق جهد الحاجز :

قبل إلتصاق البلورتين N و P لتكوين الوصلة الثنائية (P – N) ، تكون كل بلورة متعادلة كهربائياً ، رغم إحتواء كل بلورة على وفرة حاملات شحنة أغلبية (إلكترونات في N و فجوات في P) (عـــلل) وذلك لأن كل بلورة تحوي ذرات متعادلة كهربائياً .

وعند إلتصاق البلورتين ببعضهما البعض ، تبدأ الإلكترونات الحرة في البلورة N بالتسرب من البلورة N إلى البلورة P عبر منطقة الالتصاق بين البلورتين لتعمل على ملئ فجوات البلورة P ، وهذا ما يجعل البلورة N تكتسب جهداً موجباً (لفقدها إلكترونات) بينما تكتسب البلورة P جهداً سالباً (لإكتسابها إلكترونات) ، ونتيجة لذلك ينشأ فرق في الجهد على جانبي الوصلة يزداد تدريجياً حتى يصبح كافياً لحجز ومنع تسرب المزيد من الإلكترونات من N إلى P خلال منطقة الاتصال ، ويسمى فرق الجهد هذا بـــ الجهد الحاجز أو المانع للإلكترونات ، وبسبب فرق الجهد هذا تنشأ على جانبي منطقة الإتصال منطقة خالية تماماً من حاملات الشحنة (إلكترونات و فجوات) ، تسمى بـــ منطقة الجهد الحاجز ، ويكون سمكها حوالي (٢ ميكرون) وهو سمك غير ثابت يتغير وفقاً لطريقة توصيل الوصلة الثنائية في الدوائر الكهربائية (ستتعرف على ذلك لاحقاً) و الشكل (٥) أدناه يوضح كل ما سبق .



معلومات هامة

١/ منطقة الجهد الحاجز هي منطقة تنشأ على جانبي نقطة الاتصال بين البلورتين N و P في الوصلة الثنائية ، تكون خالية تماماً من حاملات الشحنة ، ويصل سمكها إلى ٢ ميكرون عند عدم توصيلها في الدائرة الكهربائية ، ويختلف هذا السمك وفقاً لطريقة توصيل الوصلة في الدائرة الكهربائية ، وتعمل هذه المنطقة كبوابة لتبادل حاملات الشحنة بين البلورتين وسريان التيار الكهربائي من خلالها .

٢/ عند إلتصاق البلورتين ببعضهما لتكوين الوصلة الثنائية يسري في الوصلة تيار كهربائي صغير ثم يتوقف والسبب في ذلك يعود إلى تسرب الإلكترونات من N نحو P وذلك يسبب نشوء التيار وعندما يتوقف التسرب بسبب ظهور الجهد الحاجز يتوقف ذلك التيار .

٣/ تتراوح قيمة الجهد الحاجز بين (٠,١ – ١) فولت وقيمته عملياً للجرمانيوم (٠,٣ فولت) وللسليكون (٠,٧ فولت) في درجة حرارة الغرفة . وتعتمد قيمته على العوامل التالية :

- نوع مادة شبه الموصل المصنوعة منها كلا البلورتين .
- نسبة الشوائب في كلا البلورتين .
- درجة حرارة الوصلة الثنائية ، حيث يزداد مقدار الجهد الحاجز بإرتفاع درجة الحرارة .

٤/ تعتبر الوصلة الثنائية بمثابة مفتاح كهربائي وصل وفصل (On – Off).

٥/ تعمل أشباه الموصلات في درجة حرارة من (٧٠ م°) إلى (١٢٥ م°).

٦/ تسمى الوصلة الثنائية أحياناً بـــ الدايود الثنائي .

٧/ الوصلة الثنائية لا تسمح للتيار بالمرور من خلالها إلا إذا تم التغلب على جهدها الحاجز .

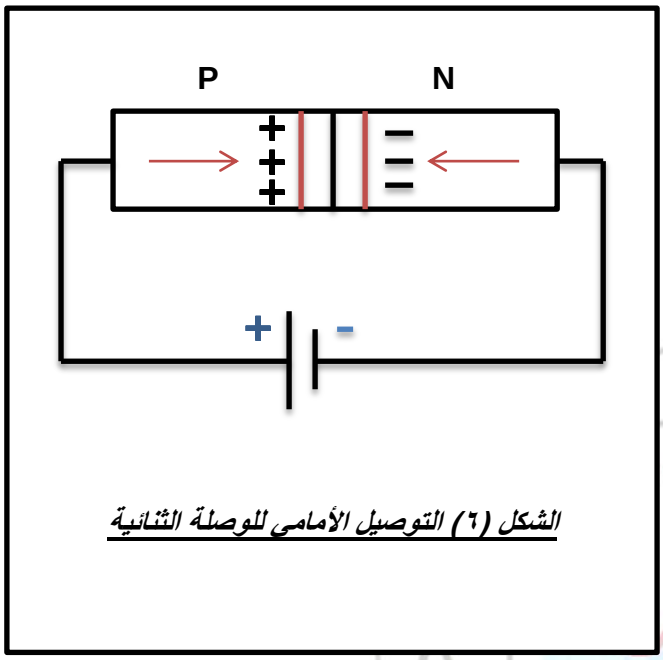
٨/ حلت الوصلة الثنائية محل الصمام الثنائي في الأجهزة الكهربائية للقيام بعمليات التقويم .

طرق توصيل الوصلة الثنائية في الدوائر الكهربائية ومرور التيار الكهربائي من خلالها

الوصلة الثنائية لا تسمح للتيار الكهربائي بالمرور من خلالها إلا إذا أمكن التغلب على قيمة جهدها الحاجز ، حيث تكون مقاومتها عالية ، ويتوقف مرور التيار الكهربائي من خلال الوصلة الثنائية على طريقة توصيلها و دمجها في الدوائر الكهربائية ، حيث يتم توصيلها في الدوائر الكهربائية بإحدى الطريقتين التاليتين :

١) التوصيل الأمامي :

كما في الشكل (٦) المقابل ، في هذه الطريقة يتم توصيل البلورة N بالقطب السالب لمصدر القوة الدافعة الكهربائية (البطارية) ، وتوصيل البلورة P بالقطب الموجب لمصدر القوة الدافعة الكهربائية .



الشكل (٦) التوصيل الأمامي للوصلة الثنائية

- **ماذا يحدث :** كما في الشكل المقابل ، فإنه نتيجة للتوصيل الأمامي للوصلة الثنائية ، فإن الإلكترونات في البلورة N (الحاملات الأغلبية) تتنافر مع القطب السالب للمصدر وتندفع بإتجاه منطقة الجهد الحاجز وينشأ ما يسمي بـ تيار الأغلبية الإلكتروني ، بينما الفجوات الموجبة في N (الحاملات الأقلية) تتجه نحو القطب السالب للمصدر بفعل التجاذب وينشأ ما يسمى بـ تيار الأقلية الفجوي ، وكذلك الفجوات في البلورة P (الحاملات الأغلبية) تتنافر مع القطب الموجب للمصدر وتندفع أيضاً بإتجاه منطقة الجهد الحاجز وينشأ ما يسمى بـ تيار الأغلبية الفجوي ، بينما تندفع الإلكترونات (الحاملات الأقلية) في نفس البلورة بإتجاه القطب الموجب للمصدر وينشأ ما يسمى بـ تيار الأقلية الإلكتروني ، وتقوم البطارية (المصدر) بإمداد البلورة N بالمزيد من الإلكترونات لتعويض النقص فيها ، وكلما زادت فولتية المصدر فإن ذلك يؤدي إلى حدوث ما يلي :

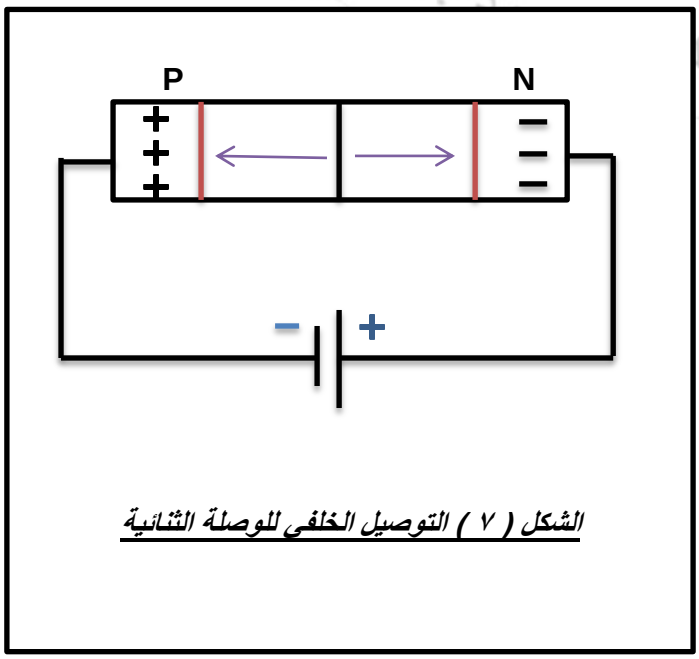
١ـ تبادل حاملات الشحنة في الوصلة الثنائية بين البلورتين .
٢ـ نقصان سمك منطقة الجهد الحاجز .
٣ـ تقل قيمة مقاومة الوصلة الثنائية للتيار الكهربائي .
٤ـ مرور تيار كهربائي في الوصلة الثنائية بشدة عالية ، ويسمى حينئذ بـ التيار الأمامي .

- **التيار الأمامي :** *هو التيار المحصل المار في الوصلة الثنائية عند توصيلها أمامياً ، والذي ينشأ عن الفرق بين التيار الناتج عن حاملات الشحنة الأغلبية في كلا البلورتين ، وبين التيار الناتج عن حاملات الشحنة الأقلية في كلا البلورتين أيضاً . أي أن :*

التيار الأمامي = تيار الأغلبية ـ تيار الأقلية

٢) التوصيل الخلفي (العكسي) :

كما في الشكل (٧) المقابل ، يتم في هذه الطريقة توصيل البلورة السالبة N بالقطب الموجب لمصدر القوة الدافعة الكهربائية (البطارية) ، بينما توصل البلورة الموجبة P بالقطب السالب للمصدر .



الشكل (٧) التوصيل الخلفي للوصلة الثنائية

- ماذا يحدث : تتجاذب الإلكترونات (الحاملات الأغلبية) في البلورة N مع القطب الموجب للمصدر ، وتتجاذب الفجوات (الحاملات الأغلبية) في البلورة P مع القطب السالب للمصدر ، وذلك يؤدي إلى حدوث ما يلي :
  ١) زيادة سمك منطقة الجهد الحاجز ، وزيادة قيمة جهد الحاجز حتى يتساوى مع جهد المصدر .
  ٢) تزداد مقاومة الوصلة الثنائية لمرور التيار من خلالها ، فلا يمر فيها تيار كهربائي (ينعدم) ، وقد يمر تيار ضعيف نسبياً ثم يتوقف (عـــلل)

السبب في ذلك يعود إلى تحرك حاملات الشحنة الأغلبية في كلا البلورتين ، من جميع أنحاء البلورتين بفعل قوى التجاذب الكهروستاتيكية بينها وبين أقطاب المصدر نحو تلك الأقطاب ، وعند وصولها إلى القطبين تتوقف وبالتالي يتوقف التيار .

إستخدام الوصلة الثنائية فى تقويم التيار المتردد

عرفنا سابقاً أن الوصلة الثنائية توصل في الدوائر الكهربائية إما أمامياً أو خلفياً ، وهذا ما يجعل مقاومتها للتيار الكهربائي في إتجاه معين تكون صغيرة نسبياً ، بينما تكون مقاومتها للتيار الكهربائي في الإتجاه المعاكس أكبر ما يمكن .

لذلك فإن الوصلة الثنائية تستخدم بشكل أساسي في عمليات تقويم التيار المتردد (تحويله إلى تيار مستمر) ، إما تقويم موجي كامل أو تقويم نصف موجي ، وما يعنينا دراسته في هذا الموضوع هو التقويم النصف موجي ، والذي سنتناوله في ما يلي .

معلومة هامة

التقويم هو عملية تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر (ثابت الشدة والإتجاه) ، بإستخدام الوصلة الثنائية وأنواع أخرى من الدايودات ، وللتقويم نوعين :

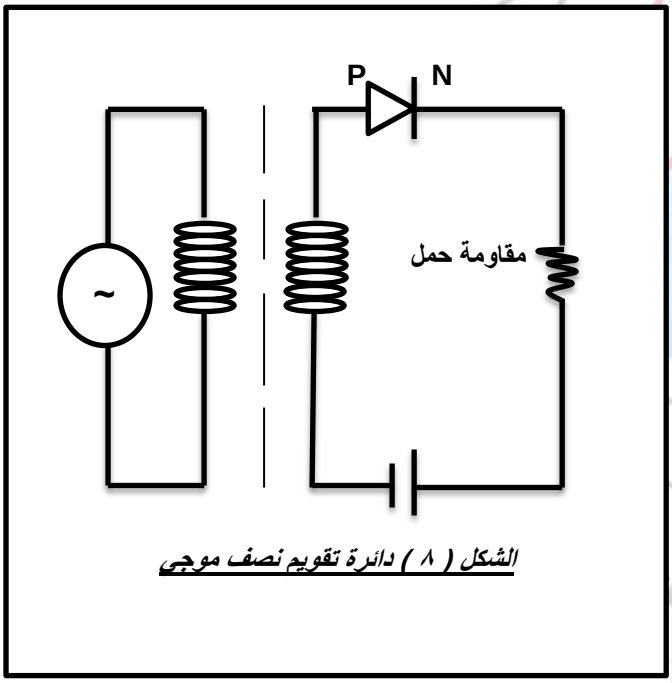
١) تقويم موجي كامل ويتم بإستخدام أربع وصلات ثنائية أو وصلتين ثنائيتين .
٢) تقويم نصف موجي ويتم بإستخدام وصلة ثنائية واحدة .

❖ التقويم النصف موجي للتيار المتردد باستخدام الوصلة الثنائية :

لتقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي باستخدام الوصلة الثنائية ، فإننا نستخدم الدائرة الموضحة في الشكل (٨) ، وفيها يحدث ما يلي :

١) في النصف الأول (الموجب) من دورة التيار المتردد (تيار الدخل) تكون الوصلة الثنائية في حالة إتصال أمامي مع المصدر ، لذلك يمر في الوصلة الثنائية تيار كهربائي يعبر عن النصف الموجب لدورة التيار المتردد .
٢) في النصف الثاني (السالب) من دورة التيار المتردد ، تصبح الوصلة الثنائية في حالة إتصال خلفي (عكسي) مع المصدر ، لذلك لا يمر في الوصلة الثنائية تيار كهربائي ، أي أن النصف السالب ينعدم ولا يمر من خلال الوصلة الثنائية .

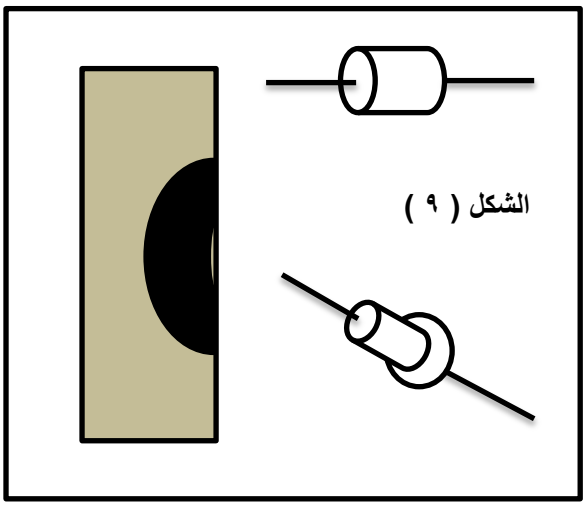
ويتضح من الشكل المقابل شكل موجة تيار الدخل ، وشكل موجة تيار الخرج بعد تقويمه .



الشكل (٨) دائرة تقويم نصف موجي

معلومة إضافية : دايود ثنائي القطبية (دايود الأنديوم)

هو عبارة عن قطعة إليكترونية تستخدم لتقويم التيارات المترددة ، وتتكون من كاثود وآنود ، ويتم الحصول عليها من خلال إلتحام عينة من عنصر الأنديوم على سطح بلورة جرمانيوم سالبة N ، فيتكون على سطح الجرمانيوم منطقة توصيلية من النوع الموجب P بسبب إنتشار ذرات الأنديوم بين ذرات الجرمانيوم ، والقسم المتبقي من الجرمانيوم والذي لا يحدث فيه إنتشار يبقى ممتلكاً التوصيل الكهربائي السالب N ، أما بين المنطقتين فتنشأ منطقة تسمى منطقة الإتصال (P ــ N) سمكها يساوي تقريباً المسافة الفاصلة بين الذرات ، وتوضع هذه البلورة في غلاف معدني لتجنيبها التأثير السلبي الضار للهواء والضوء . لاحظ الشكل (٩) المجاور .



الشكل (٩)

الترانزستور (Transistor)

❖ **معنى كلمة ترانزستور :**

كلمة ترانزستور تعني نقل المقاومة من دائرة إلى أخرى ، عن طريق التيار الكهربائي .

❖ **تعريف الترانزستور :**

هو عبارة عن أداة أو قطعة إليكترونية مصنوعة من أشباه الموصلات وذو ثلاثة أقطاب ، تستخدم للتحكم في التيارات الكهربائية الصغيرة أو لتكبيرها أو لكليهما ، ويحل في الأجهزة الإلكترونية محل الصمام الثلاثي .

❖ **إستخدامات (وظائف) الترانزستور :**

١) يستخدم في عمليات تكبير الإشارات الكهربائية (القدرة ـ التيار ـ الجهد) .
٢) بديلاً للصمام الثلاثي في الأجهزة الإلكترونية ويفوقه في عمليات التقويم والتكبير .
٣) تكبير وتوليد الموجات اللاسلكية ، كما يدخل في تركيب أجهزة الكشف عنها .
٤) يدخل في تركيب الألات الحاسبة الإلكترونية .

❖ **مميزات الترانزستور :**

١) صُغر حجمه وخفة وزنه وصلابته وقلة ثمنه مقارنة بالصمام الثلاثي .
٢) قدرته على التكبير عالية .
٣) لا يحتاج إلى تيار تسخين .
٤) يعمل تحت فرق جهد كهربائي صغير .
٥) يعمل لفترة زمنية طويلة قبل أن يتلف .

❖ **تركيب الترانزستور :**

يتركب الترانزستور ـ كما في الشكل (١٠) المجاور ـ من ثلاث بلورات من شبه موصل مطعم ، ملتصقة ببعضها البعض ، بحيث تكون البلورة الوسطى من نوع مخالف لنوع البلورتين الطرفيتين ، أي أنه عبارة عن بلورتين طرفيتين من نفس النوع (N أو P) يحصران بينهما بلورة وسطى من نوع مخالف لنوع البلورتين الطرفيتين ، فقد يكون الترانزستور موجب سالب موجب (P – N – P) ، أو سالب موجب سالب (N – P – N) .

- **إضافة :** يمكن أيضاً القول بأن الترانزستور يتركب من وصلتين ثنائيتين (P – N) ملتصقتين ببعضهما البعض ، بشرط أن تكون منطقة الإلتصاق بينهما لبلورتين من نفس النوع .

P N P

المجمع (C)	القاعدة (B)	الباعث (E)

الشكل (١٠)

❖ **أجزاء (مكونات) الترانزستور :**

لكل بلورة في الترانزستور مسمى خاص بها ، ووظيفة خاصة بها ، وهذا ما يجعل الترانزستور يتكون من ثلاثة أجزاء أساسية ، وهي كما يلي :

١) ***الباعث (Emitter) :*** وهو عبارة عن إحدى البلورتين الطرفيتين ، ***ويتميز*** بصغر مساحته وكثرة الشوائب فيه مقارنة بالبلورة الطرفية الأخرى ، و ***وظيفته*** بعث و إرسال حاملات الشحنة (إلكترونات أو فجوات) إلى بقية أجزاء الترانزستور ، ويرمز له بالرمز (E) .

٢) ***القاعدة (Base) :*** وهي عبارة عن البلورة الوسطى والمحصورة بين البلورتين الطرفيتين ، و ***تتميز*** بأنها الأصغر مساحة بين الثلاث البلورات وقلة الشوائب فيها ، و ***وظيفتها*** إستقبال حاملات الشحنة (إلكترونات أو فجوات) من الباعث و إرسالها نحو المجمع ، ويرمز لها بالرمز (B) .

٣) ***المجمع (Collector) :*** وهو عبارة عن البلورة الطرفية الأخرى ، و ***يتميز*** بكُبر مساحة سطحه (الأكبر مساحة) وقلة الشوائب فيه ، و ***وظيفته*** إستقبال وتجميع حاملات الشحنة (إلكترونات أو فجوات) من بقية أجزاء الترانزستور ، ويرمز له بالرمز (C) .

معلومات حرة :

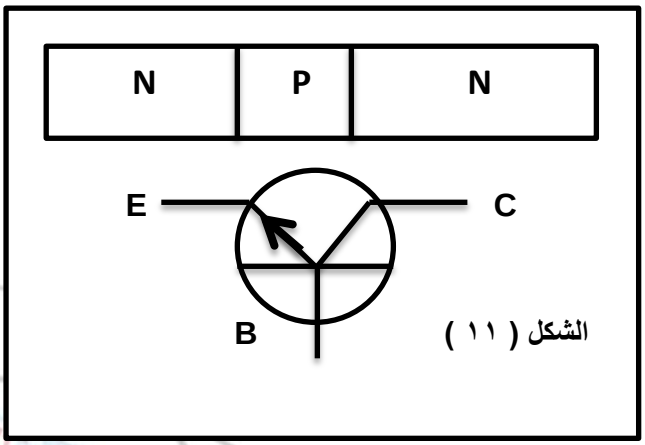
١) اخترع الترانزستور العالمان الأمريكيان براتينيان و باردين في العام ١٩٤٨ م .
٢) حل الترانزستور محل الصمام الثلاثي في الأجهزة الإلكترونية ، فهو يستهلك قدرة أقل ، ويولد حرارة أقل ، ويشغل حيزاً أصغر ، ويحدث تشويشاً أقل .
٣) معظم الترانزستورات مصنوعة من السليكون نظراً لتوفره ، وإمتلاكه فجوة طاقة تبلغ (١,١ إ . ف) وهذا مايجعله يتحمل درجة حرارة أعلى من الجرمانيوم .
٤) يسمى الترانزستور ثلاثي الأقطاب أحياناً بـــ وصلة الساندويش .

❖ أنواع الترانزستور ورموزها الإصطلاحية :

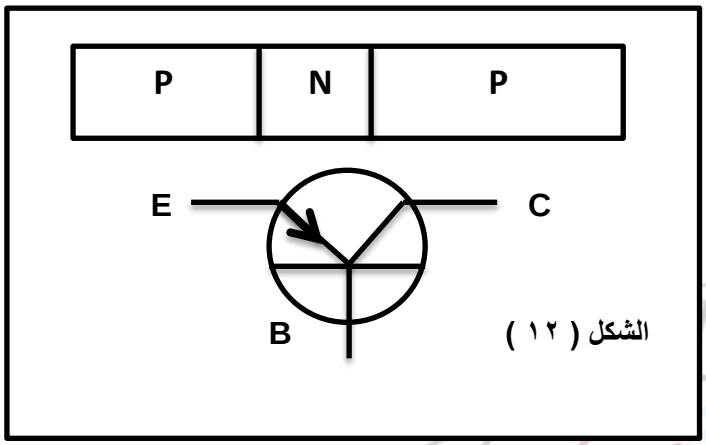
إنطلاقاً من تركيب الترانزستور والذي تحدثنا عنه سابقاً ، فإن للترانزستور ثلاثي الأقطاب نوعين أساسيين وهما :

١) ***N – P – N (سالب – موجب – سالب) :*** وفيه تكون البلورة الوسطى P ، والبلورتين الطرفيتين N . والرمز الإصطلاحي لهذا النوع في الدوائر الكهربائية هو الرمز الموضح في الشكل (١١) أدناه .

٢) ***P – N – P (موجب – سالب – موجب) :*** وفيه تكون البلورة الوسطى N ، والبلورتين الطرفيتين P . والرمز الإصطلاحي لهذا النوع في الدوائر الكهربائية هو الرمز الموضح في الشكل (١٢) أدناه .



الشكل (١١)



الشكل (١٢)

ملاحظات هـــامة :

١) للتمييز بين أقطاب الترانزستور بمجرد النظر ، تكون القاعدة أقرب إلى الباعث منها إلى المجمع ، أو توضع دائرة ملونة عند طرف المجمع .

٢) السهم في الشكلين أعلاه ، يبين إتجاه التيار الكهربائي الإصطلاحي وهو يمثل إتجاه الفجوات الموجبة ، كما يحدد نوع الترانزستور ، فإن كان إتجاه السهم للأعلى كان الترانزستور من النوع (N – P – N) ، وإن كان إتجاهه للأسفل كان الترانزستور كان الترانزستور من النوع (P – N – P) .

٣) يوضع السهم دوماً على الباعث ، ويشير دوماً نحو البلورة السالبة .

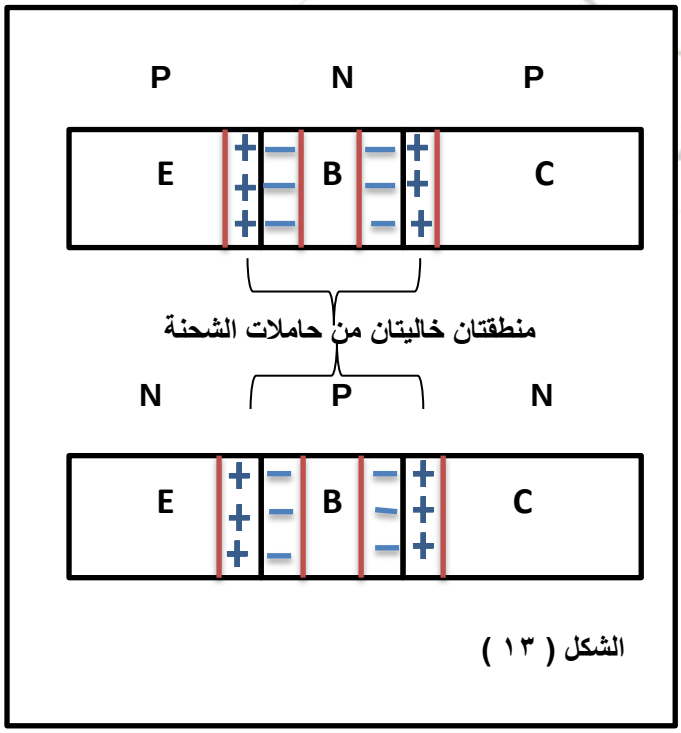
❖ كيفية عمل الترانزستور :

١) بمجرد إلتحام البلورات الثلاث ببعضها البعض ، تنتقل بعض الإلكترونات من كل بلورة سالبة ، لتملأ بعض الفجوات في البلورة الموجبة .

٢) بإنتقال الإلكترونات من البلورة السالبة نحو الفجوات ، تنشأ تيارات كهربائية ضعيفة داخل الترانزستور ثم تتوقف ، هذه التيارات نشأت بسبب إنتقال الإلكترونات من أو إلى الباعث ، ومن أو إلى المجمع ، وبمجرد ملئ الفجوات بالإلكترونات تتوقف هذه التيارات .

٣) تنشأ على جانبي القاعدة منطقتي جهد حاجز ، الأولى بين القاعدة والباعث ، والثانية بين القاعدة والمجمع ، هاتان المنطقتان تكونان خاليتان تماماً من حاملات الشحنة ، وتعملان على منع تسرب حاملات الشحنة بين البلورات الثلاث .

يتضح ذلك من خلال الشكل (١٣) المقابل ، لنوعي الترانزستور ثلاثي الأقطاب .



الشكل (١٣)

توصيل الترانزستور في الدوائر الكهربائية ومرور التيار الكهربائي من خلاله

يعتمد مرور التيار الكهربائي في الترانزستور ، على طريقة توصيله في الدوائر الكهربائية ، ومن طرق توصيل الترانزستور في الدوائر الكهربائية ، الطرق التالية : (بفرض أن الترانزستور N – P – N)

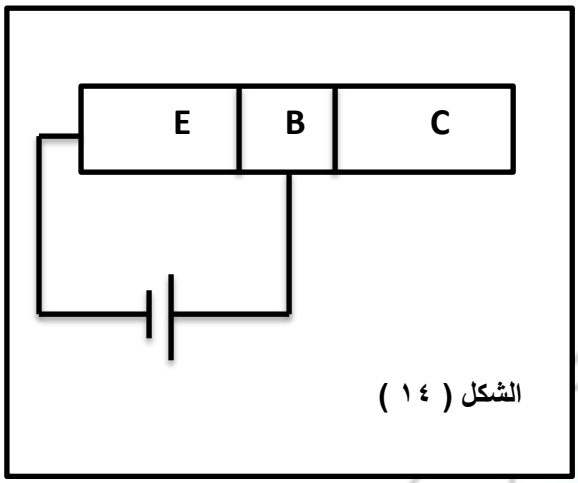
١) توصيل الباعث بالقاعدة أمامياً :

كما في الشكل (١٤) المجاور ، يوصل الباعث مع القاعدة توصيلاً أمامياً بمصدر جهد كهربائي (بطارية) ويترك المجمع دون توصيل ، ويلاحظ في هذه الطريقة مرور تيار كهربائي ضعيف نسبياً ، رغم أن التوصيل أمامي (عـــلل) والسبب في ذلك يرجع إلى :

أ ـ حيث أن القاعدة تحتوي على عدد قليل من حاملات الشحنة الموجبة (الفجوات) فإن عدد قليل من إلكترونات الباعث من عبور المنطقة الفاصلة نحو القاعدة لتملأ الفجوات القليلة في القاعدة .

ب ـ يقوم القطب الموجب للبطارية على جذب نفس العدد القليل من الإلكترونات ، فيظل عدد الفجوات في البلورة P ثابتاً لا يتغير .

ج ـ يعمل القطب السالب لمصدر الجهد الكهربائي (البطارية) على إمداد الباعث بنفس العدد القليل من الإلكترونات ، وبذلك يمر في الدائرة تيار كهربائي ضعيف نسبياً .



الشكل (١٤)

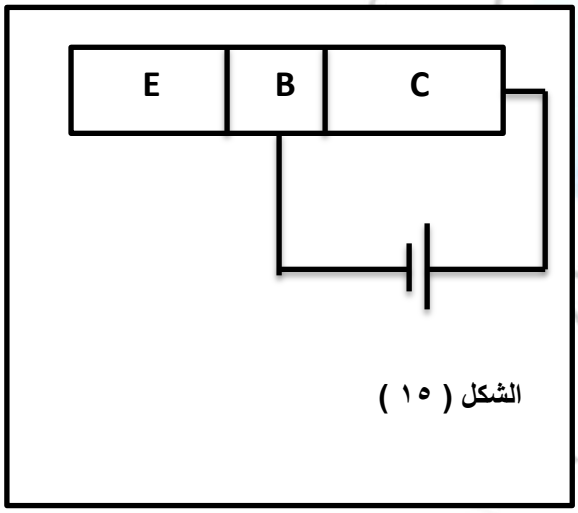
٢) توصيل القاعدة بالمجمع خلفياً :

كما في الشكل (١٥) المجاور ، توصل القاعدة بالمجمع توصيلاً خلفياً ويترك الباعث دون توصيل ، ونتيجة لذلك يمر تيار كهربائي ضعيف جداً وقد لا يمر (عـــلل) والسبب في ذلك يرجع إلى :

أ ـ يقوم القطب الموجب للبطارية على جذب إلكترونات المجمع إليه ، ويمنعها من الإنتقال إلى القاعدة .

ب ـ يقوم القطب السالب للبطارية بجذب فجوات القاعدة إليه ، ويمنعها من الأنتقال نحو المجمع .

ج ـ يزداد سمك منطقة الجهد الحاجز بين القاعدة والمجمع ، وتزداد قيمة جهد الحاجز بينهما ، حتى تصبح قيمته مساوية لقيمة فرق الجهد بين طرفي البطارية ، فيمر تيار صغير جداً ناتج عن حركة حاملات الشحنة باتجاه الأقطاب وقد لا يمر .



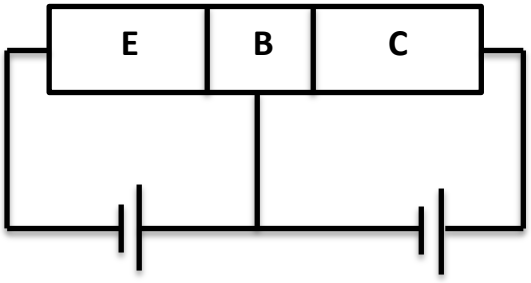
الشكل (١٥)

٣) توصيل الترانزستور أمامياً وخلفياً (التوصيل العملي) :

كما في الشكل (١٦) المجاور ، يتم توصيل الباعث بالقاعدة أمامياً وتوصل القاعدة بالمجمع خلفياً في نفس الوقت ، وهذا التوصيل هو التوصيل العملي للترانزستور ، نتيجة لهذا التوصيل فإن تيار كهربائي عالي الشدة يتكون في الباعث وينتقل الجزء الأكبر منه نحو المجمع مروراً بالقاعدة (عـــلل) والسبب في ذلك يرجع إلى :

أ ـ حيث أن بطارية الباعث وبطارية المجمع متصلتان معاً على التوالي فإن ذلك يسبب تولد فرق جهد كهربائي كبير وبالتالي مجالاً كهربائياً عالي الشدة بين الباعث والمجمع وينتج عنذلك مرور عدد كبير من الإلكترونات من الباعث إلى المجمع ثم إلى الدائرة الخارجية .

ب ـ حيث أن مساحة القاعدة أصغر وشوائبها أقل ، فإن ذلك يجعل القليل من إلكترونات الباعث تملأ العدد القليل من الفجوات في القاعدة ، وما تبقى من إلكترونات الباعث (العدد الأكبر) يتجه نحو المجمع .



الشكل (١٦) التوصيل العملي للترانزستور

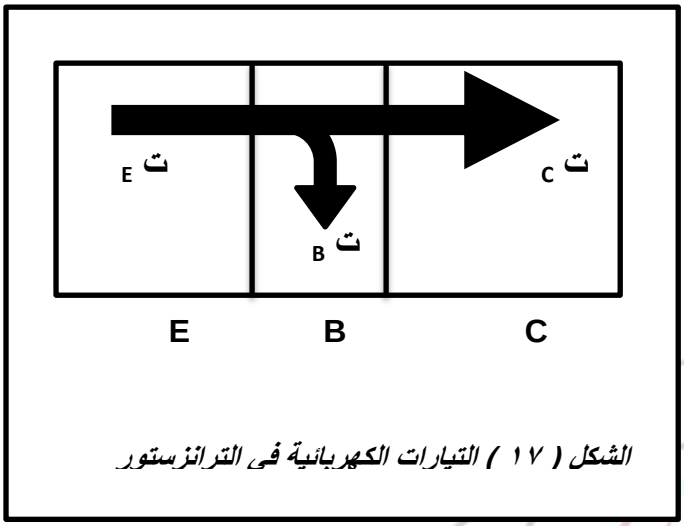
ج ـ نظراً لكُبر مساحة سطح المجمع وقلة الشوائب فيه ، فإن مقاومته ستكون صغيرة وذلك ما يسمح بمرور عدد كبير من إلكترونات الباعث نحو المجمع ، في حين أن عدد الإلكترونات المتجهة نحو القاعدة يكون قليل جداً لكُبر مقاومتها وصُغر مساحتها .

- يمكن تطبيق التوصيل السابق لترانزستور (N – P – N) على الترانزستور (P – N – P) مع مراعاة أن حاملات الشحنة الناقلة للتيار هي الفجوات الموجبة وليس الإلكترونات السالبة .

❖ التيارات الكهربائية في الترانزستور :

في ضوء ما سبق ، وبملاحظة الشكل (١٧) المجاور ، نستطيع القول أن هناك ثلاثة تيارات تنشأ في الترانزستور أثناء توصيله عملياً ، وهذه التيارات هي :

١) تيار الباعث ($ت_E$) وهو التيار المتكون في الباعث .
٢) تيار القاعدة ($ت_B$) وهو التيار المتكون في القاعدة .
٣) تيار المجمع ($ت_C$) وهو التيار المتكون في المجمع .



الشكل (١٧) التيارات الكهربائية فى الترانزستور

وترتبط هذه التيارات ببعضها البعض ، بالعلاقة التالية :

أي أن : ***تيار الباعث = تيار القاعدة + تيار المجمع***

$$ت_E = ت_B + ت_C$$

من خلال العلاقة السابقة نستطيع القول بأن تيار الباعث يتحكم بتيار المجمع ، فأي تغير في تيار الباعث يتبعه تغير في تيار المجمع ، لذلك يسمى تيار الباعث بـ ***التيار الحاكم*** ، بينما يسمى تيار المجمع بـ ***التيار المحكوم*** .

إستخدام الترانزستور في التكبير (التضخيم)

تحدثنا مسبقاً عن إستخدام الترانزستور في عمليات التكبير (التضخيم) للإشارات الكهربائية (القدرة والتيار والجهد) ، وذلك في سياق الحديث عن إستخدامات الترانزستور ، ففي كثير من التطبيقات الإلكترونية تكون الإشارة الكهربائية (القدرة ، التيار ، الجهد) ضعيفة جداً وغير نافعة ، لذلك فلابد من تكبيرها ، ويتم تكبيرها بإستخدام الترانزستور وذلك بثلاث طرق مختلفة ، وهذه الطرق هي الطرق التالية :

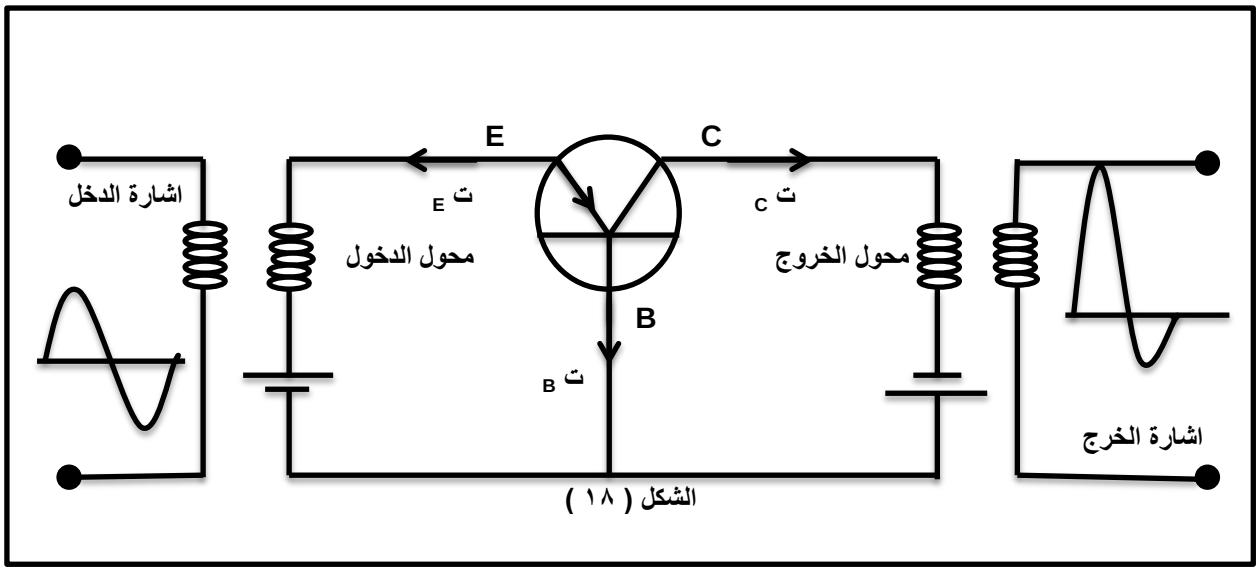
١) التكبير بطريقة القاعدة المشتركة .
٢) التكبير بطريقة الباعث المشترك (المؤرض) .
٣) التكبير بطريقة المجمع المشترك .

وفيما يلي سنتناول شرح طريقتين فقط من الطرق السابقة ، وهما طريقة القاعدة المشتركة وطريقة الباعث المشترك ، حيث سنتناول مميزات كل طريقة ، وكيفية التكبير من خلال كل طريقة .

❖ أولاً / التكبير بطريقة القاعدة المشتركة :

في هذه الطريقة تكون القاعدة (B) مشتركة بين الباعث (E) وبين المجمع (C) ، أي أنها تكون مشتركة بين دائرة الدخول (دائرة الباعث ـ القاعدة) وبين دائرة الخروج (دائرة المجمع ـ القاعدة) ، ويتم ذلك من خلال توصيل القاعدة مع الباعث توصيلاً أمامياً وتوصيل المجمع بالقاعدة توصيلاً خلفياً كما في الشكل (١٨) أدناه . وتتم عملية التكبير في هذه الطريقة وفقاً للخطوات التالية :

١) تدخل الإشارة الكهربائية الصغيرة (القدرة أو الجهد أو التيار) من خلال الباعث (دائرة الدخول) ، وذلك يؤدي إلى زيادة قدرة الباعث أو جهده أو التيار فيه ، وحيث أن الباعث يتحكم في المجمع ، فإن ذلك يؤدي إلى زيادة قدرة المجمع أو جهده (دائرة الخروج) رغم أن تيار المجمع أقل من تيار الباعث (عـــــلل) والسبب في ذلك يعود إلى كُبر مقاومة المجمع (دائرة الخروج) بسبب الإتصال العكسي مع القاعدة ، وصُغر مقاومة دائرة الباعث (دائرة الدخول) بسبب الإتصال الأمامي بالقاعدة ، ونتيجة لذلك تكون القدرة والجهد في دائرة المجمع أكبر من القدرة والجهد في دائرة الباعث .



الشكل (١٨)

٢) في نصف الدورة الموجب للإشارة الكهربائية ، يزداد جهد الباعث فيزداد نتيجة لذلك تيار الباعث وبالتالي يزداد تيار المجمع بنفس القدر ، فتحدث زيادة كبيرة في الجهد والقدرة الخارجة من دائرة المجمع (دائرة الخروج) بسبب كبر مقاومة المجمع .

٣) في نصف الدورة السالب للإشارة الكهربائية يقل جهد الباعث ويقل تياره وبالتالي يقل تيار المجمع بنفس القدر ، فيحدث خسارة كبيرة في القدرة والجهد في دائرة المجمع .

❖ ***معاملات التكبير بطريقة القاعدة المشتركة :***

تعريف : معامل التكبير هو عبارة عن النسبة بين الإشارة الكهربائية (القدرة ، الجهد ، التيار) الخارجة من الترانزستور ، وبين الإشارة الكهربائية الداخلة إليه ، أي أن :

$$\text{معامل التكبير} = \frac{\text{الإشارة الكهربائية الخارجة}}{\text{الإشارة الكهربائية الداخلة}}$$

ومعامل التكبير ليس له وحدة قياس (عـــلل) لأنه نسبة بين كميتين لهما نفس وحدة القياس .

والتكبير بطريقة القاعدة المشتركة ، له ثلاثة معامل تكبير ، وهي كما يلي :

١) معامل تكبير التيار (معا ت) وهو النسبة بين تيار الخروج (تيار المجمع ت C) وبين تيار الدخول (تيار الباعث ت E) أي أن :

$$\text{معا ت} = \frac{\text{تيار الخروج}}{\text{تيار الدخول}} = \frac{\text{تيار المجمع}}{\text{تيار الباعث}} = \frac{\text{ت C}}{\text{ت E}}$$

٢) معامل تكبير الجهد (معا جـ) وهو النسبة بين جهد الخروج (جهد المجمع جـ C) وبين جهد الدخول (جهد الباعث جـ E) أي أن :

$$\text{معا جـ} = \frac{\text{جهد الخروج}}{\text{جهد الدخول}} = \frac{\text{جهد المجمع}}{\text{جهد الباعث}} = \frac{\text{جـ C}}{\text{جـ E}} = \frac{\text{ت C X م C}}{\text{ت E X م E}}$$

وحيث أن ت C ≈ ت E . فإن :

♣ معا جـ = $\frac{\text{م C}}{\text{م E}} = \frac{\text{مقاومة المجمع}}{\text{مقاومة الباعث}}$

٣) معامل تكبير القدرة (معا قد) وهو النسبة بين قدرة الخروج (قدرة المجمع قد C) وبين قدرة الدخول (قدرة الباعث قد E) أي أن :

$$\text{معا قد} = \frac{\text{قدرة الخروج}}{\text{قدرة الدخول}} = \frac{\text{قدرة المجمع}}{\text{قدرة الباعث}} = \frac{\text{قد C}}{\text{قد E}} = \frac{\text{ت C X جـ C}}{\text{ت E X جـ E}}$$ وعليه نستطيع القول أن :

معا قد = معا ت X معا جـ

كما نستطيع حساب معا قد من خلال العلاقة التالية :

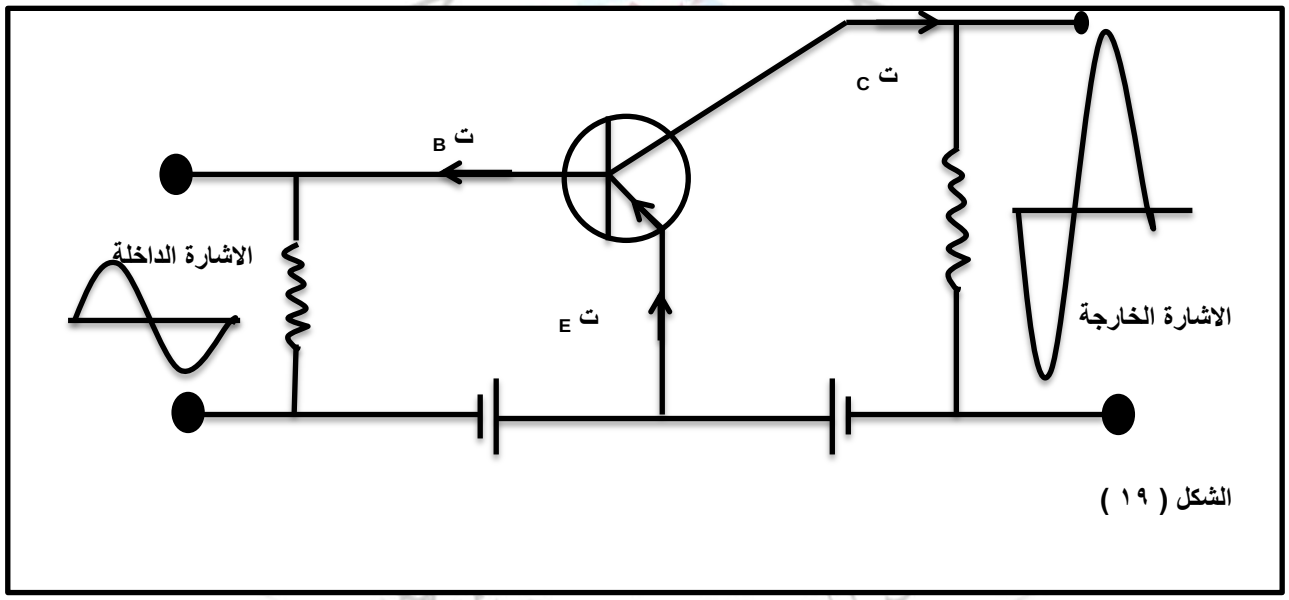
$$\text{معا قد} = \frac{\text{ت C}^{٢} \text{ X م C}}{\text{ت E}^{٢} \text{ X م E}}$$ حيث أن قـــد = ت ^{٢} X م (قانون سابق في الصف ٢ث)

❖ ***مزايا التكبير بطريقة القاعدة المشتركة :***

١) معامل تكبير التيار أصغر من الواحد الصحيح بقليل (عـــــلل) لأن تيار المجمع (الخروج) أصغر من تيار الباعث (الدخول).
٢) معامل تكبير الجهد عالي (عـــــلل) لأن مقاومة المجمع (الخروج) أكبر بكثير من مقاومة الباعث (الدخول) .
٣) معامل تكبير الجهد متوسط القيمة (أقل من معامل تكبير الجهد) .
٤) الأشارة الخارجة والإشارة الداخلة لهما نفس الطور (زاوية الطور بينهما صفر) (عـــــلل) لأن تيار المجمع يتغير بإتجاه تغير تيار الباعث .
٥) مقاومة الخروج أكبر من مقاومة الدخول .
٦) الجزء الأكبر من تيار الباعث يمر بإتجاه المجمع بدلاً من القاعدة (عـــــلل) لصغر مساحة القاعدة وقلة شوائبها وكبر مساحة المجمع وقلة شوائبه ولكون دائرة الخروج متصله عكسياً فإن ذلك يجعل أغلب تيار الباعث يمر بإتجاه المجمع .

❖ ***ثانياً / التكبير بطريقة الباعث المشترك (المؤرض) :***

في هذه الطريقة يكون الباعث (E) مشتركاً بين القاعدة (B) وبين المجمع (C) كما في الشكل (١٩) أدناه ، وفي هذه الطريقة تكون دائرة الدخول هي دائرة الباعث ــ القاعدة ، بينما تكون دائرة الخروج هي دائرة الباعث ــ المجمع .
وتعتبر هذه الطريقة هي الطريقة الأكثر شيوعاً وإستخداماً (عـــــلل) لأنها الطريقة الوحيدة التي تعكس الطور بين الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة بمقدار ١٨٠ ° ، كما أنها الطريقة الوحيدة التي تكبر القدرة والجهد والتيار .



الشكل (١٩)

❖ ***معاملات التكبير بطريقة الباعث المشترك :***

١) معامل تكبير التيار (معا ت) = تيار الخروج / تيار الدخول = تيار المجمع / تيار القاعدة = ت C / ت B
٢) معامل تكبير الجهد (معا جـ) = جهد الخروج / جهد الدخول = جهد المجمع / جهد القاعدة = جـ C / جـ B = ت C X م C / ت B X م B
٣) معامل تكبير القدرة (معا قـ) = قدرة الخروج / قدرة الدخول = قدرة المجمع / قدرة القاعدة = قـ C / قـ B = ت C X جـ C / ت B X جـ B

♣ معا قـ = معا ت X معا جـ

أيضاً يمكن حساب (معا قـ) من العلاقة التالية :

معا قـ = ت C^{٢} X م C / ت B^{٢} X م B حيث أن قـ = ت ^{٢} X م (قانون سابق في الصف ٢ث)

❖ **مزايا التكبير بطريقة الباعث المشترك :**

١) معامل تكبير التيار عالي (عـــــلل) لأن تيار الخروج (تيار المجمع) أكبر بكثير من تيار الدخول (تيار القاعدة) .
٢) معامل تكبير الجهد عالي (عـــــلل) لأن مقاومة الخروج (مقاومة المجمع) كبيرة .
٣) معامل تكبير القدرة عالي جداً (عـــــلل) لأن معامل تكبير الجهد عالي ومعامل تكبير التيار عالي أيضاً .
٤) هذه الطريقة تعكس الطور بين الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة بمقدار ١٨٠ ° (عـــــلل) لأن تيار الدخول (تيار القاعدة) يتغير باتجاه معاكس لإتجاه تغير تيار الخروج (تيار المجمع) .

مقارنة بين طريقتي التكبير بالقاعدة المشتركة والباعث المشترك

الدائرة	معامل تكبير التيار	معامل تكبير الجهد	معامل تكبير القدرة	مقاومة الدخول	مقاومة الخروج	الدخول من	الخروج من	زاوية الطور
القاعدة المشتركة	أقل من الواحد	عالي جداً	متوسط	منخفضة	عالية	الباعث	المجمع	صفر °
الباعث المشترك	عالي	عالي	عالي جداً	منخفضة	عالية	القاعدة	المجمع	١٨٠ °

أمثلة وتمارين عامة فى الترانزستور

▪ **مـــثـــال (١) :**
إذا كانت مقاومة دائرة الباعث في الترانزستور (٣٠٠ أوم) ومقاومة دائرة المجمع (٢٤٠ كيلوأوم) ، فأحسب قدرته على التكبير ؟

الـــحـــل

المـعـطـيـات :- م $_E$ = ٣٠٠ أوم ، م $_C$ = ٢٤٠ كيلوأوم = ٢٤ x ١٠ ^{٤} أوم

التكبير في هذا الترانزستور يتم بطريقة القاعدة المشتركة لذلك يتم حساب قدرته على التكبير من خلال حساب معامل التكبير للجهد . وذلك كمايلي :-

♥ معا جـ = م $_C$ / م $_E$

♣ معا جـ = ٢٤ x ١٠ ^{٤} / ٣٠٠ = ٨٠٠ مرة

▪ **مـــثـــال (٢) :**
إذا كان معامل تكبير التيار في دائرة قاعدة مشتركة (٠,٨) وكان تيار الباعث (٥ ميكروأمبير) فأحسب كلاً من :- أ) شدة تيار المجمع ؟ ب) شدة تيار القاعدة ؟

الـــحـــل

المـعـطـيـات :- معا ت = ٠,٨ ت $_E$ = ٥ ميكروأمبير

أ) ♥ معا ت = ت $_C$ / ت $_E$

♣ ت $_C$ = معا ت x ت $_E$ = ٠,٨ x ٥ = ٤ ميكرو أمبير ..... #

ب) ♥ $ت_E = ت_C + ت_B$ ♣ $ت_B = ت_E - ت_C$

♣ $ت_B$ = ٥ ـ ٤ = ١ ميكروأمبير ..... #

▪ **مـــثـــال (٣) :**

في طريقة التكبير بإستخدام الباعث المشترك كان معامل تكبير التيار (١٠٠ مرة) ومقاومة دائرة المجمع ٢٥ ضعفاً قدر مقاومة القاعدة ، فأحسب :ـ

أ) معامل تكبير القدرة ؟ ب) معامل تكبير الجهد ؟

الـــحـــل

المعطيات :ـ معا ت = ١٠٠ مرة $م_C = ٢٥ م_B$

أ) ♥ معا قد = $\frac{(ت_C)^2 \times م_C}{(ت_B)^2 \times م_B}$

♣ معا قد = $(معا ت)^2 \times \frac{م_C}{م_B}$

♣ معا قد = $(١٠٠)^2 \times \frac{٢٥ م_B}{م_B}$

♣ معا قد = ٢٥ X ١٠ ^{4} مرة ..... #

ب) ♥ معا قد = معا ت X معا جـ ♣ معا جـ = $\frac{معا قد}{معا ت}$

♣ معا جـ = $\frac{٢٥ \times ١٠^4}{١٠٠}$ = ٢٥٠٠ مرة ..... #

▪ **مـــثـــال (٤) :**

ترانزستور يستخدم للتكبير بطريقة الباعث المشترك فإذا كانت شدة تيار الباعث في لحظة ما تساوي (٢٠ مللي أمبير) فكم تبلغ شدة تيار كلاً من المجمع والقاعدة ؟ علماً بأن شدة تيار القاعدة تعادل (٢%) من شدة تيار الباعث ؟ وإذا علمت أن مقاومة دائرة القاعدة (١٠٠ أوم) ومقاومة دائرة المجمع (١٠ كيلو أوم) فأحسب معاملات التكبير ؟

الـــحـــل

المعطيات :ـ $ت_E$ = ٢٠ مللي أمبير ، $ت_B = ٢\% ت_E = ٠,٠٢ ت_E$ ، $م_B$ = ١٠٠ أوم

$م_C$ = ١٠ كيلوأوم = ١٠ ^{4} أوم

♥ $ت_B = ٢\% ت_E = ٠,٠٢ ت_E$

♣ $ت_B = ٠,٠٢ \times ٢٠ = ٠,٤$ مللي أمبير ..... #

♥ $ت_C = ت_E - ت_B$

♣ $ت_C = ٢٠ - ٠,٤ = ١٩,٦$ مللي أمبير ..... #

معاملات التكبير :

♥ معا ت = $\frac{\text{ت}_C}{\text{ت}_B}$ ♣ معا ت = $\frac{١٩,٦}{٠,٤}$ = ٤٩ مرة

♥ معا جـ = معا ت x $\frac{\text{م}_C}{\text{م}_B}$

♣ معا جـ = $\frac{٤٩ \times ١٠^{٤}}{١٠٠}$ = ٤٩٠٠ مرة

♥ معا قـ = معا ت X معا جـ

♣ معا قـ = ٤٩ X ٤٩٠٠ = ٢٤٠١٠٠ مرة ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

ترانزستور متصل بطريقة القاعدة المشتركة وكان تيار المجمع (٤٥ ميكروأمبير) وتيار القاعدة (٥ ميكروأمبير) ومعامل تكبير الجهد (٢٠٠٠ مرة) فأحسب كلاً من :

١) شدة تيار الباعث ؟
٢) معامل تكبير التيار ؟
٣) معامل تكبير القدرة ؟

تمرين (٢)

دائرة باعث مشترك كان تيار القاعدة (١٠ ميكروأمبير) وتيار المجمع (١ مللي أمبير) إحسب معامل تكبير التيار ومعامل تكبير القدرة ؟ علماً بأن مقاومة مدخل الدائرة (١ كيلو أوم) ومقاومة مخرجها (٢٥ كيلو أوم)

تمرين (٣)

ترانزستور يتصل في دائرة تكبير بطريقة الباعث المشترك ، فإذا كانت القدرة الداخلة إليه تساوي (٠,١٢ وات) وجهد الخروج يساوي (٣٦ فولت) ومعامل تكبير الجهد يساوي (٩) فكم تبلغ شدة تيار الخروج وكم مقدار القدرة الناتجة منه ؟ علماً بأن

ت $_B$ = ٥ % ت $_C$

❖ ***فوائد إستخدام الترانزستور فى الصناعات الإلكترونية :***

١) ظهور أسلوب جديد في تقارب الأجزاء الرئيسية للدوائر الكهربائية لتصبح صغيرة الحجم .
٢) أصبحت الأجهزة الإلكترونية صغيرة الحجم .
٣) تطوير الدوائر المتكاملة (IC) (الموحدة أو المدمجة) والتي تقوم بوظائف معقدة جداً على رقاقة سليكون واحدة صغيرة جداً .
٤) زيادة الإعتماد على الدوائر ساعد على تطور الصناعات الإلكترونية مثل الإلكترونات الطبية التي تزرع في جسم الإنسان .
٥) إستخدام الدوائر المتكاملة (IC) في صناعة الحاسبات والساعات والصواريخ الموجهة فهي أسرع بكثير من الدوائر المنفصلة أو المطبوعة (PC) (عـــــلل) وذلك للأسباب التالية :
أ ـ وجود ملفات الحث المرتبطة بالدوائر المنفصلة .
ب ـ الدوائر المتكاملة قليلة التكلفة على العكس من الدوائر المنفصلة .
ج ـ الأجهزة الإلكترونية التي تحوي الدوائر المتكاملة أصغر حجماً من الأجهزة الإلكترونية التي تحوي الدوائر المنفصلة .

إلى هنا إنتهت ـ بحمدالله تعالى ـ مواضيع الوحدة الثالثة

قـــوانـــين الـــوحـــــدة الـــــثـالـــثـــة

١) تيار الباعث ($ت_E$) = تيار المجمع ($ت_C$) + تيار القاعدة ($ت_B$) .

٢) ***معاملات التكبير بطريقة القاعدة المشتركة :***

معا $_{ت}$ = تيار الخروج / تيار الدخول = $ت_C / ت_E$.

معا $_{جـ}$ = جهد الخروج / جهد الدخول = جهد المجمع / جهد الباعث = $جـ_C / جـ_E$ = $ت_C \times م_C / ت_E \times م_E$ وحيث أن $ت_C \approx ت_E$. فإن :

♣ معا $_{جـ}$ = $م_C / م_E$ = مقاومة المجمع / مقاومة الباعث

معا $_{قـ}$ = قدرة الخروج / قدرة الدخول = قدرة المجمع / قدرة الباعث = $قـ_C / قـ_E$ = $ت_C \times جـ_C / ت_E \times جـ_E$ وعليه نستطيع القول أن :

معا $_{قـ}$ = معا $_{ت}$ X معا $_{جـ}$

كما نستطيع حساب معا $_{قـ}$ من خلال العلاقة التالية :

معا $_{قـ}$ = $ت_C^2 \times م_C / ت_E^2 \times م_E$ حيث أن قـــد = ت ^{2} X م (قانون سابق في الصف ٢ث)

٣) ***معاملات التكبير بطريقة الباعث المشترك :***

معامل تكبير التيار (معا $_{ت}$) = تيار الخروج / تيار الدخول = تيار المجمع / تيار القاعدة = $ت_C / ت_B$

معامل تكبير الجهد (معا $_{جـ}$) = جهد الخروج / جهد الدخول = جهد المجمع / جهد القاعدة = $جـ_C / جـ_B$ = $ت_C \times م_C / ت_B \times م_B$

معامل تكبير القدرة (معا $_{قـ}$) = قدرة الخروج / قدرة الدخول = قدرة المجمع / قدرة القاعدة = $قـ_C / قـ_B$ = $ت_C \times جـ_C / ت_B \times جـ_B$

♣ معا $_{قـ}$ = معا $_{ت}$ X معا $_{جـ}$

أيضاً يمكن حساب (معا $_{قـ}$) من العلاقة التالية :

معا $_{قـ}$ = $ت_C^2 \times م_C / ت_B^2 \times م_B$ حيث أن قـــد = ت ^{2} X م (قانون سابق في الصف ٢ث)

إجابة أسئلة تقويم الوحدة الثالثة من الكتاب المدرسى

❖ **إجابة السؤال الأول (إكمل الفراغات) :**

أ) التساهمية . ب) الثالثة ـ الخامسة . ج) السالب ـ الموجب
د) الإلكترونات ـ الفجوات الموجبة . هـ) الجهد . و) موجباً ـ سالباً ـ تقويم .
ز) متانة ـ ثباتاً ـ وقت . ح) القاعدة ـ الباعث ـ المجمع . ط) الباعث ـ المجمع .
ي) مساحة ـ الشوائب ـ مساحة ـ الشوائب . ك) الحاكم ـ المحكوم .
ل) القاعدة المشتركة ـ الباعث المشترك ـ المجمع المشترك .
م) معامل تكبير القدرة في التكبير بطريقة القاعدة المشتركة .

❖ **إجابة السؤال الثانى (ضع علامة √ او علامة X) :**

أ) √ ب) √ ج) x والصح إلتحام بلورتين إحدهما من النوع N والآخرى من النوع P .
د) x والصح يزيد من درجة توصيلها للتيار . هـ) √ و) x والصح أقرب للباعث منها للمجمع .
ز) x والصح الجزء الأكبر يمر نحو المجمع . ح) √ ط) √
ي) x والصح يكون أقل من الواحد الصحيح بقليل لأن تيار الباعث أكبر من تيار المجمع .

❖ **إجابة السؤال الثالث (ضع دائرة حول رمز الأجابة الصحيحة) :**

١) (ب) ٢) (د) ٣) (جـ) ٤) (أ) ٥) (د)
٦) (أ) ٧) (ب) ٨) (د) ٩) (جـ) ١٠) (د)

❖ **إجابة السؤال الرابع (عرف الآتى) :**

- ***أشباه الموصلات النقية :*** هي عبارة عن عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري الحديث ، وتكون هذه العناصر رباعية التكافؤ وذات مقاومة نوعية وسطية بين الموصلات والعوازل ، وتكون عازلة تماماً عند درجة الصفر المطلق ، وكلما إرتفعت درجة حرارتها كلما قلت مقاومتها وزادت قدرتها على توصيل التيار الكهربائي .
- ***أشباه الموصلات الغير نقية :*** هي عبارة عن أشباه موصلات نقية مطعمة بنسبة قليلة من احد عناصر المجموعة الخامسة أو الثالثة ، وكلما زادت نسبة التطعيم فيها كلما زادت قدرتها على توصيل التيار الكهربائي .
- ***الوصلة الثنائية :*** هي عبارة عن بلورتين من شبه موصل مطعم ملتحمتين ببعضهما ، أحدهما من النوع السالب N والاخرى من النوع الموجب P ، وتستخدم بشكل أساسي في عمليات تقويم التيار المتردد .
- ***الجهد الحاجز :*** هو فرق جهد كهربائي ينشأ داخل الوصلة الثنائية عند إلتحام بلورتيها ببعضهما ، بسبب تبادل حاملات الشحنة بين البلورتين (N و P) ، ويعمل على منع تسرب وتبادل المزيد من حاملات الشحنة (إلكترونات و فجوات) بين البلورتين .
- ***الترانزستور :*** الترانزستور كأداة يعرف بأنه عبارة عن قطعة إلكترونية تتكون من ثلاث بلورات من شبه موصل مطعم ملتصقة ببعضها البعض بشرط أن تكون البلورة الوسطى من نوع مخالف لنوع البلورتين الطرفيتين ، ويستخدم في عمليات تكبير وتضخيم الإشارات الكهربائية . أما كلمة ترانزستور فإنها تعني نقل المقاومة من دائرة إلى اخرى عن طريق التيار الكهربائي .
- ***معامل تكبير الترانزستور :*** هو عبارة عن النسبة بين الإشارة الكهربائية الخارجة من الترانزستور والإشارة الكهربائية الداخلة إليه .

❖ **إجابة السؤال الخامس (التعليلات) :**

أ) لأن رفع درجة حرارتها يؤدي إلى كسر الروابط التساهمية بين ذراتها ، وذلك يؤدي إلى تحرر حاملات شحنه فيها وهي الإلكترونات الحرة والإلكترونات شبه الحرة والفجوات الموجبة ، وذلك يعني زيادة قدرتها على توصيل التيار الكهربائي .
ب) بسبب تحرك حاملات الشحنة في كلا البلورتين نحو الأقطاب ، وبالتالي يزداد سمك منطقة الجهد الحاجز وزيادة قيمة الجهد الحاجز حتى يصبح مساوياً لفرق جهد المصدر وعندئذ ينعدم التيار .
ت) لأنها تسمح فقط لأنصاف الذبذبات بالمرور من خلالها عندما تكون في حالة توصيل أمامي (عندما يكون جهد البلورة الموجبة موجباً وجهد البلورة السالبة سالباً)
ث) بسبب صغر سمكها وقلة الشوائب فيها فلا تأخذ إلا عدداً قليلاً من حاملات الشحنة التي تعبر إليها من الباعث ، فيمر تيار ضعيف نسبياً
ج) نفس إجابة التعليل (ب)
ح) لأن تيار الباعث يتحكم بتيار المجمع ، فأي تغير في تيار الباعث يتبعه تغير في تيار المجمع .
خ) لصغر حجمه وخفة وزنه وصلابته ورخص ثمنه وقدرته عالية ويعمر طويلاً كما يحتاج إلى جهد كهربائي صغير لكي يعمل ، كما أنه لا يحتاج إلى تسخين ، حيث يعمل فور غلق الدائرة .
د) لأن تيار الخروج (تيار المجمع) أكبر بكثير من تيار الدخول (تيار القاعدة) .

❖ ***إجابة السؤال السادس (قارن بين كلاً من) :***

أ) البلورة (الشائبة) المانحة و البلورة (الشائبة) المستقبلة :
إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــ

ب) طريقة التوصيل الأمامي وطريقة التوصيل الخلفي (العكسي) :
إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــــ

ج) طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة وطريقة التكبير بالباعث المشترك :
إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــــــ

❖ ***إجابة السؤال السابع :***

بسبب ١) تقارب الأجزاء الرئيسية للدائرة الكهربائية لتصبح صغيرة الحجم .
٢) الإعتماد على الدوائر المتكاملة (IC) بدلاً من الدوائر المطبوعة (PC) .

❖ ***إجابة السؤال الثامن :*** إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــ١٣٥ ـ١٣٦ ـــــــ

❖ ***إجابة السؤال التاسع :*** إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــــ١٣١ـــــــ

❖ ***إجابة السؤال العاشر :*** إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــــ١٢٩ـــــــ

❖ ***إجابة السؤال الحادي عشر :*** إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــــ١٣٣ـــــــ

❖ ***إجابة السؤال الثاني عشر :*** إنظر كتاب النور في الفيزياء صـــــ١٣٤ـــــــ

❖ ***إجابة السؤال الثالث عشر :***

المعطيات : $م_E$ = ٤٠ أوم ، $م_C$ = ١٣٠ كيلوأوم = ١٣٠ x $١٠^{٣}$ أوم ، $ت_C$ = ٤٠ ميكروأمبير
$ت_E$ = ٥٠ ميكرو أمبير

أ) معا $_{ت}$ = $\frac{ت_C}{ت_E}$ = $\frac{٤٠}{٥٠}$ = ٠,٨

ب) معا $_{جـ}$ = $\frac{م_C}{م_E}$ = $\frac{١٣٠ \times ١٠^{٣}}{٤٠}$ = ٣,٢٥ x $١٠^{٣}$

ج) معا $_{قـد}$ = معا $_{ت}$ x معا $_{جـ}$ = ٠,٨ x ٣,٢٥ x $١٠^{٣}$ = ٢,٦ x $١٠^{٣}$ .....#

❖ ***إجابة السؤال الرابع عشر :***

المعطيات : $ت_B$ = ١٠ ميكرو أمبير = $١٠^{-٥}$ أمبير ، $ت_C$ = ١ ملي أمبير = $١٠^{-٣}$ أمبير ،
$م_B$ = ١ كيلو أوم = $١٠^{٣}$ أوم ، $م_C$ = ٢٥ كيلو أوم = ٢٥ x $١٠^{٣}$ أوم .

♥ معا $_{ت}$ = $\frac{ت_C}{ت_B}$ = $\frac{١٠^{-٣}}{١٠^{-٥}}$ = $١٠^{٢}$ = ١٠٠ مرة

♥ معا $_{قـد}$ = $\frac{ت_C^{٢} \times م_C}{ت_B^{٢} \times م_B}$ = $\frac{(١٠^{-٣})^{٢} \times ٢٥ \times ١٠^{٣}}{(١٠^{-٥})^{٢} \times ١٠^{٣}}$ = ٢٥ x $١٠^{٤}$ = ٢٥٠٠٠٠ مرة .....#

موسوعة أسئلة وتمارين عامة في الوحدة الثالثة

❖ **السؤال الأول :ـ ضع علامة (/) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (X) أمام العبارة الخاطئة في كلاً مما يلي :**

١) ( ) بزيادة درجة حرارة المواد الموصلة تزداد قدرتها على التوصيل الكهربائي .
٢) ( ) يعتبر النحاس من المواد الموصلة نظراً لوفرة الإلكترونات الحرة في مستويات الطاقة الخارجية لذراته .
٣) ( ) تزداد مقاومة أشباه الموصلات النقية بإرتفاع درجة حرارتها .
٤) ( ) أشباه الموصلات تكون عازلة تماماً عند درجة (ـ ٢٧٣) درجة مئوية .
٥) ( ) شبه الموصل السالب (البلورة N) تنتج من تطعيم ذرات عناصر رباعية التكافؤ بذرات عناصر ثلاثية التكافؤ .
٦) ( ) تسمى البلورة N بالبلورة المانحة للإلكترونات نظراً لوفرة الإلكترونات الحرة فيها .
٧) ( ) شبه الموصل الموجب (البلورة P) قدرته على التوصيل أكبر من شبه الموصل النقي .
٨) ( ) تزداد مقاومة أشباه الموصلات المطعمة بزيادة نسبة التطعيم .
٩) ( ) بإرتفاع درجة حرارة الوصلة الثنائية تقل قيمة الجهد الحاجز فيها .
١٠) ( ) في حالة الإتصال الأمامي للوصلة الثنائية تزداد قيمة الجهد الحاجز .
١١) ( ) عند توصيل الوصلة الثنائية عكسياً يمر تيار كهربائي ضعيف فيها للحظات ثم يتوقف .
١٢) ( ) في الترانزستور يتميز المجمع بزيادة الشوائب فيه أكثر من القاعدة .
١٣) ( ) الطريقة العملية لتوصيل الترانزستور هي توصيل القاعدة والباعث أمامياً وتوصيل القاعدة بالمجمع خلفياً .
١٤) ( ) تحاط ذرات الجرمانيوم في البلورة P بـ ٩ إلكترونات .
١٥) ( ) البلورة N تحتوي على حاملات شحنة سالبة فقط .
١٦) ( ) تتميز البلورة P بأن حاملات الشحنة الأغلبية هي الفجوات الموجبة وحاملات الشحنة الأقلية هي الإلكترونات السالبة .
١٧) ( ) لتكبير التيار الكهربائي يفضل استخدام طريقة القاعدة المشتركة .
١٨) ( ) من مميزات التكبير بطريقة الباعث المشترك وجود فرق في الطور بين الإشارة الداخلة والخارجة قدره ٩٠ ° .
١٩) ( ) من أشهر مطعمات المجموعة الخامسة عنصر الزرنيخ As .
٢٠) ( ) عدد مناطق الجهد الحاجز في الترانزستور هو ثلاث مناطق .

❖ **السؤال الثاني :ـ قارن بين كلاً من :**

١) المواد الموصلة والمواد العازلة ؟
٢) أشباه الموصلات النقية وأشباه الموصلات المطعمة ؟
٣) البلورة N والبلورة P ؟
٤) التوصيل الأمامي والتوصيل الخلفي للوصلة الثنائية ؟
٥) الوصلة الثنائية والترانزستور ؟
٦) ترانزستور (P – N – P) وترانزستور (N – P – N) ؟
٧) التكبير بطريقة القاعدة المشتركة والتكبير بطريقة الباعث المشترك ؟
٨) الدوائر المتكاملة (IC) والدوائر المطبوعة (PC) ؟

❖ **السؤال الثالث :ـ أكتب المصطلح العلمي الدال على كلاً مما يأتي :**

١) ( ) مواد تعتبر حالة وسطية بين المواد الموصلة والمواد العازلة .
٢) ( ) رابطة ثنائية تنشأ بين ذرات المواد شبه الموصلة .
٣) ( ) فراغ موجب الشحنة يظهر في التركيب البلوري لأشباه الموصلات عند رفع درجة حرارتها .
٤) ( ) شبه موصل نقي تم تطعيمه بذرات من عنصر الزرنيخ As .
٥) ( ) طريقة ارتباط ذرات العنصر الواحد ببعضها البعض لإعطاء الشكل العام لهذا العنصر .
٦) ( ) قطعة الكترونية تنتج من اتحاد بلورتين من شبه موصل مطعم إحداهما من النوع N والأخرى من النوع P .
٧) ( ) عملية توحيد الشدة والأتجاه للتيار المتردد .
٨) ( ) قطعة الكترونية حلت محل الصمام الثلاثي في الأجهزة الكهربائية وتستخدم في تكبير الأشارات الكهربائية .
٩) ( ) النسبة بين الأشارة الخارجة والاشارة الداخلة في الترانزستور .
١٠) ( ) قطعة إليكترونية تدخل في تركيب معظم الأجهزة الإلكترونية ، وتحوي العديد من القطع بداخلها .
١١) ( ) النسبة بين مقاومة المجمع وبين مقاومة الباعث .
١٢) ( ) التيار الذي يسمى بالتيار الحاكم في الترانزستور .
١٣) ( ) التيار الذي يسمى بالتيار المحكوم في الترانزستور .
١٤) ( ) الفرق بين تيار حاملات الشحنة الأغلبية وتيار حاملات الشحنة الأقلية في الدايود .

❖ **السؤال الرابع :ـ علل تعليلاً علمياً دقيقاً لكلاً مما يأتى :**

١) تعتبر الفلزات من المواد الجيدة التوصيل الكهربائي ؟
٢) يعتبر الزجاج من المواد العازلة كهربائياً ؟
٣) عند درجة الصفر المطلق تكون أشباه الموصلات عازلة تماماً ؟
٤) عند ارتفاع درجة حرارة السليكون يتحول من عازل إلى موصل ؟
٥) تعتبر البلورة N متعادلة كهربائياً رغم احتوائها على الكترونات حرة ؟
٦) تعتبر البلورة P متعادلة كهربائياً رغم احتوائها على فجوات موجبة ؟
٧) بلورة شبه الموصل النقية يكون توصيلها للتيار الكهربائي ضعيف ؟
٨) في التوصيل الأمامي للوصلة الثنائية تمر شدة تيار كهربائي عالية ؟
٩) في التوصيل العكسي للوصلة الثنائية يمر تيار كهربائي ضعيف للحظات ثم يتوقف ؟
١٠) عند توصيل الترانزستور أمامياً تكون شدة التيار باتجاه المجمع أكبر من شدة التيار باتجاه القاعدة ؟
١١)عند توصيل القاعدة بالباعث أمامياً يمر تيار ضعيف نسبياً ؟
١٢)تتحول بلورة الجرمانيوم النقية إلى بلورة موجبة عند تطعيمها بذرات البورون ؟
١٣)تسمح بعض المواد بمرور التيار الكهربائي خلالها بينما بعض المواد لا تسمح بذلك ؟
١٤)يفضل استخدام الترانزستور عن الصمام الثلاثي ؟
١٥)تزداد مقاومة الوصلة الثنائية للتيار في حال توصيلها خلفياً ؟
١٦)تعتبر طريقة التكبير بالباعث المشترك هي أكثر الطرق شيوعاً واستخداماً ؟
١٧)كبر مقاومة (المجمع ـ القاعدة) عند التكبير بطريقة القاعدة المشتركة ؟
١٨)معامل تكبير التيار بطريقة القاعدة المشتركة أقل من الواحد الصحيح ؟
١٩)معامل تكبير القدرة بطريقة الباعث المشترك عالي جداً ؟

❖ **السؤال الخامس :ـ أجب عن الأمثلة الرياضية التالية :**

١) ترانزستور من نوع (N – P – N) فإذا كانت شدة تيار الباعث (٥٠ ميكروأمبير) وشدة تيار القاعدة (٥ ميكروأمبير) فكم تكون شدة تيار المجمع ؟
٢) إذا كانت مقاومة دائرة الباعث في الترانزستور (٣٠٠ أوم) ومقاومة دائرة المجمع (٢٥٠ كيلوأوم) فأحسب قدرته على التكبير ؟
٣) إذا كانت مقاومة دائرة الباعث (٥٠٠ أوم) ومقاومة دائرة المجمع (٥٠٠ كيلوأوم) فأحسب قدرة الترانزستور على التكبير ؟
٤) إذا كان معامل تكبير التيار في دائرة الترانزستور ذات قاعدة مشتركة يساوي (٠,٨) وكان تيار الباعث (٥ ميكروأمبير) فأحسب :
أ ـ شدة تيار المجمع ؟ ب ـ شدة تيار المجمع ؟
٥) في طريقة التكبير بالباعث المشترك كان معامل تكبير التيار (١٠٠٠) ومقاومة دائرة المجمع (٢٥) ضعفاً قدر مقاومة القاعدة . أحسب : أ) معامل تكبير القدرة ؟ ب) معامل تكبير التيار ؟
٦) إذا كان معامل تكبير القدرة في طريقة الباعث المشترك ($١٠^{٧}$) وجهد دائرة القاعدة = $١٠ - ^{٤}$ من جهد دائرة المجمع . فأحسب كلاً مما يلي : أ) معامل تكبير الجهد ؟ ب) معامل تكبير التيار ؟
٧) في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة كان معامل تكبير القدرة (٠,٨) من معامل تكبير الجهد ، ومقاومة مخرج الدائرة (٢٥ كيلوأوم) وشدة تيار الباعث (٢٥ ميكروأمبير) أحسب : أ) شدة تيار المجمع ؟ ب) شدة تيار القاعدة ؟ ج) مقاومة الباعث ؟
٨) في دائرة باعث مشترك إذا كان تيار المدخل (١٠ ميكروأمبير) وتيار المخرج (١ مللي أمبير) ومقاومة القاعدة (٠,٥ كيلوأوم) ومقاومة المجمع (٢٥ كيلو أوم) فأحسب :
أ) شدة تيار الباعث ؟ ب) معامل تكبير التيار ؟ ج) معامل تكبير الجهد ؟ د) معامل تكبير القدرة ؟

● **بشرى سارة :**

أحصل الأن على ملخص عام في الوحدة الثالثة (الإلكترونيات) ضمن سلسلة النور في الفيزياء ، ملخص يحوي أهم التعليلات والإثباتات الرياضية في الوحدة الثالثة ، بالأضافة إلى مجموعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

للطلب والأستفسار يرجى التواصل عبر العناوين الإلكترونية التالية :

Anwar.almhbshy@gmail.com

Anwar.almhbshy2010@yahoo.com

Anwar_almhbshy@hotmail.com

أو الأتصال على الأرقام التالية :

٧٧٢٠٤٦١٣٣ ـ ٧١١٣٥٦٦١١

● **النور في الفيزياء نور يضيئ طريقك نحو التفوق**

امتحان تجريبى فى الوحدة الأولى + الوحدة الثانية + الوحدة الثالثة

س	❖ مستعيناً بالله أجب عن أربعة أسئلة ـ فقط ـ من الأسئلة التالية :ـ	درجة
الأول	**أ) ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة و علامة (X) أمام العبارات الخاطئة . فى كلاً مما يأتى :ـ** ١) ( ) يُطبق مبدأ حفظ الطاقة على جميع أنواع التصادمات . ٢) ( ) يُصنع سلك الشد في الأميتر الحراري من سبيكة البرونز الفوسفوري . ٣) ( ) تتناسب مقاومة أشباه الموصلات طردياً مع درجة حرارتها. ٤) ( ) تزداد السرعة الزاوية للقمر الصناعي حول الأرض بزيادة بُعده عن سطحها . ٥) ( ) عند حدوث حالة الرنين الكهربائي في دائرة المعاوقة فإن المعاوقة الكلية في الدائرة تساوي قيمة المفاعلة الحثية فيها. **ب) أشرح ـ بشكل مختصر ـ نشاطاً تبين فيه أن التيار المستمر لا يمر فى دائرة المكثف ؟ مُدعماً اجابتك بالرسم التوضيحى وكتابة البيانات ؟** **جـ) يتحرك جسم كتلته ٣كجم بإتجاه محور الصادات الموجب بسرعة ٩م/ث تقابل مع جسم آخر يتحرك بإتجاه محور السينات السالب بسرعة ٣م/ث وكتلته ٥كجم فتصادما وبقيا يتحركان معاً كجسم واحد . أحسب :** **أ/ مقدار وإتجاه سرعة الحطام ؟ بـ/ الفقد في طاقة الحركة بسبب التصادم ؟**	٢٠ درجة
الثانى	**أ) اكمل الفراغات التالية بما يناسبها :ـ** ١) الصاروخ ذاتي الدفع الذي كتلته ٣طن وقوة محركه ٥ x ١٠ ^{٤} نيوتن تكون محصلة القوى المؤثره عليه تساوي ..... نيوتن في مكان به الجاذبية ١٠ م/ث^{٢} وتكون كمية تحرك الغاز المندفع منه كل ثانية تساوي ..... كجم . م / ث. ٢) تتناسب شدة التيار الكهربائي المار في المكثف تناسباً ..... مع ..... المكثف . ٣) تحاط ذرة السليكون في البلورة N بـ ..... إلكترونات ، بينما تحاط نفس الذرة في البلورة P بـ ..... إلكترونات . ٤) يصل مقذوف (أرض ـ أرض) إلى ذروة قذفه خلال زمن ويسمى هذا الزمن ..... ويصل إلى مداه الأفقي خلال زمن يسمى ..... ويرتبطان ببعضهما البعض بالعلاقة ..... . ٥) يقال أن التأثير العام في الدائرة العامة على التوالي تأثير حثي إذا كان ..... سابقاً ..... بزاوية طور مقدارها ٩٠ ° وعندئذ فإن م حث ..... م سع . **ب) وضح المقصود بكلاً مما يأتى :ـ** (عزم القصور الذاتي الدوراني ـ المعاوقة ـ الوصلة الثنائية ـ ذروة القذف ـ الدينامو) **جـ) إذا علمت أن ملف دينامو يدور بمعدل (١٠٠ دورة/ث) فحدد موضع مستوى الملف بالنسبة لخطوط الفيض المغناطيسي بعد مرور (٢,٥ مللي ثانية) من بدء الدوران ؟**	٢٠ درجة
الثالث	**أ) اختر الاجابة الصحيحة من بين الأقواس فى كلاً مما يأتى :ـ** ١) لو افترضنا أن الأرض انكمشت بطريقة ما حتى أصبح نصف قطرها مساوياً لنصف قيمته المعروفة لدينا .وكانت د = ١٠ م / ث^{٢} فإن سرعة الإفلات منها سوف تساوي (٨٠٠٠ ـ ٩٠٠٠ ـ ٧٠٠٠ ـ ٦٠٠٠) م/ث . ٢) الجهاز المستخدم لقياس القيمة الفعالة للتيار المتردد ، يسمى (الدينامو ـ الأميتر ذو الملف المتحرك ـ الأميتر الحراري ـ الوصلة الثنائية) ٣) ترتبط ذرات شبه الموصل ببعضها البعض بروابط تسمى هذه الروابط : (تساهمية ـ أيونية ـ سحابة إليكترونية ـ إلكتروايونية) ٤) عندما يتصل مكثفان لهما نفس السعة وقدرها (٤٠ ميكروفاراد) على التوازي بمصدر تيار متردد تردده (٥٠ هيرتز) فإن المفاعلة السعوية الكلية لهما تساوي : (٣٥,٨ أوم ـ ٣٠,٨ أوم ـ ٣٩,٨ أوم ـ ٣٢,٨ أوم) ٥) يفيد مبدأ حفظ كمية التحرك الزاوي في دراسة ظاهرة : (الخسوف والكسوف ـ المد والجزر ـ التصادمات ـ الإنحباس الحراري) **ب) ما الفائدة أو الغرض من عمل كلاً مما يأتى :ـ** ١) وضع الأقمار الصناعية الخاصة بالإتصالات على إرتفاع ٣٦٠٠٠كم من سطح الأرض فوق خط الإستواء ؟ ٢) شدَّ سلك الإيريديوم بلاتين في الأميتر الحراري بلوحة معدنية لها نفس معامل تمدده ؟ ٣) رفع درجة حرارة شبه موصل نقي ؟ ٤) إطلاق المقذوف بزاوية ٤٥ ° مع الأفقي ؟ ٥) تبادل الطاقة الكهربائية في المكثف مع الطاقة المغناطيسية للملف في الدائرة المهتزة ؟ **جـ) قذفت قذيفة من مدفع بزاوية (٤٥ °) مع الأفق ، فإذا كان أقصى إرتفاع تصل إليه القذيفة (٢٥٠ م) وكانت د = ١٠م / ث^{٢} فأحسب :** **١/ بُعد الهدف ؟ ٢/ زمن وصول القذيفة إلى الهدف ؟**	٢٠ درجة

للأسئلة بقية فى الورقة الثانية .....

الورقة الثانية من امتحان الفيزياء للصف الثالث الثانوي .....

السؤال الرابع — ٢٠ درجة

أ) عـــلل تعليلاً علمياً دقيقاً لكلاً مما يأتى :ـ

١) تعتبر الوصلة الثنائية بمثابة مفتاح وصل وفصل (ON – OFF) ؟
٢) كلما ارتفع الصاروخ النفاث عن الأرض زادت طاقة وضعه وقلت طاقة حركته ؟
٣) لا يمكن جمع الجهود في دائرة المعاوقة جمعاً جبرياً ؟
٤) تسمى البلورة N بالبلورة المانحة للإلكترونات ؟
٥) يُلف ملف الدينامو على قلب من شرائح الحديد المطاوع ؟

ب) قارن فى جدول بين البلورة N والبلورة P من حيث :

١ـ طريقة انتاجهما ؟ ٢ـ تركيبهما البلوري ؟ ؟ ٣ـ حاملات الشحنة الأغلبية والأقلية ؟ ٤ـ نوع التوصيل الكهربائي ؟

جـ) قمر صناعي يدور بسرعة مدارية قدرها (٧٠٠٠ م/ث) إذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية عند موقع القمر(٧ م/ث^{٢}) ونصف قطر الأرض (٦٤٠٠ كم) فأحسب :

أ / إثبت رياضياً أن هذا القمر لن يحترق بالغلاف الجوي ؟ بـ / الزمن الدوري لهذا القمر ؟

السؤال الخامس — ٢٠ درجة

أ) أي العبارات التالية صحيحة وأيها خاطئة . مع تصحيح الخطأ أينما وجد :ـ

١) تعمل أجنحة الخلايا الشمسية في الأقمار الصناعية على تزويدها بالطاقة اللازمة لإستمرار دورانها في مداراتها .
٢) يكون تردد الرنين ٥ f في دائرة الرنين أكبر ما يمكن إذا كان عدد لفات ملفها أكبر ما يمكن .
٣) عند توصيل الوصلة الثنائية توصيلاً خلفياً فإنه يمر فيها تيار كهربائي ضعيف نسبياً ثم يتوقف .
٤) إذا فرضنا أن عجلة جاذبية كوكب الزهرة تساوي رُبع عجلة جاذبية الأرض ونصف قطره مساوي لنصف قطر الأرض فإن سرعة الإفلات من سطح كوكب الزهرة ستساوي نصف سرعة الإفلات من الأرض .
٥) تضمحل الذبذبات المتولدة في الدائرة المهتزة مع مرور الوقت نتيجة لتحول الطاقة الكهربائية فيها إلى طاقة حرارية .

ب) ١ـ اذكر مبدأ عمل كلاً من : (الصاروخ النفاث ــ الدينامو ــ الأميتر الحراري) ؟

٢ـ اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس :

(ك ع^{٢}) و (ك د ف) حيث ك الكتلة و ع السرعة و د عجلة الجاذبية الأرضية و ف المسافة

جـ) في دائرة قاعدة مشتركة كانت مقاومة الباعث (٤٠ أوم) ومقاومة المجمع (١٣٠ كيلوأوم) فإذا كان تيار المخرج (٤٠ ميكروأمبير) وتيار المدخل (٥٠ ميكروأمبير) فأحسب كلاً من

أ) معاملات التكبير ؟ ب) شدة تيار القاعدة ؟

السؤال السادس — ٢٠ درجة

أ) اكتب المصطلح العلمى الدال على كلاً مما يأتى :ـ

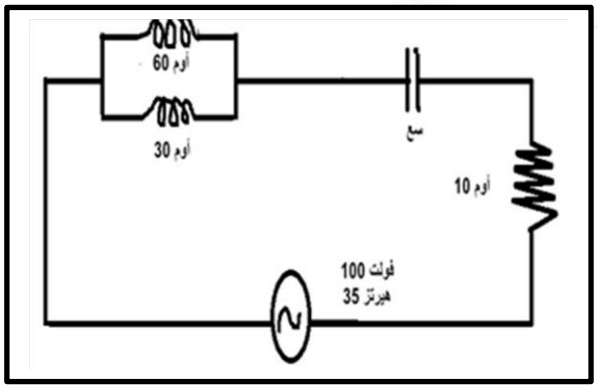
١) ( ) ليس لها موقع ثابت داخل البلورة وتتنقل بين الروابط بصورة عشوائية .
٢) ( ) سرعة ثابته تُكسب أي تابع مداره حول الأرض .
٣) ( ) دائرة كهربائية مكونة من ملف حثي ومكثف ثابت السعة متصلة على التوالي .
٤) ( ) الزاوية التي يصنعها المقذوف مع سطح الأرض عند وصوله إلى هدفه .
٥) ( ) التغير الذي يحدث للتيار المتردد خلال دورة واحدة من دورات ملف الدينامو المولد له .

ب) ١ـ ما وظيفة أو دور كلاً مما يأتى :ـ

١) المحرك وخزان الوقود الثانوي الموجود في رأس الصاروخ النفاث ؟
٢) مصدر الجهد المستمر (البطارية) الموجودة في الدائرة المهتزة ؟
٣) منطقة الجهد الحاجز في الوصلة الثنائية ؟

٢ ـ ماذا تعنى لك الرموز التالية :

~ — A.C — F.M



جـ) في الدائرة المرسومة جانباً . كانت زاوية الطور هـ = صفر وحسب المعطيات فيها . أحسب :

١) سعة المكثف ؟
٢) شدة التيار المار في الدائرة ؟
٣) فرق الجهد بين طرفي المكثف ؟

❖ ملاحظة هامة : حيثما لزم استفد من الثوابت الفيزيائية التالية :

د = ١٠ م / ث^{٢} ، ج = ٦,٦٧ X ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م^{٢} / كجم^{٢} ، ك ر = ٦ X ١٠ ^{٢٤} كجم ، نق ر = ٦٤٠٠ كم ، π = ٣,١٤ μ = ٤ π X ١٠ $^{-٧}$ ويبر / أمبير . م

إنتهت الأسئلة مع أطيب الأمنيات للجميع بالموفقية أ / أنـــور المحبشي

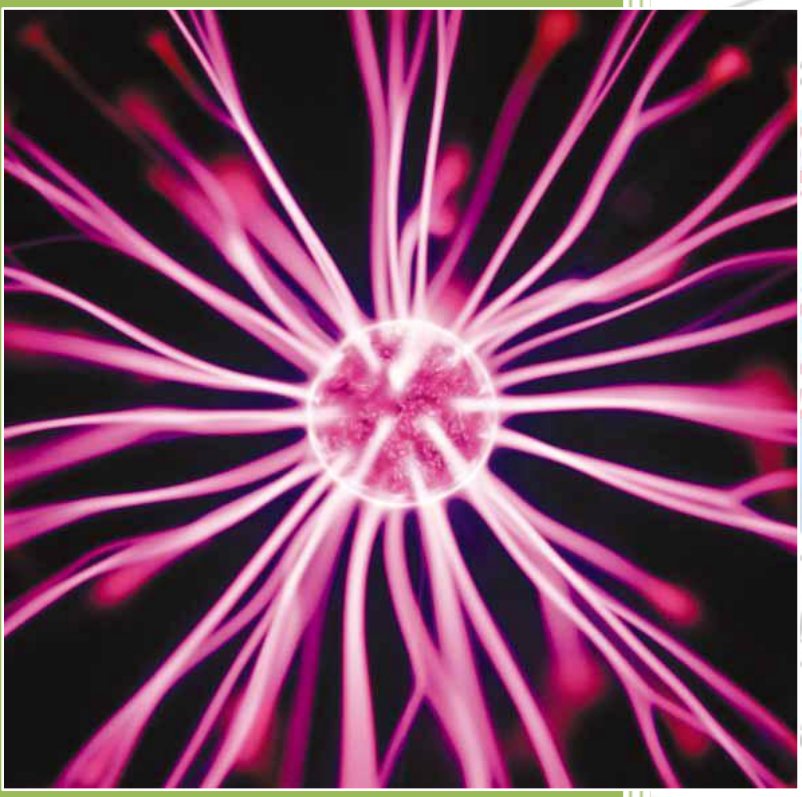
لا تنسونا من صالح الدعاء

زورونا على الرابط
المرفق أدناه

T.me/Doctor_future1
T.me/kabooltep
T.me/kiffahtep
T.me/smartpeople11
T.me/mktbah2

النور في الفيزياء

للصف الثالث الثانوي ـ الوحدة الرابعة



أنور المحبشي

أ / أنور المحبشي

النـــور

فـــي

الـــفـــيـزيـــاء

للصف الثالث الثانوي ـ القسم العلمي

إعداد وجمع الأستاذ /

أنـــــور المحـــبشـــي

مدرس مادة الفيزياء بثانوية الفقيد الحزمى مديرية حزم العدين

فى محافظة إب

ـ شرح وافي وكامل لدروس الكتاب المدرسي .

ـ حل جميع أسئلة الكتاب المدرسي .

ـ حل أسئلة إمتحانات وزارية سابقة .

ـ مجموعة متنوعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

ـ أسئلة وإمتحانات تجريبية متنوعة وبنفس صيغة الإمتحانات الوزارية وفقاً لمبدأ التسلسل .

الإهـــــداء

ـ إلى من كان لهما الفضل بعد الله عزوجل في ما قد وصلت إليه وفي ماأنا عليه .

والدايَ الحبيبين .

ـ إلى من ترسمان البسمة على شفتاي وتحثاني للعمل الدائم من أجل سعادتهما .

صفاءي الحبيبتان نور ونضي .

ـ إلى كل من جعلني أُقدم على هذا العمل بعزيمة وإصرار .

كل أصدقائي الأعزاء .

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر ، وعظيم الأمتنان ، لكل من ساندني على تنفيذ هذا العمل المتواضع ،

وعلى رأسهم أخي وصديقي ورفيق دربي ، الأستاذ / مصطفى السباعي ..... مدير مدارس المعرفة النموذجية ـ فرع السبل ، بمحافظة إب .

والذي كان له الدور الأمثل والبارز في خروج هذا الكتاب إلى النور ، من خلال مقترحاته وآراءه القيمة ، ومن خلال وقوفه الجاد والفعلي معي .

فلك مني جزيل الشكر أيها الأخ الغالي والإداري الناجح .

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

جـــــداول أســـاســـيـــة

(١) جدول ببعض الوحدات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الزمن	الثانية (ث)	ز أو T
الكتلة	كيلوجرام (كجم)	ك
الطول	متر (م)	ل
المسافة	متر (م)	ف
الأزاحة	متر (م)	ف
السرعة	متر / ثانية (م / ث)	ع
العجلة	متر / ثانية^{٢} (م / ث^{٢})	جـ أو د
كمية التحرك (الزخم)	كجم . م / ث	كت
طاقة الحركة	الجول	طح
طاقة الوضع	الجول	طو
الدفع	نيوتن . ث = كجم . م / ث	دفع
القوة	نيوتن	ق
كمية التحرك الزاوي	كجم .م^{٢} / ث	كتر
السرعة الزاوية	راديان / ث	W
عزم القصور الذاتي الدوراني	كجم . م^{٢}	I
شدة التيار الكهربائي	أمبير	ت
فرق الجهد الكهربائي	فولت	جـ
المقاومة الكهربائية	أوم	م
التردد	هيرتز	F
الطاقة الكهربائية	الجول	طك
القدرة الكهربائية أو الميكانيكية	الوات	قد
القوة الدافعة الكهربائية	الفولت	ق . د . ك
الشحنة الكهربائية	الكولوم	ش
الطول الموجي	متر	ʎ
الشغل الميكانيكي	جول	شغ
السعة الكهربائية	فاراد	سع
كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	B
التدفق المغناطيسي	ويبر	ϕ
الحث الذاتي	هنري	حث
الطاقة الإشعاعية	إلكترون فولت e.v	hf
العدد الموجي	م$^{-١}$	K

(٢) جدول ببعض الثوابت الفيزيائية

إسم الثابت	رمزه	قيمته	وحدة قياسة
عجلة الجاذبية الأرضية	د	٩,٨ ≈ ١٠	م / ث^{٢}
كتلة الأرض	ك$_{ر}$	٦×١٠^{٢٤}	كجم
نصف قطر الأرض	نق$_{ر}$	٦,٤×١٠^{٦}	متر
ثابت الجذب العام	ج	٦,٦٧×١٠$^{-١١}$	نيوتن .م^{٢} / كجم^{٢}
سرعة الأفلات من الجاذبية الأرضية	ع$_{إفلات}$	١١,٢	كم / ث
سرعة الضوء	ع$_{ض}$	٣×١٠^{٨}	م / ث
ثابت إنفاذية الفراغ للمجال المغناطيسي	μ	٤π×١٠$^{-٧}$	ويبر / أمبير . م
شحنة الألكترون	ش$_{e}$	١,٦×١٠$^{-١٩}$	كولوم
كتلة الألكترون	ك$_{e}$	٩,١×١٠$^{-٣١}$	كجم
ثابت بلانك	h	٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$	جول . ث
ثابت ريدبيرج	R_H	١٠٩٧٣٧,٨٥	سم$^{-١}$
ثابت كولوم	K أو ي	٩×١٠^{٩}	نيوتن .م^{٢} / كولوم^{٢}

(٣) جدول مضاعفات وأجزاء الوحدات

أولاً / المضاعفات:-

المضاعف	يوتا	زيتا	إكسا	بيتا	تيرا	جيجا	ميجا	كيلو	هكتو	ديكا
القوى	١٠^{٢٤}	١٠^{٢١}	١٠^{١٨}	١٠^{١٥}	١٠^{١٢}	١٠^{٩}	١٠^{٦}	١٠^{٣}	١٠^{٢}	١٠

ثانياً/ الأجزاء:-

الجزء	يوكتو	زيبتو	آتو	فيمتو (فيرمي)	بيكو	نانو	مايكرو	مللي	سنتي	ديسي
القوى	١٠$^{-٢٤}$	١٠$^{-٢١}$	١٠$^{-١٨}$	١٠$^{-١٥}$	١٠$^{-١٢}$	١٠$^{-٩}$	١٠$^{-٦}$	١٠$^{-٣}$	١٠$^{-٢}$	١٠$^{-١}$

(٤) جدول بأهم التحويلات بين وحدات القياس المختلفة

الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)	الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)
الطول الأزاحة المسافة	سم	متر	نضرب × ١٠ $^{-٢}$	القوة	داين	نيوتن	نضرب × ١٠ $^{-٥}$
	ملي متر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٣}$		ثقل.كيلوجرام	نيوتن	نضرب × ٩,٨ أو ١٠
	ميكرومتر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	الطاقة	إرج	جول	نضرب × ١٠ $^{-٧}$
	أنجستروم	متر	نضرب × ١٠ $^{-١٠}$		إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ ×
	كيلومتر	متر	نضرب × ١٠ ^{٣}		م . إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٣}$ ×
المساحة	سم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٤}$		و . ك . ذ	م . إ .ف	نضرب ٩٣١,٥ ×
	كم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ ^{٦}		كيلووات.ساعة	جول	نضرب ٣,٦ × ١٠ × ١٠ ^{٦}
	مللم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	شدة المجال المغناطيسي	جاوس	تسلا	نضرب × ١٠ $^{-٤}$
الحجم	سم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	السعة	ميكروفاراد	فاراد	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	مللم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٩}$	الشحنة	ميكروكولوم	كولوم	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
الكتلة	جرام	كيلوجرام	نضرب × ١٠ $^{-٣}$	القدرة	حصان	وات	نضرب × ٧٤٦
	الطن	كيلوجرام	نضرب × ١٠ ^{٣}		كيلووات	وات	نضرب × ١٠ ^{٣}
	و . ك . ذ (وحدة كتل ذرية)	كيلوجرام	نضرب ١,٦٧ × ١٠ × ١٠ $^{-٢٧}$	تحويلات عامة	مللي من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٣}$
الزمن	دقيقة	ثانية	نضرب × ٦٠		كيلو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ ^{٣}
	ساعة	ثانية	نضرب ٣٦٠٠ ×		ميكرو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	يوم	ثانية	نضرب ٨٦٤٠٠ ×				

ملاحظات عامة حول الجدول السابق:-

١/ عند التحويل من كبير إلى صغير نضرب في عامل التحويل (العملية).

٢/ عند التحويل من صغير إلى كبير نقسم على عامل التحويل (العملية).

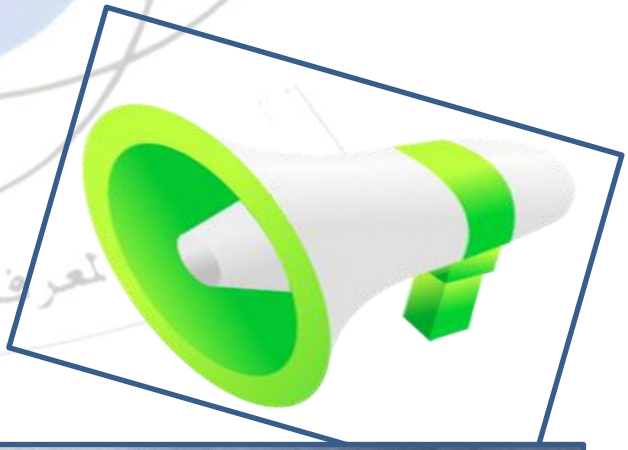
الوحدة الرابعة Unite(4)

الأجهزة الإلكترونية

Electronics Devices

- **نتوقع منك ـ عزيزي الطالب / عزيزتي الطالبة ـ في نهاية دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:**

١) تعرف المفاهيم الفيزيائية التالية (عملية الإنبعاث الإلكتروني الثانوي ـ عملية الإنبعاث الإلكتروني الحراري ـ التفريغ الغازي ـ أشعة الكاثود ـ عمليتي الإرسال والإستقبال الإذاعي و التلفازي ـ المسح التلفازي) .
٢) تصف مستعيناً بالرسم التوضيحي تركيب كلاً من : (أنبوبة أشعة الكاثود ـ الإسيلسكوب ـ الرادار ـ مكبر الصوت الديناميكي ـ الإيكونوسكوب ـ شبكتي الإرسال والإستقبال الإذاعي والتلفازي) .
٣) تشرح مراحل عمليتي الإرسال والإستقبال الإذاعي والتلفازي .
٤) تقارن بين عمليتي الإرسال والاستقبال في التلفاز العادي والتلفاز الملون .
٥) تذكر إستخدامات كلاً من : الاسيلسكوب ـ الرادار ـ الملفات الحارفة في أنبوبة أشعة الكاثود .
٦) تشرح عمل مكبر الصوت الديناميكي في جهاز الاستقبال الإذاعي .
٧) تقدر جهود العلماء في مجال الصناعات الإلكترونية .
٨) تبين أثر الأجهزة الإلكترونية في تطور وتقدم البشرية ، وفي تسهيل الحياة المعاصرة .



الوحدة الرابعة / الأجهزة الإلكترونية Electronic Devices

❖ مقدمة عامة :

في هذه الوحدة سنستعرض بعضاً من الأجهزة الإلكترونية المستخدمة في الحياة العملية ، مثل الرادار والراديو والتلفاز العادي والتلفاز الملون ، والتي تُعد بعضاً من التطبيقات لما درسته في الوحدة السابقة مثل الوصلة الثنائية والترانزستور ودوائر التكبير الخاصة به ، ولكن قبل التطرق إلى دراسة هذه الأجهزة الإلكترونية ، يتحتم علينا إعطاء نبذة علمية عن التوصيل الكهربائي في الغازات أو ما يسمى بـــ عملية التفريغ الغازي .

التوصيل الكهربائي في الغازات

عرفنا مسبقاً أن المواد من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربائي قد صنفت إلى ثلاثة أصناف وهي :

١) مواد جيدة التوصيل ، وتسمى الموصلات ، مثل الفلزات .
٢) مواد رديئة التوصيل وتسمى العوازل ، مثل اللافلزات .
٣) مواد شبه موصلة وتسمى أشباه الموصلات مثل السليكون والجرمانيوم .

تعتبر الغازات من المواد شبه الموصلة ، حيث أنها في درجات الحرارة العادية تكون رديئة التوصيل للتيار الكهربائي (عـــلل) ، *وذلك لأنها تتكون من جزيئات أو ذرات متعادلة كهربائياً* ، وعند تأين ذرات الغاز بطريقة أو بأخرى يصبح الغاز موصلاً جيداً للتيار الكهربائي ، وعندئذ يقال أن الغاز في حالة تفريغ غازي .

- **تعريف عملية التفريغ الغازي :** هي عملية مرور التيار الكهربائي خلال الغازات ، وتكون حاملات الشحنة فيها الإلكترونات السالبة والأيونات الموجبة ، ويسمى التوصيل الكهربائي في الغازات بالتوصيل الإلكتروأيوني .
- **العوامل المؤثرة على الغازات والتي تسبب التفريغ الغازي :**

تتأين الغازات عند تعرضها لأحد العوامل التالية :

١) التسخين الشديد .
٢) تعرضها للأشعة السينية (أشعة X) .
٣) تسليط مواد مشعة عليها .
٤) القصف الإلكتروني بجسيمات سريعة مشحونة .
٥) بخفض ضغط الغاز وتسليط فرق جهد عالي عليه .

عند تعرض الغاز لأي من العوامل السابقة فإنه يتأين إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة ، وقد تتكون أيونات سالبة أيضاً (عـــلل) *وذلك بسبب إكتساب بعض الذرات المتعادلة إلكترونات* .

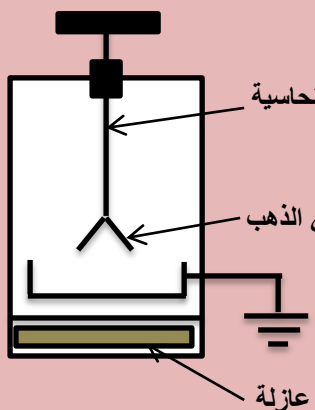
- ***نشاط ١ (إثبات أن الهواء يكون عازل للتيار الكهربائي في درجات الحرارة العادية)***

أدوات النشاط : كشاف كهربائي ذو ورقتين ذهبيتين ــ شمعة

خطوات تنفيذ النشاط :

١) ألمس قرص الكشاف بيدك لتفريغه من الشحنات .
٢) إشحن الكشاف الكهربائي بشحنة كهربائية معينة (موجبة أو سالبة) ولاحظ إنفراج ورقتي الكشاف الكهربائي .
٣) راقب مقدار الانفراج في ورقتي الكشاف لفترة من الزمن ، تلاحظ عدم تغير مقدار الانفراج في ورقتي الكشاف ، وذلك يدل على أن الهواء يكون عازل للتيار الكهربائي في درجات الحرارة العادية .
٤) قرب شمعة مشتعلة من قرص الكشاف تلاحظ إنطباق ورقتي الكشاف (عـــلل) لأن الهواء بالتسخين أصبح موصلاً للكهرباء فتسربت الشحنة من الورقتين إلى الساق ثم إلى قرص الكشاف ومن القرص إلى الهواء فأنطبقت الورقتان كما في الشكل (١ أ ــ ١ ب) .

الشكل (١ ـ أ)



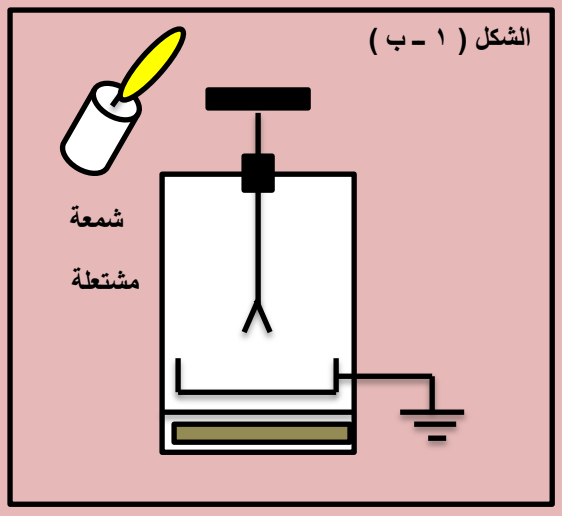
الإستنتاج :

١) نستنتج أن ذرات أو جزيئات الهواء المحيط بقرص الكشاف تكون متعادلة كهربائياً في الظروف الاعتيادية لذلك لا توصل الكهرباء.
٢) عند تسخين الغاز تسخيناً شديداً فإن قسماً من ذراته تتأين وتتحول إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة وقد تتكون أيونات سالبة أيضاً فيصبح الهواء المحيط بقرص الكشاف موصلاً للكهرباء .

- **ملاحظة :**

حيث أن ذرات وجزيئات الغاز الساخنة تتحرك أسرع فعند إصطدامها ببعضها البعض يتأين بعضها إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة ، وقد تتكون أيونات سالبة أيضاً فيصبح الغاز موصلاً للكهرباء .

الشكل (١ ـ ب)



دراسة التفريغ الغازي تحت ضغوط منخفضة وفرق جهد عالي (تجربة بلوكر)

قام العالم الألماني بلوكر في العام ١٨٠٨ م بدراسة التفريغ الغازي تحت ضغوط مختلفة وفرق جهد عالي ، وقد إستخدم لذلك الجهاز الموضح في الشكل المقابل .

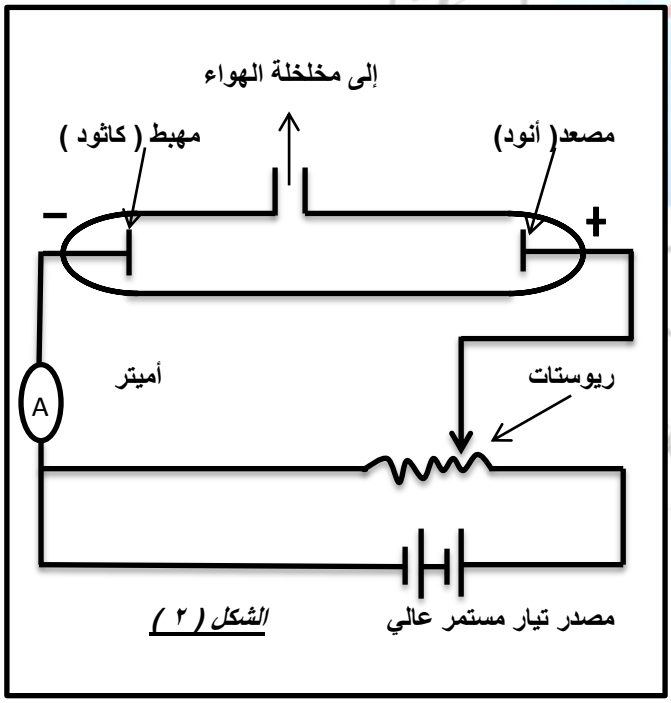
- **أهداف التجربة :**

١) دراسة تأثير إختلاف الجهد المسلط على الغاز عند ثبوت ضغطه .
٢) دراسة تأثير إختلاف ضغط الغاز في التفريغ الغازي عند ثبوت الجهد المسلط عليه .

- **أدوات التجربة :**

إستخدم بلوكر لتنفيذ تجربته الجهاز الموضح في الشكل (٢) والذي يسمى بـــ***أنبوبة التفريغ الغازي*** والتي تتكون من ما يلي :

١) أنبوبة زجاجية مفرغة تماماً من الهواء ، تحوي عند كل طرف من أطرافها قرص معدني أحدهما يسمى مصعد (أنود) ويسمى الآخر مهبط (كاثود) ، وتحوي فتحة تتصل بمخلخلة هواء وفتحة أخرى متصلة بمانومتر .
٢) ريوستات (مقاومة متغيرة) .
٣) مصدر جهد كهربائي مستمر عالي (بطارية) .
٤) أميتر .
٥) فولتميتر .



الشكل (٢)

- **خطوات التجربة :**

أولاً / دراسة تأثير فرق الجهد عند قيم مختلفة ومنخفضة للضغط :

١) قام بلوكر بوضع عينة من الغاز المراد دراسة تفريغه الغازي داخل أنبوبة التفريغ الغازي ، وقام بتثبيت ضغط الغاز عند قيمة الضغط الجوي المعتاد (٦٧ سم زئبق) وقام بتسليط فرق جهد مستمر على طرفي الأنبوبة ، وبدأ بزيادة فرق الجهد إلى أن وصل إلى (٥ x ١٠ ^{٤} فولت) ، فلاحظ عدم حدوث أي شيئ داخل الأنبوبة .
٢) قام بلوكر بعد ذلك بتثبيت فرق الجهد عند القيمة السابقة (٥ x ١٠ ^{٤} فولت) وبدأ بخفض ضغط الغاز إلى أن وصل ضغطه إلى (٠,١ مم زئبق) أي ما يعادل (١٣,٣ نيوتن / م ^{٢} أو باسكال) أي (١,٣ x ١٠ $^{-٤}$ بار) وهذا ما يعادل (١,٣ x ١٠ $^{-٤}$ ضغط جوي) وعند ذلك لاحظ حدوث أمرين :

الأول / مرور تيار كهربائي خلال الأنبوبة وحدوث ظاهرة التفريغ الغازي .

الثاني / يقوم المهبط بإصدار أشعة غير مرئية تسري خلال الأنبوبة ، ويستدل على وجودها بظهور وميض يميل إلى الزرقة عند إصطدامها بجدار الأنبوبة أو بسطح الأنود الموجب وقد أطلق عليه إسم الأشعة المهبطية والتي عرفت فيما بعد بالإلكترونات .

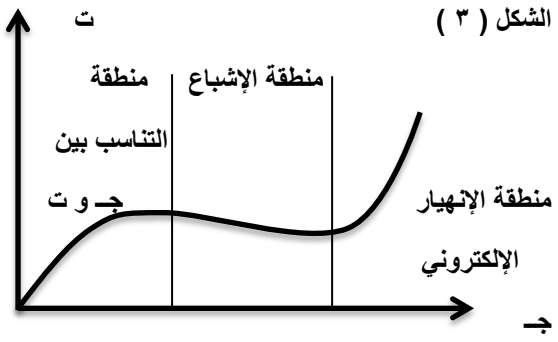
ثانياً / دراسة تأثير زيادة فرق الجهد عند ثبوت الضغط :

١) قام بلوكر بتثبيت ضغط الغاز عند (٠,١ مم زئبق) وقام بزيادة فرق الجهد المسلط على طرفي الأنبوبة ، وقد لاحظ ثبوت شدة التيار في الأنبوبة إلى أن تصل قيمة الجهد إلى قيمة معينة أطلق عليها إسم (*جهد الإنهيار أو الإشتعال الإلكتروني*) ، وبعدها تزداد شدة التيار زيادة مفاجئة وكبيرة .

٢) برسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد وشدة التيار ، حصل بلوكر على المنحنى البياني الموضح في الشكل (٣) المقابل .

٣) من الشكل (٣) المقابل حصل بلوكر على منطقتين أساسيتين هما منطقة الإشباع و منطقة الإنهيار الإلكتروني .

الشكل (٣)



❖ مراحل التفريغ الغازي داخل الأنبوبة :

١) عندما يكون ضغط الغاز داخل الأنبوبة مساوياً للضغط الجوي لاتمر شرارة كهربائية ولايمر تيار كهربائي وذلك يدل على كُبر مقاومة الغاز .

٢) عند بدء خلخلة الغاز ووصول ضغطه إلى حوالي (١٠ سم زئبق) تنهار مقاومة الغاز وتحدث شرارة كهربائية بين المصعد والمهبط على شكل حزمة من شرر متقطع ، كما في الشكل (٤ ـ أ) .

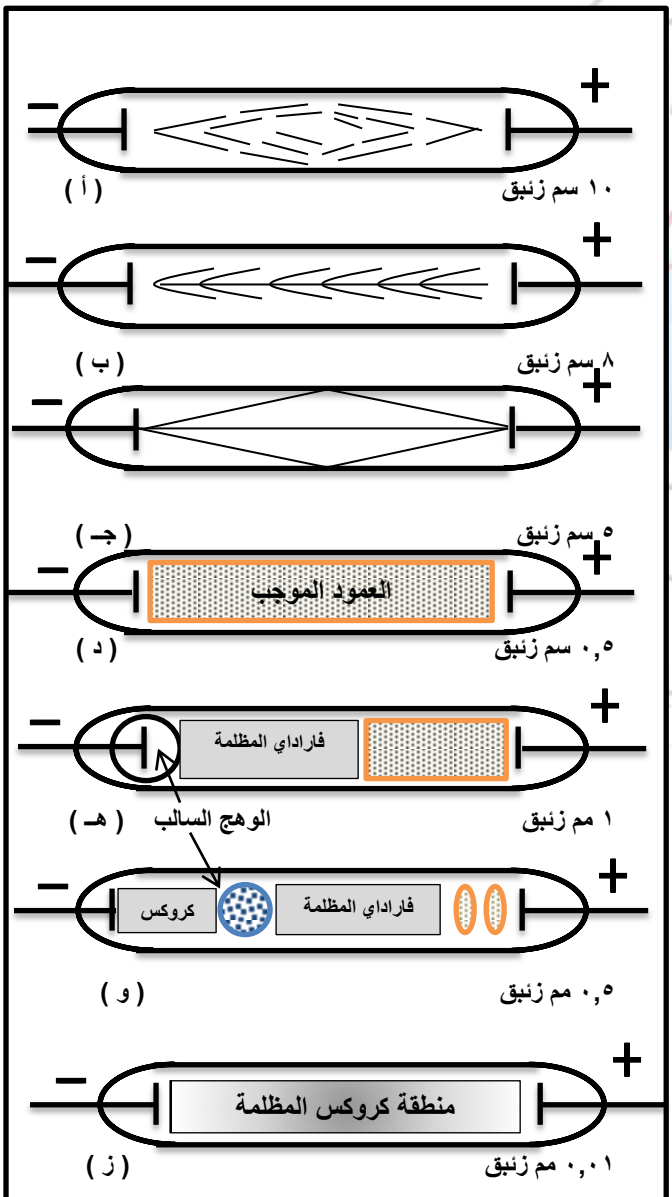
٣) بإنقاص ضغط الغاز إلى حوالي (٨ سم زئبق) تتفرع الحزمة كفروع الأشجار ، ثم تتصل على هيئة قنوات مضيئة عند ضغط حوالي (٥ سم زئبق) ، كما في الشكل (٤ ـ ب) و (٤ ـ ج).

٤) بإستمرار خلخلة الغاز حتى (٠,٥ سم زئبق) يظهر وهج متألق يملأ كل الأنبوبة يتوقف لونه على نوع الغاز داخل الأنبوبة ، ويسمى هذا الوهج بـــ **العمود الموجب** ، كما في الشكل (٤ ـ د).

٥) عند وصول ضغط الغاز إلى حوالي (١ مم زئبق) ينكمش العمود الموجب نحو المصعد وتظهر بينه وبين المهبط منطقة مظلمة تسمى بـــ **منطقة فاراداي المظلمة** ، كما يظهر وهج أزرق يحيط بالمهبط يعرف بـــ **الوهج السالب** ، كما في الشكل (٤ ـ هـ) .

٦) عند الوصول إلى ضغط (٠,٥ مم زئبق) يزداد إنكماش العمود الموجب ويتقطع إلى مناطق على شكل أقراص مضيئة وأخرى مظلمة ويبتعد الوهج السالب عن المهبط لتظهر منطقة مظلمة جديدة بينه وبين المهبط تسمى بـــ **منطقة كروكس المظلمة** ، كما في الشكل (٤ ـ و) .

٧) بإستمرار الخلخلة حتى يصل ضغط الغاز إلى (٠,٠١ مم زئبق) تتسع منطقة كروكس المظلمة حتى تملأ كل الأنبوبة وعندئذ يتوهج الزجاج المقابل للمهبط بسبب إنبعاث أشعة المهبط (أشعة الكاثود) وبمجرد إصطدام هذه الأشعة بالزجاج المقابل للكاثود يظهر وميض أخضر يميل إلى الزرقة . كما في الشكل (٤ ـ ز).



الشكل (٤)

❖ **تفسيرات بلوكر للنتائج التى حصل عليها :ـ**

١) عند فرق الجهد العالي بين طرفي الأنبوبة وعند الضغط الجوي الإعتيادي تكون ذرات الغاز في حالة تعادل كهربائي فلا يحدث لها تأين وبالتالي لا يحدث تفريغ غازي .

٢) عند وصول ضغط الغاز إلى حوالي (٠,٠١ مم زئبق) وعند ثبات فرق الجهد العالي بين الكاثود والأنود فإن ذرات الغاز تتأين (تفقد إلكترونات) ونتيجة لوجود مجال كهربائي عالي بين الكاثود والأنود فإن الإلكترونات المتحررة من الذرات تتجه نحو الانود الموجب وفي طريقها نحوه تصطدم بذرات غاز غير مؤينة (متعادلة) وهنا يحدث أحد أمرين أو كلاهما معاً ، وهما :

الأول / إثارة تلك الذرات وإنتقال إلكتروناتها إلى مستويات طاقة أعلى وعند عودة الذرات إلى حالة الإستقرار برجوع إلكتروناتها إلى مستويات طاقتها تشع ذرات الغاز طاقة الإثارة على هيئة ضوء .

الثاني / تتأين تلك الذرات بسبب ما يسمى **بالصدمة الإلكترونية** حيث تعمل الإلكترونات الصادمة على تأيين الذرات ، وكل إلكترون يصطدم بذرة متعادلة ينتزع منها إلكترون وبسبب المجال الكهربائي بين الكاثود والانود يتحرك الإلكترونيين نحو الأنود فيصطدم كل إلكترون منهما بذرة متعادلة وينزع منها إلكترون ، وتتحرك أربعة إلكترونات بدلاً من إثنين ..... وهكذا يتضاعف عدد الإلكترونات ، وعند زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود تزداد شدة التيار في الأنبوبة زيادة مفاجئة وهذا هو سبب ظهور منطقة الإنهيار الإلكتروني والتي عندها تمتلك الإلكترونات طاقة حركية عالية . الصدمة الإلكترونية لا تكفي وحدها لتأمين إستمرار التفريغ الغازي (عـــلل) *ولذلك لأن الإلكترونات المصطدمة بالأنود تختفي وتخرج من ملعب التصادم* . ولكي يستمر التفريغ الغازي ويستمر تأين الغاز فلا بد من إستمرار إنبعاث الإلكترونات من الكاثود ، وهذا الإنبعاث يتم بإحدى طريقتين أو كلاهما معاً وهما :

١ / الإنبعاث الإلكتروني الثانوي . ٢ / الإنبعاث الإلكتروني الحراري .

مما يضمن استمرار عملية التفريغ الغازي داخل الأنبوبة هو حدوث ما يسمى بـــ **عملية إعادة التوحيد أو الإتحاد** ، وهي عملية الإتحاد بين الإلكترونات المنطلقة نحو الأنود والأيونات الموجبة المنطلقة نحو الكاثود لتكوين ذرات متعادلة مجدداً وبسبب ذلك تشع ذرات الغاز الطاقة التي إكتسبتها عند تأينها على شكل فوتونات ضوئية وهذا هو أحد أسباب توهج الأنبوبة .

❖ ***الإنبعاث الإلكتروني الثانوي و الإنبعاث الإلكتروني الحراري :***

الإنبعاث الإلكتروني الثانوي :

يحدث نتيجة لتصادم الذرات المؤينة (الأيونات الموجبة) والتي لها طاقة حركية عالية بسطح الكاثود ونتيجة لطاقتها الحركية العالية فإنها تتمكن من إنتزاع إلكترونات من سطح الكاثود المعدني وتسمى هذه الإلكترونات بـــ **الإلكترونات الثانوية** .

الإنبعاث الإلكتروني الحراري :

ويحدث عندما لا تكون الطاقة الحركية للأيونات الموجبة عالية وكافية لنزع الإلكترونات من سطح الكاثود ، ولكنها عندما تصطدم به تؤدي إلى تسخينه وبزيادة عدد الأيونات المتصادمة مع الكاثود ترتفع درجة حرارته فتنبعث منه الإلكترونات بسبب الحرارة وتسمى هذه الإلكترونات بـــ **الإلكترونات الحرارية** .

ملاحظات ومعلومات هامة :

- يعتمد لون الوهج أو الوميض في الأنبوبة على نوع الغاز داخلها وعلى طاقة حركة الإلكترونات .
- جهد الإنهيار الإلكتروني : هو فرق الجهد بين الكاثود والأنود والذي يؤدي إلى حدوث زيادة مفرطة ومفاجئة في التيار الكهربائي داخل إنبوبة التفريغ الغازي .
- الضغط الجوي المعياري = ١,٠١٣ x ١٠ ^ ٥ باسكال = ١,٠١٣ بار .
- البار = ١٠ ^ ٥ باسكال
- أشعة المهبط : هي أشعة غير مرئية تنبعث من المهبط عندما يكون ضغط الهواء أو أي غاز أخر داخل الأنبوبة حوالي (٠,٠١ مم زئبق) مع وجود فرق جهد مناسب بين الكاثود والأنود .
- تسمى عملية الإنبعاث الإلكتروني الثانوي وعملية الإنبعاث الإلكتروني الحراري بـــ التفريغ الكهربائي التلقائي في الغازات .
- عُرفت أشعة المهبط فيما بعد بأنها الإلكترونات .
- عملية إعادة التوحيد هي عملية إتحاد بين الإلكترونات السالبة المتجهة نحو الأنود والأيونات الموجبة (ذرات فقدت إلكترون) المتجهة نحو الكاثود لتكوين ذرات متعادلة مجدداً .

أنبوبة أشعة الكاثود Cathode Rays Tube

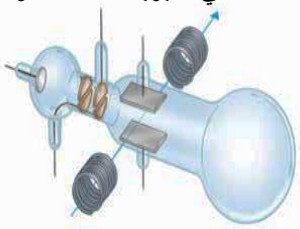
❖ **تعريفها :ـ**

هي عبارة عن أنبوبة زجاجية مخروطية الشكل ومفرغة تماماً من الهواء (عـــلل) *وذلك حتى تتولد أشعة المهبط (الإلكترونات) ولكي لا يعيق الهواء حركة الإلكترونات ولكي لا يتأكسد الفتيل الساخن* ، وضغط الغاز بداخلها حوالي (٠,٠١ مم زئبق) .

❖ **إستخداماتها :ـ** تستخدم أنبوبة أشعة الكاثود في ما يلي :

١) دراسة ظاهرة التفريغ الغازي .
٢) دراسة خواص أشعة المهبط (الإلكترونات) .
٣) تقدير الشحنة النوعية للإلكترونات .
٤) تدخل في تركيب بعض الأجهزة الإلكترونية كالرادار والإسيلسكوب والتلفاز .

الشكل العملي لأنبوبة أشعة الكاثود



❖ **تركيبها :ـ**

تتركب أنبوبة أشعة الكاثود كما في الشكل (٥) أدناه ، من جزئين أساسيين ، وهما :

أ) الجزء الخلفي : وهو عبارة عن الجزء الأسطواني من الأنبوبة ويتكون من جزئين هما :

١ ـ *بندقية الإلكترونات :* وتتكون من الأجزاء التالية (فتيلة تسخين + كاثود + شبكة حاكمة + أنود) .

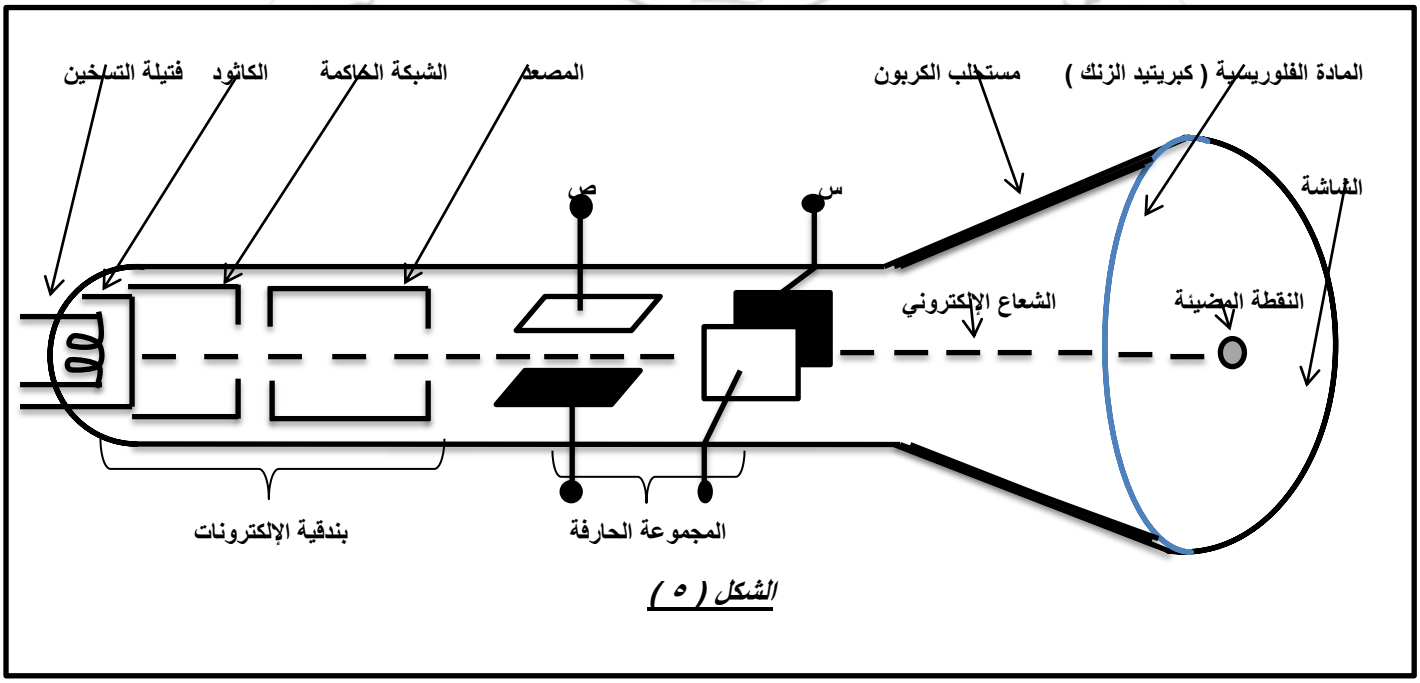
وظيفتها : توليد حزمة من الإلكترونات والتحكم في شدتها وسرعتها .

٢ ـ *المجموعة الحارفة :* وهي عبارة عن مجموعتين (س ، ص) من الألواح المعدنية أو الملفات المعدنية كل مجموعة تمثل زوج من الألواح الحارفة ، أحدهما أفقية (س ١ ، س ٢) والأخرى رأسية (ص ١ ، ص ٢) .

وظيفتها : توليد مجال كهربائي (الألواح) أو مجال مغناطيسي (الملفات) يتم من خلاله التحكم في مسار حزمة الإلكترونات أفقياً أو رأسياً ، مما يؤثر على حركة النقطة المضيئة في وسط الشاشة ، وذلك من خلال وضع هذه المجموعة الحارفة بصورة متعامدة على بعضها البعض ومع إتجاه حزمة الإلكترونات .

ب) الجزء الأمامي : وهو عبارة عن الجزء المتسع والمخروطي الشكل في الأنبوبة ويسمى بـــ الشاشة ، حيث تطلى الشاشة من الداخل بمادة فلوريسية مثل كبريتيد الزنك (الخارصين) (عـــلل) *حيث أن هذه المادة لها خاصية الوميض بمجرد سقوط الإلكترونات عليها* ، ويعتمد لون الوميض الذي تصدره هذه المادة على نوع المادة الفلوريسية وطاقة حركة الإلكترونات الساقطة عليها .

كما تغطى جوانب المخروط (الشاشة) من الداخل بمستحلب كربون (عـــلل) *وذلك لمنع تراكم الإلكترونات على الشاشة وإعادتها إلى بندقية الإلكترونات من خلال الشبكة الحاكمة .*



الشكل (٥)

❖ **كيفية عملها :ـ**

١ـ يمر تيار كهربائي في فتيلة التسخين مما يؤدي إلى تسخينها ومن ثم تسخين الكاثود ، والذي يقوم ببعث الإلكترونات باتجاه الشاشة .

٢ـ تندفع الإلكترونات باتجاه الشاشة مارة بين فكي الشبكة الحاكمة ، ومن ثم بين فكي الأنود ، ثم تمر حزمة الإلكترونات بين مجموعة الألواح الحارفة باتجاه الشاشة .

٣ـ عندما تصطدم حزمة الإلكترونات بالشاشة ينتقل جزء من طاقتها الحركية إلى المادة الفلوريسية التي تغطي الشاشة من الداخل فتشع ضوء ذا لون معين ، فتظهر نتيجة لذلك نقطة لها لون معين تحدد موضع سقوط الأشعة الإلكترونية على الشاشة وتسمى هذه النقطة بـــ **النقطة المضيئة** .

معلومات هامة :

١ـ توضع فتيلة التسخين في بؤرة الكاثود ليتم تسخينه بالكامل .

٢ـ تقوم الشبكة الحاكمة بالتحكم بعدد الإلكترونات المنطلقة من الكاثود نحو الشاشة لذلك سميت بالشبكة الحاكمة . و يقوم المصعد بتوحيد الإلكترونات وتشكيلها كحزمة واحدة .

٤ـ تقوم الألواح بالتحكم بحركة الشعاع الإلكتروني على الشاشة رأسياً وأفقياً .

٥ـ النقطة المضيئة هي نقطة سقوط الشعاع الإلكتروني وسط الشاشة .

كاشف الذبذبات (الأسيلسكوب) Oscilloscope

❖ ***تعريفه :*** هو عبارة عن جهاز مختص برسم منحنيات بيانية للأشارات الكهربائية المختلفة ، ويسمى أيضاً بـــ *راسم الاشارة* .

❖ ***مبدأ عمله :ـ*** يعمل وفقاً لظاهرة المقارنة الكهربائية بين إشارتين كهربائيتين إحداهما ذات تردد معلوم والآخرى ذات تردد مجهول .

❖ ***إستخداماته و وظائفه :ـ***

١) رسم منحنيات بيانية للإشارات الكهربائية المختلفة و دراسة خصائصها وتغيراتها ، كالتيارات الكهربائية المترددة حيث تعطي تصوراً دقيقاً عن تغيراته المختلفة .

٢) تعيين قيمة تردد جهد مجهول .

٣) الكشف عن تفصيلات التغيرات السريعة في النبضات أو الذبذبات الكهربائية ، مهما كانت ضئيلة ومهما كانت عالية التردد .

❖ ***تركيبه :ـ*** يتركب الأسيلسكوب من جزئين أساسيين هما :

أ ـ **أنبوبة أشعة الكاثود :** بكافة تجهيزاتها ، وتكون فيها المجموعة الحارفة عبارة عن زوجين من الألواح المعدنية (س ، ص) يولدان مجالين كهربائيين متعامدين على بعضهما البعض وعلى مسار الشعاع الإلكتروني .

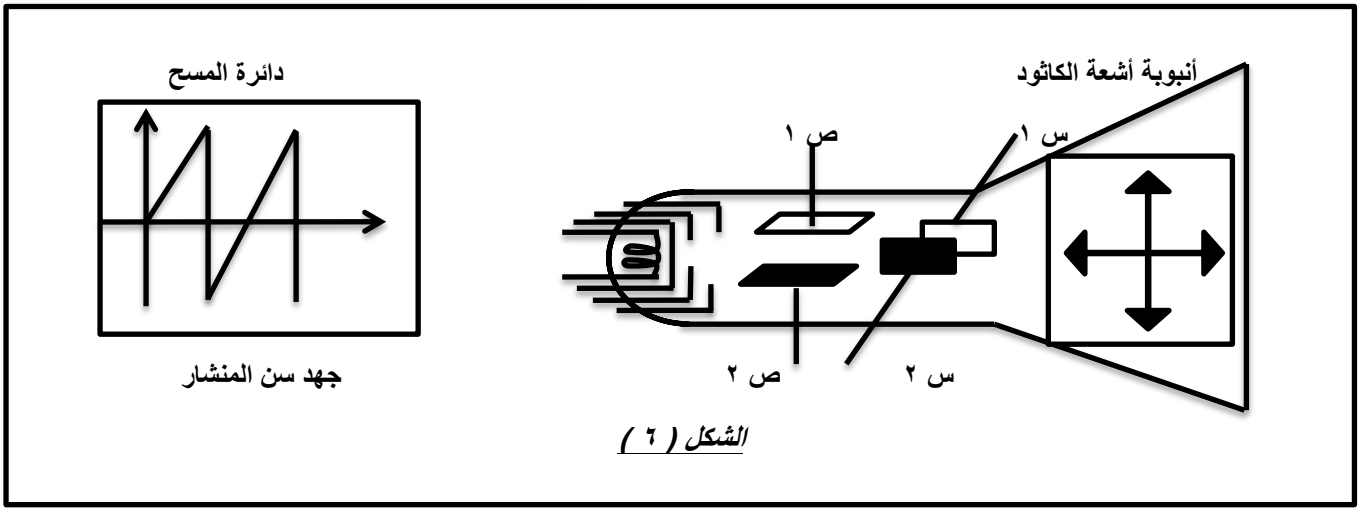
ب ـ **دائرة المسح :** وهي عبارة عن دائرة صمام إلكتروني ، تعمل على توليد جهد متردد على هيئة سن المنشار ، ويكون معلوم التردد .

والشكل (٦) أدناه يوضح تركيب الأسيلسكوب .

معلومات إضافية

ـ يعمل جهد سن المنشار على جعل النقطة المضيئة تتحرك من اليسار إلى اليمين على الشاشة في خط مستقيم .

ـ تستطيع الإلكترونات الإهتزاز بترددات عالية أو منخفضة نظراً لصغر كتلتها وبالتالي صغر قصورها الذاتي .



الشكل (٦)

❖ **طريقة عمل الأسيلسكوب :ـ**

١) توصل دائرة المسح باللوحين (س ١ ، س ٢) ، فيظهر على الشاشة منحنى بياني على هيئة سن المنشار يتحرك من يسار الشاشة إلى يمينها بتردد معين وليكن (f ٥) هذا المنحنى يعبر عن حركة النقطة المضيئة على الشاشة .

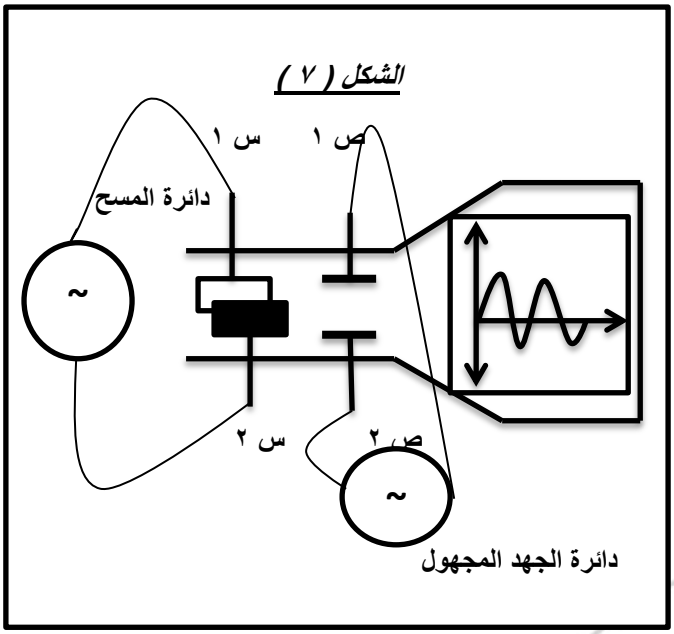
٢) يوصل الجهد المتردد المراد معرفة تردده باللوحين (ص ١ ، ص ٢) ، كما في الشكل (٧) المقابل .

٣) تظهر منحنيات بيانية على الشاشة وتتحرك من اليسار إلى اليمين ، وتعطي هذه المنحنيات صورة واضحة عن طبيعة الإهتزازات الكهربائية المسببة للجهد المجهول المراد دراسته سواء أكانت هذه الاهتزازات بسيطة أو مركبة ، وتكون هذه المنحنيات مضطربة ومتداخلة .

٤) بتغيير تردد دائرة المسح تسكن المنحنيات على الشاشة تدريجياً حتى تنطبق على بعضها البعض ، وعندئذ يكون تردد دائرة المسح يساوي تردد الجهد المجهول أو أحد مضاعفاته .

٥) بمعرفة تردد دائرة المسح يمكن تعيين تردد الجهد المجهول .

الشكل (٧)



الـــــرادار Radar

❖ **معنى كلمة رادار :ـ**

إن كلمة رادار هي إختصار لعبارة (Radio Detection and Ranging) وهذه العبارة تعني ((الكشف عن الأجسام وتعيين مداها وسرعتها واتجاهها بواسطة موجات لاسلكية قصيرة جداً)) .

❖ **تعريف جهاز الرادار :ـ**

إنطلاقاً من معنى كلمة الرادار ، فإننا نستطيع تعريف الرادار بأنه ((*جهاز كشف عن الأجسام وتحديد مداها وسرعتها واتجاهها باستخدام موجات لاسلكية قصيرة جداً*)) .

❖ **أنواع الرادار :ـ** *يوجد نوعين أساسيين من الرادار وهما :*

١) **رادار النبضات (ثابت) :** ويوجد في محطات الرادار الأرضية كالمطارات والموانئ ، ويستخدم في الكشف عن الطائرات والسفن والصواريخ ، وتعيين ارتفاعها وموقعها وسرعتها واتجاهها .

٢) **رادار الموجة المستمرة (متحرك) :** ويوجد في الطائرات والسفن والغواصات ، ويستخدم لتحديد و الكشف عن الأجسام التي تعترض طريقها ليلاً وكذلك في حالة وجود الضباب ، كما يستخدم في الطائرات لتحديد بُعدها عن سطح الأرض .

❖ **مبدأ عمل الرادار :ـ**

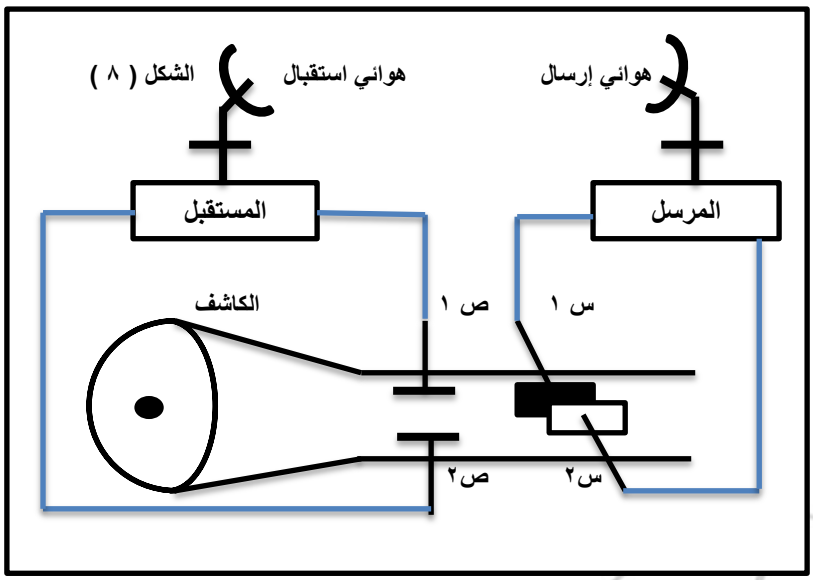
إن مبدأ عمل الرادار هو ظاهرة الإهتزاز الكهربائي للموجات الكهرومغناطيسية ، والحصول على صدى كهرومغناطيسي ، حيث يقوم بإرسال حزمة من الموجات اللاسلكية عالية التردد (حوالي ١٠ ^{٦} هيرتز) وعندما تقابل هذه الحزمة هدفاً فإنها تنعكس عليه وترتد ليستقبلها الرادار مرة أخرى ويقوم بدراستها لمعرفة التغيرات التي طرأت عليها من خلال مقارنتها بالحزمة المرسلة .

❖ **وظائف الرادار :ـ**

١) الكشف عن الأجسام الموجودة في الجو مثل الطائرات والصواريخ .
٢) تحديد ارتفاعاتها ومواضعها وسرعاتها واتجاهاتها ليلاً أو نهاراً .
٣) يستخدم في الطائرات والسفن للكشف عما يعترض طريقها ليلاً وفي حالة وجود الضباب .
٤) يستخدم للكشف عن الغواصات والطربيدات في أعماق البحار .

❖ تركيب محطة الرادار الأرضية (رادار النبضات) :ـ

تتركب محطات الرادار الأرضية (رادار النبضات الثابت) كما في الشكل (٨) المقابل ، من ثـلاثـة أجـزاء أسـاسـيـة وهي كما يلي :



١) المرسل : ويتكون من :

أ ـ هوائي إرسال : وهو عبارة عن صحن هوائي يشترط فيه أن يكون مقعر الشكل وذو سطح عاكس ويوضع في بؤرته ملف معدني (عـــلل) *حتى تتمكن الموجات اللاسلكية التي يتم ارسالها بعد مرورها في الملف من الإصطدام بسطحه والانعكاس نحو الخارج بزوايا مختلفة* ، كما يشترط في هوائي الإرسال أن يكون قادراً على الحركة في كافة الاتجاهات (عـــلل) *حتى يعمل على مسح أكبر منطقة محيطة بالمحطة ونشر الموجات المرسلة في كافة الإتجاهات .*

ب ـ دائرة مهتزة : وتتكون من ملف ومكثف ومصدر جهد كهربائي ، وعملها توليد تيارات كهربائية عالية التردد وارسالها إلى الملف الموجود في الهوائي والذي يعمل على تحويلها إلى موجات لاسلكية عالية التردد .

٢) المستقبل : ويتكون من :

أ ـ هوائي استقبال : وهو عبارة عن صحن هوائي يحمل نفس مواصفات وشروط هوائي الإرسال .

ب ـ جهاز تكبير : وهو عبارة عن جهاز يحتوي على دائرة رنين ودوائر تقويم وتكبير ، وعمله هو استقبال الموجات اللاسلكية المنعكسة وتقويمها وتكبيرها وارسالها إلى الكاشف .

٣) الكاشف (الكينوسكوب) : وهو عبارة عن أنبوبة أشعة الكاثود بكافة مكوناتها وتسمى كينوسكوب فيها الشاشة مدرجة بالزمن ، فيها المجموعة الحارفة عبارة عن زوجين من الألواح المعدنية الحارفة (س ، ص) ، الزوج الرأسي (س١ ، س٢) ويعمل على التحكم بحركة الشعاع الإلكتروني على الشاشة بشكل أفقي ويوصل هذا الزوج بالمرسل ، والزوج الأفقي (ص١ ، ص٢) ويعمل على التحكم بحركة الشعاع الإلكتروني على الشاشة بشكل رأسي ويوصل هذا الزوج بالمستقبل ، ويوصل المرسل والمستقبل معاً ، كما في الشكل أعلاه .

❖ كيفية عمل محطة الرادار :ـ

١) يرسل المرسل نبضة من الموجات اللاسلكية القصيرة وفي نفس الوقت يتولد فرق جهد بين اللوحين (س١ ، س٢) يزداد هذا الجهد تدريجياً مع الزمن ، فتتحرك النقطة المضيئة على الشاشة أفقياً .

٢) نظراً لكون المرسل متصل بالمستقبل والمستقبل متصل باللوحين (ص ١ ، ص ٢) فإن ذلك يؤدي إلى تولد فرق في الجهد بينهما لحظة خروج النبضة من المرسل ، فرق الجهد هذا يعمل على تحريك النقطة المضيئة رأسياً على شاشة الكاشف فتظهر قمة (أ) على يسارها .

٣) عندما تصطم الموجات المرسلة بالهدف تنعكس عليه وترتد إلى المحطة ويستقبلها المستقبل عن طريق الهوائي فيتولد فرق جهد بين اللوحين (ص ١ ، ص ٢) فتظهر قمة (ب ١) على الشاشة .

٤) بواسطة التدريج الزمني الموجود على الشاشة يمكن حساب الزمن الذي استغرقته الموجات المرسلة والموجات المنعكسة في قطع المسافة بين المحطة والهدف ذهاباً وإياباً ، وذلك من خلال العلاقة التالية :

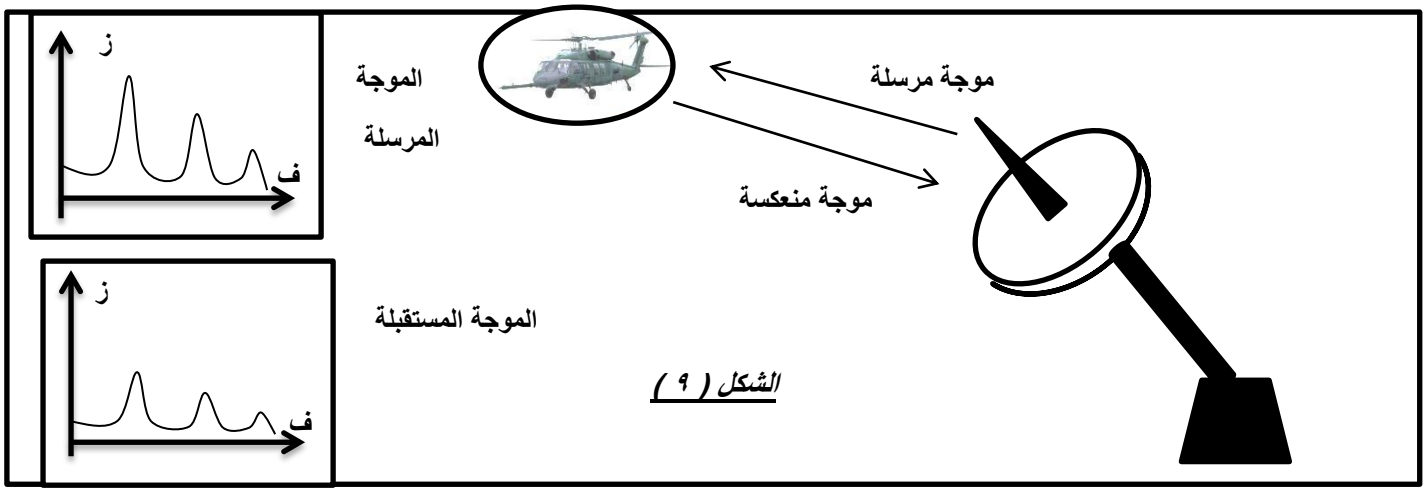
$$\text{الزمن المستغرق في الذهاب والإياب} = \frac{\text{المسافة بين القمتين (أ ب ١)}}{\text{سرعة الموجات اللاسلكية}} = \frac{\text{ف (أ ب ١)}}{\text{ع ض}} \quad \text{ثانية}$$

٥) بمعرفة أن سرعة الموجات اللاسلكية في الهواء (أو الفراغ) تساوي سرعة الضوء (ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث) فإنه يمكن حساب بُعد الهدف (ف) من العلاقة التالية :

بُعد الهدف = سرعة الضوء x نصف زمن الذهاب والإياب

$$\clubsuit \quad \text{ف} = \text{ع ض} \times \frac{١}{٢} \text{ ز ذهاب و إياب}$$

لاحظ الشكل (٩) أدناه والذي يوضح كيفية عمل الرادار .



الشكل (٩)

■ مـــثـــال :

وجهت نبضة رادار طولها الموجي (٣ سم) نحو هدف يبعد (٤,٥ x ١٠ ^٤ كيلومتر) عن المحطة . احسب :

١ـ زمن ذهاب وإياب النبضة ؟

٢ـ عدد الموجات المتكونة في المسافة بين المحطة والهدف ؟

٣ـ سعة مكثف دائرة الرنين إذا كان حث ملفها (٢,٥ x ١٠ ^-١٠ هنري) ؟ علماً بأن ع ض = ٣ x ١٠ ^٨ م / ث & π^٢ = ١٠ ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : λ = ٣ سم = ٣ x ١٠ ^-٢ م

ف = ٤,٥ x ١٠ ^٤ كم = ٤,٥ x ١٠ ^٧ م

١ـ زمن ذهاب وإياب النبضة

♥ ف = ١/٢ ز x ع ض ↔ ز = ٢ ف / ع ض = ٢ x ٤,٥ x ١٠ ^٧ / ٣ x ١٠ ^٨

♣ ز = ٠,٣ ثانية .....#

٢ـ عدد الموجات (ن) ..... نستطيع إيجاد ن من العلاقة التالية :

عدد الموجات (ن) = المسافة بين المحطة والهدف (ف) / الطول الموجي (λ) = ف / λ .

♣ ن = ٤,٥ x ١٠ ^٧ / ٣ x ١٠ ^-٢ = ١٥ x ١٠ ^٨ موجة .....#

٣ـ سعة المكثف (سع) ..... نحسب أولاً تردد النبضة f كما يلي :

♥ f = ع ض / λ = ٣ x ١٠ ^٨ / ٣ x ١٠ ^-٢ = ١٠ ^١٠ هيرتز

ولحساب سعة المكثف لدينا العلاقة : (راجع الوحدة الثانية دائرة الرنين)

♥ سع = ١ / ٤ π^٢ ح f^٢ = ١ / ٤ x ١٠ x ٢,٥ x ١٠ ^-١٠ x ١٠ ^٢٠

♣ سع = ١٠ ^-١٢ فاراد = ١ بيكوفاراد .....#

معلومات وملاحظات ختامية فى الرادار

١/ عندما تقابل النبضة المرسلة عدة أهداف فإنها تصطدم بها وترتد إلى المستقبل ومن ثم إلى الكاشف ، فتظهر على الشاشة عدة قمم (ب ١ ، ب٢ ، ب٣ ، .....) بعدد الأهداف .

٢/ يراعى في مرسل الرادار أن تكون قدرته عالية وذلك لأن شدة الإشارة المرسلة ومدى وضوحها وكذلك الإشارة المستقبلة تتناسب تناسباً عكسياً مع مربع بُعد المحطة عن الهدف .

٣/ يراعى في المستقبل أن تكون قدرته على التكبير عالية للتيارات التأثيرية المتولدة بالتأثير عن الموجات اللاسلكية المنعكسة وذلك قبل وصولها إلى الكاشف حتى يتسنى الحصول على صورة واضحة .

٤/ تطورت أجهزة الرادار حديثاً بحيث أصبحت متكاملة وقادرة على تعيين بُعد الهدف وسرعته واتجاهه مباشرة على الشاشة ، كما أنها أصبحت تستخدم هوائي واحد يوصل بالمرسل والمستقبل معاً وذلك توفيراً في الوقت والجهد والمال المبذولة في تحريك الهوائيين في آن واحد .

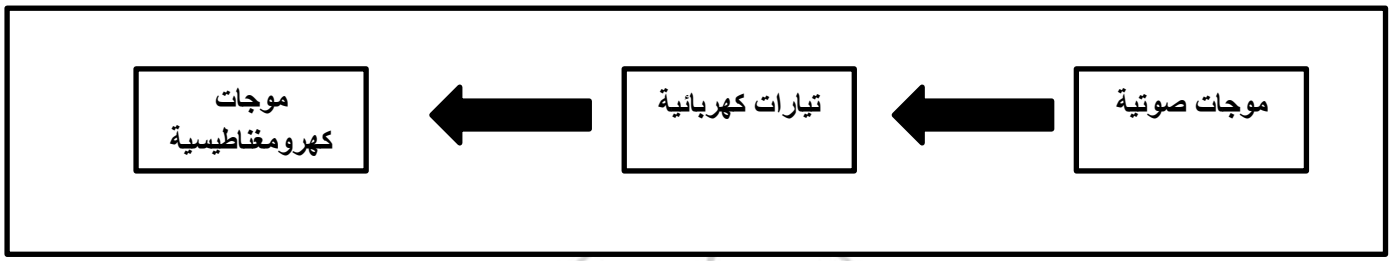
٤/ يحتاج عامل الرادار لعرض المعلومات طريقتان طريقة العرض الأفقي لقياس بُعد الهدف واتجاهه من خلال حركة الهوائي بصورة أفقية ودورانه بزاوية ٣٦٠ ° ، و طريقة العرض الرأسي لقياس بُعد الهدف وارتفاعة من خلال حركة الهوائي بصورة رأسية ودورانه بزاوية ١٨٠ ° .

٥/ يجب أن تكون مدة الإرسال والاستقبال صغيرة جداً وذلك لكي يكون عمل الرادار سريع .

إرسال واستقبال الموجات اللاسلكية الأذاعية (الراديوية)

أولاً / عملية الإرسال الإذاعي (إرسال الموجات اللاسلكية) :

❖ ***تعريف عملية الإرسال الإذاعي :*** هي عملية بث الصوت (الموجات الصوتية) من المحطة الإذاعية إلى الجو (الأثير) بعد تحويلها إلى تيارات كهربائية تأثيرية معبرة عن الصوت وتحميلها على تيارات حمل عالية التردد ، ثم تحويلها إلى موجات كهرومغناطيسية تنتشر في الجو بسرعة الضوء . *والمخطط في الشكل (١٠) أدناه يوضح ذلك .*



❖ ***تركيب جهاز الإرسال الإذاعي (المحطة الإذاعية) :*** يتركب جهاز الإرسال الإذاعي من الدوائر التالية :

١) **دائـرة الـمـيـكـرفـون :** وتتكون من ميكرفون متصل بمصدر للتيار المستمر (بطارية) و ملف معدني . **ووظيفة** هذه الدائرة هي تحويل الموجات الصوتية إلى تيارات كهربائية تأثيرية منخفضة التردد تسمى بـ *التيارات المعبرة عن الصوت* .

٢) **الدائـرة المـهـتزة :** وتتكون من مكثف متغير السعة وملف حثي ، **ووظيفتها** توليد تيار كهربائي عالي التردد يسمى بـ *التيار الحامل* .

٣) **دائـرة الـهـوائـي :** وتتكون من معدل تيار وملف معدني وهوائي إرسال ، **ووظيفتها** دمج التيار المعبر عن الصوت مع التيار الحامل للحصول عن ما يسمى بـ *التيار المعدل* والذي يتم تحويله إلى موجات لاسلكية كهرومغناطيسية ومن ثم بثها في الجو بسرعة الضوء .

❖ مراحل وخطوات عملية الإرسال الإذاعي :

١) عندما يتحدث المذيع أمام الميكرفون المتصل بالبطارية يهتز غشاء الميكرفون وتهتز معه حبيبات الكربون الموجودة عليه ونتيجة لذلك تتغير شدة التيار المستمر المار في الميكرفون زيادة ونقصاً وذلك وفقاً لشدة الموجات الصوتية التي تصدر من المذيع ، ويصبح هذا التيار تياراً معبراً للصوت وذو تردد منخفض .

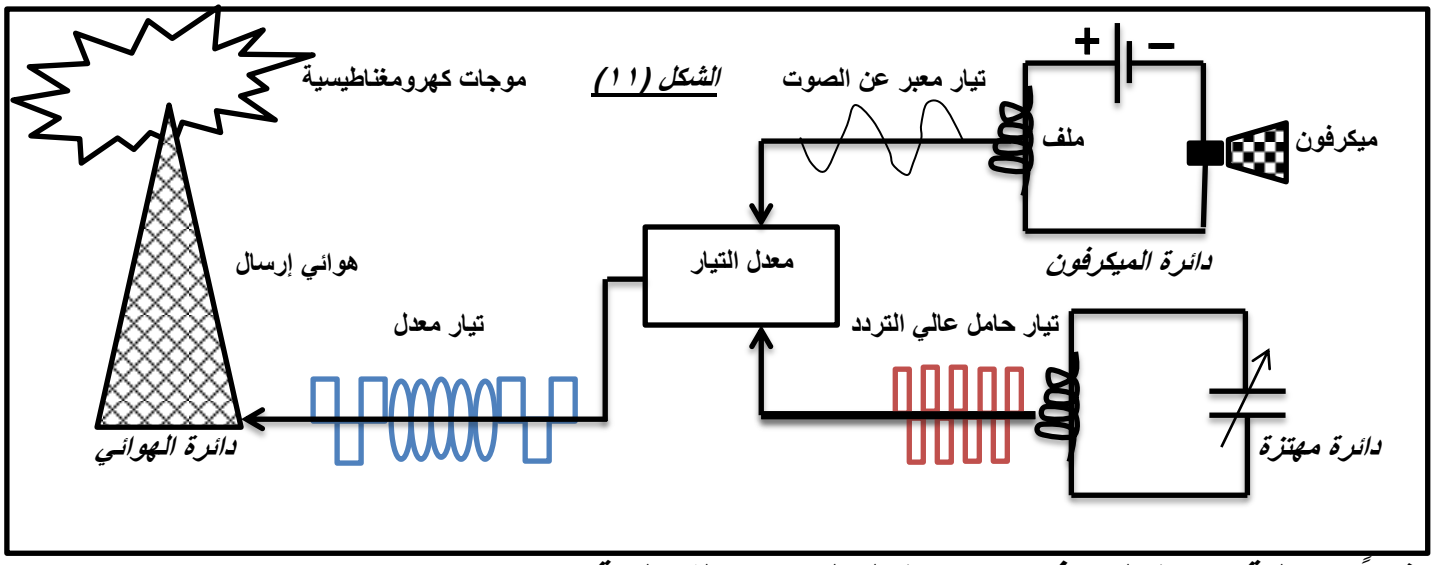
٢) تقوم الدائرة المهتزة عن طريق تبادل الطاقة بين مكثفها وملفها بتكوين تيار كهربائي عالي التردد تسمى بالتيارات الحاملة .

٣) يتجه كلاً من التيار المعبر عن الصوت والتيار الحامل إلى دائرة الهوائي عن طريق مايسمى بمعدل التيار والذي يقوم بدمج التيارين معاً ، حيث يؤثر التيار المعبر عن الصوت على التيار الحامل فيغير من سعته وينتج عن ذلك تيار كهربائي عالي التردد يسمى بالتيار المعدل السعة (A . M) ،
أي أن :

التيار المعدل = التيار الحامل + التيار المعبر عن الصوت

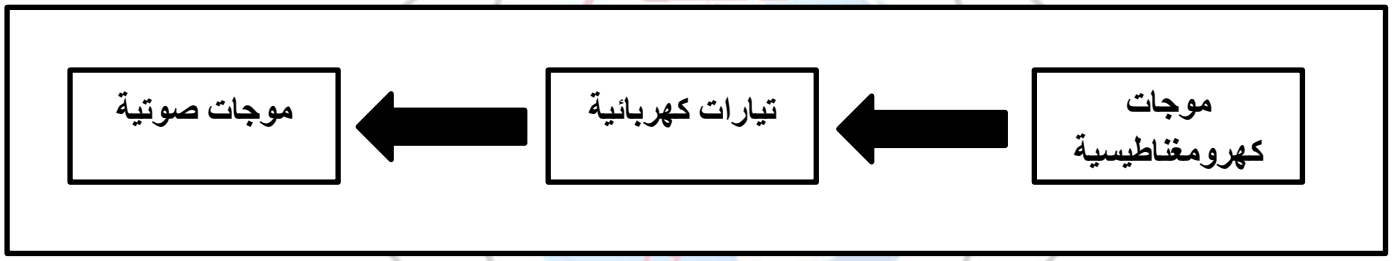
٤) يتجه التيار المعدل إلى الملف المعدني والذي يقوم بتحويله إلى موجة كهرومغناطيسية عالية التردد ومن ثم بثها إلى الجو عن طريق هوائي الإرسال في جميع الإتجاهات .
والشكل (١١) التالي يوضح تركيب محطة الإرسال الإذاعي ، وكذلك خطواته

ملاحظات ومعلومات
١ـ عملية الإرسال الإذاعي هي عملية تحويل الطاقة الصوتية إلى طاقة ونبضات كهربائية .
٢ـ التيار المعبر عن الصوت ضعيف التردد لذلك لايمكن تحويله مباشرة إلى موجات كهرومغناطيسية .
٣ـ تتوقف قدرة محطة الإرسال الإذاعي على معدل الطاقة المصاحبة للموجات الإذاعية لذا تضاف دوائر تكبير لمحطة الإرسال الإذاعي .
٤ـ أقل تردد إذاعي يساوي ١٠٠ كيلوهيرتز .



ثانياً / عملية الإستقبال الإذاعي (إستقبال الموجات اللاسلكية) :

❖ **تعريف عملية الإستقبال الإذاعي:** هي عملية إستلام الموجات اللاسلكية (الإذاعية) وتحويلها إلى تيارات كهربائية تأثيرية مترددة لها نفس شكل وتردد موجاتها ومن ثم إلى موجات صوتية (صوت) لها نفس تردد وخصائص الصوت الموجه إلى الميكرفون من قبل المذيع في محطة الإرسال الإذاعي . *والشكل (١٢) أدناه يوضح مخطط عملية الإستقبال الإذاعي .*



❖ **تركيب جهاز الإستقبال الإذاعي (جهاز الراديو) :** يتركب جهاز الإستقبال الإذاعي من الدوائر التالية :

١) **دائـــرة الـــهـــوائـــي :** وتتكون من هوائي إستقبال وملف معدني ، **ووظيفتها** إستلام الموجات الإذاعية اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) وتحويلها إلى تيارات كهربائية تأثيرية مترددة لها نفس تردد وصفات موجاتها .

٢) **دائـــرة الـــرنـــيـــن :** وتتكون من مكثف متغير السعة وملف حثي ، **ووظيفتها** القيام بعملية ضبط الموجة (التوليف) و إنتقاء تردد المحطة المراد سماعها من بين ترددات المحطات الإذاعية المختلفة .

دائـــرة الـــتـــقـــويـــم والـــتـــكـــبـــيـــر : وتتكون من ترانزستورات ووصلات ثنائية ، **ووظيفتها** تقويم التيار التأثيري الخاص بالمحطة الإذاعية المراد سماعها وتكبيرة للحصول على نفس صفات التيار المعدل الذي تم إرساله من محطة الإذاعة .

٣) **دائـــرة الـــســـمـــاعـــة :** وتتكون من مكبر صوت ديناميكي (سماعة) و دائرة فصل ، **و وظيفتها** فصل التيار الحامل عن التيار المعبر عن الصوت ومن ثم تحويل التيار المعبر عن الصوت إلى موجات صوتية (صوت) .

ملاحظات ومعلومات

١ـ عملية الإستقبال الإذاعي هي عملية تحويل الطاقة والنبضات الكهربائية إلى موجات صوتية (صوت) .
٢ـ يوضع ملف دائرة الهوائي بالتوازي مع ملف دائرة الرنين حتى تتحقق خاصية الحث المتبادل بين الملفات المتجاورة فينتقل تيار المحطة الإذاعية المراد سماعها من دائرة الهوائي إلى دائرة الرنين عن طريق ظاهرة الحث المتبادل .
٣ـ لزيادة قدرة جهاز الإستقبال الإذاعي (الراديو) فإنه تستخدم العديد من دوائر التكبير بإستخدام الترانزستورات حيث يتم التكبير والتقويم إلى حد كبير .
٤ـ يحفظ التيار الحامل عالي التردد بعد فصل التيار المعبر عن الصوت عنه في دائرة السماعة في مكثف كهربائي متصل على التوازي مع السماعة .

❖ خطوات ومراحل الإستقبال الإذاعى :

١) تصطدم الموجات الإذاعية اللاسلكية (الكهرومغناطيسية) التي تبثها محطات الإذاعة المختلفة بهوائي جهاز الراديو ، فيمررها نحو الملف المعدني الموجود في دائرة الهوائي والذي يحولها إلى تيارات كهربائية تأثيرية لها نفس ترددات موجاتها.

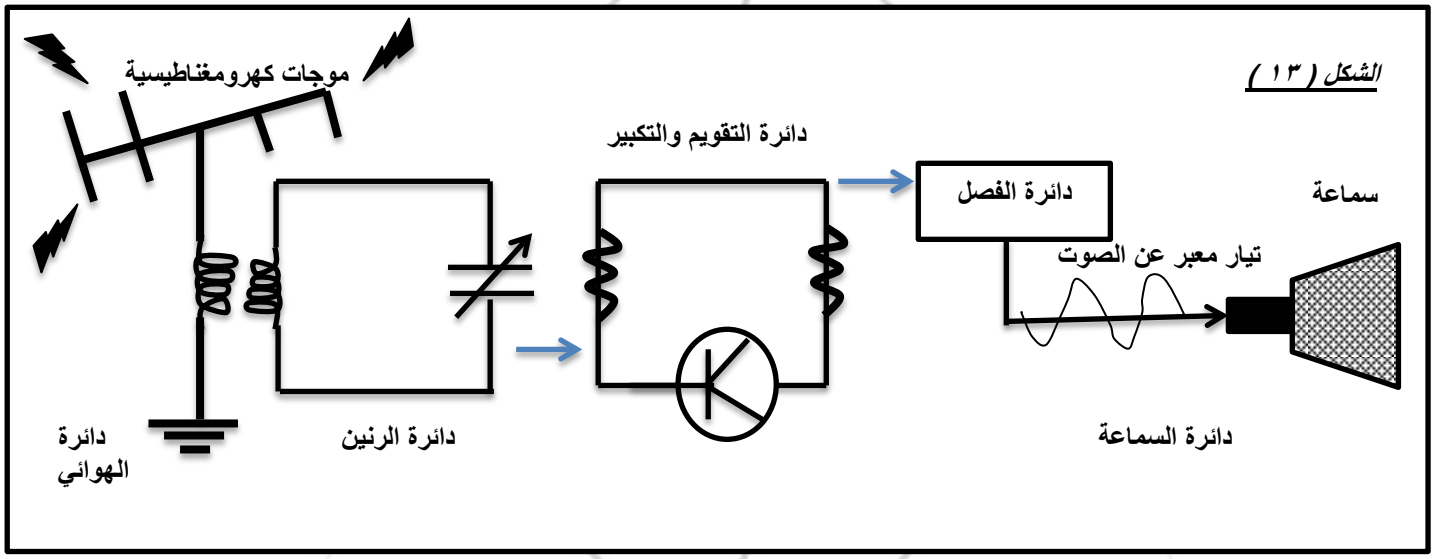
٢) تمر التيارات التأثيرية المعبرة عن موجات المحطات الإذاعية المختلفة إلى دائرة الرنين والتي تقوم بعملية التوليف حيث تقوم بإنتقاء تردد المحطة المراد سماعها من بين مختلف المحطات الإذاعية وذلك من خلال توليد ما يسمى بتردد الرنين (راجع الوحدة الثانية ـ دائرة الرنين) فيمر من خلالها تيار المحطة المراد سماعها فقط وترفض بقية التيارات .

٣) يمر التيار الخاص بالمحطة الإذاعية المراد سماعها والذي تم إنتقائه إلى دائرة التقويم والتكبير ليتم تقويمه وتكبيره .

٤) يمر هذا التيار نحو دائرة السماعة بعد خروجه من دائرة التقويم والتكبير ، ويكون هذا التيار ممتلكاً لنفس خصائص التيار المعدل الذي تم إرساله ، يمر هذا التيار نحو دائرة الفصل والتي تقوم بفصل التيار الحامل عن التيار المعبر عن الصوت فتحتفظ بالتيار الحامل وتترك التيار المعبر عن الصوت ليمر نحو مكبر الصوت الديناميكي (السماعة) .

٥) تقوم السماعة بتحويل التيار المعبر عن الصوت إلى موجات صوتية (صوت) له نفس خصائص وصفات الصوت الذي تم إرساله من محطة الإرسال الإذاعي .

والشكل (١٣) أدناه يوضح مكونات جهاز الراديو وكذلك خطوات الإستقبال الإذاعي .



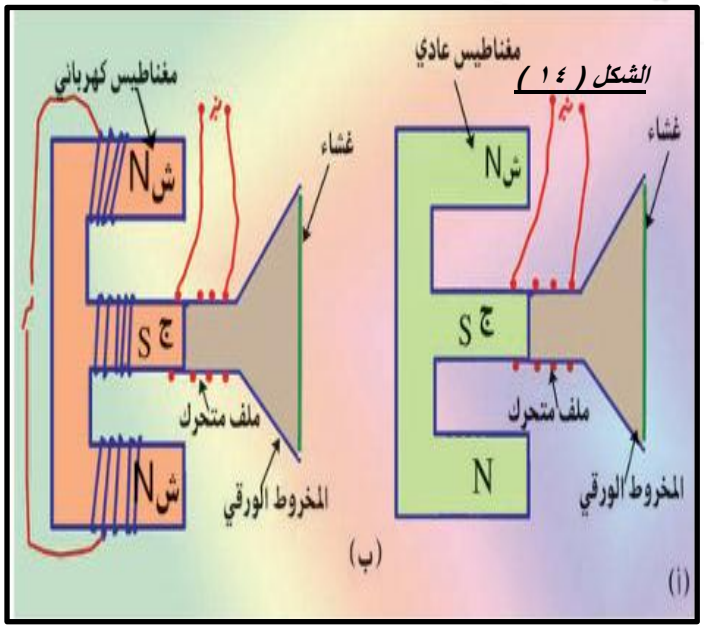
مكبر الصوت الديناميكي (السماعة)

❖ ***تعريفه :*** هو عبارة عن جهاز يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة صوتية ، وهو السماعة المستخدمة لتكبير الصوت والمستخدمة في جهاز الراديو .

❖ ***تركيبة :*** كما في الشكل (١٤) المقابل ، يتركب مكبر الصوت من ما يلي :

١) ***مغناطيس قوي :*** اما أن يكون كهربائي أو عادي ، وتكون أقطابه دائرية الشكل قطبه الجنوبي مركزي وقطبه الشمالي عبارة عن حلقة تحيط بالقطب الجنوبي .

٢) ***ملف الصوت (ملف معدني) :*** وهو عبارة عن ملف نحاسي معزول دقيق جداً وملفوف عدة لفات حول إسطوانة صغيرة من الورق المقوى يقع في الفجوة بين قطبي المغناطيس .



٣) **مخروط ورقي :** وهو عبارة عن مخروط أجوف من الورق المقوى يثبت رأسه في ملف الصوت وتقع قاعدته خلف جزء مثقب في واجهة جهاز الراديو .

❖ **كيفية عمل مكبر الصوت الديناميكي :**

١) عندما يمر التيار المعبر عن الصوت في ملف الصوت ينشأ عنه مجال مغناطيسي متغير الشدة تبعاً لتغيرات التيار المعبر عن الصوت المار فيه .

٢) بسبب ذلك تتولد قوى مغناطيسية متبادلة بين ملف الصوت والمغناطيس وتكون هذه القوى متغيرة تبعاً لتغير شدة التيار المعبر عن الصوت .

٣) يهتز ملف الصوت ويكون إتجاه القوة المؤثرة عليه وكذلك اتجاه حركته عمودياً على كلاً من اتجاه الفيض المغناطيسي واتجاه التيار المعبر عن الصوت .

٤) يهتز المخروط الورقي تبعاً لإهتزاز ملف الصوت ، وبسبب كُبر المخروط الورقي فإنه تهتز كمية كبيرة من جزيئات الهواء المحبوسة بداخله وتحدث نتيجة لذلك موجات صوتية ذات شدة مناسبة ومشابهة للصوت المرسل من محطات الإذاعة .

الإرسال والإستقبال التلفازي

الـتـلـفـزيـون Television

❖ **معنى كلمة تلفزيون Television:** كلمة تلفزيون هي كلمة غير عربية مكونة من مقطعين (Tele) وتعني (من بُعد) و (vision) وتعني (الرؤية المباشرة) وهذا يعني أن كلمة تلفزيون تعني (الرؤية المباشرة للصور أو المناظر من بُعد) .

❖ **تعريف التلفزيون :** هو عبارة عن جهاز يقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية (صور مرئية) .

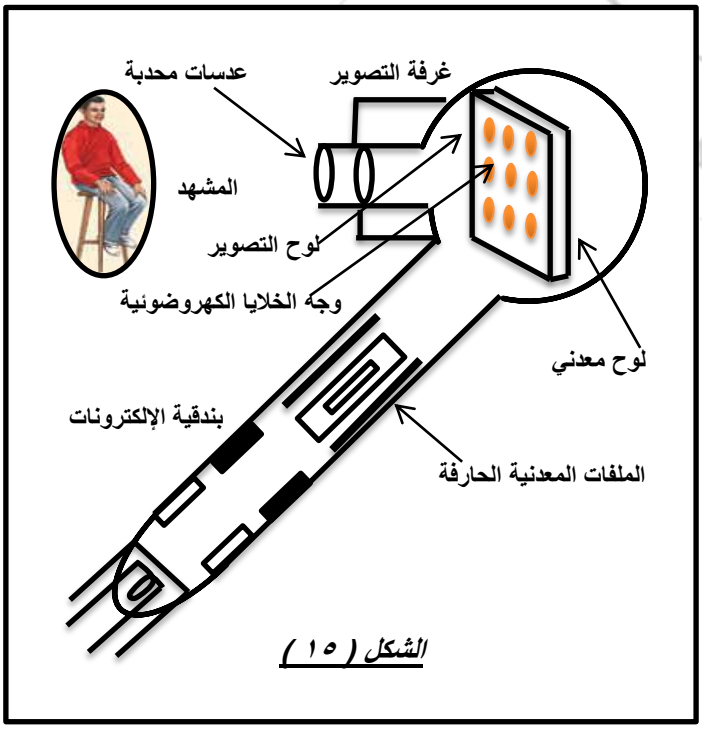
تتم عملية الرؤية المباشرة للصور من بُعد من خلال عمليتين أساسيتين هما عملية الإرسال التلفازي وعملية الإستقبال التلفازي ، وفيما يلي سنتعرف على كل عملية بشكل تفصيلي .

أولاً / عملية الإرسال التلفازي :ـ

❖ **تعريفها :** هي عملية تحويل الموجات الضوئية (الصور والمناظر) إلى تيارات كهربائية تأثيرية وتحميلها على موجات كهرومغناطيسية عالية التردد ومن ثم بثها في الهواء بسرعة الضوء .

❖ **تركيب جهاز الإرسال التلفازي :** يتركب جهاز الإرسال التلفازي من الدوائر التالية :

١) دائرة الكاميرا : وهي عبارة عن كاميرا التصوير التلفازي والتي تسمى (الإيكونوسكوب) ، **وظيفتها** تحويل الصور أو المناظر إلى تيارات كهربائية تأثيرية تسمى بالتيارات المعبرة عن الصورة ، وتتكون كاميرا التصوير التلفازي كما في الشكل (١٥) المقابل من الأجزاء التالية :



الشكل (١٥)

أ ـ غرفة التصوير (أنبوبة التصوير) : وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية منتفخة ذات شكل كروي مظلمة تماماً من الداخل (عـــلل) *حتى تمنع إنعكاس الصورة على جدرانها الداخلية* ، كما أنها مفرغة تماماً من الهواء (عـــلل) *لمنع حدوث تأين لذرات الهواء بداخلها مما قد يؤدي إلى حدوث شرارة كهربائية* ، ويوجد في مقدمتها فتحة بها مجموعة من العدسات المحدبة .

ب ـ لوح التصوير (لوح الإشارة) (لوح الموزاييك) : وهو عبارة عن لوح من مصنوع من الميكا مستطيل الشكل وله وجهين الوجه الأول وهو الوجه المقابل للعدسات ويغطى بالأف الخلايا الكهروضوئية مرتبة في صفوف ومعزولة عن بعضها البعض ، **وظيفتها** تحويل الصورة إلى تيار كهربائي تأثيري ، والوجه الآخر من لوح الميكا وهو الوجه الخلفي فيغطى بصفيحة معدنية رقيقة متصلة بمكبر تيار الصورة .

ج ـ بندقية الإلكترونات : وتتكون من :

١) **الكاثود (المهبط) :** وهو الباعث للإلكترونات بالتسخين حيث يتم تسخينه بصورة غير مباشرة عن طريق فتيلة تسخين توضع في بؤرته .

٢) **الشبكة الحاكمة :** وهي عبارة عن إسطوانة تحيط بالكاثود وتحمل بجهد سالب ، **وظيفتها** التحكم في عدد وتركيز الإلكترونات المتجهة من الكاثود نحو لوح التصوير .

٣) **الآنود (المصعد) :** وهو عبارة عن إسطوانتين موضوعتان بشكل متقابل مع بعضهما وعمودياً على إتجاه الشعاع الإلكتروني ، تحمل الأسطوانة الأولى بجهد موجب لتجميع الإلكترونات وتحمل الأسطوانة الثانية بجهد موجب أيضاً لكنه أعلى من جهد الأولى ، **وظيفته** تعجيل الإلكترونات نحو لوح التصوير كحزمة ضيقة جداً وذات تركيز عالي تسمى بالشعاع الإلكتروني .

د ـ المجموعة الحارفة : وهي عبارة عن زوجين من الملفات المعدنية المتعامدة (س ١ ، س ٢) محورهما المشترك رأسي و (ص ١ ، ص ٢) ومحورهما المشترك أفقي ، وتحيط هذه الملفات بعنق الأنبوبة من الخارج ، **وظيفتها** توليد مجال مغناطيسي عند مرور تيار كهربائي فيها يعمل على تحريك الشعاع الإلكتروني بالكيفية المطلوبة للقيام بعملية المسح التلفازي للوح التصوير.

٢) الـدائـــرة المـــهـتـــزة : وتتكون من مكثف متغير السعة وملف حثي ، **وظيفتها** توليد تيار كهربائي عالي التردد يسمى بـــ التيار الحامل .

٣) دائرة تقويم وتكبير : وتتكون من مجموعة من الترانزستورات والدايودات ، **وظيفتها** تكبير التيار المعبر عن الصورة .

٤) دائرة الهوائى : وتتكون من معدل تيار وملف معدني وهوائي إرسال ، **وظيفتها** تكوين التيار المعدل من خلال دمج التيار الحامل والتيار المعبر عن الصورة ببعضهما ومن ثم تحويل التيار المعدل إلى موجات كهرومغناطيسية وبثها في الجو في جميع الاتجاهات بسرعة الضوء .

معلومات وإضافات هامة :

١) تستخدم العدسات المحدبة في مقدمة غرفة التصوير في كاميرا التصوير التلفازي في تجميع الأشعة المنعكسة من الجسم المراد نقل صورته وتركيزها على لوح التصوير.

٢) مادة الميكا التي يصنع منها لوح التصوير هي عبارة عن مادة كيميائية شبه زجاجية على هيئة رقاقات زجاجية عازلة .

٣) الخلايا الكهروضوئية التي يغطى بها الوجه الأمامي للوح التصوير هي عبارة عن حبيبات فضة مغطاة بطبقة رقيقة من السيزيوم .

٤) السيزيوم من المواد الحساسة للضوء فبمجرد سقوط الضوء عليها تُثار وتطلق إلكترونات .

٥) يُغطى الوجه الخلفي للوح التصوير بصفيحة معدنية من مادة موصلة كالنحاس ، وقد يُغطى بصفيحة من الجرافيت .

٦) يعمل المصعد في بندقية الإلكترونات الموجودة في الكاميرا على تعجيل الإلكترونات وتسريع حركتها نحو طبقة الخلايا الكهروضوئية ، ويتم ذلك من خلال تحميله بجهد موجب .

٧) نقطة الإستكشاف هي نقطة سقوط الشعاع الإلكتروني على طبقة الخلايا الكهروضوئية في لوح التصوير ومنها يتم البدء بعملية المسح التلفازي .

❖ ***خطوات ومراحل الإرسال التلفازي :-***

١) يوضع الجسم أو المنظر المراد نقل صورته أمام عدسات الكاميرا ويضاء إضاءة شديدة (عـــــلل) *حتى تتكون له صورة واضحة على لوح التصوير داخل الكاميرا وبالتحديد على وجه الخلايا الكهروضوئية بما يضمن إثارة أكبر عدد ممكن من الخلايا الكهروضوئية .*

٢) تقوم العدسات بتكوين صورة مقلوبة للجسم على وجه الخلايا الكهروضوئية على لوح التصوير وذلك يؤدي إلى إثارة الخلايا الكهروضوئية فتفقد إلكترونات وتحمل بشحنات موجبة و بجهد موجب (عـــــلل) *نظراً لكونها متعادلة قبل سقوط صورة الجسم عليها* ، هذه الشحنات تؤثر على الصفيحة المعدنية الموجودة في الوجه الآخر للوح التصوير مما يجعله يكتسب شحنات سالبة عددها مساوي لعدد الشحنات الموجبة التي اكتسبتها الخلايا الكهروضوئية (نفس عدد الإلكترونات التي فقدتها الخلايا) .

٣) تطلق البندقية الإلكترونية الشعاع الإلكتروني باتجاه لوح الخلايا الكهروضوئية عند نقطة تسمى نقطة الإستكشاف ليبدأ بما يسمى بعملية المسح التلفازي .

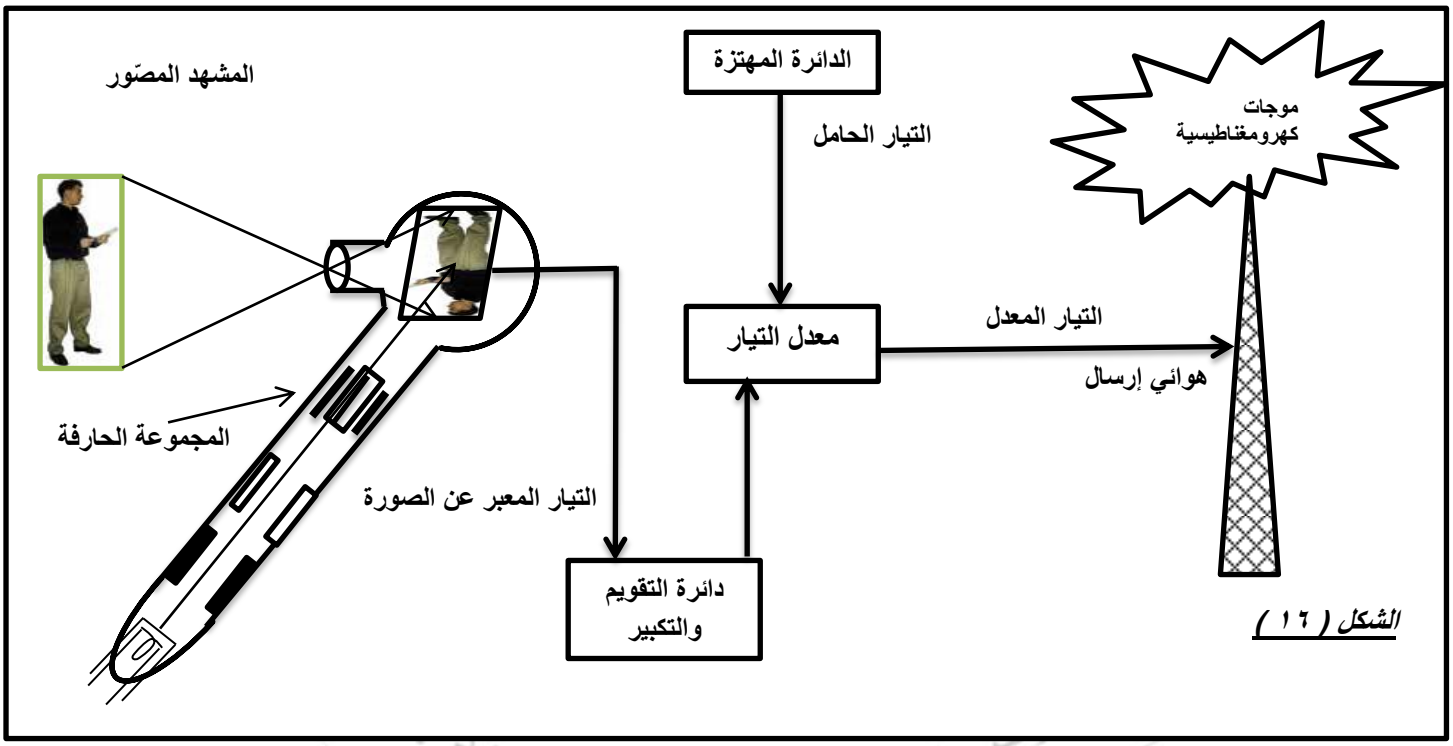
٤) يقوم الشعاع الإلكتروني بعملية المسح التلفازي على لوح الخلايا الكهروضوئية حيث يمر هذا الشعاع الإلكتروني على صفوف الخلايا الكهروضوئية ليمسحها فيمد الخلايا الموجبة بما فقدته من إلكترونات وبنفس العدد وذلك يؤدي إلى تعادلها مرة اخرى .

٥) نتيجة لحدوث هذا التعادل في الخلايا الكهروضوئية تتحرر الشحنات السالبة الموجودة على الصفيحة المعدنية في الوجه الثاني للوح التصوير (الوجه الخلفي) وتنطلق هذه الشحنات على هيئة نبضات كهربائية مختلفة التردد وتعرف حينها بـــ التيار المعبر عن الصورة .

٦) يتجه التيار المعبر عن الصورة نحو دائرة التقويم والتكبير ليتم تقويمه وتكبيرة ومن ثم يتجه نحو معدل التيار في دائرة الهوائي ، وفي نفس الوقت تقوم الدائرة المهتزة بتوليد التيار الحامل ذو التردد العالي والذي يتجه بدوره أيضاً نحو معدل التيار .

٧) يقوم معدل التيار بتكوين التيار المعدل عن طريق دمج التيار المعبر عن الصورة بالتيار الحامل ، ومن ثم يتجه التيار المعدل نحو الملف المعدني والذي يقوم بتحويله إلى موجات كهرومغناطيسية عالية التردد تتجه إلى هوائي الإرسال ليقوم ببثها في الجو بسرعة الضوء .

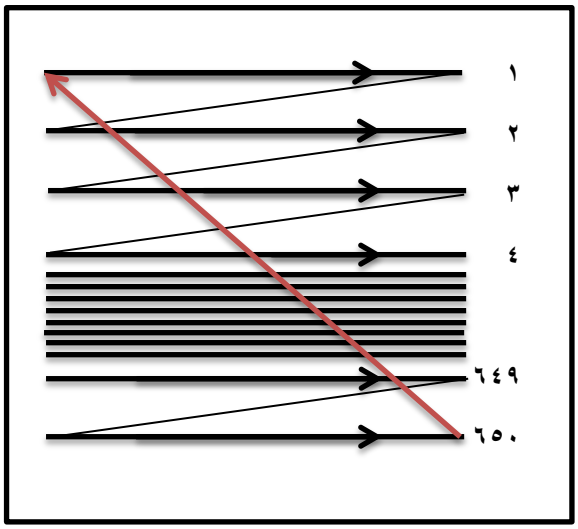
والشكل (١٦) أدناه يوضح خطوات الإرسال التلفازي



الشكل (١٦)

عملية المسح التلفازي

- ***تعريفها :*** هي عملية مرور الشعاع الإلكتروني على الخلايا الكهروضوئية في لوح التصوير الموجود في كاميرا التتصوير التلفازي أثناء عملية الإرسال التلفازي لتعويضها عن الإلكترونات التي فقدتها بسبب سقوط صورة الجسم عليها .
- ***كيفيتها :*** عندما يمر تيار كهربائي في ازواج الملفات الحارفة (س ، ص) فإن ذلك يؤدي إلى تولد مجالين مغناطيسيين متعامدين على بعضهما البعض وعلى اتجاه الشعاع الإلكتروني وذلك يجعل نقطة الإستكشاف في لوح الخلايا الكهروضوئية تتحرك إلى أعلى يسار اللوح لتبدأ بالمرور على الصفوف صفا صفا من اليسار إلى اليمين حتى تنتهي من جميع الصفوف والتي عددها ٦٥٠ صف ، لتبدأ من جديد مسح صورة جديدة ، وتتم هذه العملية بمعدل ٢٥ مرة في الثانية . كما في الشكل (١٧) المقابل .



ثانياً / عملية الإستقبال التلفازي :ـ

❖ ***تعريفها :*** هي عملية إستلام الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة من محطة الإرسال التلفازي وتحويلها إلى تيارات كهربائية (طاقة كهربائية) ومن ثم تحويلها إلى موجات ضوئية مرئية (صور أو مناظر) بواسطة الشاشة .

❖ ***تركيب جهاز الإستقبال التلفازي (التلفزيون) :*** يتركب جهاز أو شبكة الإستقبال التلفازي من الدوائر التالية :

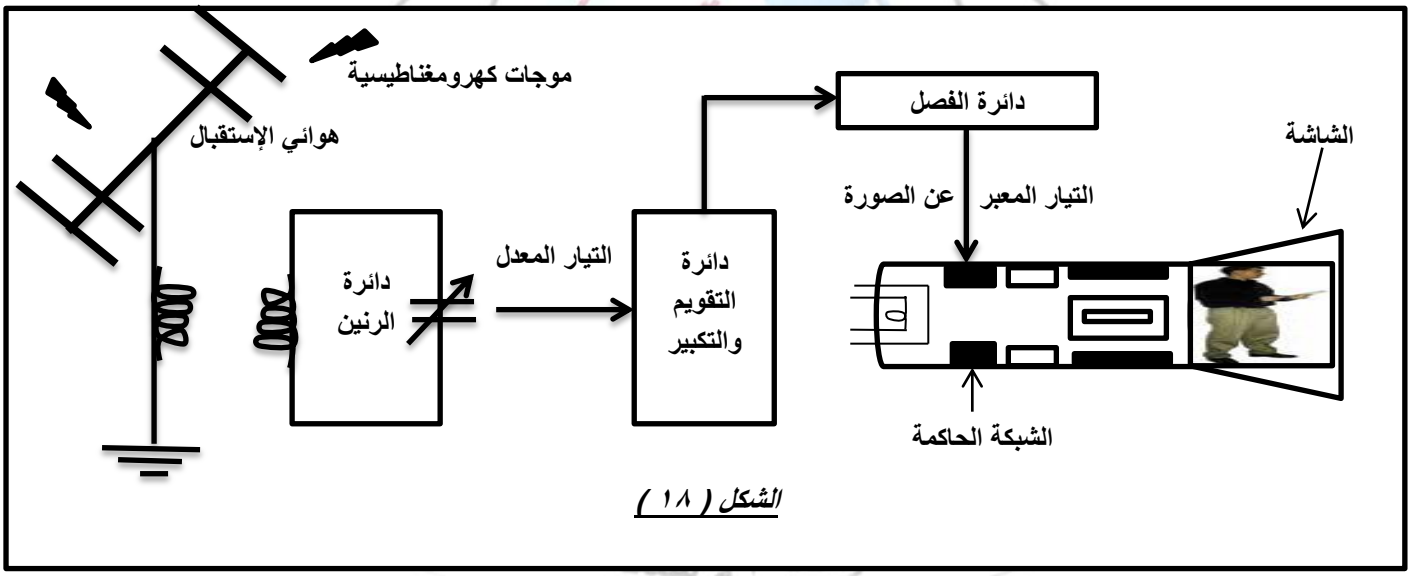
١) ***دائرة الهوائى :*** وتتكون من هوائي إستقبال وملف معدني ، وظيفتها استلام الموجات الكهرومغناطيسية وتحويلها إلى تيارات كهربائية .

٢) ***دائرة الرنين :*** وتتكون من ملف حثي ومكثف متغير السعة ، وظيفتها القيام بعملية التوليف (ضبط الموجة) وإنتقاء تردد المحطة المراد مشاهدتها من بين بقية الترددات .

٣) ***دائرة التقويم والتكبير :*** وتتكون من ترانزستورات و وصلات ثنائية ، وظيفتها تقويم وتكبير التيار المعدل الخاص بالمحطة التلفازية المراد مشاهدتها .

٤) ***دائرة الشاشة :*** وتتكون من أنبوبة أشعة كاثود بكافة محتوياتها ، فيها المجموعة الحارفة عبارة عن زوجين من الملفات المعدنية الحارفة (س ، ص) وتحتوي هذه الدائرة أيضاً على دائرة فصل وتتكون من مقاومات ومكثفات ودايودات ، وظيفتها فصل التيار الحامل عن التيار المعبر عن الصورة والإحتفاظ بالتيار الحامل وارسال التيار المعبر عن الصوت نحو الشاشة والتي فيها يتم تحويله إلى موجات ضوئية (صور) .

يتضح من الشكل (١٨) أدناه تركيب جهاز الاستقبال التلفازي وخطواته .



الشكل (١٨)

❖ ***خطوات ومراحل الاستقبال التلفازي :***

١) تصطدم الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة من محطات البث التلفازي المختلفة بهوائي الاستقبال وتمر نحو الملف المعدني الموجود في دائرة الهوائي فيقوم بتحويلها إلى تيارات كهربائية تأثيرية مختلفة التردد ولها نفس شكل وصفات موجاتها .

٢) تقوم دائرة الرنين بعملية التوليف (ضبط الموجة) وإنتقاء تردد واحد من بين تلك الترددات وهو تردد المحطة المراد مشاهدتها ، ويتم ذلك من خلال توليد ما يسمى بتردد الرنين والذي يكون موافقاً لتردد المحطة المراد مشاهدتها (راجع الوحدة ٢) .

٣) يمر التيار ذو التردد الذي تم إختياره عبر دائرة الرنين ومن ثم نحو دائرة التقويم والتكبير ليتم تقويمه وتكبيره حتى يمتلك نفس صفات التيار المعدل الذي تم إرساله من محطة الإرسال التلفازي .

٤) يمر التيار المعدل نحو دائرة الشاشة عبر دائرة الفصل والتي تقوم بفصل التيار الحامل عالي التردد عن التيار المعبر عن الصوت وتحتفظ بالتيار الحامل بينما ترسل التيار المعبر عن الصوت نحو الشاشة عن طريق الشبكة الحاكمة في أنبوبة أشعة الكاثود .

٥) بوصول التيار المعبر عن الصورة إلى الشبكة الحاكمة يتغير جهدها وفقاً لتغير التيار المعبر عن الصورة ونتيجة لذلك يتغير عدد الإلكترونات المنطلقة من الكاثود نحو الأنود ونحو الشاشة فتتغير شدة الشعاع الإلكتروني وتتغير شدة إضاءة الشاشة .

٦) تقوم الملفات الحارفة بعملية تحريك الشعاع الإلكتروني وتحريك نقطة الإظهار على الشاشة لتبدأ بعملية المسح التلفازي بنفس الكيفية التي تمت في لوح الخلايا الكهروضوئية في كاميرا التصوير التلفازي أثناء عملية الإرسال ، حيث يقوم الشعاع الإلكتروني بمسح الصفوف والتي عددها ٦٥٠ صف بمعدل ٢٥ مرة في الثانية من اليسار إلى اليمين ، وتتناسب إضاءة كل نقطة من النقاط الفلوريسية التي على الشاشة مع شدة إستضاءتها في الصورة الأصلية المتكونة على لوح الخلايا الكهروضوئية في جهاز الإرسال وبذلك تظهر على شاشة التلفاز صورة مطابقة تماماً للصورة الأصلية التي تم إرسالها .

٧) يتم إرسال الصوت بموجة مصاحبة لموجات الصورة ويتم إستقبالها بواسطة دوائر إستقبال إذاعي خاصة موجودة داخل جهاز الإستقبال التلفازي .

ملاحظات ختامية هامة فى الاستقبال التلفازي :

١ـ يتم في عملية المسح التلفازي مسح الصفوف الفردية أولاً ومن ثم الصفوف الزوجية وذلك للتخلص من الإهتزازات التي قد تعتري الصورة وذلك في عمليتي الإرسال والاستقبال التلفازي .

٢ـ تظهر الصورة على الشاشة غير متقطعة وحركة أجزائها طبيعية وذلك لأنها تظهر على الشاشة بمعدل ٢٥ مرة في الثانية وحسب ظاهرة مداومة العين للرؤية فإن العين لاتستطيع تمييز ما كان تردده أكبر من ١٦ هيرتز.

٣ـ تظهر الصورة على الشاشة معتدلة رغم أنها أرسلت مقلوبة وذلك لأن عملية المسح التلفازي على شاشة التلفاز تتم من أسفل إلى أعلى .

٤ـ نقطة سقوط الشعاع الإلكتروني على شاشة التلفاز تسمى نقطة الإظهار بينما تسمى نقطة سقوطه على لوح الخلايا الكهروضوئية بـ نقطة الإستكشاف .

الإرسال والإستقبال التلفازي الملون

لا تختلف عملية الإرسال والإستقبال التلفازي الملون كثيراً عن الإرسال والإستقبال في التلفاز العادي ـ تحدثنا عنه مسبقاً ـ إلا في بعض الأمور التقنية التي تختلف بها عمليتي الإرسال والاستقبال التلفازي الملون عن عمليتي الإرسال والاستقبال التلفازي العادي ، ففي التلفاز الملون يتم إرسال وإستقبال الصورة بألوانها الأساسية الثلاثة وهي (الأحمر والأخضر و الأزرق) وهي ما تسمى بـ الألوان الجامعة ، وهذه الأمور التقنية توجد في جهازي الإرسال والاستقبال التلفازي الملون ، وسنتحدث عنها في ما يلي .

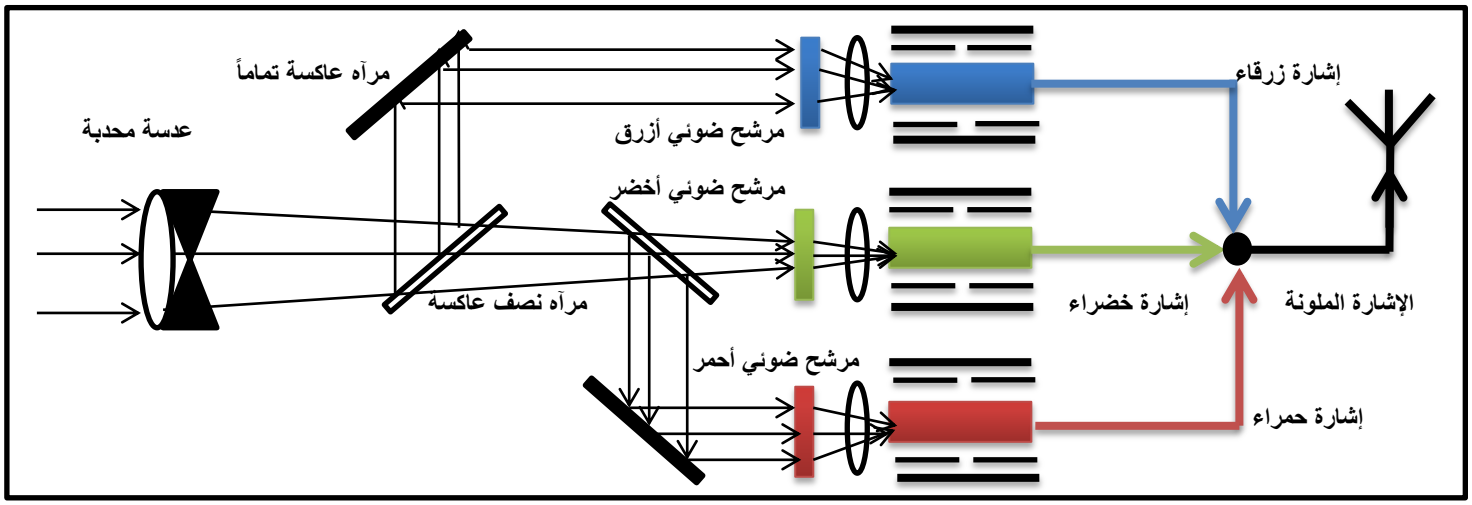
أولاً / عملية الإرسال التلفازي الملون :ـ تختلف كاميرا التصوير التلفازي الملون عن كاميرا التصوير التلفازي العادي في أن كاميرا التصوير التلفازي الملون تحتوي على انواع خاصة من المرايا والمرشحات الضوئية ، وتتم عملية الإرسال كما يلي :

١) يتم تحليل الضوء المنعكس عن الجسم المراد نقل صورته إلى ألوانه الأساسية الثلاثة (الأحمر ـ الأخضر ـ الأزرق) بواسطة المرشحات الضوئية .

٢) يرسل كل لون إلى أنبوبة مستقلة موجودة في كاميرا التصوير التلفازي ويتحلل فيها كل مشهد تم تصويره إلى ألوانه الأساسية الثلاثة السابق ذكرها ، فتنتج ثلاث إشارات مستقلة إشارة حمراء وإشارة خضراء وإشارة زرقاء .

٣) تمر الإشارات الثلاث بنفس المراحل السابقة التي تمر بها الإشارة في التلفاز العادي .

والشكل (١٩) التالي يوضح عملية الإرسال التلفازي الملون .



❖ **تعريف المرشحات الضوئية :** *هي عبارة عن أغشية رقيقة من البلاستيك وقد تكون ألواح زجاجية ملونة ، لا تسمح للضوء بالمرور من خلالها إلا إذا كان لونه موافق للونها ، أي أنها تقوم بإنفاذ اللون الموافق للونها بينما تمتص بقية الألوان .*

ثانياً / عملية الإستقبال التلفازي الملون :ـ تتم عملية الإستقبال التلفازي الملون وفقاً للخطوات التالية :

١) تستقبل الإشارات الثلاث التي تم إرسالها وتمر نحو أنبوبة أشعة الكاثود في التلفاز الملون والتي تختلف عن أنبوبة أشعة الكاثود في التلفاز العادي بثلاثة إختلافات أساسية وهي كما يلي :

أ ـ تحتوي على ثلاثة قاذفات للإلكترونات (ثلاث بندقيات إلكترونية) يعطي كلاً منها شعاع إلكتروني .

ب ـ لوحة عليها عدد كبير من الثقوب وتسمى قناع الظل تعترض طريق الأشعة الإلكترونية الثلاثة وتتجمع عليها هذه الأشعة ، ويوضع قناع الظل أمام الشاشة .

ج ـ لوحة النقاط الفلوريسية وهي لوحة توضع خلف قناع الظل مباشرة (بينه وبين الشاشة) وتحتوي على عدد كبير من النقاط الفلوريسية مرتبة بصورة مجموعات وكل مجموعة على شكل مثلث مكونة من ثلاث نقاط وهي :

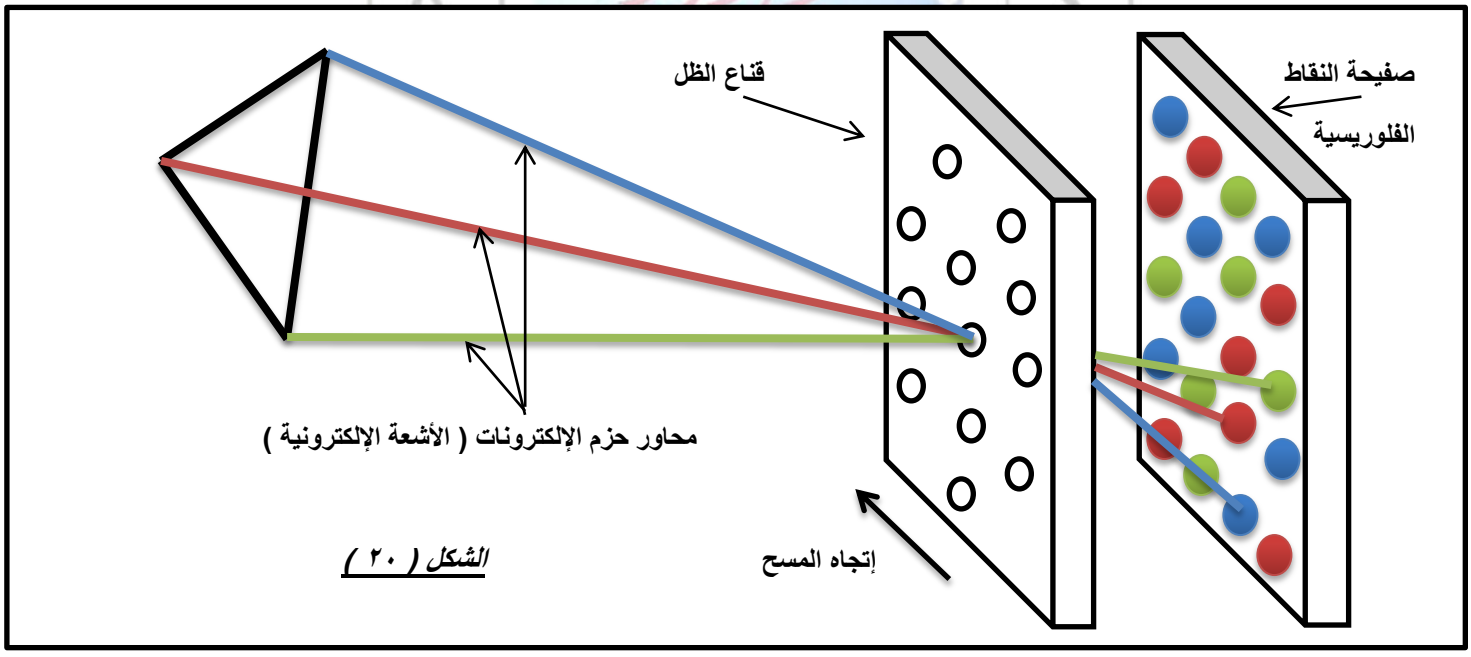
- نقطة حمراء تضيء باللون الأحمر عند سقوط الشعاع الخاص بالصورة الحمراء عليها .
- نقطة خضراء تضيء باللون الأخضر عند سقوط الشعاع الخاص بالصورة الخضراء عليها .
- نقطة زرقاء تضيء باللون الأزرق عند سقوط الشعاع الخاص بالصورة الزرقاء عليها .

٢) تقوم حزم الإلكترونات بمسح قناع الظل كله وذلك يؤدي إلى تفرق الحزم عبر كل ثقب فيصطدم الشعاع الإلكتروني الحامل للإشارة الحمراء بالنقاط الفلوريسية الباعثة للون الأحمر وذلك ضمن عملية تركيز بؤري دقيق .

٣) تتكرر نفس هذه العملية بالنسبة لبقية الإشارات (الخضراء والزرقاء) .

٤) بتغيير شدة الشعاع الإلكتروني لكل حزمة يتغير اللون التابع لها وذلك يؤدي إلى تولد الألوان الأساسية للمشهد أو المنظر الذي تم تصويره وإرسال صورته فتتكون صورة للمنظر بنفس ألوانه الطبيعية .

والشكل (٢٠) التالى يوضح عملية الاستقبال التلفازي الملون .



الشكل (٢٠)

إلى هنا إنتهت موضوعات الوحدة الرابعة (الأجهزة الإلكترونية)

إجابة أسئلة تقويم الوحدة الرابعة من الكتاب المدرسي

❖ إجابة السؤال الأول (إكمل الفراغات الآتية بما يناسبها) :-

١) الأشعة المهبطية ـ الإلكترونات .
٢) الإلكترونات ــ الأيونات .
٣) الحرارية .
٤) فلوريسية ــ كبريتيد الزنك (الخارصين) .
٥) الفلوريسية ــ طاقة حركة .
٦) أنبوبة أشعة الكاثود فيها المجموعة الحارفة عبارة عن زوجين من الألواح المعدنية .
٧) الإهتزاز ــ صدى .
٨) إرتفاع ـ واتجاه .
٩) الأصوات (الموجات الصوتية) ــ إشارات (تيارات) .
١٠) دائرة الميكرفون ـ دائرة مهتزة ـ دائرة الهوائي .
١١) الحاملة .
١٢) موجات كهرومغناطيسية لاسلكية .
١٣) دائرة الهوائي ـ دائرة الرنين ـ دائرة التقويم والتكبير ـ دائرة السماعة .
١٤) التوليف (ضبط الموجة) .
١٥) الطاقة .
١٦) الكهروضوئية ــ الإستكشاف .
١٧) المعدل .
١٨) الأحمر ـ الأزرق ـ الأخضر ـ المرشحات .
١٩) الأحمر ـ الأزرق ـ الأخضر ـ المرشحات .
٢٠) قناع الظل .

❖ إجابة السؤال الثاني (ضع علامة / أو علامة X أمام العبارات التالية) :-

١) √
٢) X الإلكترونات
٣) √
٤) √
٥) √
٦) √
٧) √
٨) √
٩) X الحامل ــ المعدل
١٠) X التيارات إلى موجات عالية التردد
١١) X الإيكونوسكوب .
١٢) √
١٣) X من اليسار لليمين
١٤) √
١٥) X مغناطيسياً ــ كهربائياً
١٦) √
١٧) X الأحمر والأزرق والأخضر
١٨) √

❖ إجابة السؤال الثالث (إختر الإجابة الصحيحة للعبارات التالية) :-

١) إلكترونات .
٢) الخارصين .
٣) أربعة .
٤) نوع المادة الفلوريسية وطاقة الإلكترونات .
٥) قصيرة جداً .
٦) الإيكونوسكوب .
٧) المكرفون .
٨) هوائي الإرسال .
٩) الهوائي .
١٠) الرنين .
١١) الكهربائية إلى ضوئية .
١٢) صغيرة .
١٣) الأصفر .
١٤) المرشحات .
١٥) ثلاث قاذفات .
١٦) قناع الظل .

❖ **إجابة السؤال الرابع (عرف الآتى) :ـ**

١) ***الأشعة المهبطية :*** هي أشعة غير مرئية تنبعث من مهبط أنبوبة التفريغ الغازي عندما يكون ضغط الهواء أو أي غاز آخر داخل الأنبوبة منخفض (حوالي ١,٣ x ١٠ $^{-٤}$ بار) عند تسليط فرق جهد مناسب على الغاز .

٢) ***الإنبعاث الإلكتروني الثانوي والحراري :*** الإنبعاث الإلكتروني هو عملية إنبعاث الإلكترونات من سطح الكاثود في أنبوبة التفريغ الغازي عندما تصطدم به الأيونات الموجبة وتسمى هذه الإلكترونات بالإلكترونات الثانوية ، بينما الإنبعاث الإلكتروني الحراري هو عملية إنبعاث الإلكترونات من الكاثود في أنبوبة التفريغ الغازي نتيجة لتسخينه بسبب زيادة عدد تصادمات الأيونات الموجبة به وتسمى هذه الإلكترونات بالإلكترونات الحرارية ، وتسمى عمليتي الإنبعاث الإلكتروني الثانوي والحراري بالتفريغ الغازي التلقائي .

٣) ***التفريغ الكهربائي في الغازات :*** هي ظاهرة مرور التيار الكهربائي خلال الغازات عندما يكون ضغطها منخفض وفرق الجهد المسلط عليها عالي .

٤) ***النقطة المضيئة :*** هي نقطة سقوط الشعاع الإلكتروني في أنبوبة أشعة الكاثود على المادة الفلوريسية المطلية بها الشاشة ويعتمد لون هذه النقطة على نوع المادة الفلوريسية وطاقة حركة الإلكترونات .

٥) ***الإسيلسكوب :*** هو جهاز يعمل على رسم المنحنيات البيانية للإشارات الكهربائية ، وهو عبارة عن أنبوبة أشعة الكاثود المجموعة الحارفة فيها عبارة عن زوجين من الألواح المعدنية المتعامدة على بعضها وعلى مسار الشعاع الإلكتروني .

٦) ***دائرة المسح :*** هي عبارة عن دائرة صمام إلكتروني تولد جهداً متردداً على هيئة سن المنشار وتدخل في تركيب الإسيلسكوب .

٧) ***التيار الحامل :*** هو تيار متردد عالي التردد تولده الدائرة المهتزة الموجودة في أجهزة الإرسال الإذاعي أو التلفازي ويقوم بحمل التيار المعبر عن الصوت أو الصورة .

٨) ***التيار المعدل :*** هو تيار متردد ينتج عند دمج التيار الحامل مع التيار المعبر عن الصوت أو الصورة في أجهزة الإرسال الإذاعي أو التلفازي ويكون عالي التردد ومحملاً بالصوت أو الصورة .

٩) ***أنبوبة التصوير التلفازي :*** هي عبارة عن أنبوبة زجاجية مظلمة تماماً من الداخل ومفرغة من الهواء لها نافذة زجاجية شفافة في مقدمتها مجموعة من العدسات المحدبة ، وتسمى أحياناً بـــ غرفة التصوير .

١٠) ***المرشح الضوئي :*** هو عبارة عن غشاء رقيق ملون لا يسمح بنفاذ الضوء من خلاله إلا إذا كان لونه مماثلاً للون المرشح وقد يكون مصنوع من الزجاج أو البلاستيك .

❖ **إجابة السؤال الخامس (علل الآتى) :ـ**

١) لأن إرتفاع درجة حرارة الغازات تؤدي إلى زيادة سرعة الذرات أو الجزيئات وزيادة عدد تصادماتها ببعضها وذلك يؤدي إلى تأينها وخروجها من حالة التعادل الكهربائي حيث تفقد الذرة إلكترون وتتحول إلى أيون موجب وقد تكتسب إلكترون وتتحول إلى أيون سالب وهذا يعني توفر لحاملات الشحنة .

٢) حتى تصدر ضوء (تومض) عند سقوط الإلكترونات عليها .

٣) لتتحكم بحركة الشعاع الإلكتروني وبالتالي النقطة المضيئة على الشاشة إما أفقياً أو رأسياً ، عن طريق توليد مجالين مغناطيسيين أو كهربائيين متعامدين على بعضهما وعلى مسار الشعاع الإلكتروني .

٤) لمنع تراكم الإلكترونات على الشاشة والعمل على إعادتها إلى الكاثود ، حيث أن مستحلب الكربون مادة جيدة التوصيل .

٥) نتيجة لأنها تتحرك بمعدل ٢٥ مرة في الثانية ونتيجة لظاهرة مداومة الرؤية للعين فإننا لا نستطيع التمييز لجسم يتحرك بمعدل أكبر من ١٦ مرة في الثانية .

٦) لأن كتلة الإلكترونات صغيرة جداً وهذا مايجعل عزم قصورها الذاتي صغير جداً وذلك يسمح لها بالإهتزاز عند أي تردد .

٧) لكي يتمكن هوائي الإرسال من إرسال حزمة متوازية من الموجات اللاسلكية القصيرة ، أما هوائي الإستقبال فلكي يعمل على إستقبال الموجات المنعكسة من الهدف وتجميعها وتركيزها في بؤرته حيث يوجد الملف المعدني الذي يقوم بتحويلها من موجات إلى تيارات كهربائية تأثيرية مترددة .

٨) لتوفير الجهد والوقت والمال المبذولة في تحريك الهوائيين المنفصلين معاً .

٩) لأن التيارات المعبرة عن الصوت أو الصورة تكون ذات تردد صغير لا يمكن أن يعطي موجات كهرومغناطيسية وبالتالي فإن التيارات الحاملة عالية التردد تعمل على حمل التيارات المعبرة إلى مسافات بعيدة .

١٠) لأن ترددها صغير .
١١) ليتم تكبير التيار المعدل عدة مرات وذلك يسمح بزيادة الطاقة المصاحبة للموجات اللاسلكية المرسلة وذلك يجعلها تغطي مساحات واسعة .
١٢) لتكبير التيار المقوم إلى حد كبير وإكسابه نفس خصائص التيار المعدل الذي تم إرساله حيث أنه يفقد بعض خصائصه نتيجة لقطعه مسافات شاسعة ، كما أن دوائر الترانزستور تزيد من قدرة جهاز الاستقبال .
١٣) لأن السيزيوم مادة حساسة جداً للضوء فبمجرد سقوط الضوء عليها ـ مهما كانت شدته ـ تبعث بالإلكترونات .
١٤) للتحكم في عدد وتركيز الإلكترونات المنطلقة من الكاثود نحو لوح التصوير في كاميرا التصوير التلفازي ، أو نحو الشاشة في التلفاز .
١٥) بسبب ظاهرة مداومة الرؤية للعين البشرية . (تحدثنا عنها سابقاً) .
١٦) للتخلص من الإهتزازات التي قد تعتري الصورة على الشاشة .
١٧) كي يعطي كلاً منها حزمة من الإلكترونات (شعاع إلكتروني) بلون معين ، للصورة الحمراء والزرقاء والخضراء .

❖ ***إجابة السؤال السادس (إذكر وظيفة كلاً من) :ـ***

١) **وظيفة الإسيلسكوب :** رسم منحنيات بيانية للإشارات الكهربائية ، وتعيين قيم الجهود المترددة المجهولة ، ودراسة خصائص التيارات الكهربائية المتغيرة .
٢) **وظيفة الملف المعدني في مستقبل الرادار :** تحويل الموجات الكهرومغناطيسية اللاسلكية إلى تيارات كهربائية تأثيرية لها نفس تردد وصفات و شكل موجاتها .
٣) **وظيفة الدائرة المهتزة :** توليد تيار كهربائي متردد عالي التردد يسمى بالتيار الحامل .
٤) **وظيفة دائرة الرنين :** القيام بعملية التوليف (ضبط الموجة) وإنتقاء تردد المحطة المراد سماعها أو مشاهدتها من بين مختلف الترددات .
٥) **وظيفة البندقية الإلكترونية :** توليد الشعاع الإلكتروني و تركيزه نحو الشاشة في التلفاز أو نحو لوح التصوير في الكاميرا .
٦) **وظيفة الشبكة الحاكمة :** التحكم في عدد وتركيز الإلكترونات المنطلقة من الكاثود نحو الشاشة في التلفاز ونحو لوح التصوير في الكاميرا .
٧) **وظيفة الشاشة :** تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية (صورة) .
٨) **وظيفة الشعاع الإلكتروني :** القيام بعملية المسح التلفازي على شاشة التلفاز ، وعلى لوح التصوير في الكاميرا .
٩) **وظيفة المرشحات الضوئية في التلفاز الملون :** تحليل الضوء المنعكس من الجسم المراد نقل صورته إلى ألوانه الأساسية الثلاثة (الأحمر ـ الأزرق ـ الأخضر) .

❖ ***إجابة السؤال السابع (صف مستعيناً بالرسم التوضيحي تركيب كلاً من) :ـ***

١) أنبوبة أشعة الكاثود . (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٣ــــ) .
٢) الأسيلسكوب . (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٤ــــ) .
٣) محطة الرادار . (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٦ــــ) .
٤) شبكة الإرسال الإذاعي والتلفازي . (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٨ ـ ١٦١ــــ) .
٥) شبكة الاستقبال الإذاعي والتلفازي . (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٩ــــ١٦٤ــــ) .
٦) مكبر الصوت الديناميكي . (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٦٠ــــ) .

❖ ***إجابة السؤال الثامن :*** (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٦ــــ) .
❖ ***إجابة السؤال التاسع :*** (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٥٨ــــ١٦٠ــــ) .
❖ ***إجابة السؤال العاشر :*** (إنظر النور في الفيزياء صـــ١٦١ــــ١٦٤ــــ) .

موسوعة أسئلة عامة فى الوحدة الرابعة

❖ **السؤال الأول :ـ وضح المقصود بكلاً من :**

التفريغ الغازي ـ التوصيل الإلكتروأيوني ـ التأين بالصدمة الإلكترونية ـ الإنبعاث الإلكتروني الثانوي ـ الإنبعاث الإلكتروني الحراري ـ إعادة التوحيد ـ التفريغ الكهربائي التلقائي الغازي ـ أنبوبة أشعة الكاثود ـ أشعة المهبط ـ المجموعة الحارفة ـ الأسيلسكوب ـ دائرة المسح ـ الرادار ـ الكينوسكوب ـ نقطة الإظهار ـ نقطة الإستكشاف ـ الإرسال الأذاعي ـ الأستقبال الإذاعي ـ السماعة ـ عملية الإرسال التلفازي ـ الإيكونوسكوب ـ لوح الموزاييك ـ غرفة التصوير ـ المسح التلفازي ـ التلفزيون ـ الإستقبال التلفازي ـ لوح النقاط الفلوريسية ـ قناع الظل ـ المرشحات الضوئية ؟

❖ **السؤال الثانى :ـ علل لما يأتى تعليلاً علمياً دقيقاً :**

١) يسمى التوصيل الكهربائي في الغازات بالتوصيل الإلكتروأيوني ؟
٢) تكون الغازات في الظروف الإعتيادية عازلة تماماً ؟
٣) عند تعرض الغاز لأي من العوامل المؤينة فإنه قد تتكون أيونات سالبة ؟
٤) يتوهج الزجاج المقابل للمهبط في تجربة بلوكر ؟
٥) لايمكن استمرار تأين الغاز بإستخدام الصدمة الإلكترونية وحدها ؟
٦) يطلى الجزء الداخلي من شاشة أنبوبة أشعة الكاثود بمادة فوريسية مثل كبريتيد الزنك ؟
٧) تغطى جوانب المخروط في أنبوبة أشعة الكاثود بمستحلب كربون ؟
٨) توضع فتيلة التسخين في أنبوبة أشعة الكاثود في بؤرة الكاثود ؟
٩) تتكون الشبكة الحاكمة من جزئين يحملان بجهد موجب ؟
١٠)سميت الشبكة الحاكمة بهذا الإسم ؟
١١)يتكون المصعد من أسطوانتين متعامدتين معاً ومع اتجاه حزمة الإلكترونات ويحملان بجهد موجب ؟
١٢)يختلف لون النقطة المضيئة على الشاشة ؟
١٣)أنبوبة أشعة الكاثود لا بد أن تكون مفرغة من الهواء ؟
١٤)لا تستطيع العين البشرية رؤية المنحنيات على شاشة الأسيلسكوب إذا كان ترددها أكبر من ١٦ هيرتز ؟
١٥)تسكن المنحنيات على الشاشة في الأسيلسكوب ؟
١٦)تستطيع الإلكترونات التي تمثل الموجات على الشاشة أن تهتز بترددات عالية ومنخفضة ؟
١٧)هوائي الإرسال في الرادار مقعر الشكل ؟
١٨)يشترط في هوائي الرادار أن يكون متحرك في كافة الأتجاهات ؟
١٩)يوضع ملف معدني في بؤرة هوائي إرسال الرادار ؟
٢٠)يشترط في مستقبل الرادار أن يحوي دوائر تكبير ؟
٢١)يراعى في مرسل الرادار أن تكون قدرته عالية ؟
٢٢)يراعى في مستقبل الرادار أن تكون قدرته على التكبير عالية ؟
٢٣)في الرادارات الحديثة يستخدم هوائي واحد للإرسال والأستقبال ؟
٢٤)ينبغي أن تكون مدة الإرسال والإستقبال في الرادار صغيرة جداً ؟
٢٥)لا يمكن تحويل التيار المعبر عن الصوت مباشرة إلى موجات كهرومغناطيسية ؟
٢٦)سمي التيار الحامل الذي تنتجه الدائرة المهتزة بهذا الإسم ؟
٢٧)يوضع ملف هوائي الإستقبال في الراديو موازياً لملف الدائرة المهتزة ؟
٢٨)التيار المعدل الذي نستقبله في الراديو له نفس صفات التيار المعدل الذي تم ارساله عدا شدته ؟
٢٩)تستخدم دوائر تكبير وتقويم في الراديو ؟
٣٠)غرفة التصوير في الإيكونوسكوب مفرغة تماماً من الهواء ؟
٣١)غرفة التصوير في الإيكونوسكوب يشترط فيها أن تكون مظلمة من الداخل ؟
٣٢)تستخدم عدسات محدبة في الإيكونوسكوب ؟
٣٣)يوضع الشيء المراد نقل صورته أمام الكاميرا ويضاء إضاءة شديدة ؟
٣٤)في عملية المسح التلفازي يفضل مسح الصفوف الفردية أولاً ثم الزوجية ؟
٣٥)تتكون الصورة مقلوبة على لوح الموزاييك ؟

٣٦)تتعادل الخلايا الكهروضوئية مرة أخرى على لوح الموزاييك ؟
٣٧)تتم عملية المسح التلفازي بمعدل ٢٥ مرة في الثانية ؟
٣٨)بالرغم من أن الصورة ترسل مقلوبة إلا أننا نراها في التلفاز معتدلة ؟
٣٩)لا تظهر الصورة على شاشة التلفاز متقطعة ؟
٤٠)لا تظهر الصورة على شاشة التلفاز مهتزة ؟
٤١)يصل التيار المعبر عن الصورة إلى الشبكة الحاكمة وليس إلى الأنود ؟
٤٢)في عملية الإرسال التلفازي الملون يتم تحليل الصورة إلى اللون الأحمر والأزرق والأخضر ؟
٤٣)في التلفاز الملون تستخدم المرشحات الضوئية ؟
٤٤)في بندقية الإيكونوسكوب يفضل أن تكون المجموعة الحارفة زوجين من الملفات الحارفة ؟

❖ **السؤال الثالث :ـ ما وظيفة (دور) كلاً من ما يلى :**

الريوستات في تجربة بلوكر ــ بندقية الإلكترونات في أنبوبة أشعة الكاثود ــ المجموعة الحارفة ــ المادة الفلوريسية في الشاشة ــ مستحلب الكربون في أنبوبة أشعة الكاثود ــ الشبكة الحاكمة ــ الشاشة في أنبوبة أشعة الكاثود ــ فتيلة التسخين في أنبوبة أشعة الكاثود ــ الأسيلسكوب ــ دائرة المسح ــ رادار النبضات ــ رادار الموجة المستمرة ــ الملف المعدني في مرسل الرادار ــ الدائرة المهتزة في الرادار ــ دائرة الرنين في مستقبل الرادار ــ دائرة التكبير في مستقبل الرادار ــ العرض الأفقي في كاشف الرادار ــ العرض الرأسي في كاشف الرادار ــ دائرة الميكرفون في محطة الإرسال الإذاعي ــ البطارية في الميكرفون ــ الدائرة المهتزة في محطة الإرسال الإذاعي ــ معدل التيار ــ الملف المعدني في مستقبل الراديو ــ دائرة الرنين في الراديو ــ دائرة التقويم والتكبير في الراديو ــ دائرة الفصل في الراديو ــ مكبر الصوت الديناميكي ــ المغناطيس الموجود في سماعة الراديو ــ العدسات المحدبة في الإيكونوسكوب ــ لوح الموزاييك ــ الخلايا الكهروضوئية في الإيكونوسكوب ــ اللوح المعدني في الإيكونوسكوب ــ الملفات المعدنية في الإيكونوسكوب ــ نقطة الإستكشاف ــ المرشحات الضوئية ــ قناع الظل ــ لوح النقاط الفلوريسية ؟

❖ **السؤال الرابع :ـ وضح بالرسم ـ فقط ـ مع كتابة البيانات تركيب كلاً مما يلى :**

أنبوبة أشعة الكاثود ــ جهاز الإسيلسكوب ــ محطة الرادار ــ محطة الإرسال الإذاعي ــ جهاز الراديو ــ محطة الإرسال التلفازي ــ جهاز التلفزيون ــ الإيكونوسكوب ؟

● **بشرى سارة :**

أحصل الأن على ملخص عام في الوحدة الرابعة (الأجهزة الإلكترونية) ضمن سلسلة النور في الفيزياء ، ملخص يحوي أهم التعليلات والإثباتات الرياضية في الوحدة الرابعة ، بالأضافة إلى مجموعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

للطلب والأستفسار يرجى التواصل عبر العناوين الإلكترونية التالية :

Anwar.almhbshy@gmail.com

Anwar.almhbshy2010@yahoo.com

Anwar_almhbshy@hotmail.com

أو الأتصال على الأرقام التالية :

٧٧٢٠٤٦١٣٣ ــ ٧١١٣٥٦٦١١

● **النور فى الفيزياء نور يضيئ طريقك نحو التفوق**

امتحان تجريبى فى الوحدات (١ + ٢ + ٣ + ٤)

س	❖ مستعيناً بالله أجب عن أربعة أسئلة ـ فقط ـ من الأسئلة التالية :ـ	درجة
الأول	**أ) ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة و علامة (X) أمام العبارات الخاطئة . في كلاً مما يأتي :ـ** ١) ( ) تتم عملية المسح التلفازي في التلفاز الملون على قناع الظل . ٢) ( ) عند وجود عزم دوران خارجي تظل كمية التحرك الزاوي لجسم ثابته . ٣) ( ) الشائبة المستقبلة للإلكترونات ينتج عنها شبه موصل من النوع السالب . ٤) ( ) في دائرة المعاوقة تمر أعلى شدة للتيار الكهربائي عندما م حث > م سع . **ب) ما المقصود بكلاً مما يأتي :ـ** المعاوقة ـ أشباه الموصلات غير النقية ـ المسح التلفازي جـ) وجهت نبضة رادار طولها الموجي (٥ سم) نحو هدف بحيث تنعكس على سطحه وتعود ثانية إلى الأرض . فإذا كانت المسافة بين محطة الرادار والهدف (٤,٥ x ١٠ ^{٣} كم) أحسب : ١) الزمن المنقضي بين الإرسال والإستقبال ؟ ٢) عدد الموجات المتكونة بين المحطة والهدف ؟	٢٠ درجة
الثاني	**أ) ضع دائرة حول الأجابة الصحيحة من بين القوسين لكلاً مما يأتي :ـ** ١ـ يتحرك جسم بسرعة ٢ م/ ث نحو جسم أخر ساكن مماثل له بالكتلة فإذا إلتحما بعد التصادم فإن سرعة الجسم المتكون تساوي : (٣ م / ث ـ ٢ م / ث ـ ١ م / ث ـ صفر م / ث) ٢ـ في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة يكون معامل تكبير التيار : (أكبر من الواحد الصحيح ـ أقل من الواحد الصحيح ـ يساوي الواحد الصحيح ـ صفر) ٣ـ عدد قاذفات الإلكترونات في أنبوبة أشعة الكاثود الخاصة بالتلفاز العادي هي : (قاذفة واحدة ـ قاذفتان ـ ثلاث قاذفات ـ أربع قاذفات) ٤ـ ينعدم فرق الطور بين الجهد والتيار في الدائرة : (الأومية ـ السعوية ـ الحثية ـ المعاوقة) **ب) قارن بين كلاً مما يأتي :ـ** ١) المفاعلة الحثية لملف ، والمفاعلة السعوية لمكثف ؟ ٢) عملية الإرسال الإذاعي وعملية الإستقبال الإذاعي ؟ جـ) قذف حجر بزاوية (هـ) مع الافق فإذا كانت ذروة قذفه (٢٥) متراً و اقصى مدى افقي لها (١٠٠) متر بإهمال مقاومة الهواء واعتبار عجلة الجاذبية الارضية د = ١٠م/ث^{٢} احسب : ١- زمن وصول الحجر إلى الارض ٢- السرعة الابتدائية التي قذفت بها ؟	٢٠ درجة
الثالث	**أ) اكمل الفراغات التالية بما يناسبها :ـ** ١ـ أهم ما يميز أشباه الموصلات أن قدرتها على توصيل الكهرباء تزداد ..... درجة حرارتها ، وتكون عازلة تماماً عند درجة ..... ٢ـ نقطة سقوط الشعاع الإلكتروني على شاشة التلفاز تسمى ..... بينما تسمى نقطة سقوطه على لوح التصوير بـ..... ٣ـ المدار الذي يظل فيه القمر الصناعي ملازماً لنقطة ثابته على سطح الأرض يسمى بـ ..... ٤ـ في دائرة الرنين تكون قيمة ..... للدائرة تساوي قيمة ..... في الدائرة . **ب) مما تتركب محطة الرادار ؟ وما هو أساس عمل الرادار ؟** جـ) قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع ٢٥٠ كم فوق سطحها ، أحسب السرعة المدارية لهذا القمر علماً بأن : ك $_{ر}$ = ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم ، نق $_{ر}$ = ٦٤٠٠ كم ، ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م ^{٢} / كجم ^{٢}	٢٠ درجة

للأسئلة بقية فى الورقة الثانية .....

الورقة الثانية من امتحان الفيزياء للصف الثالث الثانوي .....

الرابع — ٢٠ درجة

أ) عـــلل تعليلاً علمياً دقيقاً لكلاً مما يأتي :ـ

١) الأميتر الحراري يستطيع قياس شدة التيار المستمر والمتردد ؟
٢) تتم عملية المسح التلفازي بمسح الصفوف الفردية أولاً ثم الزوجية ؟
٣) أشباه الموصلات النقية تكون عازلة تماماً عند درجة الصفر المطلق ؟
٤) العجلة الأفقية للمقذوف معدومة (تساوي الصفر) ؟

ب) في تجربة بلوكر لدراسة التفريغ الغازي يتم تأمين الغزات بإنبعاث الكترونات حرارية من الكاثود . أشرح كيفية حدوث ذلك الأنبعاث ؟

جـ) ملف مولد على شكل دائرة نصف قطرها (١ / π) م ، يدور حول قطبي مغناطيس كثافة فيضه (٠,٠٢ تسلا) ويعمل (٥٠ دورة في الثانية الواحدة) فإذا كان عدد لفات الملف (١٠٠ لفه) أحسب ما يلي :
١ـ القوة الدافعة الكهربائية العظمى المتولدة فيه ؟
٢ـ القوة الدافعة اللحظية بعد دوران الملف نصف دورة من بدء الدوران ؟

الخامس — ٢٠ درجة

أ) أي العبارات التالية صحيحة وأيها خاطئة . مع تصحيح الخطأ أينما وجد :ـ

١) عند قذف جسم بسرعة ابتدائية قدرها (٢٠ م / ث) بزاوية (٣٠ °) فإن زمن الذروة يساوي (٢ ثانية) .
٢) أكثر الطرق شيوعاً واستخداماً في التكبير طريقة القاعدة المشتركة .
٣) الرادار المستخدم في الطائرات يعتبر من رادارات الموجة المستمرة .
٤) تزداد المفاعلة السعوية بزيادة التردد ؟

ب) اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس :
(ق x ع x ز) و (جـ x ش $_e$) حيث ق القوة ، ع السرعة ، ز الزمن ، جـ فرق الجهد ، ش $_e$ شحنة الإلكترون

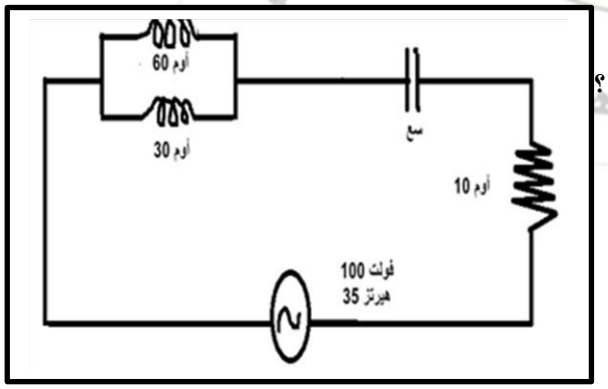
جـ) في دائرة باعث مشترك كان معامل تكبير التيار (١٠٠) ومقاومة المدخل (٢٠ أوم) ومقاومة المخرج (٢٠ كيلو أوم) ، أحسب ما يلي :
١ـ معامل تكبير الجهد ؟ ٢ ـ معامل تكبير القدرة ؟

السادس — ٢٠ درجة

أ) **بالرسم والبيانات ـ فقط ـ وضح تركيب جهاز الإرسال الأذاعي ؟**

ب) ماذا يحدث إذا :
١ـ لم تطلى جوانب الشاشة بمستحلب الكربون ؟
٢ـ أعطي الصاروخ ذاتي الدفع سرعة أقل من ١١,٢ كم / ث ؟

جـ) في الدائرة المرسومة جانباً . كانت زاوية الطور هـ = صفر وحسب المعطيات فيها . أحسب :
١) سعة المكثف ؟
٢) شدة التيار المار في الدائرة ؟
٣) فرق الجهد بين طرفي المكثف ؟



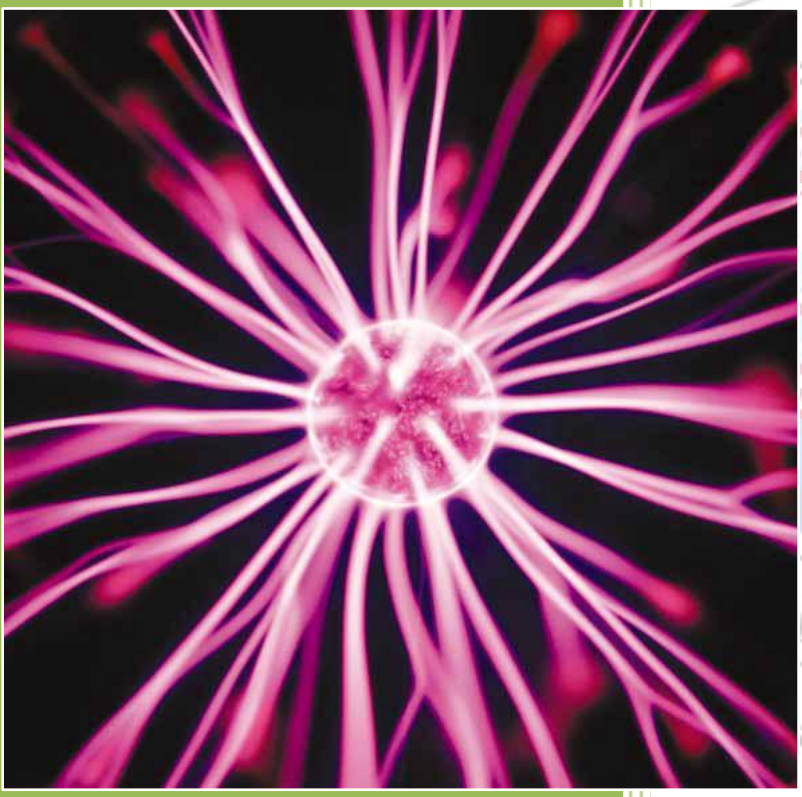
❖ ملاحظة هامة : حيثما لزم استفد من الثوابت الفيزيائية التالية :
د = ١٠ م / ث^2 ، ج = ٦,٦٧ X ١٠ $^{-11}$ نيوتن . م^2 / كجم^2 ، ك ر = ٦ X ١٠ ^{24} كجم ، نق ر = ٦٤٠٠ كم ، π = ٣,١٤
$\mu_{ه}$ = ٤ π X ١٠ $^{-7}$ ويبر / أمبير . م

إنتهت الأسئلة مع أطيب الأمنيات للجميع بالموفقية

مدرس المادة /
أ / أنور المحبشي

النور في الفيزياء

للصف الثالث الثانوي ـ الوحدة السادسة



مدارس المعرفة الأ

أنور المحبشي

أ / أنور المحبشي

النـــور

فـــي

الـــفـــيـزيـــاء

للصف الثالث الثانوي ـ القسم العلمي

إعداد وجمع الأستاذ /

أنـــــور المحـــبشـــي

مدرس مادة الفيزياء بثانوية الفقيد الحزمى مديرية حزم العدين

فى محافظة إب

ـ شرح وافي وكامل لدروس الكتاب المدرسي .

ـ حل جميع أسئلة الكتاب المدرسي .

ـ حل أسئلة إمتحانات وزارية سابقة .

ـ مجموعة متنوعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

ـ أسئلة وإمتحانات تجريبية متنوعة وبنفس صيغة الإمتحانات الوزارية وفقاً لمبدأ التسلسل .

الإهـــــداء

ـ إلى من كان لهما الفضل بعد الله عزوجل في ما قد وصلت إليه وفي ماأنا عليه .

والداي الحبيبين .

ـ إلى من ترسمان البسمة على شفتاي وتحثاني للعمل الدائم من أجل سعادتهما .

صفاتي الحبيبتان نور ونضي .

ـ إلى كل من جعلني أُقدم على هذا العمل بعزيمة وإصرار .

كل أصدقائي الأعزاء .

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر ، وعظيم الأمتنان ، لكل من ساندني على تنفيذ هذا العمل المتواضع ،

وعلى رأسهم أخي وصديقي ورفيق دربي ، الأستاذ / مصطفى السباعي ..... مدير مدارس المعرفة النموذجية ـ فرع السبل ، بمحافظة إب .

والذي كان له الدور الأمثل والبارز في خروج هذا الكتاب إلى النور ، من خلال مقترحاته وآراءه القيمة ، ومن خلال وقوفه الجاد والفعلي معي .

فلك مني جزيل الشكر أيها الأخ الغالي والإداري الناجح .

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

جـــــداول أســـاســـيـــة

(١) جدول ببعض الوحدات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الزمن	الثانية (ث)	ز أو T
الكتلة	كيلوجرام (كجم)	ك
الطول	متر (م)	ل
المسافة	متر (م)	ف
الأزاحة	متر (م)	ف
السرعة	متر / ثانية (م / ث)	ع
العجلة	متر / ثانية^{٢} (م / ث^{٢})	جـ أو د
كمية التحرك (الزخم)	كجم . م / ث	كت
طاقة الحركة	الجول	طح
طاقة الوضع	الجول	طو
الدفع	نيوتن . ث = كجم . م / ث	دفع
القوة	نيوتن	ق
كمية التحرك الزاوي	كجم .م^{٢} / ث	كتر
السرعة الزاوية	راديان / ث	W
عزم القصور الذاتي الدوراني	كجم . م^{٢}	I
شدة التيار الكهربائي	أمبير	ت
فرق الجهد الكهربائي	فولت	جـ
المقاومة الكهربائية	أوم	م
التردد	هيرتز	F
الطاقة الكهربائية	الجول	طك
القدرة الكهربائية أو الميكانيكية	الوات	قد
القوة الدافعة الكهربائية	الفولت	ق . د . ك
الشحنة الكهربائية	الكولوم	ش
الطول الموجي	متر	ʎ
الشغل الميكانيكي	جول	شغ
السعة الكهربائية	فاراد	سع
كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	B
التدفق المغناطيسي	ويبر	ϕ
الحث الذاتي	هنري	حث
الطاقة الإشعاعية	إلكترون فولت e.v	hf
العدد الموجي	م$^{-١}$	K

(٢) جدول ببعض الثوابت الفيزيائية

إسم الثابت	رمزه	قيمته	وحدة قياسة
عجلة الجاذبية الأرضية	د	٩,٨ ≈ ١٠	م / ث^{٢}
كتلة الأرض	ك$_{ر}$	٦×١٠^{٢٤}	كجم
نصف قطر الأرض	نق$_{ر}$	٦,٤×١٠^{٦}	متر
ثابت الجذب العام	ج	٦,٦٧×١٠$^{-١١}$	نيوتن .م^{٢} / كجم^{٢}
سرعة الأفلات من الجاذبية الأرضية	ع$_{إفلات}$	١١,٢	كم / ث
سرعة الضوء	ع$_{ض}$	٣×١٠^{٨}	م / ث
ثابت إنفاذية الفراغ للمجال المغناطيسي	μ	٤π×١٠$^{-٧}$	ويبر / أمبير . م
شحنة الألكترون	ش$_{e}$	١,٦×١٠$^{-١٩}$	كولوم
كتلة الألكترون	ك$_{e}$	٩,١×١٠$^{-٣١}$	كجم
ثابت بلانك	h	٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$	جول . ث
ثابت ريدبيرج	R_H	١٠٩٧٣٧,٨٥	سم$^{-١}$
ثابت كولوم	K أو ي	٩×١٠^{٩}	نيوتن .م^{٢} / كولوم^{٢}

(٣) جدول مضاعفات وأجزاء الوحدات

أولاً / المضاعفات:-

المضاعف	يوتا	زيتا	إكسا	بيتا	تيرا	جيجا	ميجا	كيلو	هكتو	ديكا
القوى	١٠^{٢٤}	١٠^{٢١}	١٠^{١٨}	١٠^{١٥}	١٠^{١٢}	١٠^{٩}	١٠^{٦}	١٠^{٣}	١٠^{٢}	١٠

ثانياً/ الأجزاء:-

الجزء	يوكتو	زيبتو	آتو	فيمتو (فيرمي)	بيكو	نانو	مايكرو	مللي	سنتي	ديسي
القوى	١٠$^{-٢٤}$	١٠$^{-٢١}$	١٠$^{-١٨}$	١٠$^{-١٥}$	١٠$^{-١٢}$	١٠$^{-٩}$	١٠$^{-٦}$	١٠$^{-٣}$	١٠$^{-٢}$	١٠$^{-١}$

(٤) جدول بأهم التحويلات بين وحدات القياس المختلفة

الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)	الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)
الطول الأزاحة المسافة	سم	متر	نضرب × ١٠ $^{-٢}$	القوة	داين	نيوتن	نضرب × ١٠ $^{-٥}$
	مللي متر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٣}$		ثقل.كيلوجرام	نيوتن	نضرب × ٩,٨ أو ١٠
	ميكرومتر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	الطاقة	إرج	جول	نضرب × ١٠ $^{-٧}$
	أنجستروم	متر	نضرب × ١٠ $^{-١٠}$		إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ ×
	كيلومتر	متر	نضرب × ١٠ ^{٣}		م . إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٣}$ ×
المساحة	سم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٤}$		و . ك . ذ	م . إ .ف	نضرب ٩٣١,٥ ×
	كم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ ^{٦}		كيلووات.ساعة	جول	نضرب ٣,٦ × ١٠ × ١٠ ^{٦}
	مللم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	شدة المجال المغناطيسي	جاوس	تسلا	نضرب × ١٠ $^{-٤}$
الحجم	سم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	السعة	ميكروفاراد	فاراد	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	مللم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٩}$	الشحنة	ميكروكولوم	كولوم	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
الكتلة	جرام	كيلوجرام	نضرب × ١٠ $^{-٣}$	القدرة	حصان	وات	نضرب × ٧٤٦
	الطن	كيلوجرام	نضرب × ١٠ ^{٣}		كيلووات	وات	نضرب × ١٠ ^{٣}
	و . ك . ذ (وحدة كتل ذرية)	كيلوجرام	نضرب ١,٦٧ × ١٠ × ١٠ $^{-٢٧}$	تحويلات عامة	مللي من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٣}$
الزمن	دقيقة	ثانية	نضرب × ٦٠		كيلو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ ^{٣}
	ساعة	ثانية	نضرب ٣٦٠٠ ×		ميكرو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	يوم	ثانية	نضرب ٨٦٤٠٠ ×				

ملاحظات عامة حول الجدول السابق:-

١/ عند التحويل من كبير إلى صغير نضرب في عامل التحويل (العملية).

٢/ عند التحويل من صغير إلى كبير نقسم على عامل التحويل (العملية).

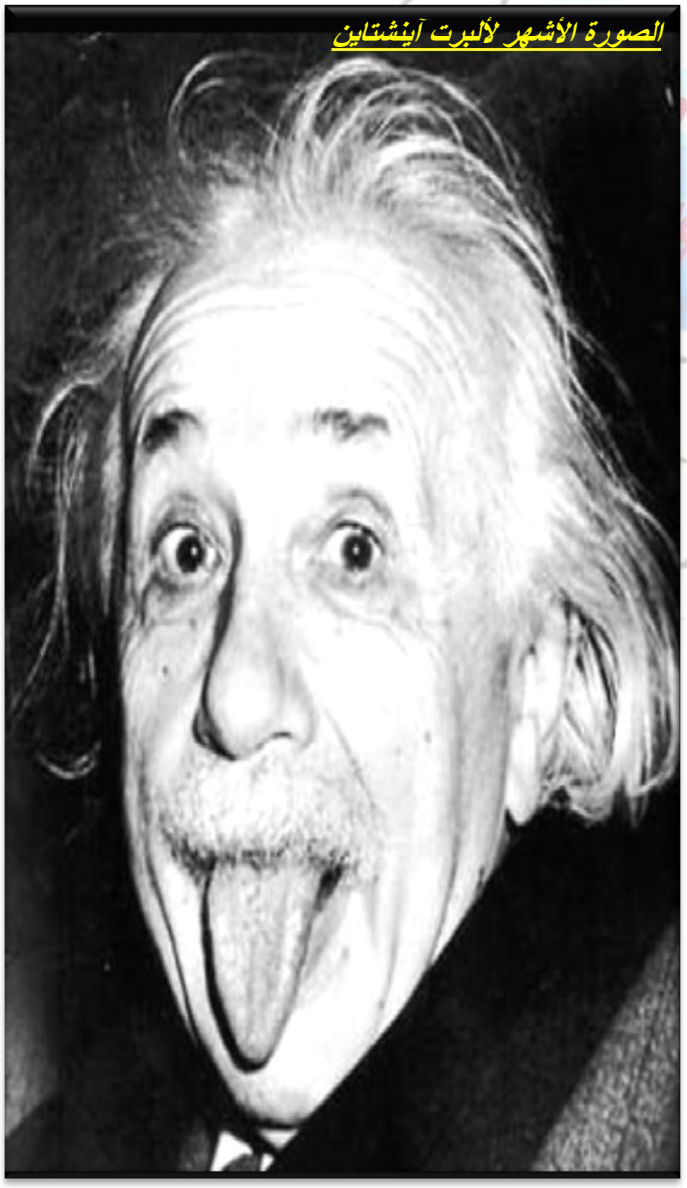
الوحدة السادسة Unite (6)

الإشـــعـــاع و المـــــادة

MATTER AND RADIATION

❖ **يتوقع منك ـ عزيزي الطالب / عزيزتى الطالبة ـ فى نهاية دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :ـ**

١) تعرف الظاهرة الكهروضوئية وتفسر كيفية حدوثها .
٢) تشرح البعض من مجالات تطبيق الظاهرة الكهروضوئية في الحياة العملية .
٣) تعرف الأشعة السينية ، وتذكر كيفية حدوثها .
٤) توضح المقصود بكلاً من الطيف المميز والطيف المتصل للأشعة السينية ، وتفسر انبعاث كلاً منهما .
٥) تشرح بعض مجالات استخدام الأشعة السينية في الحياة العملية .
٦) توضح المبادئ الأساسية لتوليد أشعة الليزر .
٧) تصف تركيب جهاز ليزر الياقوت ، وتشرح كيفية عمله .
٨) توضح بعض استخدامات أشعة الليزر في الحياة العملية .
٩) تحل المسائل الحسابية على ما ورد في هذه الوحدة .



الصورة الأشهر لألبرت آينشتاين

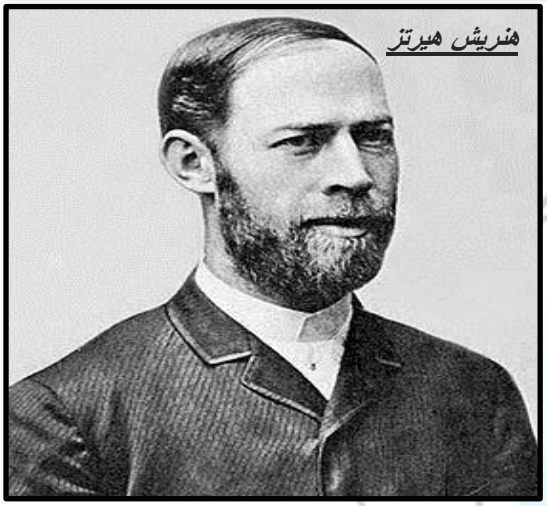
مـــــقـــــدمـــة عـــامـــــة

❖ تتناول هذه الوحدة أحد أهم الظواهر الفيزيائية في عالمنا ، وهي ظاهرة التفاعل المتبادل بين الإشعاع الكهرومغناطيسي وبين المواد ، كما تعتبر هذه الوحدة إمتداداً لما درسه الطالب وتعلمه في الوحدة السابقة (الفيزياء الذرية) ، وسنتناول في هذه الوحدة ثلاثة ظواهر أساسية توضح التفاعل المتبادل بين الإشعاع والمادة ، وهذه الظواهر هي :-

١) الظاهرة الكهروضوئية .
٢) الأشعة السينية (أشعة إكس) .
٣) الليزر .

وفي ما يلي سنتحدث عن هذه الظواهر بالشرح والتفصيل .

الـــظـــاهـــرة الـــكـــهـــروضـــوئـــيـة (Photoelectric Effect)


هنريش هيرتز

❖ **مقدمة عامة :-**

اكتشفت الظاهرة الكهروضوئية على يد العالم الألماني هنريش هيرتز عام ١٨٨٧م عندما كان يحاول التأكد من وجود الأمواج الكهرومغناطيسية التي تنبأ بها ماكسويل عام ١٨٨٤ م .

❖ **تعريف الظاهرة الكهروضوئية :-**

تعرف الظاهرة الكهروضوئية بأنها ((ظاهرة إنبعاث الإلكترونات من أسطح المعادن الفلزية نتيجة لسقوط الضوء أو الإشعاع عليها)) .

وتسمى الإلكترونات المنبعثة بـــ *الإلكترونات الضوئية أو الفوتوإلكترونات* .

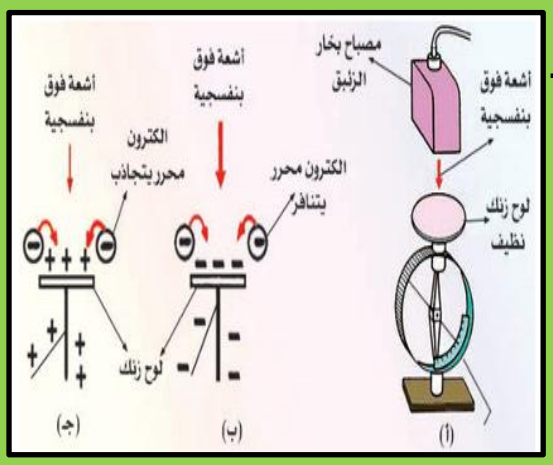
وللتعرف على الظاهرة الكهروضوئية بشكل عملي نحتاج تنفيذ النشاط التالي

نشاط (١) :-

أدوات النشاط : كشاف كهربائي ـ قطعة من الصوف ـ قطعة من الحرير ـ ساق أبونيت (مطاط قاسي) ـ ساق زجاجية ـ مصدر للأشعة فوق البنفسجية (مصباح بخار الزئبق) ـ لوح من الزنك (الخارصين) ـ لوح زجاج عادي .

خطوات تنفيذ النشاط :

١) ثبت لوح الزنك بعد تنظيفه على قرص الكشاف الكهربائي .
٢) أدلك ساق الأبونيت بالصوف فيصبح مشحون بشحنة سالبة ثم ألمس به لوح الزنك فتلاحظ إنفراج ورقتي الكشاف (علل) وذلك لأنهما شحنتا بنفس نوع الشحنة .
٣) أسقط الأشعة فوق البنفسجية على لوح الزنك ولاحظ ورقتي الكشاف فتجد أن الإنفراج بينهما قد قل حتى تنطبقان (علل) وذلك بسبب انطلاق الإلكترونات السالبة من لوح الزنك .
٤) ضع لوح الزجاج العادي على لوح الزنك وأسقط عليه الأشعة فوق البنفسجية ، وهنا تلاحظ عدم إنفراج ورقتي الكشاف (علل) والسبب في ذلك أن الزجاج العادي يمتص الأشعة فوق البنفسجية ويمنع وصولها إلى سطح لوح الزنك وهذا ما يمنع حدوث الظاهرة الكهروضوئية .
٥) اشحن لوح الزنك بشحنة موجبة وذلك عن طريق لمسه بساق الزجاج بعد دلكها بالحرير ، وهنا تلاحظ انفراج ورقتي الكشاف ، ثم سلط عليه الأشعة فوق البنفسجية وستلاحظ أن الأنفراج قد زاد بين ورقتي الكشاف ، وهذا يدل على أن لوح الزنك فقد مزيداً من الإلكترونات عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية مما أدى إلى زيادة مقدار الانفراج بين الورقتين .



الـــخـــلـــيـــة الـــكـــهـــروضـــوئـــيـــة

❖ ***تعريفها :ـ***

هي جهاز يقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية .

❖ ***مبدأ عملها :ـ***

تعمل وفقاً للظاهرة الكهروضوئية .

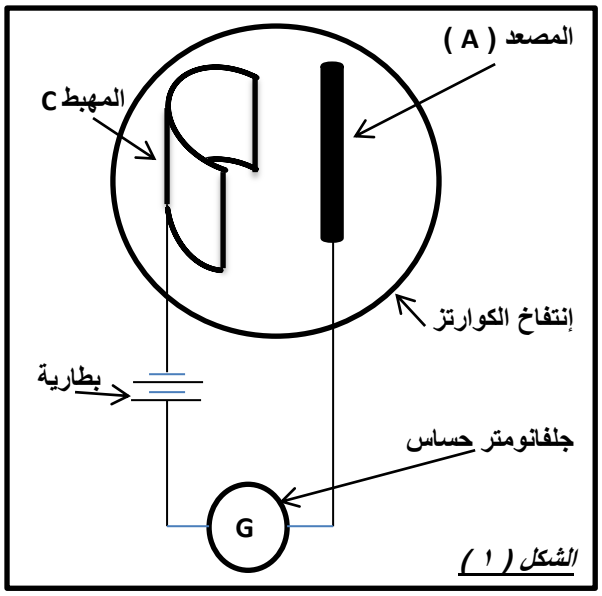
❖ ***تركيبها :ـ تتركب من الأجزاء التالية :***

١) إنتفاخ زجاجي من الكوارتز (وهو نوع خاص من الزجاج لايمتص الأشعة فوق البنفسجية) ويفرغ تماماً من الهواء (علل) حتى لاتصطدم الإلكترونات بجزيئات الهواء مما يسبب تأين لهذه الذرات وبالتالي حدوث شرارة كهربائية تتلف الخلية ، وكذلك حتى لا تعيق جزيئات الهواء حركة الإلكترونات وحتى لا تتأكسد طبقة السيزيوم التي تغطي الكاثود .

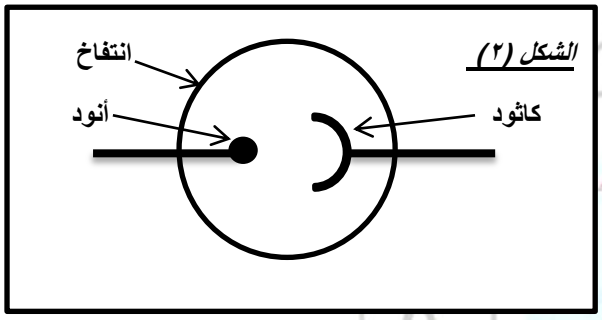
٢) الكاثود (المهبط) وهو عبارة عن صفيحة معدنية مقعرة الشكل (علل) حتى تتجمع الإلكترونات المنبعثة منها في مركز تكورها ، ويغطى سطح الكاثود من الداخل بطبقة رقيقة من السيزيوم (علل) لأن السيزيوم حساس للضوء .

٣) الأنود (المصعد) وهو عبارة عن قضيب معدني رفيع (علل) حتى لا يحجب الضوء عن الكاثود ، ويوضع في مركز تقعر الكاثود (علل) حتى يجذب كل الإلكترونات المنبعثة من الكاثود إليه .

يوضح الشكل (١) المقابل تركيب الخلية الكهروضوئية وكذلك الشكل (٢) رمزها في الدوائر الكهربائية .



الشكل (١)



الشكل (٢)

❖ ***كيفية عملها :ـ***

١) نقوم بتوصيل الخلية الكهروضوئية بمصدر جهد كهربائي مستمر (بطارية) كما في الشكل (١) أعلاه بحيث يتصل الكاثود بالقطب السالب ويتصل الأنود بالقطب الموجب .

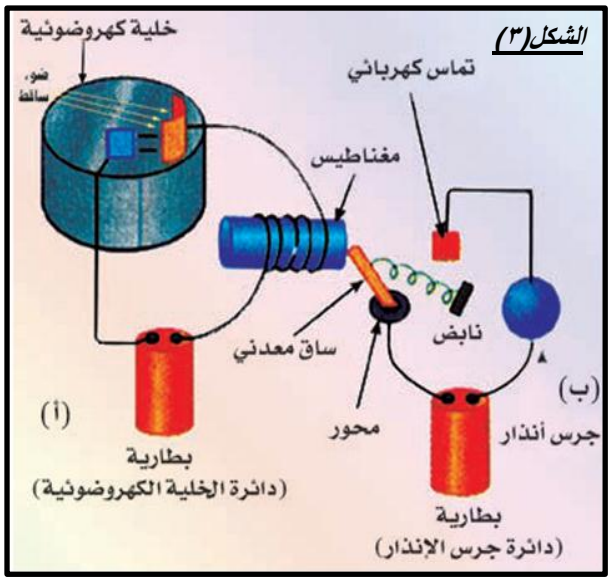
٢) نسقط ضوء أحادي اللون على مهبط الخلية الكهروضوئية ، فنلاحظ إنحراف مؤشر الجلفانومتر دليلاً على تولد تيار كهربائي ، هذا التيار يسمى بتيار الخلية الكهروضوئية ، والسبب في ذلك أن سقوط الضوء على الكاثود يؤدي إلى إنبعاث الإلكترونات من سطحه ونظراً لأن الأنود متصل بالقطب الموجب للمصدر فإنه يجذب الإلكترونات إليه مما يسبب مرور التيار الكهربائي .

٣) بزيادة شدة الضوء الساقط على كاثود الخلية تزداد شدة التيار الكهربائي ، وعند حجب الضوء عن الخلية تنعدم شدة التيار الكهربائي بسبب عدم انبعاث الإلكترونات .

❖ ***إستخدامات الخلية الكهروضوئية :ـ***

١) تستخدم الخلية الكهروضوئية كمفتاح وصل وفصل (ON – OFF) في بعض الدوائر الكهربائية .
٢) تستخدم في فتح وغلق الأبواب تلقائياً في الفنادق والمستشفيات والمطارات .
٣) تستخدم كمفتاح لقياس شدة الإضاءة في ألات التصوير .
٤) تستخدم كعداد في المصانع والبنوك والمطابع .
٥) تستخدم في المصاعد الكهربائية .
٦) تدخل في تركيب دائرة جرس إنذار ضد اللصوص في البنوك والخزائن . (سنتحدث عن هذا مفصلاً) .

إستخدام الخلية الكهروضوئية في دائرة جرس الأنذار



❖ الشكل (٣) المقابل يوضح الدائرة الكهربائية التي تستخدم فيها الخلية الكهروضوئية كجرس إنذار ضد اللصوص في البنوك والخزائن ، وتعمل هذه الدائرة كما يلي :

١) تضاء الخلية الكهروضوئية بحزمة ضوئية غير مرئية من الأشعة فوق البنفسجية والتي تؤدي إلى نشوء تيار كهربائي في دائرة الخلية .

٢) يتمغنط المغناطيس الكهربائي بسبب مرور تيار الخلية فيه فيجذب إليه الساق المعدنية فتفتح دائرة جرس الأنذار .

٣) عند إعتراض شخص طريق الأشعة فوق البنفسجية ينعدم تيار الخلية الكهروضوئية مما يؤدي إلى زوال تمغنط المغناطيس ويصبح من السهل على النابض الحلزوني جذب الساق المعدنية من المغناطيس إلى التماس الكهربائي في دائرة الجرس مما يؤدي إلى إغلاقها وإصدار صوت للجرس .

تـــفـــســـيـــرات الـــظـــاهـــرة الـــكـــهـــروضـــوئـــيـــة

❖ كانت الظاهرة الكهروضوئية كغيرها من الظواهر الفيزيائية سبباً للخلاف بين العديد من العلماء حول تفسير هذه الظاهرة والبحث في مسبباتها ، وقد ظهر في تفسير الظاهرة الكهروضوئية إتجاهين أساسيين ،الأتجاه الأول وهو الإتجاه التقليدي(التفسير الكلاسيكي) وأعتمد هذا الأتجاه في تفسيره على مبادئ النظرية الموجية التقليدية للضوء ، والأتجاه الثاني وهو الأتجاه الحديث (التفسير الحديث) وهو تفسير العالم ألبرت آينشتاين والذي أعتمد في تفسيره على نظرية تكميم الطاقة الأشعاعية لماكس بلانك .

وفيما يلي سنستعرض الفروض والمبادئ الأساسية لكل إتجاه ، مع العلم بأن الصراع بين الأتجاهين دام لما يقارب ١٠ سنوات حتى ظهرت صحة التفسير الحديث في العام ١٩١٦م على يد العالم الأمريكي روبرت مليكان .

❖ **توضيح :-**
كان الإختلاف القائم بين التفسير الكلاسيكي والتفسير الحديث حول الخاصية الأساسية من خصائص الضوء المسببة لحدوث الظاهرة الكهروضوئية ، فالتفسير الكلاسيكي يرى بأن شدة الضوء هي المسببة لحدوث الظاهرة ، بينما التفسير الحديث يرى بأن التردد هو المسبب لحدوث الظاهرة .

أولاً / التفسير التقليدي (النظرية الكلاسيكية)

❖ قام التفسير الكلاسيكي للظاهرة الكهروضوئية بوضع فروضه إنطلاقاً من النظرية الموجية في الضوء لكريستيان هايجنز ، ولعل أهم فروض هذا الأتجاه ما يلي :

١) تتناسب شدة تيار الخلية الكهروضوئية (ت) تناسباً طردياً مع شدة الضوء الساقط على كاثود الخلية (ش) أي أن : ت $\propto$ ش .

٢) تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المنطلقة من المهبط (طح $_e$) مع زيادة شدة الحزمة الضوئية (ش) وليس مع ترددها (f) وهذا مايعني أن الطاقة الحركية للإلكترونات تتناسب طردياً مع شدة الضوء الساقط ، أي أن : طح $_e$ $\propto$ ش .

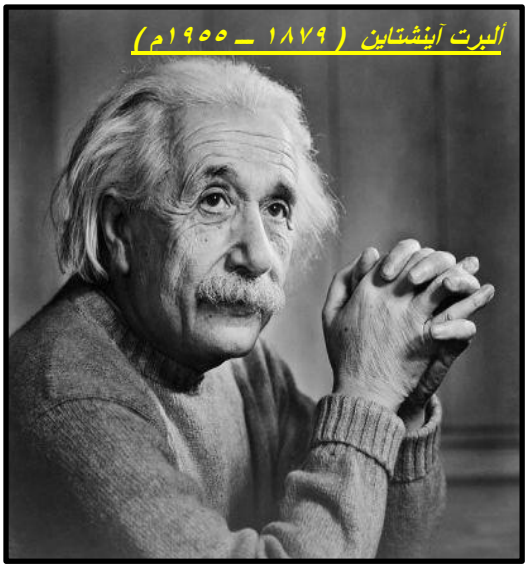
٣) لا وجود لما يسمى بالتردد الحرج (كما يرى التفسير الحديث) وليس هناك إنبعاث لحظي ويحدث انبعاث الإلكترونات عند أي تردد .

٤) كلما كانت الشدة الضوئية الساقطة ضعيفة فإن إلكترونات سطح المعدن ستحتاج إلى وقت أطول لتمتص الطاقة الكافية واللازمة وبشكل مستمر حتى تتمكن من الإفلات من سطح المعدن ، وهذا مخالف للواقع التجريبي إذ أن انبعاث الإلكترونات يحدث لحظياً عند سقوط الضوء على سطح المهبط وعند تردد معين .

٥) لم تتنبأ النظرية التقليدية بالنتيجة رقم (٧) لتجربة روبرت مليكان (سنتحدث عنها لاحقاً) بوجود علاقة خطية بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة وبين تردد الضوء الساقط .

❖ **معلومة سابقة :-**
النظرية الموجية في الضوء وضعت في القرن الـ ١٨ الميلادي على يد كريستيان هايجنز وهي ترى بأن الضوء عبارة عن موجات لها تردد وطول موجي وطاقة ، وهي نظرية ظهرت على غرار النظرية الجسيمية في الضوء لنيوتن .
***الشدة الضوئية** : هي عبارة عن عدد الفوتونات الضوئية الساقطة عمودياً على وحدة المساحات في الثانية الواحدة*

ثانياً / التفسير الحديث (تفسير آينشتاين)


ألبرت آينشتاين (١٨٧٩ ــ ١٩٥٥م)

❖ في العام ١٩٠٥م وضع آلبرت آينشتاين تفسيره للظاهرة الكهروضوئية إنطلاقاً من مبدأ تكميم الطاقة الأشعاعية لماكس بلانك ـ راجع الوحدة الخامسة ـ ولكن العلماء الفيزيائيون لم يقبلوا بتفسيره إلا بعد ١٠ سنوات من ذلك التاريخ ، وحينها ثبتت صحة آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية ، ولعل أهم فروض تفسير أينشتاين ما يلي :

١) الإشعاع الكهرومغناطيسي (الضوء) الساقط على سطح المعدن بتردد قدره (f) يحوي رزم (كمات) صغيرة من الطاقة قدرها ($h f$) تسمى بـــ الفوتونات .

٢) عند سقوط هذه الفوتونات على سطح المعدن فإن كل فوتون يصطدم بإلكترون واحد فقط أي تصادم واحد لواحد وهذا ما يجعل الفوتون يفنى بعد أن يعطي كل طاقته للإلكترون

٣) لكل معدن تردد معين ترتبط به الإلكترونات بسطح ذلك المعدن ويسمى هذا التردد بـــ التردد الحرج (أو تردد العتبة) ($f_{\circ}$) ، وعند سقوط ضوء تردده (f) على سطح ذلك المعدن فإنه سيحدث واحداً مما يلي :

ـ عندما $f > f_{\circ}$ فإن الإلكترونات لن تنزع من سطح المعدن ولن تكتسب طاقة حركية .

ـ عندما $f = f_{\circ}$ فإن الإلكترونات سوف تنزع من سطح المعدن ولكنها لن تكتسب طاقة حركة .

ـ عندما $f < f_{\circ}$ فإن الإلكترونات سوف تنزع من سطح المعدن وسوف تكتسب طاقة حركية .

❖ **تعريف التردد الحرج ($f_{\circ}$) :ـ** هو أقل تردد يرتبط به الإلكترون بسطح المعدن ، ويسمى أحياناً بـ تردد العتبة .

٤) يرتبط كل إلكترون بسطح المعدن بطاقة ربط تسمى بـــ دالة الشغل الوظيفي ($w_{\circ}$) ، فإذا ما سقط على المعدن ضوء طاقته ($h f$) فإنه سيحدث واحداً مما يلي :

ـ عندما $h f > w_{\circ}$ فإن الإلكترونات لن تنزع من سطح المعدن ولن تكتسب طاقة حركية .

ـ عندما $h f = w_{\circ}$ فإن الإلكترونات سوف تنزع من سطح المعدن ولكنها لن تكتسب طاقة حركية .

ـ عندما $h f < w_{\circ}$ فإن الإلكترونات سوف تنزع من سطح المعدن وسوف تكتسب طاقة حركية ، وعندئذ تحدث الظاهرة الكهروضوئية ، وهذا ما يحقق المعادلة التالية :

$$h f = \text{طـــح}_{e} + w_{\circ} \quad \text{(معادلة آينشتاين لتفسير الظاهرة الكهروضوئية)} \ldots\ldots\ldots (١)$$

وهذه المعادلة تعني أنه عندما تكون طاقة الضوء الساقط على المعدن أكبر من دالة الشغل الوظيفي ، فإن الإلكترون سيمتص هذه الطاقة ويعطي جزء منها مساوي لدالة الشغل الوظيفي للمعدن وهذا ما يسمح بنزعه من سطح المعدن بينما ما تبقى من هذه الطاقة فإن الإلكترون سوف يكتسبها على هيئة طاقة حركية تسمح له بالتحرك من سطح المعدن .

وإنطلاقاً من الفرضية الثالثة لأينشتاين وعندما $f = f_{\circ}$ فإن $w_{\circ} = h_{\circ} f$ ..... (٢)

وبالتعويض من المعادلة (٢) في المعادلة (١) نحصل على :ـ

$$h f = \text{طـــح}_{e} + h_{\circ} f \longrightarrow \text{طـــح}_{e} = h f - h_{\circ} f = h (f - f_{\circ}) \ldots\ldots (٣)$$

تعطينا المعادلة (٣) مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من سطح كاثود الخلية الكهروضوئية ، حيث أن :ـ

h ثابت بلانك = ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جـــول . ث ، وحيث أن طح $_{e} = \frac{١}{٢}$ ك $_{e}$ ع $_{e}^{٢}$ فإن

$$\frac{١}{٢} \text{ ك}_{e} \text{ ع}_{e}^{٢} = h (f - f_{\circ}) \ldots\ldots\ldots (٤)$$

من خلال العلاقة (٤) السابقة يمكن استنتاج علاقة مباشرة نستطيع من خلالها حساب سرعة الإلكترون (ع $_{e}$) كما يلي :

$$\text{ع}_{e}^{٢} = \frac{٢ h (f - f_{\circ})}{\text{ك}_{e}} \ldots\ldots\ldots (٥)$$

❖ **تعريف دالة الشغل الوظيفي ($w_{\circ}$) :ـ** هي أقل طاقة يرتبط بها الإلكترون بسطح المعدن .

تـــجـربـة مـــيـلـــيـكـــان لـــدراســـة الـظـاهـرة الـكـهـروضـوئـيـة

❖ عرفنا سابقاً أنه ظهر في تفسير الظاهرة الكهروضوئية إتجاهين أساسيين وهما الأتجاه التقليدي والذي أعتمد في تفسيره على النظرية الموجية في الضوء ، والأتجاه الحديث (تفسير آينشتاين) والذي أعتمد في تفسيره على مبدأ تكميم الطاقة ، وكما تحدثنا سابقاً أن الخلاف ظل قائماً بين الأتجاهين لما يقارب الـ ١٠ سنوات (من ١٩٠٥م وحتى ١٩١٦م) ، حيث أستطاع العالم الأمريكي روبرت ميليكان في العام ١٩١٦م من إثبات صحة تفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية ، وذلك من خلال قيامه بتجربة عملية متكاملة أثبت من خلالها صحة الأتجاه الحديث في تفسير الظاهرة الكهروضوئية .

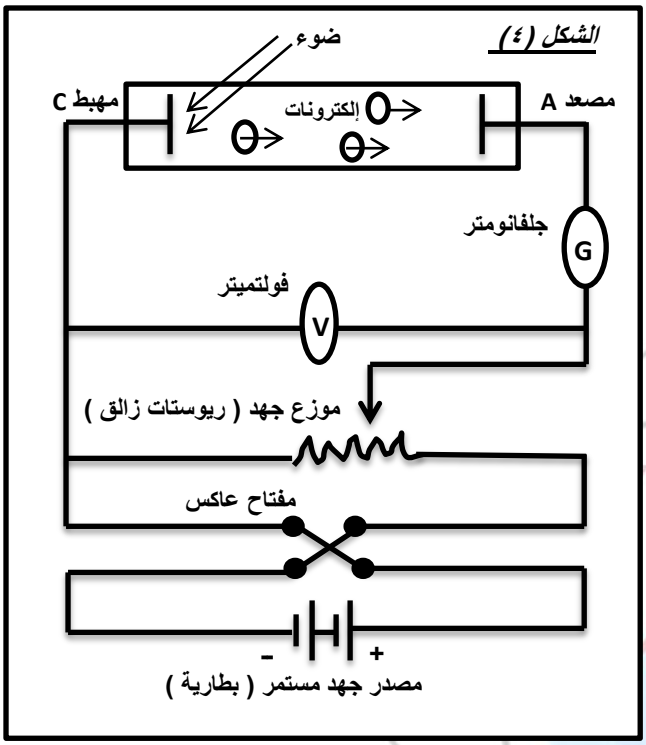
أهـداف الـتـجـربـة :-

١) دراسة العوامل المؤثرة والمسببة في حدوث الظاهرة الكهروضوئية .
٢) التحقق من صحة تفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية .

أدوات الـتـجـربـة :-

❖ استخدم ميليكان في تجربته هذه الجهاز الموضح في الشكل (٤)المجاور ويتكون من ما يلي :-
١) خلية كهروضوئية + مصدر ضوئي .
٢) جلفانومتر لقياس شدة التيار + فولتميتر لقياس فرق الجهد بين الكاثود والأنود في الخلية الكهروضوئية .
٣) موزع جهد (مقاومة متغيرة) ريوستات زالق .
٤) مفتاح عاكس لتغيير فرق الجهد بين الكاثود و الأنود .
٥) مصدر جهد مستمر (بطارية) .

الشكل (٤)

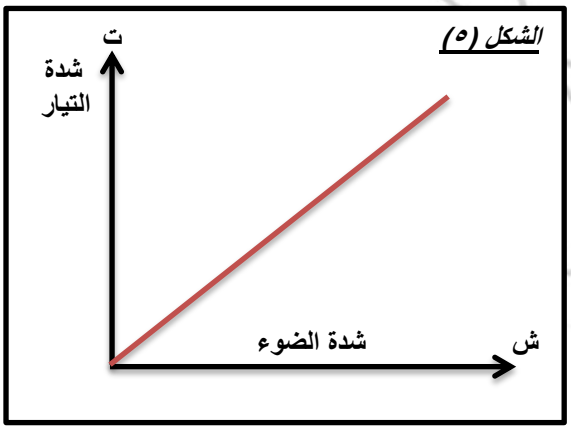


خـطـوات الـتـجـربـة و نـتـائـجـهـا :-

١) دراسة العلاقة بين شدة الضوء الساقط (ش) وبين شدة تيار الخلية (ت) :

أـ نثبت فرق الجهد (جـ) بين الكاثود والأنود ويثبت تردد الضوء الساقط (ƒ) وذلك من خلال استخدام مرشح ضوئي معين للحصول على ضوء أحادي اللون .
ب ـ نغير شدة الضوء (ش) الساقط على كاثود الخلية الكهروضوئية تدريجياً وذلك من خلال وضع المصدر الضوئي على مسافات مختلفة من الكاثود ، ونعين شدة التيار الكهربائي (ت) من خلال قراءة الجلفانومتر في كل مرة نغير فيها موقع المصدر الضوئي .
جـ ـ برسم علاقة بيانية بين شدة الضوء (ش) وبين شدة التيار (ت) نحصل على علاقة خط مستقيم ، كما في الشكل (٥) المجاور .

الشكل (٥)



الأستنتاج : وجد ميليكان أن شدة تيار الخلية الكهروضوئية (ت) يزداد بزيادة شدة الضوء (ش) ، وهذا ما يعني أن التناسب بينهما طردي .

التفسير : أن زيادة شدة تيار الخلية (ت) يزداد بزيادة شدة الضوء الساقط (ش) بسبب زيادة عدد فوتونات الضوء الساقطة على سطح الكاثود (وفقاً للفرضية الأولى لآينشتاين) ، وهذا بالتالي يؤدي إلى زيادة عدد التصادمات بين هذه الفوتونات وبين الإلكترونات المرتبطة بسطح المعدن وبالتالي زيادة في عدد الإلكترونات المنتزعة من سطح المعدن وهذا بالتالي يعني زيادة شدة تيار الخلية (ت) .

٢) دراسة العلاقة بين شدة تيار الخلية (ت) و فرق الجهد (جـ) بين الكاثود والانود :

لتنفيذ هذه الدراسة ، قام ميليكان بتنفيذها على خطوتين (مرحلتين) أساسيتين تعتمدان على نوعية الجهد على كلاً من الكاثود والأنود ، وهاتين الخطوتين هما :

(١) الكاثود سالب والأنود موجب :

أ ـ نثبت تردد الضوء الساقط (ƒ) من خلال استخدام المرشح الضوئي والحصول على ضوء أحادي اللون ، ونثبت كذلك شدة الضوء الساقط (ش) من خلال وضع المصدر الضوئي على بعد ثابت من كاثود الخلية الكهروضوئية ، ونثبت نوع مادة الكاثود من خلال استخدام خلية كهروضوئية واحدة طوال التجربة .

ب ـ نقوم بزيادة فرق الجهد (جـ) بين الكاثود والأنود تدريجياً ، ونلاحظ شدة تيار الخلية (ت) من خلال قراءة الجلفانومتر .
جـ ـ نرسم علاقة بيانية بين (جـ) على المحور السيني و بين (ت) على المحور الصادي ، فنحصل على منحنى بياني كالموضح في الشكل (٦) أدناه والذي يسمى بـ *المنحنى المميز للخلية الكهروضوئية* .

تعريف المنحنى المميز للخلية الكهروضوئية : هو عبارة عن منحنى بياني يعبر عن علاقة فرق الجهد (جـ) المطبق على طرفى الخلية الكهروضوئية على المحور السينى بشدة تيار الخلية (ت) على المحور الصادى .

الاستنتاج : وجد ميليكان أن شدة تيار الخلية (ت) يزداد بزيادة فرق الجهد الموجب (جـ) بين الانود والكاثود حتى تصل قيمة فرق الجهد إلى قيمة معينة تثبت عندها شدة تيار الخلية مهما زادت قيمة الجهد ، ويسمى عندها تيار الخلية بـــ تيار التشبع .

تعريف تيار التشبع : هى أعلى قيمة ثابته لشدة تيار الخلية الكهروضوئية عندما يكون جهد مصعدها موجباً وجهد مهبطها سالباً .

التـــفـــســـيـــر : عند زيادة جهد الأنود الموجب تزداد قدرته على جذب الإلكترونات فتزداد شدة تيار الخلية حتى تصل قيمة الجهد إلى قيمة معينة عندها يكون الأنود قادراً على جذب جميع الإلكترونات المنبعثة من الكاثود في أي لحظة .

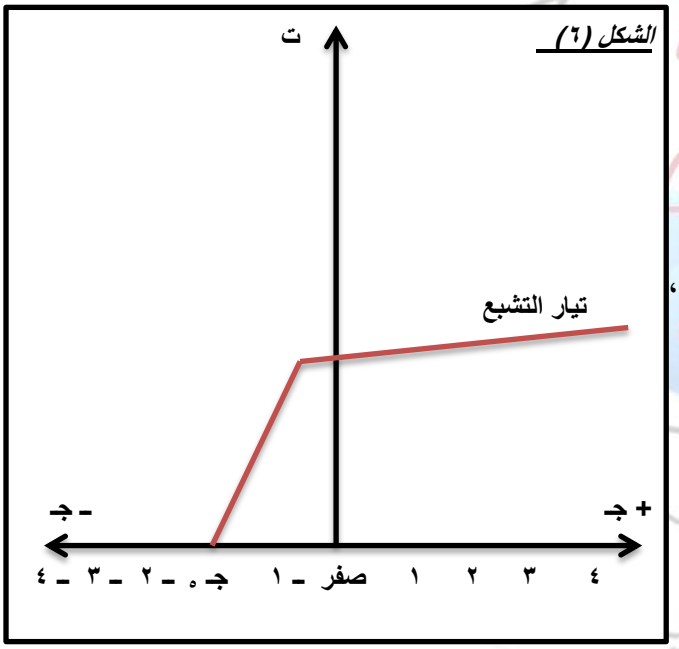
❖ ***خـــطـــوة إضـــافـــيـــة :ـ***

قام ميليكان بتقليل فرق الجهد بين الأنود والكاثود حتى وصل فرق الجهد بينهما إلى الصفر كما في الشكل (٦) أدناه .

الاستنتاج : تنخفض شدة تيار الخلية تدريجياً ولكنها لا تصل إلى الصفر ، حتى عندما يكون فرق الجهد بين الكاثود والانود صفر ، أي أنه يمر تيار أقل من تيار التشبع بشرط أن يكون تردد الضوء الساقط (f) أكبر من التردد الحرج ($f_{\circ}$) .

التفسير : عند سقوط الضوء ذو التردد (f) بحيث يكون أكبر من التردد الحرج ($f_{\circ}$) فإن هذا الضوء الساقط لا يكتفي بنزع الإلكترونات ـ فقط ـ من سطح المعدن بل ويمد بعضها بطاقة حركية تمكنها من الوصول إلى الانود فيمر التيار .

الشكل (٦)



(٢) الكاثود موجب والأنود سالب :

أ ـ نثبت تردد الضوء الساقط (f) من خلال استخدام المرشح الضوئي والحصول على ضوء أحادي اللون ، ونثبت كذلك شدة الضوء الساقط (ش) من خلال وضع المصدر الضوئي على بعد ثابت من كاثود الخلية الكهروضوئية ، ونثبت نوع مادة الكاثود من خلال استخدام خلية كهروضوئية واحدة طوال التجربة .
ب ـ نقوم بزيادة فرق الجهد السالب (جـ) بين الكاثود والأنود تدريجياً ، ونلاحظ شدة تيار الخلية (ت) من خلال قراءة الجلفانومتر .

الاستنتاج : وجد ميليكان أن شدة تيار الخلية (ت) تقل بزيادة فرق الجهد السالب (جـ) بين الانود والكاثود تدريجياً ، وعندما يصل فرق الجهد إلى الصفر لا تنعدم شدة تيار الخلية ، ولا تنعدم شدة تيار الخلية إلا عند قيمة معينة لفرق الجهد السالب ، وقد أطلق ميليكان على هذه القيمة لفرق الجهد اسم جهد الإيقاف (جـ ٠) .

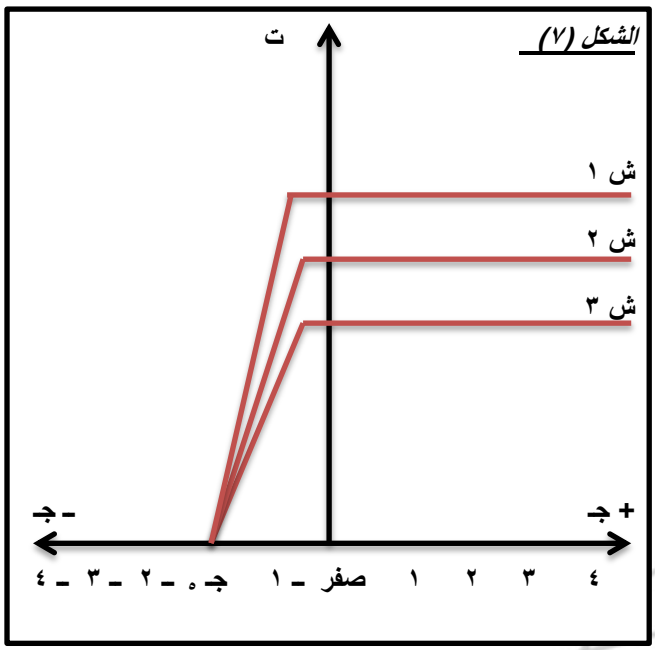
التفسير : يعود سبب نقصان شدة تيار الخلية عند زيادة فرق الجهد السالب إلى تنافر الإلكترونات المنطلقة من الكاثود مع الانود السالب ولا تصل إلى الانود إلا تلك الإلكترونات التي تكون طاقتها الحركية ($\frac{1}{2}$ ك $_e$ ع $_e^2$) أكبر من الطاقة الكهربائية (جـ x ش $_e$) المتولدة بين الكاثود والانود ، وعندما يصبح فرق الجهد السالب قادر على منع أسرع هذه الإلكترونات من الوصول إلى الانود تنعدم شدة تيار الخلية ، وهي قيمة جهد الإيقاف (جـ ٠) وتكون قيمة الطاقة الكهربائية عند هذه القيمة من الجهد مساوية لطاقة حركة أسرع الإلكترونات ، وهي الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة من الكاثود نحو الأنود . أي أن :

طـــح عظمى = $\frac{1}{2}$ ك $_e$ ع $_e^2$ = جـ ٠ x ش $_e$ .....(٦) (حيث ش $_e$ هي شحنة الإلكترون).

❖ ***تعريف جهد الإيقاف (جـ ٠) :ـ***

هي قيمة فرق الجهد السالب بين الانود والكاثود في الخلية الكهروضوئية والقادر على منع أسرع الإلكترونات من الوصول من الكاثود إلى الأنود وعندها تنعدم شدة تيار الخلية الكهروضوئية نهائياً .

٣) دراسة العلاقة بين جهد الإيقاف (جـ ه) وشدة الضوء الساقط (ش) :



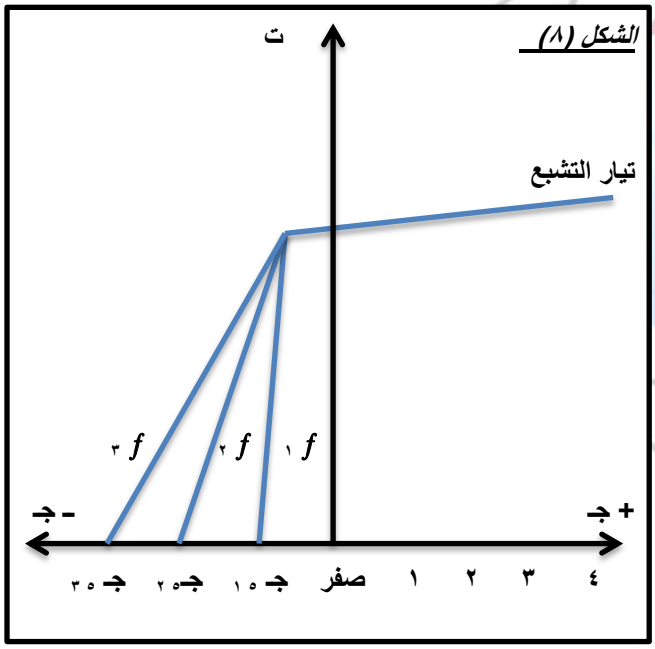
الشكل (٧)

أ ـ نثبت تردد الضوء الساقط (f) من خلال استخدام المرشح الضوئي .
ب ـ نقوم بتغيير شدة الضوء الساقط من خلال وضع المصدر الضوئي على مسافات مختلفة من كاثود الخلية .
جـ ـ باستخدام الريوستات نقوم بتغيير فرق الجهد بين الانود والكاثود عند كل شدة ضوئية مختلفة وفي كل مرة نسجل شدة تيار الخلية من خلال قراءة الجلفانومتر .
د ـ نرسم علاقة بيانية بين شدة تيار الخلية (ت) وبين فرق الجهد (جـ) عند القيم المختلفة لشدة الضوء (ش) .

الاستنتاج : وجد ميليكان أنه مهما أختلفت شدة الضوء فإننا سنحصل على قيمة واحدة لجهد الإيقاف (جـ ه) ولكن بتيارات تشبع مختلفة تتناسب قيمة كلاً منها مع الشدة الضوئية الساقطة . ويبين ذلك الشكل (٧) المجاور .

التفسير : حيث أن قيمة جهد الإيقاف (جـ ه) لا تعتمد على شدة الضوء الساقط (ش) فإن هذا يعني أن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (طـح عظمى) من الكاثود لا تعتمد على شدة الضوء الساقط (ش) .

٤) دراسة العلاقة بين تردد الضوء الساقط (f) وبين جهد الإيقاف (جـ ه) :



الشكل (٨)

أ ـ نثبت الشدة الضوئية (ش) من خلال وضع المصدر الضوئي على مسافة ثابته من الكاثود .
ب ـ نغير تردد الضوء الساقط (f) عدة مرات من خلال تغيير المرشح الضوئي للحصول على ضوء متعدد اللون .
جـ ـ في كل مرة نغير فيها تردد الضوء الساقط (f) نقوم بتغيير فرق الجهد (جـ) بين الكاثود والانود تدريجياً من خلال الريوستات حتى تنعدم شدة تيار الخلية (ت) وفي كل مرة نسجل قيمة شدة التيار من خلال قراءة الجلفانومتر.
د ـ نرسم علاقة بيانية بين شدة تيار الخلية (ت) وبين فرق الجهد (جـ) عند الترددات المختلفة (f) .

الاستنتاج : وجد ميليكان أن قيمة جهد الإيقاف (جـ ه) تتغير كلما تغير ترددالضوء الساقط (f) ولكن قيمة تيار التشبع تظل ثابته مهما اختلف التردد . والشكل (٨) المجاور يبين هذا الاستنتاج .

التفسير : حيث أن قيمة جهد الإيقاف (جـ ه) تعتمد إعتماد مباشر على تردد الضوء الساقط (f) فإن هذا يعني أن الطاقة الحركية العظمى لإلكترونات المنبعثة (طـــح عظمى) تعتمد أيضاً على تردد الضوء الساقط (f) .

٥) وجد ميليكان أنه لكي تنبعث الإلكترونات من سطح معدني معين ينبغي أن يكون تردد الضوء الساقط (f) على ذلك السطح أكبر أو يساوي قيمة معينة (f ه) لا تقل عن حد معين يسمى التردد الحرج (تردد العتبة) .

٦) لاحظ ميليكان أن الإلكترونات تنبعث من سطح المعدن لحظياً وتقريباً خلال فترة زمنية أقل من (١٠ - ٩ ثانية) بعد سقوط الضوء على سطح المعدن ، أي أن الفاصل الزمني بين سقوط الضوء على سطح المعدن وانبعاث الإلكترونات منه صغير جداً يمكن إهماله ، وهذا ما يحقق افتراض آينشتاين بأن الظاهرة الكهروضوئية تحدث لحظياً بمجرد سقوط الضوء على سطح المعدن .

٧) دراسة العلاقة بين الطاقة الحركية للإلكترونات المحررة (طـح) وبين تردد الضوء الساقط (ƒ) :

بتغيير نوع مادة الكاثود وجد ميليكان أن هناك علاقة خطية بين تردد الضوء الساقط (f) وبين الطاقة الحركية العظمى (طـح عظمى) للإلكترونات المنبعثة ، حيث أن هذه الطاقة الحركية تتناسب طردياً مع تردد الضوء الساقط ، أي أن :

طـح عظمى $\propto$ ($f - f_{\circ}$)

طـح عظمى = h ($f - f_{\circ}$).....(٧)

طـح عظمى = $h f - h f_{\circ}$

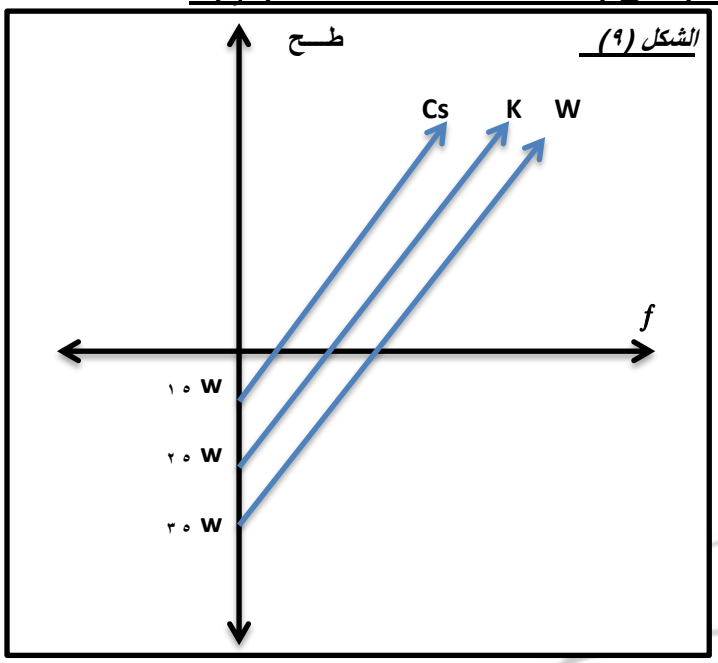
وحيث أن :

$W_{\circ} = h f_{\circ}$

طـح عظمى = $h f - W_{\circ}$ .....(٨)

المعادلة (٨) هي المعادلة التي حصل عليها مليكان وهي صورة من صور معادلة آينشتاين لتفسير الظاهرة الكهروضوئية .

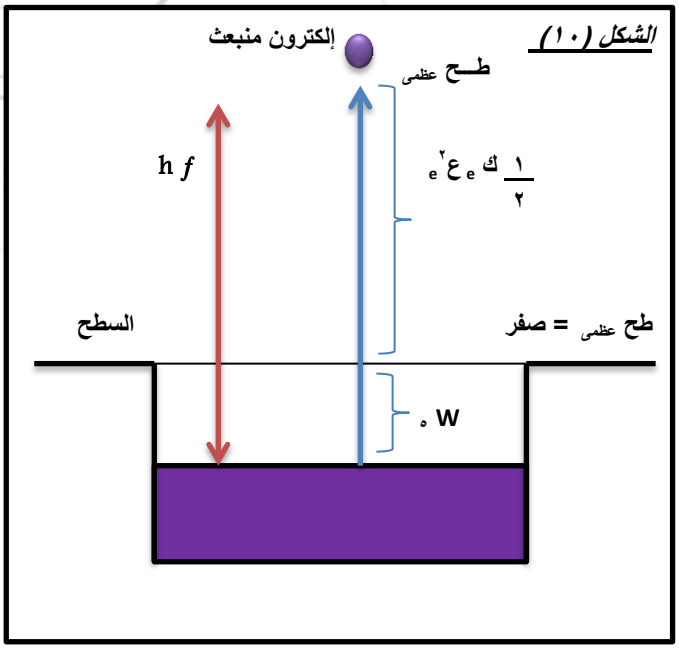
استطاع ميليكان من خلال المعادلة (٧) أن يثبت وبما لا يدع مجالاً للشك صحة تفسير آينشتاين ، وبملاحظة الشكل (٩) المجاور تمكن ميليكان من حساب قيمة ثابت بلانك (h) بصورة بيانية وكذلك قيمة دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) لثلاثة معادن مختلفة وهي السيزيوم (Cs) والبوتاسيوم (K) والتنجستين (W) ، فمن خلال المعادلة (٧) نجد أنها معادلة خط مستقيم يقطع المحورين السيني والصادي وميله هو ثابت بلانك (h) ، وذلك كما يلي :

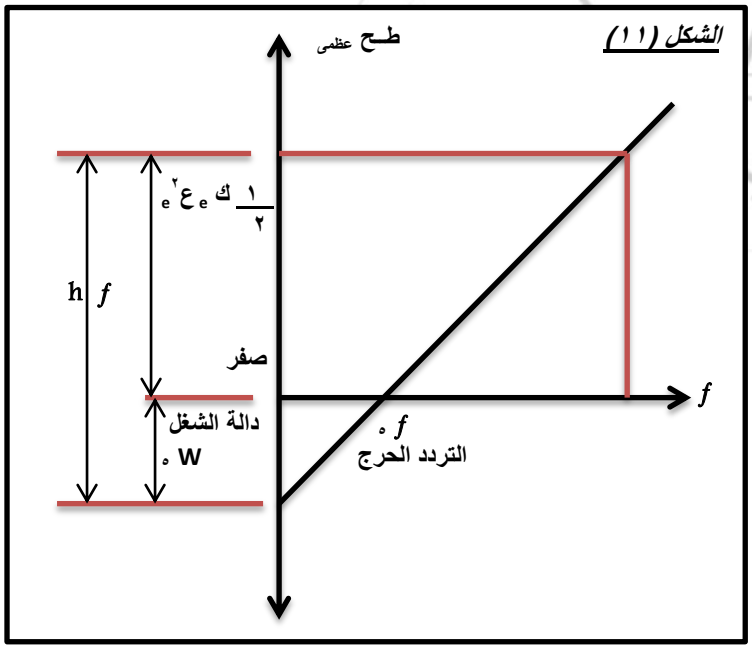


طـح عظمى = h ($f - f_{\circ}$) ← h = طـح عظمى / ($f - f_{\circ}$) حيث h يمثل ميل المماس

حيث كانت قيمة (h) ثابتة للثلاثة المعادن ، بينما مقدار القطع من محور الصادات السالب يمثل قيمة دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) وهي قيمة ثابتة تختلف بإختلاف نوع المعدن .

يوضح الشكلين (١٠ ، ١١) أدناه العلاقة بين طاقة حركة الإلكترونات (طـح عظمى) وبين دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) وبين تردد الضوء الساقط (f) .





❖ يوضح الجدول (١) التالي قيم دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) مقدرة بوحدة الإلكترون . فولت لبعض العناصر الفلزية :

جـــــــــــدول (١)

العنصر	دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) بوحدة (e . V)
البوتاسيوم	٢,٠
الصوديوم	٢,٤٦
الألمنيوم	٤,٠٨
النحاس	٤,٧
الزنك	٤,٣١
الرصاص	٤,١٤
الحديد	٤,٥

❖ **ملاحظات ومعلومات هامة :**

١ ـ انطلاقاً من علاقة جهد الإيقاف بتردد الضوء الساقط فقد توصل ميليكان إلى أن :

جـ $_{\circ}$ x ش $_{e}$ = طـــح $_{عظمى}$ .... وانطلاقاً من معادلة آينشتاين والنتيجة (٧) لتجربة ميليكان فإن :

$h f$ = طـــح $_{عظمى}$ + $W_{\circ}$ ... وعليه فإن :

$h f$ = جـ $_{\circ}$ ش $_{e}$ + $W_{\circ}$ هذه المعادلة تسمى معادلة ميليكان لتفسير الظاهرة الكهروضوئية .

٢ ـ تزداد شدة تيار الخلية الكهروضوئية بزيادة الشدة الضوئية لأن زيادة الشدة الضوئية تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على السطح فيزداد عدد الإلكترونات المحررة من السطح وبالتالي زيادة شدة التيار .

٣ ـ قيمة دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) لأي معدن بوحدة (e.v) تساوي عددياً قيمة جهد الإيقاف (جـ $_{\circ}$) بوحدة الفولت لذلك المعدن .

٤ ـ طاقة الإلكترون المحرر من سطح الفلز تعتمد على تردد الضوء الساقط وبالتالي تعتمد على طاقة هذا الفوتون التي يمتصها الإلكترون ولا علاقة لعدد الفوتونات (الشدة الضوئية) بطاقة الإلكترون المحرر .

٥ ـ طاقة الفوتون الساقط على سطح الفلز إما أن تكون كافية لإقتلاعه فيمتصها الإلكترون وينبعث وإما أن تكون غير كافية فلا يمتصها .

معـــادلات وقـــوانـــيـن الـظـــاهـــرة الـكـــهـروضـــوئـــية

١) **معادلات حساب طاقة الضوء الساقط (hf) على سطح المعدن :-**

$h f$ = طـــح $_{عظمى}$ + $W_{\circ}$ .... (معادلة آينشتاين)

$h f$ = جـ $_{\circ}$ ش $_{e}$ + $W_{\circ}$ .... (معادلة ميليكان)

٢) **معادلات حساب الطاقة الحركية (طـــح) للإلكترونات المنبعثة :-**

طـــح = $h f$ – $W_{\circ}$

طـــح = h (f – $f_{\circ}$)

طـــح $_{عظمى}$ = جـ $_{\circ}$ x ش $_{e}$

٣) **معادلات حساب قيمة جهد الإيقاف (جـ ٥) :-**

$$جـ_{\circ} = \frac{طـــح_{عظمى}}{ش_{e}} = \frac{ك_{e} \times ع_{e}^{٢}}{٢ ش_{e}}$$

$$جـ_{\circ} = \frac{h (f - f_{\circ})}{ش_{e}} .$$

٤) **معادلات حساب سرعة الإلكترونات المنبعثة (ع $_{e}$) :-**

$$ع_{e}^{٢} = \frac{٢ طـــح_{e}}{ك_{e}} .$$ (بأخذ الجذر التربيعي للطرف الأيسر من هذه المعادلة نحصل على سرعة الإلكترون ع $_{e}$) .

$$ع_{e}^{٢} = \frac{٢ جـ_{\circ} \times ش_{e}}{ك_{e}} .$$ (بأخذ الجذر التربيعي للطرف الأيسر من هذه المعادلة نحصل على سرعة الإلكترون ع $_{e}$) .

٥) **معادلات حساب دالة الشغل الوظيفي ($W_{\circ}$) :-**

$W_{\circ} = h \circ f$

$W_{\circ} = h f$ – طـــح $_{e}$

$W_{\circ} = hf$ – جـ $_{\circ}$ ش $_{e}$

٦) معادلات حساب التردد الحرج ($f_{\circ}$) :-

$$f_{\circ} = \frac{W_{\circ}}{h} .$$

$$f_{\circ} = \frac{ع_{ض}}{\lambda_{\circ}} .$$ حيث ع $_{ض}$ سرعة الضوء & $\lambda_{\circ}$ الطول الموجي الحرج .

❖ **مـــعـلومـــة إضـــافـــيـــة :-**

الطول الموجي الحرج ($\lambda_{\circ}$) هو أقل طول موجي للضوء الساقط على سطح المعدن والقادر على نزع الإلكترونات من سطح المعدن وإكسابها طاقة حركية . ووفقاً للمعادلة الثانية من معادلات حساب التردد الحرج ($f_{\circ}$) والمعادلة (٧) أعلاه نستطيع استنتاج العلاقة التالية :

$$طـــح_{e} = h ع_{ض} \left(\frac{١}{\lambda} - \frac{١}{\lambda_{\circ}} \right)$$

أمـــثـلة وتـــمـــاريـــن عـــامـــة

مـــثـــال (١) :

١) إذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من سطح معدن (٣٥,٤ إ . ف) وأسقط على هذا المعدن ضوء طول موجته (٤٠٠ A °) فهل ستنبعث الإلكترونات من سطح المعدن أم لا ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيـــات :ـ

W ₀ = ٣٥,٤ إ . ف = ٥٦,٦٤ x ١٠ $^{-١٩}$ جول

λ = ٤٠٠ A ° = ٤ x ١٠ $^{-٨}$ م

المطلوب :

معرفة ما إذا كانت الإلكترونات ستنبعث أم لا ؟

لمعرفة ذلك نقوم بحساب طاقة الضوء الساقط على المعدن ونقارنها بـ W ₀ وذلك كما يلي :

♥ طا = hf = $\frac{ع_{ض} h}{\lambda}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨} \times ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{٤ \times ١٠^{-٨}}$

♣ طا = ٤٩,٧ x ١٠ $^{-١٩}$ جول ..... من ذلك نلاحظ أن :

طا > W ₀ وهذا يعني أن هذا الشعاع سيبعث بالإلكترونات من سطح المعدن .....#

مـــثـــال (٢) :

إذا كان فرق الجهد اللازم لإيقاف الإلكترونات المنبعثة من سطح فلز ما (٠,٤٥ فولت) عند سقوط ضوء أحادي اللون طاقته (٣,٣١٢٥ إ . ف) . إحسب :

أ / سرعة الإلكترونات المنبعثة ؟ ب/ طاقة نزع الإلكترون من سطح الفلز ؟

ج / التردد الحرج والطول الموجي الحرج ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيـــات :ـ

جـ ₀ = ٠,٤٥ فولت ..... h f = ٣,٣١٢٥ إ . ف = ٥,٣ x ١٠ $^{-١٩}$ جول ..... h = ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث

ش $_e$ = ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ كولوم ..... ك $_e$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم

المطلوب :

أ / ع $_e$ = ... ؟ ب / W ₀ = ... ؟ ج / f ₀ = ... ؟ $\lambda_{₀}$ = ... ؟

أ / ع $_e$ = ... ؟

جـ ₀ ش $_e$ = طح $_e$ = $\frac{١}{٢}$ ك $_e$ ع $_e^{٢}$

ع $_e^{٢}$ = $\frac{٢ جـ_{₀} ش_e}{ك_e}$ = $\frac{٢ \times ٠,٤٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}}$

♣ ع $_e^{٢}$ = ١٥٨ x ١٠ ^{١٠} بأخذ الجذر التربيعي نجد أن :

♣ ع $_e$ = ١٢,٥٧ x ١٠ ^{٥} م / ث .....#

ب / W ٥ = ... ؟

♥ W ٥ = hf – جـ ٥ ش e ♣ W ٥ = ٥,٣ x ١٠ – ١٩ – ٠,٤٥ x ١,٦ x ١٠ – ١٩

♣ W ٥ = ٤,٥٨ x ١٠ – ١٩ جول = ٢,٨٦ إ . ف .....#

ج / f ٥ = ... ؟ λ ٥ = ... ؟

♥ W ٥ = hf٥

$$f_{٥} = \frac{W_{٥}}{h} = \frac{٤,٥٨ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}$$

♣ f ٥ = ٦,٩ x ١٠ ١٤ هرتز ..... #

♥ λ ٥ = ع ض / f ٥ = ٣ x ١٠ ٨ / ٦,٩ x ١٠ ١٤

♣ λ ٥ = ٤,٣٥ x ١٠ – ٧ م ♣ λ ٥ = ٤٣٥٠ A ° .....#

مـــثـــال (٣) :

١) إذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من سطح معدن ما هي (٣,١ إ . ف) وأضيئ هذا السطح بشعاعيين ضوئيين الطول الموجي لأحدهما (٦٢٠٠ A °) وللأخر (٢٠٠٠ A °) . فهل ستنبعث الإلكترونات من سطح المعدن أم لاتنبعث ؟ وفي حالة الإنبعاث أحسب طاقة حركة الإلكترونات المنبعثة وكذلك قيمة جهد الإيقاف ؟

الـــحـــــل

المـــعـــطـــيـــات :ـ

W ٥ = ٣,١ إ . ف = ٤,٩٦ x ١٠ – ١٩ جول

λ ١ = ٦٢٠٠ A ° = ٦,٢ x ١٠ – ٧ م

λ ٢ = ٢٠٠٠ A ° = ٢ x ١٠ – ٧ م

المطلوب :

أ / تحديد أي الشعاعيين سيبعث بالإلكترونات ؟

ب / طح e = ... ؟

ج / جـ ٥ = ... ؟

أ / تحديد أي الشعاعيين سيبعث بالإلكترونات ؟

لتحديد أي الشعاعيين سيبعث بالإلكترونات نقوم بحساب طاقة كل شعاع ومقارنتها بـ W ٥ كمايلي :

١ ـ λ ١ = ٦٢٠٠ A ° = ٦,٢ x ١٠ – ٧ م

♥ طا ١ = hf = ع ض h / λ ١ = ٣ x ١٠ ٨ x ٦,٦٣ x ١٠ – ٣٤ / ٦,٢ x ١٠ – ٧

♣ طا ١ = ٣,٢ x ١٠ – ١٩ جول ..... من ذلك نلاحظ أن :

طا ١ < W ٥ وهذا يعني أن هذا الشعاع لن يبعث بالإلكترونات

٢ ـ λ ٢ = ٢٠٠٠ A ° = ٢ x ١٠ – ٧ م

♥ طا ٢ = hf = ع ض h / λ ٢ = ٣ x ١٠ ٨ x ٦,٦٣ x ١٠ – ٣٤ / ٢ x ١٠ – ٧

♣ طا ٢ = ٩,٩٤٥ x ١٠ – ١٩ جول ..... من ذلك نلاحظ أن :

طا ٢ > W ٥ وهذا يعني أن هذا الشعاع سيبعث بالإلكترونات

ب / طح e = ... ؟

♥ طح e = طا ٢ – W ٥

♣ طح e = ٩,٩٤٥ x ١٠ ^-١٩ – ٤,٩٦ x ١٠ ^-١٩

♣ طح e = ٤,٩٨٥ x ١٠ ^-١٩ جول = ٣,١١ إ . ف .....#

ج / جـ ٥ = ... ؟

♥ طح e = جـ ٥ ش e

♣ جـ ٥ = $\frac{٤,٩٨٥ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ٣,١١ فولت .....#

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

١) سقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي (٥٠٠٠ A °) على سطح فلز فأنبعثت منه إلكترونات سرعتها (٢,٥٧ x ١٠ ° م / ث) فهل تنبعث الإلكترونات من نفس السطح إذا سقط عليها ضوء أحادي اللون طول موجته (٦٠٠٠ A °) أم لا ؟ ولماذا ؟

تمرين (٢)

١) مامقدار السرعة التي يجب أن ينطلق بها إلكترون من سطح فلز حتى تكون طاقة حركته مساوية طاقة فوتون طوله الموجي (٥٠٠ A °) سقط على سطح الفلز ؟

تمرين (٣)

١) إذا كان أكبر طول موجي يلزم لتحرير الإلكترونات من سطح الصوديوم (٥٨٣٠ A °) فما مقدار الطاقة اللازمة لتحرير كل إلكترون من السطح وإذا أضيئ السطح بضوء طوله الموجي (٤٥٠٠ A °) فما مقدار الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث ؟

تمرين (٤) :-

١) إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (١,٤ x ١٠ ^-١٩ جول) عندما كان الطول الموجي الساقط (٤ x ١٠ ^-٧ م) وعندما أستبدل بالطول الموجي الساقط طولاً موجياً آخر مقداره (٣ x ١٠ ^-٧ م) كانت الطاقة الحركية العظمى (٣,٠٦ x ١٠ ^-١٩ جول) . أحسب ثابت بلانك ؟

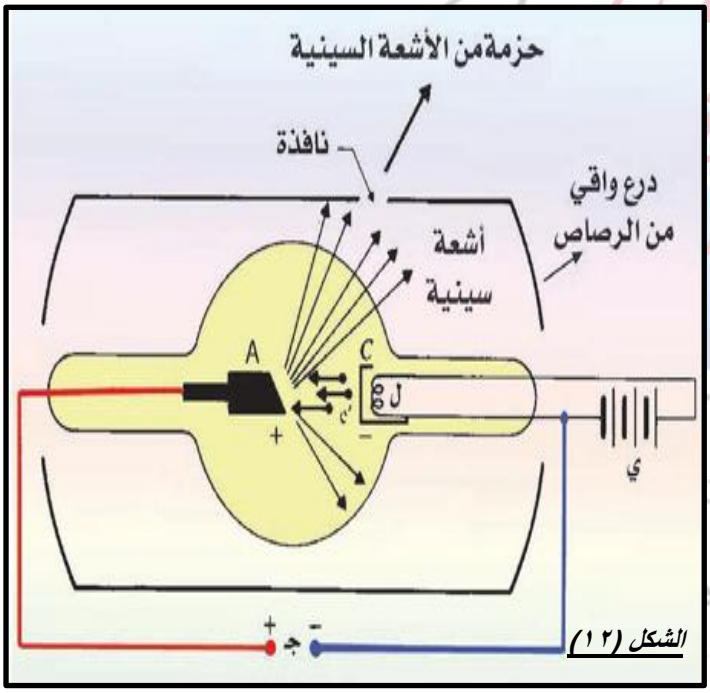
الأشـــــعـــــة الـســـيـنـيـــة (X – Rays)

ويليام رونتيجن

❖ في العام ١٨٩٥م اكتشف العالم الألماني ويليام رونتيجن عن طريق الصدفة الأشعة السينية ، وذلك عندما كان يجري تجربة تسليط شعاع إلكتروني على أنبوبة تأين غازي ، وقد وجد أنه عندما تصطدم حزمة من الإلكترونات أو أي جسيمات مشحونة ذات طاقة حركية عالية بسطح معدن فلزي ثقيل موضوع داخل أنبوبة مفرغة من الهواء فإنه تنبعث من الفلز أشعة ذات طاقة عالية وتردد عالي وطول موجي قصير ، وذلك من خلال ملاحظته للشاشة الفوسفورية التي بدأت توهج عند إصطدام شعاع الإلكترونات بها ، وقد قام رونتيجن بإحاطة الأنبوبة المفرغة بألواح سوداء سميكة لتتمكن من حجب الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأنبوبة المفرغة ، كما وضع عدة أجسام بين الأنبوبة والشاشة الفوسفورية وكانت النتيجة أن الشاشة الفوسفورية لازالت تتوهج ، وحتى يتأكد من أن هناك اشعة جديدة هي التي أخترقت تلك الأجسام ووصلت للشاشة الفوسفورية قام رونتيجن بوضع يده أمام الأنبوبة المفرغة وشاهد على الشاشة الفوسفورية صورة لعظام يده ، ونظراً لعدم معرفة رونتيجن ماهية هذه الأشعة فقد أطلق عليها إسم الأشعة المجهولة أو أشعة إكس ورمز لها بالرمز (X) ، كما تسمى أحياناً بـــ أشعة رونتيجن .

تعريف الأشعة السينية

❖ هي عبارة عن نوع من أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي يتميز بأن طاقته عالية وتردده عالي وله طول موجي قصير جداً يتراوح بين (٠,١ A° – ١٠٠ A°) .



الشكل (١٢)

طريقة توليد الأشعة السينية :

❖ تسمى ظاهرة توليد الأشعة السينية بـــ الظاهرة الكهروضوئية العكسية (علل) وذلك لأن فكرة توليد الأشعة السينية هي عكس فكرة الظاهرة الكهروضوئية ، حيث أنه في الظاهرة الكهروضوئية تسقط الأشعة على سطح المعدن فتنبعث الإلكترونات ، بينما في الأشعة السينية تسقط الإلكترونات على سطح المعدن فتنبعث الأشعة .

لذلك تعرف ظاهرة توليد الأشعة السينية بأنها :

((هي ظاهرة سقوط الإلكترونات ذات الطاقة الحركية العالية على سطح معدن فلزي ثقيل مما يؤدي إلى إنبعاث الأشعة السينية ذات الطاقة العالية والتردد العالي والطول الموجي القصير جداً)) .

ولتوليد الأشعة السينية في المختبر ، يستخدم الجهاز الموضح في الشكل (١٢) المجاور والذي يسمى *أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية* ، ويتكون مما يلي :

١) *أنبوبة زجاجية مفرغة تماماً من الهواء* (علل) حتى لا يحدث تأين لذرات الهواء مما يؤدي لتولد شرارة كهربائية قد تتلف الجهاز .

٢) *مهبط (كاثود C) :* وهو عبارة عن شعيرة حرارية تبعث بالإلكترونات عند تسخينها بصورة غير مباشرة بواسطة فتيلة تسخين (ل) متصلة ببطارية (ي) . ويتصل الكاثود بالقطب السالب لمصدر جهد عالي .

٣) *مصعد (أنود A) (الهدف) :* وهو عبارة عن قرص من فلز معدني ثقيل (عدده الذري كبير) مثل التنجستين ، يوضع بشكل مائل أمام الكاثود (علل) لأن معظم الأشعة المنطلقة يكون إتجاهها عمودياً على مسار الإلكترونات ، وبالتالي يتم وضع الأنود بصورة مائلة حتى يساعد في أن تنطلق الأشعة في إتجاه واحد ، ويوصل الأنود بالقطب الموجب لمصدر جهد عالي .

٤) *مصدر جهد مستمر عالي :* وتتراوح قيمة جهد هذا المصدر بين (١٠ ^{٣} فولت) و بين (١٠ ^{٦} فولت) .

٥) *درع واقي من الرصاص* يحيط بالأنبوبة من الخارج (علل) وذلك لحماية العاملين على الجهاز من خطر التعرض للأشعة السينية ، ويوجد في الدرع فتحة تسمح بخروج الأشعة منها .

●*معلومة هامة :-*
تتميز الأشعة السينية بأنها ذات نفاذية عالية ، كما أنها لا تصدر إلا من ذرات الفلزات المعدنية الثقيلة ذات العدد الذري الكبير ، وبالتالي فإنها لا تمتص إلا من قبل العناصر الثقيلة ذات العدد الذري الكبير ، فعندما تمر الأشعة السينية من خلال أجسامنا ونظراً لأن الخلايا المكونة للجلد أو اللحم في أجسامنا تتكون من عناصر خفيفة ذات ذرات صغيرة فإنها لا تمتص هذه الأشعة ، بينما العظام التي في أجسامنا تتكون من عنصر الكالسيوم وهو عنصر ثقيل وذو ذرات كبيرة فإنها تمتص الأشعة السينية .

❖ كيفية عمل أنبوبة كولدج :ـ

١) نقوم بتسخين الفتيلة (ل) عن طريق البطارية (ي) ونتيجة لذلك يسخن الكاثود ويبدأ بإطلاق الإلكترونات نحو الأنود .
٢) يتم تعجيل الإلكترونات المنبعثة من الكاثود باتجاه الأنود بواسطة مصدر الجهد العالي (جـ) ، حيث تتولد طاقة كهربائية عالية بين الكاثود والأنود (جـ ش $_e$)هذه الطاقة تكتسبها الإلكترونات على صورة طاقة حركية عالية (طـــح) تمكنها من الإنطلاق نحو الأنود بسرعة عالية .
٣) تصطدم الإلكترونات بالأنود (الهدف) بسرعة عالية ، وينتج عن هذا التصادم إنبعاث الأشعة السينية بترددات عالية وطاقة عالية مقدارها (h f) .

•ملاحظة هامة :
عند التصادم بين الإلكترونات ذات الطاقة الحركية العالية وبين الأنود تتولد الكثير من الحرارة ، ولذلك يستخدم موتور (محرك) يعمل على لف وتدوير الأنود ٣٦٠ درجة وذلك لضمان تعرض مناطق مختلفة من الأنود لشعاع الإلكترونات في كل مرة ، مما يحمية من الإنصهار بفعل الاصطدامات المستمرة والحرارة الناتجة .

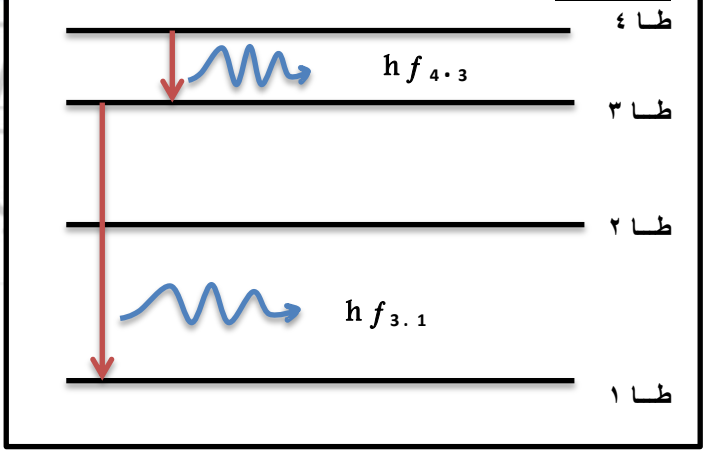
تفسيرات سبب انبعاث الأشعة السينية :

❖ إنطلاقاً من النموذج الذري لبوهر ، فإن الإلكترونات المصطدمة بالأنود (الهدف) في انبوبة كولدج ، تتفاعل مع مادة الهدف ويحدث أحد الاحتمالين التاليين ، أو كلاهما معاً وهما :

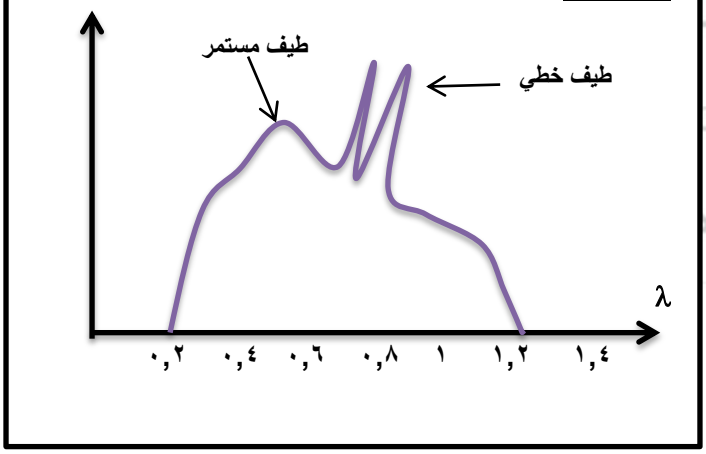
❖ الأحتمال الأول :ـ

١) تنفذ بعض الإلكترونات المتجهة من الكاثود إلى الأنود ، والتي لها طاقة حركية عالية إلى داخل ذرات مادة الأنود (الهدف) مخترقة مداراتها الإلكترونية .
٢) تصطدم هذه الإلكترونات بأحد الإلكترونات الداخلية لذرات مادة الهدف والمتواجدة في أحد المدارات القريبة من النواة ، وليكن المدار المناظر لـ (ن = ١ مثلاً) فيؤدي ذلك إلى إقتلاع هذا الإلكترون من مداره مخلفاً وراءه فراغاً .
٣) يقفز إلكترون أخر من مستوى طاقة أعلى وليكن المستوى المناظر لـ (ن = ٣) ليملأ ذلك الفراغ الذي تركه الإلكترون في المدار المناظر لـ (ن = ١) ، وينتج عن ذلك إشعاع تردده ($f_{١٣}$) وطاقته (h $f_{١٣}$) تساوي الفرق بين طاقتي المستويين اللذين إنتقل بينهما الإلكترون .
٤) هذا الإلكترون الذي قفز من المدار المناظر لـ (ن = ٣) يترك بدوره فراغاً في مداره ، فيقفز إليه إلكترون من مستوى طاقه أعلى وليكن المناظر لـ (ن = ٤) ليملأ هذا الفراغ ونتيجة لهذا الإنتقال ينبعث إشعاع تردده ($f_{٣٤}$) وطاقته (h $f_{٣٤}$) تساوي الفرق بين طاقتي المستويين اللذين إنتقل بينهما الإلكترون . ويوضح الشكل (١٣) أدناه ذلك .
٥) تكون الأشعة السينية المنبعثة بهذه الطريقة ووفقاً لهذا الأحتمال بصورة طيف خطي ذو أطوال موجية محددة تختلف بإختلاف مادة الهدف وتكون مميزة لمادته ، لذلك يسمى هذا الطيف بـــ الطيف المميز للأشعة السينية (علل) لأن لكل عنصر مستويات طاقة خاصة به . ويوضح الشكل (١٤) أدناه الطيف المميز للأشعة السينية لعنصر التنجستين .

الشكل (١٣)



الشكل(١٤)



❖ مـعـلومـة عـــامـــة :ـ

الأشعة السينية والثقوب السوداء في الفضاء :

تنتج الأشعة السينية في الفضاء الخارجي عندما يمر الثقب الأسود من خلال سحابة من المادة الكونية أو بجوار نجم فإن قوة الجذب الهائلة التي يتميز بها الثقب الأسود تجعل المادة تنجذب نحوه (تتسارع) مما يكسبها طاقة حركية فترتفع درجة حرارتها وتقع تحت ضغط عالي ، وتتولد حرارة عالية تسبب تأين الذرات وعندما تصل درجة الحرارة إلى بضعة ملايين درجة كلفنية تشع من المادة الأشعة السينية .

❖ الإحتمال الثانى :-

١) بعض الإلكترونات المعجلة تواصل سيرها داخل ذرات مادة الهدف دون أن تصطدم بإلكتروناتها الداخلية ، ولكنها تتأثر بالمجال الكهربائي لهذه الذرات ، مما يؤدي إلى تباطؤ هذه الإلكترونات وتناقص سرعتها نتيجة لتنافرها مع إلكترونات ذرات مادة الهدف .

٢) تقل الطاقة الحركية للإلكترونات بشكل مستمر ويظهر النقص في طاقتها الحركية على شكل إشعاع تردده يتناقص بإستمرار مع استمرار تباطؤ حركة الإلكترون .

٣) ينتج عن ذلك إشعاع ذو طيف متصل يحوي جميع الترددات وجميع الأطوال الموجية .

٤) قد تؤثر على الإلكترون السريع قوة تنافر عالية في المجال الكهربائي للذرة فيفقد الإلكترون المقذوف كل طاقته الحركية ($\frac{١}{٢}$ ك$_e$ ع$_e^{٢}$)

دفعة واحدة وعندئذ تكون طاقة الإشعاع المنبعث ($h\,f$) ذو التردد (f) مساوية تماماً للطاقة التي فقدها الإلكترون ، وعندئذ يكون لدينا

$h\,f = \frac{١}{٢}$ ك$_e$ ع$_e^{٢}$ .....(٩) وحيث أن :

ش$_e$ x جـ = $\frac{١}{٢}$ ك $_e$ ع$_e^{٢}$ .....(١٠) فإننا نستطيع القول بأن :

$h\,f$ = ش $_e$ x جـ .....(١١) وعليه فإن :

$f = \frac{\text{ش}_e \times \text{جـ}}{h}$ .....(١٢) وهذه المعادلة تستخدم لحساب تردد الأشعة السينية

وحيث أن (ش $_e$ ، h) ثوابت فإننا نجد من المعادلة (١٢) أن :

$f \propto$ جـ (أي أن تردد الأشعة السينية المنبعثة يتناسب طردياً مع فرق الجهد المطبق بين طرفي أنبوبة توليد الأشعة السينية .

وحيث أن :-

ش$_e$ x جـ = $\frac{١}{٢}$ ك $_e$ ع$_e^{٢}$ فإننا نستطيع القول بأن :

$f = \frac{\text{ك}_e \text{ع}_e^{٢}}{h\,٢}$ .....(١٣) وهي علاقة أخرى لحساب تردد الأشعة السينية .

وحيث أن : $f = \frac{\text{ع}_{ض}}{\lambda}$ .....(١٤) فإننا نستطيع حساب اقصر طول موجي للأشعة السينية (λ) وذلك كما يلي :

بالتعويض من العلاقة السابقة عن (f) في العلاقة (١٢) نجد أن :

$\frac{\text{ع}_{ض}}{\lambda} = \frac{\text{ش}_e \times \text{جـ}}{h}$ .....ومنها نجد أن :

$\lambda = \frac{h \times \text{ع}_{ض}}{\text{ش}_e \times \text{جـ}}$ .....(١٥) ومن هذه العلاقة نجد أن :

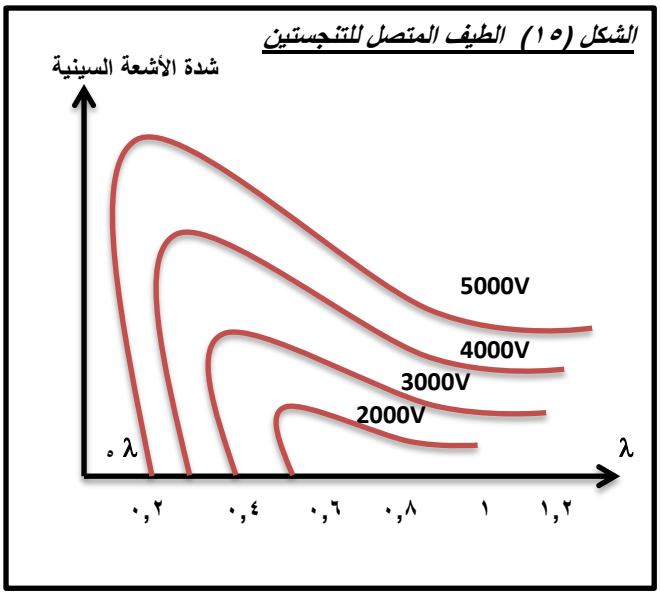
$\lambda \propto \frac{١}{\text{جـ}}$ (أي أن الطول الموجي يتناسب عكسياً مع فرق الجهد المطبق بين طرفي أنبوبة توليد الأشعة السينية)

ومن العلاقتين (١٣) و (١٤) نستطيع إستنتاج أيضاً علاقة أخرى لحساب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية . وهي العلاقة التالية :

$\lambda = \frac{h^{٢} \times \text{ع}_{ض}}{\text{ك}_e \text{ع}_e^{٢}}$ .....(١٦)

حيث h ثابت بلانك ، ع$_{ض}$ سرعة الضوء ، ك $_e$ كتلة الإلكترون ، ع $_e$ سرعة الإلكترون المتحرك نحو الهدف ..... ومن العلاقة (١٦) نجد أن λ تتناسب عكسياً مع مربع سرعة الإلكترون .

الشكل (١٥) الطيف المتصل للتنجستين



❖ معلومة اضافية قيمة :

في الأحتمال الثاني لإنتاج الأشعة السينية (الطيف المتصل) يصطدم الكترون مسرع بالهدف بطاقة حركية قدرها (طـــ ١) فتتكون قوة جذب بين الإلكترون السالب والنواة الموجبة ، هذه القوة تغير مسار حركة الإلكترون (يحدث له تباطؤ) أي أن سرعته تتناقص وبالتالي تتناقص طاقته الحركية إلى (طـــ ٢) بحيث أن طح ١ > طح ٢ والفرق بين طاقة الحركة الإبتدائية وطاقة الحركة النهائية يتحول إلى إشعاع كهرومغناطيسي هو عبارة عن الأشعة السينية .

ويسمى هذا الإشعاع بـــ الإشعاع التباطؤي (Bremsstrahlung Radiation) بينما تسمى العملية برمتها بـــ الفرملة (breaking action) أي فرملة الإلكترونات عند مرورها بجوار أنوية العناصر الثقيلة التي تشكل مادة الأنود .

❖ **ملاحظة هامة :-**
حيث أن الطيف المتصل للأشعة السينية ناتج عن الإشعاع الذي يبعثه الإلكترون المقذوف بسبب تباطؤه ، فإنه لا يمكن أن يكون هناك إشعاع منبعث طاقته أكبر من طاقة الإلكترون المقذوف ، ولذلك لا يبدأ إنبعاث الأشعة السينية إلا من طول موجي معين ، هذا الطول الموجي يسمى بالطول الموجي الحرج ($\lambda_{\circ}$) أي من تردد معين طاقته الاشعاعية أصغر أو تساوي طاقة الإلكترون المقذوف .

❖ مقارنة بين الطيف الخطي (المميز) والطيف المستمر (المتصل) للأشعة السينية :

م	الطيف الخطي (المميز)	م	الطيف المستمر (المتصل)
١	يتولد نتيجة إصطدام إلكترون منبعث من كاثود أنبوبة توليد الأشعة السينية بإلكترون في أحد مستويات الطاقة القريبة من نواة إحدى ذرات مادة الهدف (الأنود) في الانبوبة .	١	يتولد نتيجة تأثر الإلكترون المنبعث من كاثود أنبوبة توليد الأشعة السينية بالمجال الكهربائي لإحدى ذرات مادة الهدف (الأنود) أثناء أختراقه لها .
٢	يقل الطول الموجي لهذا الطيف بزيادة العدد الذري لمادة الهدف ، وهذا ما يجعله مميزاً لنوع مادة الهدف	٢	لا يتأثر طوله الموجي بتغيير نوع مادة الهدف ، ولذلك فهو غير مميز لنوع مادة الهدف .
٣	خطي متراكب على الطيف المستمر في مواضع مختلفة وذلك حسب نوع مادة الهدف .	٣	مستمر (متصل) يتميز بانتهائه الفجائي عند طول موجي محدد
٤	لا يتوقف طوله الموجي على فرق الجهد المطبق بين طرفي أنبوبة توليد الأشعة السينية .	٤	يتوقف طوله الموجي على فرق الجهد المطبق بين طرفي أنبوبة توليد الأشعة السينية ، فطوله الموجي يقل بزيادة فرق الجهد
٥	تستخدم في الغالب لتمييز العناصر	٥	تستخدم في الغالب في المجال الطبي

خـــواص الأشـــعـــة الســـيـنـــيـة :

١) لها تردد عالي وطاقة عالية وطول موجي قصير جداً .
٢) تعتبر جزء من الطيف الغير مرئي للموجات الكهرومغناطيسية ، وبالتالي فهي تسير بسرعة الضوء .
٣) لها قدرة كبيرة على النفاذ في المواد بسبب طاقتها العالية .
٤) جيدة الإمتصاص من قبل المواد ذات الكثافة العالية .

اســتـخـدامــات الأشـعــة الســيـنـيـة :

١) **في الطب :** حيث يستفاد منها للكشف عن كسور العظام ووجود الحصوات في الكلى والمرارة وغيرها من أعضاء الجسم الحيواني .
٢) **في الصناعة :** حيث تستخدم لدراسة البنية البلورية للعناصر والكشف عن الشقوق في الفلزات كهياكل الطائرات أو الأنابيب المعدنية .
٣) **في الأمن :** حيث تستخدم في المطارات للكشف عن وجود الأجسام الصلبة (كالأسلحة مثلاً) في أمتعة وحقائب المسافرين دون فتحها .
٤) **في التصوير السطحي الحاسوبي (CT):** حيث يستعمل جهاز خاص يمكن من التقاط الصور من زوايا مختلفة حول الجسم وباستخدام تقنية الكمبيوتر يتم عرض هذه الصور .
٥) **في فيزياء الحالة الصلبة :** حيث يتم استعمالها لمعرفة مواطن الذرات في البلورات وفقاً لقانون براج .
٦) في الكشف عن العناصر وتمييزها من خلال الطيف الخطي لها .
٧) **في الفلك :** حيث يستعملها الفلكيون للكشف عن الأجسام التي تشع الأشعة السينية في الفضاء باستخدام كواشف مناسبة .

❖ معلومات عامة للإطلاع الذاتي فقط :-

١) مادة التباين والتصوير الفلورسكوبي :
في صورة الأشعة السينية لجسم المريض لا يظهر أي أثار للأوعية الدموية أو الأعضاء العضوية مثل الكبد أو المعدة أو الأمعاء ، ولإظهار أياً من تلك الأعضاء في صورة الأشعة السينية لغرض تشخيص مرض ما فإن أخصائي الأشعة السينية يحقن جسم المريض بمادة التباين Contrast Media مثل مادة الباريوم barium ، وتتكون مادة التباين هذه من سائل يمتص الأشعة السينية بكفاءة أعلى من الأنسجة المحيطه به ، فعند حقن المريض بالباريوم السائل في الوريد تصبح الأوعية الدموية قادرة على امتصاص الأشعة السينية مما ينتج عنه صورة للأوعية الدموية على فيلم الأشعة السينية ، ويسمى التصوير بحقن المريض بمادة التباين بـــ التصوير الفلوروسكوبي Fluoroscopy .

٢) تـــحـــذيـــر :
في أول استخدام للأشعة السينية تعرض المريض والطبيب لجرعة زائدة من هذه الأشعة والتي سببت أعراض مرضية كالتي تسببها العناصر المشعة على الجلد ، والسبب في ذلك يعود إلى أن الأشعة السينية هي في حد ذاتها أشعة متأينة ، فعندما تصطدم الأشعة السينية بالذرة فإنها تعمل على تحرير إلكترونات منها وتحولها إلى أيون موجب وتقوم الإلكترونات المحررة بتحويل المزيد من الذرات المجاورة إلى أيونات موجبة بالتصادم معها ، وحيث أن الأيونات أجسام مشحونة كهربائياً وليست متعادلة مثل الذرات مما يسبب تفاعلات كيميائية غير طبيعية داخل الخلايا الحية ، ومن الممكن أيضاً أن يحدث خلل في سلاسل حمض الـــ DNA ، وحدوث الخلل في هذه السلاسل قد يسبب موت لتلك الخلية مما يسبب الكثير من الأمراض الغير متوقعة ، أو أن تتحول الخلية الحية إذا لم تمت إلى خلية سرطانية تنتشر في جسم الأنسان لا سمح الله .

أمـــــثلة وتـــــمـــــارين عـــــامـــــة

مـــــثـــــال (١) :ـ

تعجل الإلكترونات في أنبوبة الأشعة السينية خلال فرق جهد مقداره (٤٠٠٠ فولت) بإعتبار أن تلك الإلكترونات أوقفت فجأة في الهدف ، فما هو أقل طول موجي للأشعة السينية المنبعثة ؟

الـــــحـــــل

المـــــعـــــطـــــيـــات :ـ جـ = ٤٠٠٠ فولت & ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث & h = ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث

ش $_{e}$ = ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ كولوم

المطلوب :

λ = ... ؟

♥ λ = $\frac{\text{h ع ض}}{\text{جـ ش}_{e}}$ = $\frac{٦,٦٣ \text{ x } ١٠^{-٣٤} \text{ x } ٣ \text{ x } ١٠^{٨}}{٤٠٠٠ \text{ x } ١,٦ \text{ x } ١٠^{-١٩}}$

♣ λ = ٣,١ x ١٠ $^{-١٠}$ م = ٣,١ A $^{\circ}$ ..... #

مـــــثـــــال (٢) :ـ

احسب الطاقة والتردد والطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة إذا كانت سرعة الإلكترون لحظة إصطدامه بالهدف (٣ x ١٠ ^{٧} م / ث) علماً بأن : (ك $_{e}$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم) ؟

الـــــحـــــل

المـــــعـــــطـــــيـــات :ـ ع $_{e}$ = ٣ x ١٠ ^{٧} م / ث & ك $_{e}$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم

المطلوب :

أ / طاقة الإشعاع = h f = ... ؟

ب / f = ... ؟

ج / λ = ... ؟

أ / طاقة الإشعاع = h f = ... ؟

♥ h f = طح $_{e}$ = $\frac{١}{٢}$ ك $_{e}$ ع $_{e}^{٢}$

♣ h f = $\frac{١}{٢}$ x ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ x (٣ x ١٠ ^{٧}) ^{٢}

♣ h f = ٤٠,٩٥ x ١٠ $^{-١٧}$ جـــــول ..... #

ب / f = ... ؟

♥ h f = ٤٠,٩٥ x ١٠ $^{-١٧}$ بالقسمة على h

♣ f = $\frac{٤٠,٩٥ \text{ x } ١٠^{-١٧}}{٦,٦٣ \text{ x } ١٠^{-٣٤}}$ = ٦,٢ x ١٠ ^{١٧} هيرتز .....#

ج / λ = ... ؟

♥ λ = $\frac{\text{ع ض}}{f}$ = $\frac{\text{٣ x ١٠}^{٨}}{\text{٦,٢ x ١٠}^{١٧}}$

♣ λ = ٤,٨٤ x ١٠ $^{-١٠}$ م = ٤,٨٤ A $^{\circ}$ .....#

تـــمـــــارين مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

إذا كان الجهد المطبق على أنبوبة الأشعة السينية هو (١٠٠٠ فولت) وأسقطت الأشعة السينية الناتجة على خلية كهروضوئية مهبطها من عنصر الزنك الذي دالة شغله الوظيفي (٤,٣١ إ . ف) . فأحسب :

أ / جهد الإيقاف لعنصر الزنك ؟

ب / سرعة الإلكترونات المنبعثة من سطح الزنك ؟

تمرين (٢)

احسب فرق الجهد اللازم في جهاز توليد أشعة إكس لكي تنطلق منه أشعة طولها الموجي (٠,٢٤٨ A $^{\circ}$) ؟ علماً بأن

ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث

h = ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث

ش $_{e}$ = ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ كولوم

تمرين (٣)

يحمل إلكترون طاقة مقدارها (٥٠٠ إ . ف) يخسرها كلها من أجل إنبعاث أشعة سينية فإذا علمت أن كتلة الإلكترون (٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم) وشحنته (١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ كولوم) وسرعة الضوء (٣ x ١٠ ^{٨} م / ث) وثابت بلانك (٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث) فأحسب :

أ / الطول الموجي للإشعاع السيني ؟

ب / مقدار فرق الجهد المطبق بين طرفي الأنبوبة ؟

ج / هل طيف هذه الأشعة خطي أم متصل ؟ ولماذا ؟

اللـــــــــــــــيـزر (Laser)

❖ مـــقـــدمـــة عـــامـــة :

قليل من الإكتشافات التي كان لها وقع خاص عند اكتشافها مثلما كان لاكتشاف الليزر وخاصة في علم ومجال البصريات ، فقبل عام ١٩١٧ م لم يكن أحد يعتقد بأن الضوء يمكن تضخيمه كما يضخم الصوت ، حيث قد وضع العالم الألماني الشهير آلبرت آينشتاين في العام ١٩١٦ م أفكاره حول إمكانية تكبير وتضخيم الضوء ، ولكن هذه الأفكار لم تلقى حينها الأهتمام الذي تستحقه في الأوساط العلمية في ذلك الوقت ، حتى العام ١٩٥٤ م بدأ العلماء والباحثين بتطبيق تلك الأفكار من خلال تطوير جهاز لتضخيم الأمواج القصيرة الغير مرئية (الميكروية) والذي سمي بـــ الميزر (Maser) ، وبعد ذلك وتحديداً في العام ١٩٦٠ م تم تطوير أول جهاز لإنتاج أشعة الليزر على يد العالم الأمريكي ثيودور ميمان (T.H.Maiman) ، وتعتبر تكنولوجيا الليزر من العلوم المتطورة التي تدخل في العديد من التطبيقات مثل التطبيقات الطبية والإتصالات والأبحاث العلمية والهندسية والعسكرية ، وفيما يلي سنتناول هذه الظاهرة بالشرح والتفصيل .

معنى كلمة الليزر والميزر وتعريف الليزر (Laser)

❖ معنى كلمة ليزر (Laser) :-

هي عبارة عن الحروف الأولى لكلمات العبارة : (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) والتي تعني تضخيم الضوء بإستخدام الانبعاث المستحث للإشعاع .

❖ معنى كلمة الميزر (Maser) :-

هي عبارة عن الحروف الأولى لكلمات العبارة : (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) والتي تعني تضخيم الأمواج القصيرة الغير مرئية بواسطة الأنبعاث المستحث للإشعاع .

❖ تعريف أشعة الليزر :-

هي عبارة عن حزمة ضوئية ذات فوتونات تشترك في ترددها وتتطابق بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضه ضوئية ذات طاقة عالية نسبياً . أي أنه ضوء مكبر بواسطة الأنبعاث المستحث للإشعاع .

❖ تعريف جهاز الليزر :-

هو جهاز يقوم بتحويل الطاقة من مصادر مختلفة إلى صورة إشعاع كهرومغناطيسي ، كما أنه جهاز يقوم بالتحكم في كيفية تحرير الذرات المثارة للفوتونات .

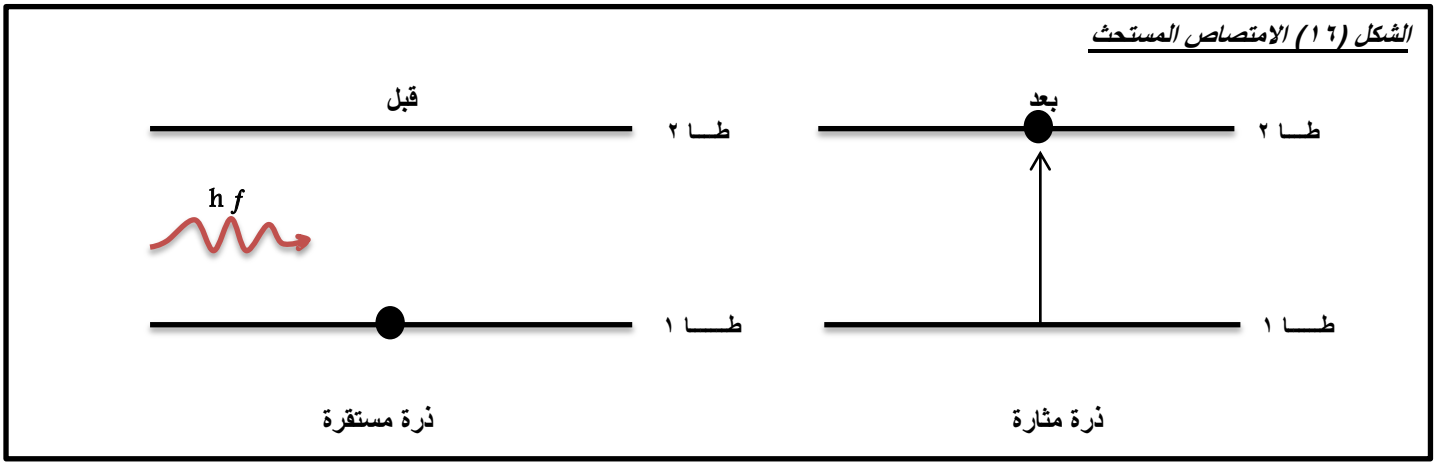
مـــبـــدأ تـــولـــيـــد أشـــعـــة الـــلـــيـــزر

❖ عرفنا من دراستنا للوحدة الخامسة (الفيزياء الذرية) أن للذرة مستويات طاقة تتواجد فيها إلكتروناتها ، أدنى هذه المستويات هو المستوى الأرضي (المستوى المستقر) وتكون فيه الذرات في حالة إستقرار ورمزنا لهذا المستوى بالرمز (طـــا ١) ، أما المستويات العليا فقد أسميناها بالمستويات المثارة (الغير مستقرة) ورمزنا لها بالرموز (طـــا ٢ ، طـــا ٣ ، طـــا ٤ ، .....) ، وعرفنا أيضاً أنه عند إمتصاص الذرة طاقه فإنها تتحول من حالة الإستقرار إلى حالة الإثارة ، ولمعرفة كيف تنتج الذرات شعاع الليزر فلابد أن نتعرف على طرق تفاعل الذرة مع الإشعاع الساقط عليها ، وهذه الطرق هي ما يلي :

١) الإمتصاص المستحث Induced or Stimulated Absorption :-

ليكن لدينا عينة من الذرات لها مستويين للطاقة هما المستوى الأرضي (طـــا ١) والمستوى المثار (طـــا ٢) هذه العينة في حالتها المستقرة ، فإذا فرضنا أن فوتوناً من الضوء طاقته (h f) بحيث أن :(h f = طـــا ٢ ــ طـــا ١) يسقط على هذه الذرات فإنها سوف تمتص طاقته وهذا سوف يؤدي إلى إنتقال بعض إلكتروناتها من المستوى الأرضي (طـــا ١) إلى مستوى الإثارة الأول (طـــا ٢) وبذلك تصبح الذرة مثارة ، هذه العملية هي الأمتصاص المستحث أول مبادئ توليد أشعة الليزر . والشكل (١٦) أدناه يوضح ذلك .

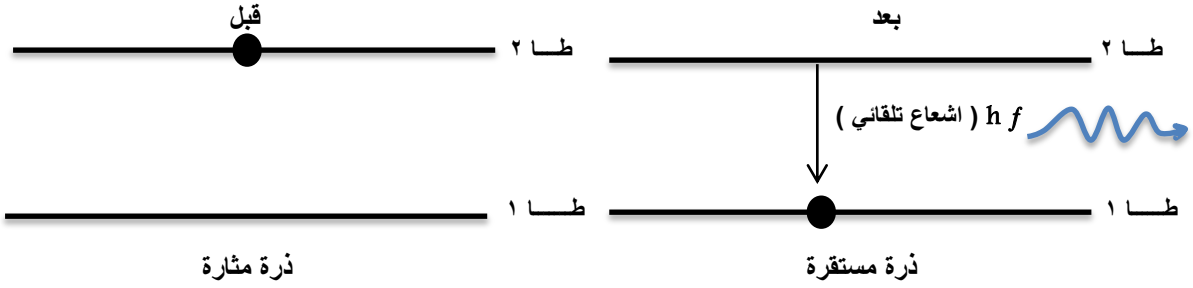
الشكل (١٦) الامتصاص المستحث



٢) الانبعاث التلقائي Spontaneous Emission :-

تعود الذرات تلقائياً من المستوى المثار (طـــا ٢) إلى حالتها المستقرة من خلال عودة الإلكترونات إلى المستوى الأرضي (طـــا ١) باعثة بالطاقة التي أمتصتها على شكل شعاع ضوئي (فوتون) له نفس تردد وطاقة الفوتون الساقط على الذرة (الممتص) ولكن طور واتجاه هذا الفوتون المنبعث غير محددين ، هذه العملية تسمى الانبعاث التلقائي وهي المبدأ الثاني من مبادئ توليد أشعة الليزر ، والشكل (١٧) أدناه يوضح هذه العملية .

الشكل (١٧) الانبعاث التلقائي



٣) الانبعاث المستحث Induced or Stimulated Emission :-

تعود الذرات المثارة إلى حالتها المستقرة (الأرضية) في المستوى (طـــا ١) بطريقتين مختلفتين هما :

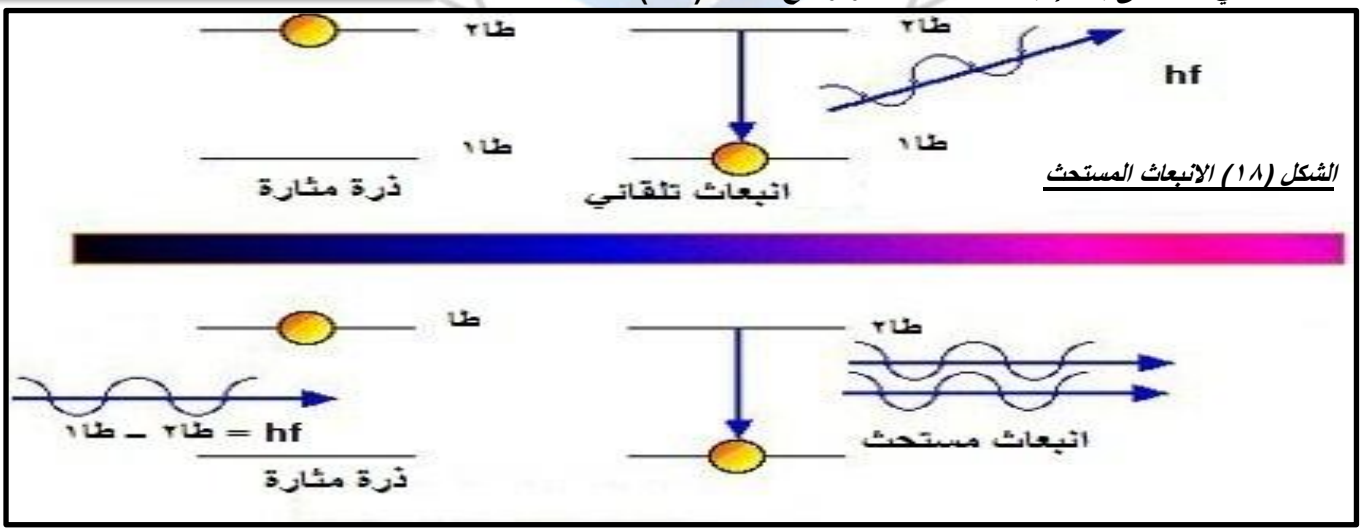
أ) إما تلقائياً وهو ما أسميناه سابقاً بالأنبعاث التلقائي ، حيث تعود الذرات إلى مستوى الأستقرار بشكل عشوائي باعثة بإشعاعاتها في مختلف الإتجاهات والسبب في ذلك يعود إلى أن كل ذرة من ملايين الذرات تبعث بأشعتها بصورة مستقلة عن الذرات الأخرى مما يجعل الأشعة المنبعثة غير مترابطة ، وهذا الأنبعاث هو الأنبعاث الطبيعي للذرات والذي يحدث في المصابيح العادية (مصابيح النيون) .

ب) و إما أن تعود الذرات إلى حالتها العادية (المستقرة) بالحث (بالقوة) وذلك بواسطة فوتون طاقته (h f = طـــا ٢ ــ طـــا ١) فإذا سقط هذا الفوتون على الذرات المثارة حثها وحرضها على العودة إلى حالة الاستقرار (إلى المستوى طـــا ١) وينتج عن ذلك إنبعاث فوتون أخر له نفس خصائص الفوتون الساقط (التردد والطول الموجي و الاتجاه والطور) فينتشر الفوتونين بحركتين موجيتين متطابقتين ومترابطتين ولهما نفس التردد ومتفقتين في الطور وجهة الإنتشار ، هاذين الفوتونين يحثان ذرتين مثارتين للعودة إلى حالة الإستقرار مما يؤدي إلى إنبعاث أربعة فوتونات لها نفس الخصائص وهكذا هذه العملية هي ما تسمى بـــ الإنبعاث المستحث ، ويوضح الشكل (١٨) أدناه هذه العملية .

ملاحظة :

ـ الفوتونان المنبعثان بالحث يستحثان ذرتين مثارتين في المستوى طـا, فينتج عن ذلك انبعاث اربعة فوتونات مترابطة لها نفس الصفات ، هذه الفوتونات الأربعة تولد ثمانية فوتونات مترابطة وهكذا تتضخم الأشعة المنبعثة وتصبح حزمة ضوئية متوازية مترابطة ذات شدة ضوئية عالية وتردد أحادي وهذا ما يسمى بالأنبعاث الليزري .

الشكل (١٨) الانبعاث المستحث



شـــروط الحـصـــول عـلى أشـــعـــة اللـــــيـزر

١) حدوث ما يسمى بـــ الإستيطان العكسي (إنقلاب التعداد) : وهو أن يصبح عدد الإلكترونات في المستويات المثارة أكبر من عددها في المستوى الأرضي ، وبمعنى أخر أن يكون عدد الذرات المثارة في المادة المنتجة لليزر أكبر من عدد الذرات الغير مثارة ، وهذا عكس الاستيطان الطبيعي والذي يحدث في المستوى الأرضي .فالأستيطان العكسي هو الذي يجعل الضوء الذي تنتجه المادة ليزراً وإذا لم نحصل على هذا الشرط فإن المادة تنتج ضوء عادي (بمعنى أخر وجود مستويات شبه مستقرة في الذرة)

٢) العمل على جعل الفوتونات تخرج معاً من المادة المنتجة لليزر في نفس الأتجاه .

جـــــهـــــاز لـــــــيـــزر الـــــيـــاقـــــوت (Ruby Laser)

❖ *تحدثنا عن شروط الحصول على أشعة الليزر وعرفنا أن أحد هذه الشروط هو حدوث الاستيطان العكسي (انقلاب التعداد) وليس كل الذرات في الطبيعة يمكن أن يحدث فيها ذلك ، وإنما يحدث ذلك في البعض ـ فقط ـ من الذرات أو البلورات ، ومن ضمن هذه البلورات بلورة الياقوت ، وهي إحدى البلورات التي تحقق شرط الإستيطان العكسي ، ففي العام ١٩٦٠ م قام العالم الأمريكي ثيودور ميمان بصنع أول جهاز ليزر يعتمد في تركيبه على بلورة الياقوت ، وهو ما سنتحدث عنه فيما يلي .*

❖ ***تعريف جهاز ليزر الياقوت :ـ***

هو عبارة عن أحد ليزرات الحالة الصلبة ويستخدم بلورة الياقوت لإنتاج أشعة الليزر .

❖ ***تعريف بلورة الياقوت :ـ*** هي عبارة عن بلورة أكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) طُعمت بحوالي ٠,٠٥% من مادة الكروم (Cr) الأحمر (علل) وذلك لكي تكتسب البلورة اللون الوردي .

مـــكـــونـــات جـــهـــاز لـــيـزر الـــيـاقـــوت

١) ***بلورة الياقوت :*** وتكون على هيئة قضيب أسطواني منتظم المقطع طوله عدة سنتيمترات وقطره حوالي ٠,٥ سنتيمتر وله نهايتين متوازيتين ومصقولتين .

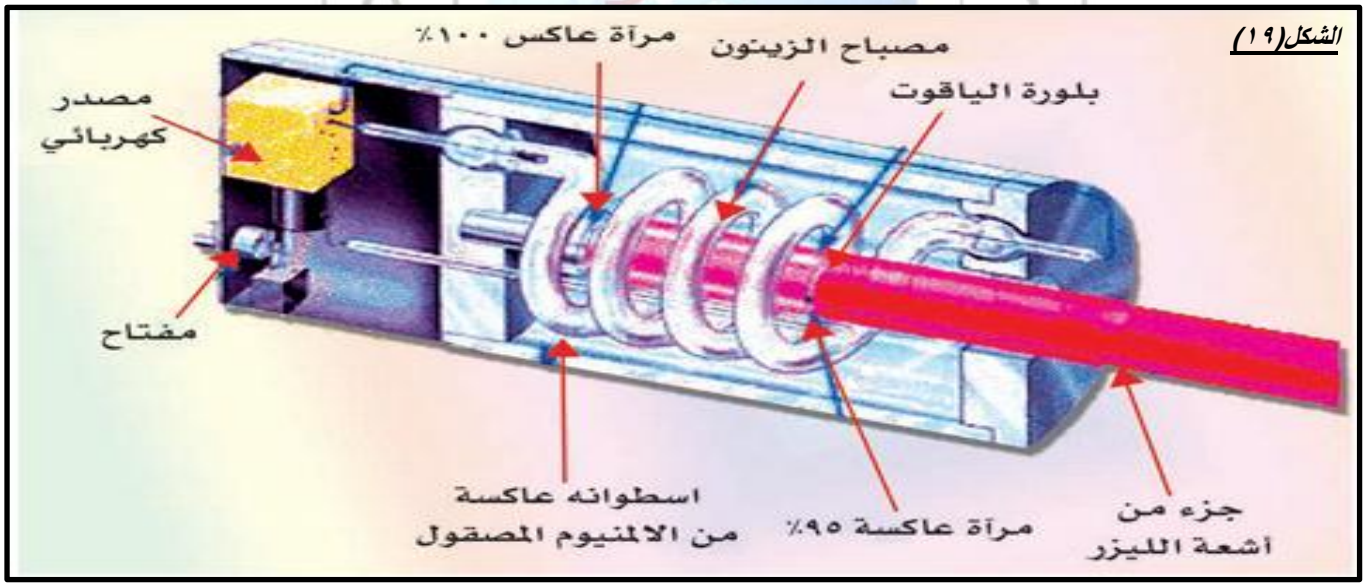
٢) ***المجموعة العاكسة :*** وهي عبارة عن مرآتين متعددة الطبقات تعمل على عكس وإرجاع فوتونات أشعة الليزر إلى داخل قضيب الياقوت ، توضع كل واحدة منهما عند نهايتي القضيب الأسطواني ، ويشترط في أحدهما أن تكون عكسة بنسبة ١٠٠% وفي الأخرى أن تكون عاكسة بنسبة ٩٥% أي شفافة بنسبة ٥% (علل) حتى تسمح لحزمة أشعة الليزر بالخروج من خلالها .

٣) ***مصدر الأثارة :*** وهو عبارة عن مصباح حلزوني من عنصر الزينون الذي طول موجته (٥٤٥١ A°) يعطي لون (أخضر ـ أزرق) ، هذا المصباح يلف بحيث يحيط بقضيب الياقوت من كل الأتجاهات (علل) حتى يضخ أكبر قدر ممكن من الضوء على قضيب الياقوت مما يسبب إثارة ذراته ، ووظيفة هذا المصباح هو إثارة ذرات الياقوت إلى مستويات الطاقة العليا .

٤) ***مصدر جهد كهربائي مستمر (نابض) :*** يوصل بمصباح الزينون لكي يعطي ضوء (أخضر ـ أزرق) بطول موجي قدره (٥٤٥١ A°) على شكل ومضات تستغرق من (٢ ـ ٣) ملي ثانية .

ويوضح الشكل (١٩) أدناه تركيب جهاز ليزر الياقوت

الشكل(١٩)

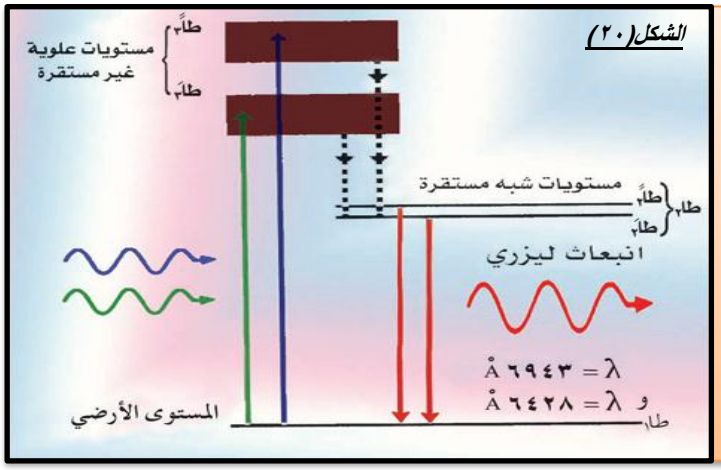


خصائص ذرات الكروم :ـ

١) العمر الزمني للمستوى (طـا ٢) هو (٠,٠٣ ثانية) أكبر من العمر من العمر الزمني للمستوى (طـا ٣) والذي يساوي (١٠ − ٨ ثانية) لذا يعتبر المستوى (طـا ٢) مستوى شبه مستقر .

٢) المستويات (طـا ٣/ ، طـا ٣// ، طـا ٣///) عبارة عن شرائط عريضة وليست خطوط رفيعة ، وهذا ما يسمح بإنتقال المزيد من الإلكترونات إلى هذه المستويات بقيم عديدة من الطاقة ، كما في الشكل(٢٠) المجاور .

الشكل(٢٠)



طـــريـقـــة عـــمـــل جـــهـــاز لـــيـــزر الـــيـــاقـــوت

١) تضخ (تثار) ذرات عنصر الكروم من المستوى الأرضي (طـــا ١) (الدوائر الخضراء في الشكل (٢١ ـ ب)) بواسطة مصباح الزينون إلى المستويين العلويين (طـــا ٣/ ، طـــا ٣//) غير المستقرين حيث عمرهما الزمني من رتبة ١٠ – ٨ ثانية .

٢) تنتقل هذه الذرات المثارة (الدوائر البنفسجية في الشكل ٢١ ـ جـ) تلقائياً إلى المستوى شبه المستقر (طـــا ٢) ويكون هذا الإنتقال غير مصحوب بأي إشعاع ويظهر فرق الطاقة على شكل حرارة تمتص في جوانب البلورة مما يؤدي إلى تسخينها .

٣) حيث أن المستوى (طـــا ٢) شبه مستقر فإن الذرات تتراكم فيه و يزداد عددها حتى يصبح أكبر من عددها في المستوى الأرضي (طـــا ١) وهنا يتحقق شرط الأستيطان العكسي .

٤) تنتقل بعض الذرات تلقائياً من المستوى (طـــا ٢) إلى المستوى الأرضي (طـــا ١) باعثة بفوتونات في كل الأتجاهات ذات طاقة قدرها ($h f$) حيث $h f$ = طـــا ٢ ــ طـــا ١ ولا يبقى من هذه الفوتونات إلا تلك التي تتحرك ذهاباً وإياباً عمودياً على مرآتي الجهاز وموازية لمحور قضيب الياقوت كما في الشكل (٢١ ـ جـ) .

٥) هذه الفوتونات تقوم بحث الذرات الأخرى للإنتقال إلى المستوى الأرضي (طـــا ١) باعثة بفوتونات لها نفس الصفات من حيث التردد والطور و الأتجاه للفوتونات التي قامت بعملية الحث .

٦) مع انعكاسات الفوتونات المتطابقة على مرآتي الجهاز وتحركها ذهاباً وإياباً يزداد حث الذرات المثارة في المستوى (طـــا ٢) وبالتالي يزداد و يتضخم عدد الفوتونات المنبعثة .

٧) تزداد الحزمة الضوئية بين المرآتين حتى تبلغ حداً معيناً ينفذ منها نسبة معينة إلى الخارج من خلال المرآه النصف شفافة وبذلك تنبعث حزمة متوازية من أشعة الليزر ذات شدة عالية موحدة التردد (f)ولها نفس الطول الموجي (λ) ومقداره (٦٩٤٣ A °) والذي يعطي لون أحمر .

٨) الذرات التي أنتقلت بالحث من المستوى (طـــا ٢) إلى المستوى الأرضي (طـــا ١) يعاد ضخها ثانية بواسطة مصباح الزينون إلى المستويين العلويين (طـــا ٣/ ، طـــا ٣//) لتكمل دورة جديدة ، وهكذا تستمر عملية توليد أشعة الليزر .

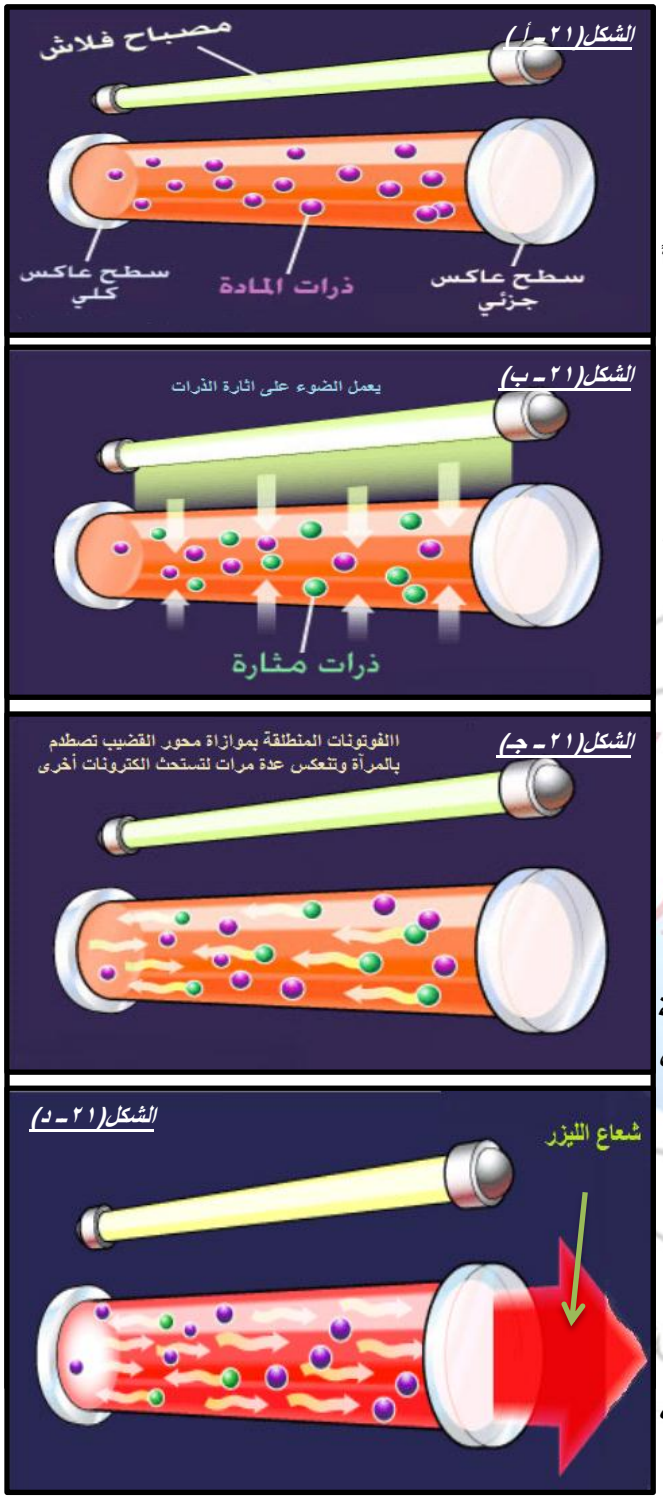
يوضح الشكل (٢٢) والشكل (٢٣) أدناه عملية توليد الليزر

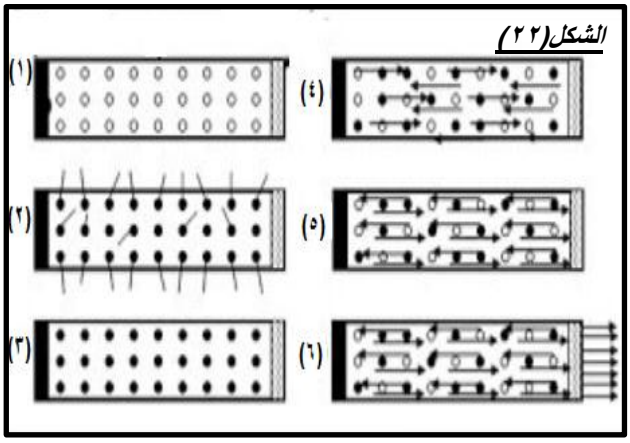
❖ مـــلاحـــظـــة هـــامـــة :ـ

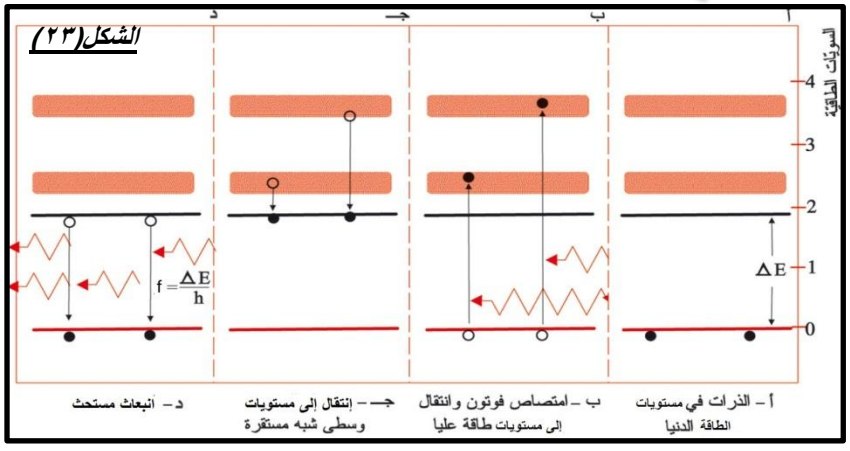
بالنظر إلى مخطط مستويات الطاقة لعنصر الكروم نجد أن المستوى شبه المستقر (طـــا ٢) له مستويين فرعيين هما (طـــا٢ / ، طـــا٢ //) وبالتالي فإن الإشعاع الليزري يعطي في الحقيقة طولين موجيين مناظرين للإنتقالين التاليين :

طـــا٢ / ← ٦٩٤٣ A أنجستروم ← طـــا ١

طـــا٢ // ← ٦٤٢٨ A أنجستروم ← طـــا ١







خـــصـــائـــص أشـــعـــة اللـــــيـــزر

❖ *يتميز شعاع الليزر (أو ضوء الليزر) عن الضوء العادي بالعديد من الخصائص لعل أهمها :*

١) أشعة الليزر أشعة بالغة الشدة .
٢) لأشعة الليزر ترددات متقاربة .
٣) تكون أشعة الليزر متحدة الطور (متزامنة) وتتحرك في اتجاه موحد .
٤) تنتشر في خطوط مستقيمة ومتوازية بسرعة الضوء (٣ x ١٠ ^{٨} م / ث) ، وهذا ما يجعل إمكانية توجيهها بحيث تقطع مسافات طويلة جداً محتفظة بشدتها دون أن تتشتت أو تتباعد خطوطها .
٥) أشعة الليزر أحادية اللون أي أن له طول موجي واحد هو من يحدد لون الضوء الناتج وكذلك طاقته .

وفيما يلي جدول (٢) للمقارنة بين ضوء الليزر والضوء العادي .

جـــدول (٢) مقارنة بين ضوء الليزر والضوء العادي

م	ضـــوء اللـــــيزر	م	الضـــوء الـعـــادي
١	يتكون من فوتونات متماثلة في الطاقة والتردد ومتحدة في الطور (متزامنة)	١	يتكون من فوتونات مختلفة الطاقة والتردد وغير متحدة الطور (غير متزامنة)
٢	موجاته متجانسة وشديدة الترابط	٢	موجاته غير متجانسة وغير مترابطة
٣	ذو طاقة وشدة عالية جداً	٣	طاقته محدودة وكذلك شدته
٤	ينتقل مسافات شاسعة محتفظاً بطاقته وتركيزه	٤	يفقد مقداراً من طاقته كلما زادت المسافة التي يقطعها
٥	ينتج عن عملية الأنبعاث المستحث للإشعاع	٥	ينتج عن عملية الأنبعاث التلقائي
٦	له اتجاه موحد	٦	له اتجاه عشوائي

مـــجـــالات إســـتـــخـــدام أشـــعـــة اللـــــيزر

١) ***مجال الطب :*** في العمليات الجراحية الدقيقة كعمليات جراحة العيون والجملة العصبية (وتتألف من الدماغ والأعصاب وأعضاء الحس) وفي التشخيص والعلاج ، كما تستخدم في طب الأسنان وفي تفتيت حصوات الكلى دون اللجوء للعمليات الجراحية ، وتستخدم في إزالة الأوشام والبقع السوداء من جلد المسنين ، وفي إزالة الشعر من الجسم .
٢) ***مجال الأبحاث العلمية :*** تستخدم كأداة دقيقة للحصول على أفضل النتائج في دراسة تركيب البنية الداخلية للمواد .
٣) ***مجال الصناعة :*** تستخدم في عمليات قص وثقب المعادن وتشكيلها وشق الأنفاق وحفر المناجم وذلك بسبب قدرتها على تليين الصخور الصلبة وتفتيها مثل ليزر ثاني أكسيد الكربون .
٤) ***مجال الملاحة الجوية :*** حيث تزود الطائرات بأجهزة قادرة على إستقبال إشارات الليزر الواردة من الأرض لتحديد أهدافها .
٥) ***مجال الأتصالات ونقل المعلومات :*** حيث ترسل الموجات اللاسلكية الإذاعية والتلفازية إلى الأقمار الصناعية بواسطة الليزر لتعكسها الأقمار الصناعية إلى الأرض مرة أخرى كي تغطي مساحات شاسعة .
٦) ***مجال الصناعات الحربية :*** حيث تصنع أسلحة فتاكة توجه بالليزر فتصيب أهدافها بدقة عالية .
٧) ***الحياة اليومية :*** مثل الأقراص الممغنطة والوسائط المستخدمة لتخزين المعلومات ، وفي الطابعات الليزرية والكمبيوترات الضوئية ، وفي قارئ الباراكود في السوبرماركت ، كما تستخدم في مجالات الدعايات الإعلانية وفي العروض في المناسبات والأحتفالات والأعياد وفي معارض التصوير ثلاثي الأبعاد .
٨) ***مجالات خاصة :*** في الأبحاث والدراسات الفضائية حيث تزود بعض المحطات الفضائية بالطاقة بواسطة أشعة الليزر من خلال توجيه هذه الأشعة من الأرض إلى المحطة الفضائية .

❖ مـــعـلومـــات إضـــافـــيـة (عـــامـــة) عـــن الـلـــيزر

❖ **أنواع الليزر :ـ تقسم الليزرات حسب نوع المادة المنتجة لأشعة الليزر إلى :**

١) **ليزر الحالة الصلبة Solid-State Laser :** وهو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة أو خليط من مواد صلبة مثل الياقوت أو خليط الألومنيوم واليتريم والنيوديميم ويسمى بليزر TAG ويكون طوله الموجي في منطقة الأشعة تحت الحمراء .

٢) **ليزر الغاز Gas Laser :** وهو يعتمد على مادة غازية مثل الهيليوم والنيون وغاز ثاني أكسيد الكربون ، وتكون أطوالها الموجية في مدى الأشعة تحت الحمراء وتستخدم في قطع المواد الصلبة لطاقتها العالية .

٣) **ليزر الأكسمير Excimer Laser :** وهو الليزر الذي يستخدم الغازات الخاملة مثل غاز الكلور أو الفلور أو الكربتون أو الأرجون وتنتج هذه الغازات أشعة ليزر ذات أطوال موجية في مدى الأشعة فوق البنفسجية .

٤) **ليزر الأصباغ Day Laser :** وهو الليزر الذي ينتج من مواد عضوية معقدة مثل الرودامين مذابة في محلول كحولي وتنتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر منه .

٥) **ليزر أشباه الموصلات Semiconductor Laser :** ويطلق عليه أحياناً بليزر الديود ويعتمد على المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم ليزر صغير ويستهلك طاقة قليلة ولذلك يستخدم في الأجهزة الدقيقة مثل أجهزة السي دي وطابعات الليزر .

❖ **أنواع الليزر حسب خطورته :ـ يقسم الليزر حسب خطورته إلى أربعة تصنيفات هي :**

١) **التصنيف الأول Class I :** هذا الصنف يعني أن شعاع الليزر ذو طاقة منخفضة ولا يشكل درجة من الخطورة .

٢) **التصنيف الأول Class IA :** هذا التصنيف يشير إلى أن شعاع الليزر يضر العين إذا نظرنا في اتجاه الشعاع مباشرة ويستخدم في السوبرماركت كماسح ضوئي وتبلغ طاقة الليزر الذي يندرج تحت هذا التصنيف 4mW .

٣) **التصنيف الثاني Class II :** ويشير إلى ليزر ضوئه مرئي وطاقته لا تتعدى 1mW .

٤) **التصنيف الثالث Class IIIA :** ويشير إلى ليزر طاقته متوسطة وتبلغ (1 ــ 5mW) وخطورته على العين إذا دخل الشعاع المباشر في العين ، ومعظم الأقلام المؤشرة تقع ضمن هذا التصنيف .

٥) **التصنيف الثالث Class IIIB :** وتشير إلى ليزر طاقته أكبر من المتوسط .

٦) **التصنيف الرابع Class IV :** وهي أنواع الليزرات ذات الطاقات العالية وتصل إلى 500mW للشعاع المتصل بينما لليزر النبضات فتقدر طاقته بـــ 10 J / cm2 ، ويشكل خطورة على العين وعلى الجلد ، واستخدام هذا الليزر يتطلب العديد من التجهيزات وإجراءات الوقاية .

❖ **تـــحـــذيـــرات :ـــ**

ـ الليزر الذي يعمل في منطقة الأشعة فوق البنفسجية البعيدة يقتل الخلايا الحية مثل RNA و DNA .
ـ الليزر الذي يعمل في منطقة الأشعة فوق البنفسجية القريبة يحدث تفاعل كيميائي مع مكونات الخلايا .
ـ الليزر الذي يعمل في منطقة الأشعة المرئية يحدث تأثير حراري على الخلايا لإمتصاصها طاقة الليزر .
ـ الرمز الموضح في الشكل المجاور يعني تحذير بوجود أشعة الليزر .

إلى هنا إنتهت مواضيع الوحدة السادسة

للطلب والإستفسار يرجى التواصل على العناوين البريدية التالية :
anwar.almhbshy2010@yahoo.com
anwar_almhbshy@hotmail.com
anwar.almhbshy@gmail.com
أو الأتصال على الأرقام التالية : 772046133 ــ 711356611

ملخص قوانين الوحدة السادسة

- **قوانين الظاهرة الكهروضوئية**

١) معادلات حساب طاقة الضوء الساقط (hf) على سطح المعدن :-

hf = طـــح عظمى + $W_{\circ}$ .... (معادلة آينشتاين)

hf = جـ$_{\circ}$ ش$_e$ + $W_{\circ}$ .... (معادلة ميليكان)

٢) معادلات حساب الطاقة الحركية (طـــح) للإلكترونات المنبعثة :-

طـــح = $hf - W_{\circ}$

طـــح = h ($f - f_{\circ}$)

طـــح عظمى = جـ$_{\circ}$ x ش$_e$

٣) معادلات حساب قيمة جهد الإيقاف (جـ$_{\circ}$) :-

جـ$_{\circ}$ = $\frac{\text{طـــح عظمى}}{\text{ش}_e}$ = $\frac{\text{ك}_e \times \text{ع}_e^{٢}}{٢ \text{ ش}_e}$

جـ$_{\circ}$ = $\frac{h (f - f_{\circ})}{\text{ش}_e}$.

٤) معادلات حساب سرعة الإلكترونات المنبعثة (ع$_e$) :-

ع$_e^{٢}$ = $\frac{٢ \text{ طـــح}_e}{\text{ك}_e}$. (بأخذ الجذر التربيعي للطرف الأيسر من هذه المعادلة نحصل على سرعة الإلكترون ع$_e$) .

ع$_e^{٢}$ = $\frac{٢ \text{ جـ}_{\circ} \times \text{ش}_e}{\text{ك}_e}$. (بأخذ الجذر التربيعي للطرف الأيسر من هذه المعادلة نحصل على سرعة الإلكترون ع$_e$) .

٥) معادلات حساب دالة الشغل الوظيفى ($W_{\circ}$) :-

$W_{\circ} = h f_{\circ}$

$W_{\circ} = hf - $ طـــح$_e$

$W_{\circ} = hf -$ جـ$_{\circ}$ ش$_e$

٦) معادلات حساب التردد الحرج ($f_{\circ}$) :-

$f_{\circ} = \frac{W_{\circ}}{h}$.

$f_{\circ} = \frac{\text{ع}_{\text{ض}}}{\lambda_{\circ}}$. حيث ع$_{\text{ض}}$ سرعة الضوء & $\lambda_{\circ}$ الطول الموجي الحرج .

- **قوانين الأشعة السينية**
- $hf = \frac{١}{٢}$ ك$_e$ ع$_e^{٢}$ ..... قانون حساب طاقة الأشعة السينية .
- ش$_e$ x جـ = $\frac{١}{٢}$ ك$_e$ ع$_e^{٢}$ ..... قانون حساب الجهد بين طرفي أنبوبة كولدج .
- hf = ش$_e$ x جـ ..... قانون حساب طاقة الأشعة السينية .
- $f = \frac{\text{ش}_e \times \text{جـ}}{h}$ ..... لحساب تردد الأشعة السينية
- $f = \frac{\text{ك}_e \text{ ع}_e^{٢}}{h ٢}$ .....علاقة أخرى لحساب تردد الأشعة السينية .
- $\lambda = \frac{\text{ع}_{\text{ض}} \times h}{\text{ش}_e \times \text{جـ}}$ ..... علاقة لحساب الطول الموجي للأشعة السينية .
- $\lambda = \frac{٢ \times h \times \text{ع}_{\text{ض}}}{\text{ك}_e \text{ ع}_e^{٢}}$ ..... علاقة أخرى لحساب الطول الموجي للأشعة السينية .

إجابة أسئلة تقويم الوحدة السادسة من الكتاب المدرسي

❖ **إجـــابـــة الـســـؤال (اختر الاجابة الصحيحة) :-**

١) الفقرة (ب) إلكترونات ضوئية ٢) الفقرة (ب) فرق الجهد المطبق بين طرفي الأنبوبة ٣) الفقرة (ج) شدة الضوء الساقط عليها .

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـرابع (٤) :-**

(X) أقل - (X) متساويتان - (/) - (X) يمثل ٠,٠٥ % - (/) - (/) - (X) غير تلقائية - (/) - (/) .

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـخامس (٥) :-**

نشاط (١) ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢٠٨ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـسـادس (٦) :-**

الفرضية الثانية من فروض تفسير آينشتاين ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢١١ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـســابـع (٧) :-**

تعريف الظاهرة الكهروضوئية ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢٠٨ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـامـن (٨) :-**

تجربة مليكان لدراسة الظاهرة الكهروضوئية ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢١٢ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـتـاسـع (٩) :-**

فروض تفسير آينشتاين ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢١١ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـعـاشـر (١٠) :-**

تفسيرات إنبعاث الأشعة السينية (الأحتمال الأول + الأحتمال الثاني ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢٢١ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـحـادي عـشـر (١١) :-**

خصائص ذرات الكروم (معلومة جانبية) ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢٢٨ـــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـانـي عـــشـر (١٢) :-**

طريقة عمل ليزر الياقوت ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢٢٦ـــ٢٢٨ـــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــالـــث عـشـــر (١٣) :ـ**

استخدامات الخلية الكهروضوئية + استخدامات الاشعة السينية + استخدامات أشعة ليزر الياقوت ..... أنظر النور في الفيزياء صـــ٢٠٩ــــ + صـــ٢٢٣ــــ + صـــ٢٣٠ــــ

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــرابـع عـشـــر (١٤) :ـ**

المعطيات : $w_{\circ}$ = ٣,٥٤ e.v = ٣,٥٤ x ١,٦ x ١٠ $^{-١٩}$ = ٥,٦٦٤ x ١٠ $^{-١٩}$ جول & λ = ٤٠٠٠ A° = ٤ x ١٠ $^{-٧}$ م

المطلوب : معرفة هل ستنبعث إلكترونات من سطح المعدن أم لا ؟

ولمعرفة ذلك لابد أن نحسب مقدار طاقة هذا الضوء الساقط ($h f$) ومقارنته بـ ($w_{\circ}$) ، وذلك كما يلي :

$f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٤ \times ١٠^{-٧}}$ = ٧,٥ x ١٠ ^{١٤} هيرتز ..... الآن نحسب مقدار طاقة الضوء الساقط (طـا) كما يلي :

طـا = $h f$ = ٧,٥ x ١٠ ^{١٤} x ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ = ٤٩,٧٢٥ x ١٠ $^{-٢٠}$ جول = ٤,٩٧٢٥ x ١٠ $^{-١٩}$ جول = ٣,١ e.v

بالمقارنة بين ($h f$) وبين ($w_{\circ}$) نجد أن :

$h f > w_{\circ}$ ..... وحسب فروض التفسير الحديث فإن الإلكترونات لن تنبعث من سطح هذا المعدن . #

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــخـــامـــس عـشـــر (١٥) :ـ**

المعطيات : λ = ٣٠٠٠ A° = ٣ x ١٠ $^{-٧}$ م & $w_{\circ}$ = ٢,٤٦ e.v = ٣,٩٤ x ١٠ $^{-١٩}$ جول .

المطلوب : (أ) طح $_{e}$ (ب) ع $_{e}$ (جـ) $\lambda_{\circ}$ (د) جـ $_{\circ}$

الحل :

(أ) لايجاد الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة لدينا العلاقة :

طـح $_{e}$ = $h f$ – $w_{\circ}$ .....(١) نحسب أولاً قيمة التردد (f) من العلاقة :

$f = \frac{ع_{ض}}{\lambda}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣ \times ١٠^{-٧}}$ = ١٠ ^{١٥} هيرتز .....(٢) بالتعويض من (٢) في (١) نجد أن :

طـح $_{e}$ = ١٠ x ^{١٥} ١٠ x ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ – ٣,٩٤ x ١٠ $^{-١٩}$ = ٢,٦٩ x ١٠ $^{-١٩}$ جول .....#

(ب) لإيجاد سرعة الإلكترونات المنبعثة لدينا العلاقة :

ع $_{e}^{٢}$ = $\frac{٢ \text{ طـح}_{e}}{ك_{e}}$ = $\frac{٢ \times ٢,٦٩ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}}$ = ٠,٥٩ x ١٠ ^{١٢} (م / ث) ^{٢} بأخذ الجذر التربيعي نحصل على :

ع $_{e}$ = ٠,٧٦٩ x ١٠ ^{٦} = ٧٦٩ x ١٠ ^{٣} م / ث .....#

(جـ) لإيجاد الطول الموجي الحرج لدينا العلاقة التالية :

$\lambda_{\circ} = \frac{ع_{ض} \ h}{W_{\circ}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨} \times ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{٣,٩٤ \times ١٠^{-١٩}}$ = ٥,٠٤٨ x ١٠ $^{-٧}$ م = ٥٠٤٨ A° .....#

(د) لإيجاد قيمة جهد الإيقاف لدينا العلاقة :

جـ $_{\circ}$ = $\frac{\text{طـح}_{e}}{ش_{e}}$ = $\frac{٢,٦٩ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ١,٦٨ فولت .....#

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــســـادس عـــشـــر (١٦) :ـ**

المعطيات : λ_{min} = ١ A° = ١٠ $^{-١٠}$ م

المطلوب : حساب قيمة فرق الجهد (جـ) اللازم لتعجيل الإلكترونات في أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية

الحل : لإيجاد فرق الجهد اللازم لتعجيل الإلكترونات لدينا العلاقة التالية :

جـ = $\frac{ع_{ض} \ h}{ش_{e} \ \lambda_{min}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨} \times ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{١٠^{-١٠} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ١٢,٤٣ x ١٠ ^{٣} = ١٢٤٣٠ فولت .....#

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــســـابـــع عـــشـــر (١٧) :-**

المعطيات : جـ = ٢٥ x ١٠ ^{٣} فولت .

المطلوب : حساب أعلى تردد للأشعة السينية المنبعثة (f_{max})

الحل : لحساب أعلى تردد للأشعة السينية المنبعثة لدينا العلاقة :

$f_{max} = \frac{\text{جـ ش}_e}{h} = \frac{٢٥ \times ١٠^{٣} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}} = ٦,٠٣٣ \times ١٠^{١٨}$ هيرتز .....#

❖ **إجـــابـــة الـــســـؤال الـــثـــامـــن عـــشـــر (١٨) :-**

المعطيات : كت $_e$ = ٦٣,٧ x ١٠ $^{-٢٥}$ كجم . م / ث & ك $_e$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم .

المطلوب : حساب أقصر طول موجي للأشعة السينية (λ_{min}) .

الحل : لحساب أقصر الأطوال الموجية للأشعة السينية لدينا العلاقة :

$\lambda_{min} = \frac{\text{ع ض}}{\text{طـــح}_e} h$ .....(١) نحسب أولاً قيمة طـــح $_e$ وذلك من العلاقة التالية :

طـــح $_e = \frac{١}{٢}$ ك $_e$ ع $_e^{٢}$ .....(٢) نوجد ع $_e^{٢}$ بالاستفادة من كت $_e$ ، وذلك كما يلي :

ع $_e = \frac{\text{كت}_e}{\text{ك}_e} = \frac{٦٣,٧ \times ١٠^{-٢٥}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}} = ٧ \times ١٠^{٦}$ م / ث ..... بالتعويض في (٢) نحصل على :

طـــح $_e = \frac{٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times (٧ \times ١٠^{٦})^{٢}}{٢} = ٢٢٢,٩٥ \times ١٠^{-١٩}$ جول ..... بالتعويض في (١) نحصل على :

$\lambda_{min} = \frac{٣ \times ١٠^{٨} \times ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{٢٢٢,٩٥ \times ١٠^{-١٩}} = ٠,٠٨٩ \times ١٠^{-٧}$ م = ٨٩ A° .....#

● **بشرى سارة :**

أحصل الأن على ملخص عام في الوحدة السادسة (الإشعاع والمادة) ضمن سلسلة النور في الفيزياء ، ملخص يحوي أهم التعليلات والإثباتات الرياضية في الوحدة السادسة ، بالأضافة إلى مجموعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

للطلب والأستفسار يرجى التواصل عبر العناوين الإلكترونية التالية :

Anwar.almhbshy@gmail.com

Anwar.almhbshy2010@yahoo.com

Anwar_almhbshy@hotmail.com

أو الأتصال على الأرقام التالية :

٧٧٢٠٤٦١٣٣ ـ ٧١١٣٥٦٦١١

● **النور فى الفيزياء نور يضيئ طريقك نحو التفوق**

موسوعة أسئلة عامة وتمارين في الوحدة السادسة

❖ **السؤال الأول :ـ وضح المقصود بكلاً مما يأتى :**

الظاهرة الكهروضوئية ـ الخلية الكهروضوئية ـ التردد الحرج ـ دالة الشغل الوظيفي ـ الفوتونات ـ الأشعة السينية ـ الظاهرة الكهروضوئية العكسية ـ الطيف المتصل للأشعة السينية ـ أنبوبة كولدج ـ ظاهرة الليزر ـ ظاهرة الميزر ـ أشعة الليزر ـ الأشعة السينية القاسية ـ الفوتوإلكترونات ـ جهد الإيقاف ـ بلورة الياقوت ـ الإستيطان العكسي ـ تردد العتبة ؟

❖ **السؤال الثانى :ـ ضع علامة (/) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة فى كلاً مما يأتى :**

١) ( ) إذا كان فرق الجهد المطبق بين طرفي أنبوبة كولدج (١٠ ٤ فولت) فإن أعلى تردد للفوتونات المنبعثة (٢ x ١٠ ١٥ هيرتز) .
٢) ( ) طاقة فوتونات الطيف المستمر للأشعة السينية تعتمد على نوع مادة الهدف .
٣) ( ) من خصائص أشعة الليزر أن فوتوناتها غير متفقة في الطور .
٤) ( ) تتكون الأشعة السينية من الإلكترونات السريعة التي تنطلق من فلز تصدمه فوتونات عالية التردد .
٥) ( ) تردد الأشعة السينية أكبر من تردد أشعة الضوء المرئي .
٦) ( ) أشعة الليزر مترابطة وذات شدة عالية وذات ألوان مختلفة .
٧) ( ) الزجاج العادي يسمح بنفاذ الأشعة الفوق بنفسجية من خلاله ولا يمتصها .
٨) ( ) إذا سقط ضوء مناسب على لوح الزنك سالب الشحنة تزداد سالبيته .
٩) ( ) أقصر طول موجي في الطيف المتصل للأشعة السينية يعتمد على نوع مادة الهدف .
١٠)( ) طاقة أشعة الليزر أكبر من طاقة الأشعة السينية .
١١)( ) جهد الإيقاف في الخلية الكهروضوئية يتوقف على شدة الضوء الساقط .
١٢)( ) التردد الحرج يختلف بإختلاف نوع مادة سطح المهبط في الخلية الكهروضوئية .
١٣)( ) تعتمد شدة تيار الخلية الكهروضوئية على تردد الضوء الساقط .
١٤)( ) الميزر هو تضخيم الأمواج المرئية بواسطة الأنبعاث المستحث بالإشعاع .
١٥)( ) تسير كلاً من الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية بنفس السرعة .

❖ **السؤال الثالث :ـ علل لما يأتى تعليلاً علمياً دقيقاً :**

١) للأشعة السينية طيف خطي وطيف متصل ؟
٢) تختلف أشعة الليزر عن أشعة الضوء العادي ؟
٣) أشعة الليزر مترابطة ؟
٤) أشعة الليزر ذات شدة عالية ؟
٥) أشعة الليزر وحيدة اللون ؟
٦) الأشعة فوق البنفسجية تستخدم بكثرة في الظاهرة الكهروضوئية ؟
٧) تستخدم الفلزات القلوية في صنع كاثود الخلية الكهروضوئية ؟
٨) عندما تسقط حزمة ضوئية معينة على سطح فلز ما فإنها تحرر منه إلكترونات ضوئية بينما لو سقطت على فلز اخر فإنه من المحتمل أن لا تحرر منه الكترونات .
٩) تفرغ الخلية الكهروضوئية من الهواء ؟
١٠) يصنع الإنتفاخ الزجاجي في الخلية الكهروضوئية من الكوارتز ؟
١١) كاثود الخلية الكهروضوئية عبارة عن صفيحة مقعرة الشكل ؟
١٢) يغطى سطح كاثود الخلية الكهروضوئية بالسيزيوم ؟
١٣) يوضع أنود الخلية الكهروضوئية في بؤرة الكاثود ؟
١٤) أنود الخلية الكهروضوئية عبارة عن سلك رفيع ؟
١٥) تحاط أنبوبة كولدج بدرع واقي مصنوع من الرصاص ؟
١٦) تزداد شدة تيار الخلية الكهروضوئية بزيادة الشدة الضوئية ؟
١٧) الأشعة السينية ذات نفاذية عالية ؟
١٨) عند حجب الضوء عن كاثود الخلية الكهروضوئية تنعدم شدة تيارها ؟
١٩) لكي يمر تيار في الخلية الكهروضوئية فلابد أن يكون $f > f_o$.

٢٠) عندما يكون جهد المصعد سالب فإن زيادة فرق الجهد تؤدي إلى نقصان شدة تيار الخلية الكهروضوئية ؟
٢١) يحاط قضيب الياقوت بمصباح بخار الزينون حلزوني الشكل ؟
٢٢) تقطع أشعة الليزر مسافات طويلة دون أن تتشتت أو تتباعد خطوطها ؟
٢٣) تستخدم أشعة الليزر في شق الأنفاق وحفر المناجم ؟

❖ **السؤال الرابع :ـ أجب عن المسائل التالية :**

١) ما مقدار السرعة التي يجب أن ينطلق بها إلكترون من سطح فلز حتى تكون طاقة حركته مساوية لطاقة فوتون طوله الموجي (٥٠٠ A °) سقط على سطح الفلز ؟
٢) سقط ضوء أزرق طوله الموجي (٣٠٠٠ أنجستروم) على سطح فلز دالة الشغل الوظيفي له (٢,٥ إ . ف) أحسب الطاقة الحركية العظمى لأسرع الإلكترونات الضوئية المتحررة من سطح هذا السطح وكذلك سرعتها ؟
٣) إذا كانت أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترونات من سطح فلز معين تساوي (٥ x ١٠ $^{-١٩}$ جول) فأحسب :
أ) أكبر طول موجي للإشعاع الذي يلزم لتحرير الإلكترونات من سطح الفلز ؟
ب) أقصى طاقة حركية للإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز إذا سقط عليه شعاع طوله الموجي (٢٠٠٠ أنجستروم) ؟
٤) سقط شعاع طوله الموجي (٢٥٣٦ أنجستروم) من مصباح بخار الزئبق على سطح من الفضة فكان فرق الجهد الكهربائي اللازم لإيقاف الإلكترونات الضوئية هو (١,١ فولت) فكم دالة الشغل الوظيفي للفضة ؟
٥) إذا كان أكبر طول موجي يلزم لتحرير الإلكترونات من سطح الصوديوم هو (٥٨٣٠ أنجستروم) فما مقدار الطاقة اللازمة لتحرير كل إلكترون من السطح ؟ وإذا أضيئ السطح بضوء طوله الموجي (٤٥٠٠ أنجستروم) فما أقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة ؟
٦) إذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (١,٤ x ١٠ $^{-١٩}$ جول) عندما كان الطول الموجي الساقط (٤ x ١٠ $^{-٧}$ م) وعندما استبدل بالطول الموجي الساقط طولاً موجياً أخر مقداره (٣ x ١٠ $^{-٧}$ م) كانت الطاقة الحركية العظمى (٣,٠٦ x ١٠ $^{-١٩}$ جول) . أحسب قيمة ثابت بلانك ؟
٧) إشعاع ضوئي تردده (٥ x ١٠ ^{١٤} هيرتز) يحرر إلكترونات بطاقة حركية عظمى (٢,٣١ x ١٠ $^{-١٩}$ جول) من سطح معدني معين أحسب الطول الموجي للأشعة الفوق بنفسجية التي ستحرر الكترونات ضوئية من سطح نفس المعدن بطاقة حركية عظمى قدرها (٨,٩٣ x ١٠ $^{-١٩}$ جول) ؟
٨) إذا كانت دالة الشغل الوظيفي للسيزيوم (١,٣٥ إ . ف) فأجب عما يلي :
أ) ما معنى هذا الرقم ؟ ج) ماأقصى سرعة للإلكترونات المنبعثة إذا أضيئ السطح بشعاع طوله الموجي ٤x١٠ $^{-٧}$م ؟
ب) أحسب طول موجة تردد العتبة للسيزيوم ؟ د) مافرق الجهد الذي يكفي لمنع مرور التيار في خلية كهروضوئية يصنع كاثودها من السيزيوم إذا سقط عليه ضوء طوله الموجي (٤٠٠٠ أنجستروم) ؟
٩) أضيئ سطح معدن معين بشعاع طوله الموجي (٤٠٠٠ أنجستروم) والإلكترونات التي تحررت منه أوقفت بفرق جهد مقداره (ـ ٠,٨ فولت) أحسب : الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة ؟ ـ أكبر طول موجي يسبب انبعاث الكترونات من هذا السطح ؟
١٠) اصطدم الكترون كمية تحركه (٩,١ x ١٠ $^{-٢٤}$ كجم . م / ث) بهدف من التنجستين أحسب الطول الموجي للأشعة السينية المنبعثة ؟ بفرض أن الإلكترون توقف فجأة ؟
١١) صدرت أشعة سينية من هدف صدمته إلكترونات متسارعة تحت تأثير فرق جهد قدره (١٠ ^{٥} فولت) أحسب أقل طول موجي وأعلى تردد محتمل للأشعة السينية الناتجة ؟
١٢) إلكترون متسارع في أنبوبة كولدج طاقة حركته لحظة وصوله إلى الهدف (١,٢٨ x ١٠ ^{١٤} جول) أصطدم بأول ذرة من ذرات مادة الهدف فتأينت الذرة وتولد فوتون طوله الموجي (٠,٣ أنجستروم) أحسب : فرق الجهد المطبق على أنبوبة كولدج ـ طاقة الحركة التي خرج بها الإلكترون من تلك الذرة ؟
١٣) سقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي (٩٩٠٠ أنجستروم) على سطح فلز فأنبعثت إلكترونات ضوئية بطاقة حركية قدرها (٠,٣١٢٥ إ . ف) أحسب من ذلك أطول طول موجي للضوء اللازم لتحرير الكترونات ضوئية من سطح هذا الفلز دون أن يكسبها طاقة حركة اضافية ؟
١٤) أحسب كمية تحرك فوتون الأشعة السينية علماً بأن طاقته (٣٠٠٠ إ . ف) ؟
١٥) أضيئ سطح معدني بضوء أحادي اللون وبأحد الأطوال الموجية التالية (٦٢٠٠ ـ ٥٠٠٠ ـ ٣١٠٠) أنجستروم فإذا علمت أن الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من سطح المعدن هي (٢,٤٨ إ . ف) فوضح في كل حالة مما يأتي : هل تنبعث الإلكترونات من سطح المعدن ـ في حالة انبعاثها أوجد كلاً من : طاقة حركة الإلكترون المنبعث ـ سرعته ـ جهد الإيقاف ـ التردد الحرج ـ الطول الموجي الحرج ؟

امتحان تجريبى فى الوحدات (١ + ٢ + ٣ + ٤ + ٥ + ٦)

س	❖ مستعيناً بالله أجب عن أربعة أسئلة ـ فقط ـ من الأسئلة التالية :ـ	درجة
الأول	**أ) ضع علامة (√) أمام العبارات الصحيحة و علامة (X) أمام العبارات الخاطئة . في كلاً مما يأتي :ـ** ١) ( ) من تعديلات سمرفيلد على نموذج بوهر اعتبار أن مدار الإلكترون هو مدار بيضاوي . ٢) ( ) عند وجود عزم دوران خارجي تظل كمية التحرك الزاوي لجسم ثابته . ٣) ( ) الشائبة المستقبلة للإلكترونات ينتج عنها شبه موصل من النوع السالب . ٤) ( ) عند دراسة علاقة جهد الايقاف بتردد الضوء الساقط على الخلية الكهروضوئية فإنه يتغير . **ب) ما المقصود بكلاً مما يأتي :ـ** المعاوقة ـ أشباه الموصلات غير النقية ـ الأستيطان العكسي **جـ)** قذفت ذرات غاز الهيدروجين بحزمة من الإلكترونات بطاقة قدرها (١٢,٠٩ e.v) بإعتبار أن طـا ١ = ـ ١٣,٦ e.v أحسب كلاً مما يلي : ١ـ طاقة المستوى المثار ؟ ٢ـ العدد الكمي ن المناظر لمستوى الأثارة ؟	٢٠ درجة
الثاني	**أ) ضع دائرة حول الأجابة الصحيحة من بين القوسين لكلاً مما يأتي :ـ** ١ـ يتحرك جسم بسرعة ٢ م/ ث نحو جسم أخر ساكن مماثل له بالكتلة فإذا إلتحما بعد التصادم فإن سرعة الجسم المتكون تساوي : (٣ م / ث ـ ٢ م / ث ـ ١ م / ث ـ صفر م / ث) ٢ـ في طريقة التكبير بالقاعدة المشتركة يكون معامل تكبير التيار : (أكبر من الواحد الصحيح ـ أقل من الواحد الصحيح ـ يساوي الواحد الصحيح ـ صفر) ٣ـ عدد قاذفات الإلكترونات في أنبوبة أشعة الكاثود الخاصة بالتلفاز العادي هي : (قاذفة واحدة ـ قاذفتان ـ ثلاث قاذفات ـ أربع قاذفات) ٤ـ أقصر الأطوال الموجية في سلسلة براكت (حيث R_H = ١٠٩٧٣٧,٣٨ سم $^{-١}$) يساوي : (١٤٨٥٠ A° ـ ١٤٥٨٠ A° ـ ١٥٨٥٠ A° ـ ١٦٠٠٠ A°) **ب) قارن بين كلاً مما يأتي :ـ** ١) المفاعلة الحثية لملف ، والمفاعلة السعوية لمكثف ؟ ٢) الطيف المتصل والطيف الخطي للأشعة السينية ؟ **جـ)** سقط ضوء طول موجته (٥ x ١٠ $^{-٧}$ م) على سطح معدن ، فإذا كانت أقل طاقة لازمة تكفي لنزع الإلكترون هي (٢ إلكترون فولت) وعلمت أن h = ٦,٦٣ x ١٠ $^{-٣٤}$ جول . ث ، ع ض = ٣ x ١٠ ^{٨} م / ث . فأحسب: ١ـ طاقة الفوتون الساقط ؟ ٢ ـ الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المحررة ؟	٢٠ درجة
الثالث	**أ) اكمل الفراغات التالية بما يناسبها :ـ** ١ـ أهم ما يميز أشباه الموصلات أن قدرتها على توصيل الكهرباء تزداد ..... درجة حرارتها ، وتكون عازلة تماماً عند درجة ..... ٢ـ في نموذج توموسون الذري يفترض أن الشحنة ..... للذرات تتوزع بإنتظام داخل حجم الذرة وتتخللها ..... ٣ـ كلمة ميزر تعني تضخيم الأمواج ..... بواسطة الأنبعاث ..... بالإشعاع . ٤ـ في دائرة الرنين تكون قيمة ..... للدائرة تساوي قيمة ..... في الدائرة . **ب) مما تتركب محطة الرادار ؟ وما هو أساس عمل الرادار ؟** **جـ)** قمر صناعي يدور حول الأرض على ارتفاع ٢٥٠ كم فوق سطحها ، أحسب السرعة المدارية لهذا القمر علماً بأن : ك ر = ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم ، نق ر = ٦٤٠٠ كم ، ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م ^{٢} / كجم ^{٢}	٢٠ درجة

للأسئلة بقية فى الورقة الثانية .....

الورقة الثانية من امتحان الفيزياء للصف الثالث الثانوي .....

السؤال الرابع — ٢٠ درجـــــة

أ) عـــلل تعليلاً علمياً دقيقاً لكلاً مما يأتي :ـ

١) الأميتر الحراري يستطيع قياس شدة التيار المستمر والمتردد ؟
٢) تتم عملية المسح التلفازي بمسح الصفوف الفردية أولاً ثم الزوجية ؟
٣) خارج الذرة تكون طاقة الإلكترون موجبة ؟
٤) العجلة الأفقية للمقذوف معدومة (تساوي الصفر) ؟
٥) عندما يكون جهد المصعد سالب فإن زيادة فرق الجهد تؤدي إلى نقصان شدة تيار الخلية الكهروضوئية ؟

٦) في تجربة بلوكر لدراسة التفريغ الغازي يتم تأمين الغزات بإنبعاث الكترونات حرارية من الكاثود . أشرح كيفية حدوث ذلك الأنبعاث ؟

جـ) ملف مولد على شكل دائرة نصف قطرها (١ / π) م ، يدور حول قطبي مغناطيس كثافة فيضه (٠,٠٢ تسلا) ويعمل (٥٠ دورة في الثانية الواحدة) فإذا كان عدد لفات الملف (١٠٠ لفه) أحسب ما يلي :
١ـ القوة الدافعة الكهربائية العظمى المتولدة فيه ؟
٢ـ القوة الدافعة اللحظية بعد دوران الملف نصف دورة من بدء الدوران ؟

السؤال الخامس — ٢٠ درجـــــة

أ) أي العبارات التالية صحيحة وأيها خاطئة . مع تصحيح الخطأ أينما وجد :ـ

١) عند قذف جسم بسرعة ابتدائية قدرها (٢٠ م / ث) بزاوية (٣٠ °) فإن زمن الذروة يساوي (٢ ثانية) .
٢) طاقة الأشعة السينية أكبر من طاقة أشعة الليزر .
٣) الطيف الخطي هو الطيف الذي تبعثه ذرات العناصر الكيميائية عند إثارتها .
٤) تزداد المفاعلة السعوية بزيادة التردد ؟
٥) الميزر هو تضخيم الأمواج المرئية بواسطة الأنبعاث المستحث بالإشعاع .

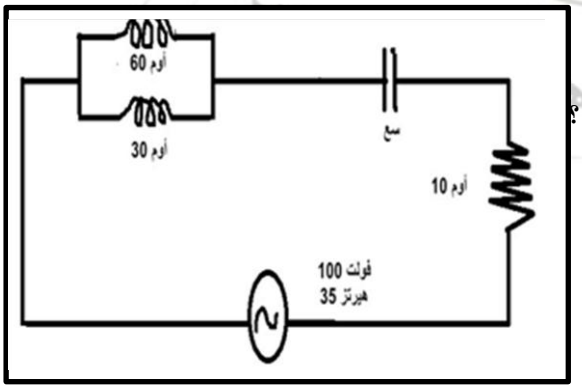
٦) اثبت أن الكميتين التاليتين لهما نفس وحدة القياس :

(ق x ع x ز) و (جـ x ش $_e$) حيث ق القوة ، ع السرعة ، ز الزمن ، جـ فرق الجهد ، ش $_e$ شحنة الإلكترون

جـ) في دائرة باعث مشترك كان معامل تكبير التيار (١٠٠) ومقاومة المدخل (٢٠ أوم) ومقاومة المخرج (٢٠ كيلو أوم) ، أحسب ما يلي :
١ـ معامل تكبير الجهد ؟ ٢ ـ معامل تكبير القدرة ؟

السؤال السادس — ٢٠ درجـــــة

أ) بالرسم والبيانات ـ فقط ـ وضح تركيب جهاز الإرسال الأذاعي ؟



ب) ماذا يحدث إذا :

١ـ حجب سقوط الضوء على مهبط دائرة الخلية الكهروضوئية ؟
٢ـ أعطي الصاروخ ذاتي الدفع سرعة أكبر من ١١,٢ كم / ث

جـ) في الدائرة المرسومة جانباً . كانت زاوية الطور
هـ = صفر وحسب المعطيات فيها . أحسب :
١) سعة المكثف ؟
٢) شدة التيار المار في الدائرة ؟
٣) فرق الجهد بين طرفي المكثف ؟

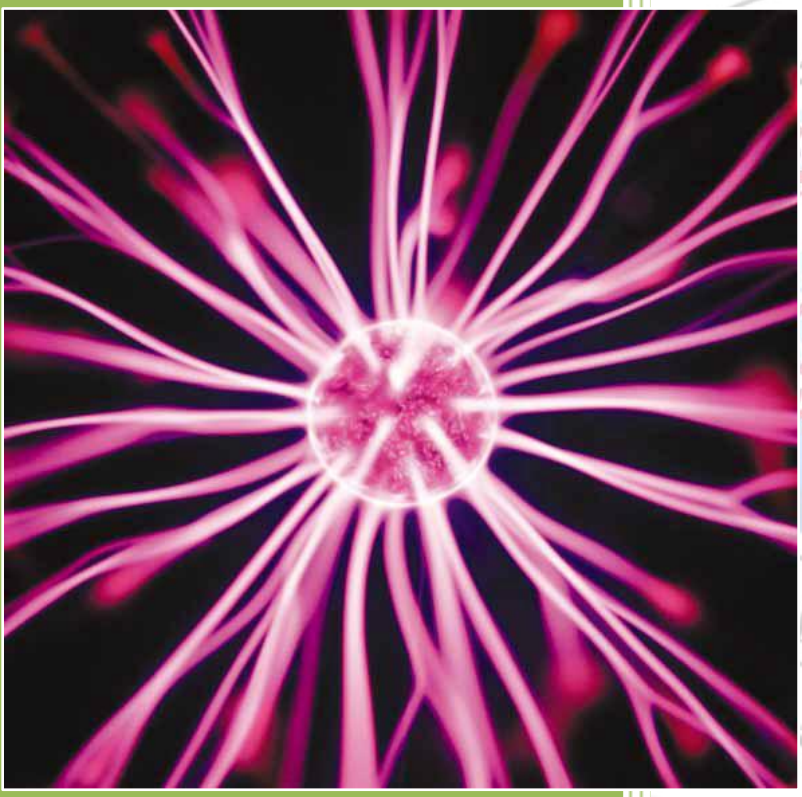
❖ ملاحظة هامة : حيثما لزم استفد من الثوابت الفيزيائية التالية :
د = ١٠ م / ث^2 ، ج = ٦,٦٧ X ١٠ $^{-11}$ نيوتن . م ^{2} / كجم ^{2} ، ك $_ر$ = ٦ X ١٠ ^{24} كجم ، نق $_ر$ = ٦٤٠٠ كم ، π = ٣,١٤
$_ه$ μ = ٤ π X ١٠ $^{-7}$ ويبر / أمبير . م

إنتهت الأسئلة مع أطيب الأمنيات للجميع بالموفقية

مدرس المادة /
أ / أنور المحبشي

النور في الفيزياء

للصف الثالث الثانوي ـ الوحدة الأولى



أنور المحبشي

أ / أنور المحبشي

النـــور

فـــي

الـــفـــيـزيـــاء

للصف الثالث الثانوي ـ القسم العلمي

إعداد وجمع الأستاذ /

أنـــــور المحـــبشـــي

مدرس مادة الفيزياء بثانوية الفقيد الحزمى مديرية حزم العدين

فى محافظة إب

ـ شرح وافي وكامل لدروس الكتاب المدرسي .

ـ حل جميع أسئلة الكتاب المدرسي .

ـ حل أسئلة إمتحانات وزارية سابقة .

ـ مجموعة متنوعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

ـ أسئلة وإمتحانات تجريبية متنوعة وبنفس صيغة الإمتحانات الوزارية وفقاً لمبدأ التسلسل .

الإهـــــداء

ـ إلى من كان لهما الفضل بعد الله عزوجل في ما قد وصلت إليه وفي ماأنا عليه .

والدايَ الحبيبين .

ـ إلى من ترسمان البسمة على شفتاي وتحثاني للعمل الدائم من أجل سعادتهما .

صفاءي الحبيبتان نور ونضي .

ـ إلى كل من جعلني أُقدم على هذا العمل بعزيمة وإصرار .

كل أصدقائي الأعزاء .

كلمة شكر

أتقدم بجزيل الشكر ، وعظيم الأمتنان ، لكل من ساندني على تنفيذ هذا العمل المتواضع ،

وعلى رأسهم أخي وصديقي ورفيق دربي ، الأستاذ / مصطفى السباعي ..... مدير مدارس المعرفة النموذجية ـ فرع السبل ، بمحافظة إب .

والذي كان له الدور الأمثل والبارز في خروج هذا الكتاب إلى النور ، من خلال مقترحاته وآراءه القيمة ، ومن خلال وقوفه الجاد والفعلي معي .

فلك مني جزيل الشكر أيها الأخ الغالي والإداري الناجح .

تأليف / أ/ أنور المحبشي
مدارس المعرفة الأهلية النموذجية

جـــــداول أســـاســـيـــة

(١) جدول ببعض الوحدات الفيزيائية

الكمية الفيزيائية	وحدة القياس الدولية	الرمز
الزمن	الثانية (ث)	ز أو T
الكتلة	كيلوجرام (كجم)	ك
الطول	متر (م)	ل
المسافة	متر (م)	ف
الأزاحة	متر (م)	ف
السرعة	متر / ثانية (م / ث)	ع
العجلة	متر / ثانية^{٢} (م / ث^{٢})	جـ أو د
كمية التحرك (الزخم)	كجم . م / ث	كت
طاقة الحركة	الجول	طح
طاقة الوضع	الجول	طو
الدفع	نيوتن . ث = كجم . م / ث	دفع
القوة	نيوتن	ق
كمية التحرك الزاوي	كجم .م^{٢} / ث	كتر
السرعة الزاوية	راديان / ث	W
عزم القصور الذاتي الدوراني	كجم . م^{٢}	I
شدة التيار الكهربائي	أمبير	ت
فرق الجهد الكهربائي	فولت	جـ
المقاومة الكهربائية	أوم	م
التردد	هيرتز	F
الطاقة الكهربائية	الجول	طك
القدرة الكهربائية أو الميكانيكية	الوات	قد
القوة الدافعة الكهربائية	الفولت	ق . د . ك
الشحنة الكهربائية	الكولوم	ش
الطول الموجي	متر	ʎ
الشغل الميكانيكي	جول	شغ
السعة الكهربائية	فاراد	سع
كثافة الفيض المغناطيسي	تسلا	B
التدفق المغناطيسي	ويبر	ϕ
الحث الذاتي	هنري	حث
الطاقة الإشعاعية	إلكترون فولت e.v	hf
العدد الموجي	م$^{-١}$	K

(٢) جدول ببعض الثوابت الفيزيائية

إسم الثابت	رمزه	قيمته	وحدة قياسة
عجلة الجاذبية الأرضية	د	٩,٨ ≈ ١٠	م / ث^{٢}
كتلة الأرض	ك$_{ر}$	٦×١٠^{٢٤}	كجم
نصف قطر الأرض	نق$_{ر}$	٦,٤×١٠^{٦}	متر
ثابت الجذب العام	ج	٦,٦٧×١٠$^{-١١}$	نيوتن .م^{٢} / كجم^{٢}
سرعة الأفلات من الجاذبية الأرضية	ع$_{إفلات}$	١١,٢	كم / ث
سرعة الضوء	ع$_{ض}$	٣×١٠^{٨}	م / ث
ثابت إنفاذية الفراغ للمجال المغناطيسي	μ	٤π×١٠$^{-٧}$	ويبر / أمبير . م
شحنة الألكترون	ش$_{e}$	١,٦×١٠$^{-١٩}$	كولوم
كتلة الألكترون	ك$_{e}$	٩,١×١٠$^{-٣١}$	كجم
ثابت بلانك	h	٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$	جول . ث
ثابت ريدبيرج	R_H	١٠٩٧٣٧,٨٥	سم$^{-١}$
ثابت كولوم	K أو ي	٩×١٠^{٩}	نيوتن .م^{٢} / كولوم^{٢}

(٣) جدول مضاعفات وأجزاء الوحدات

أولاً / المضاعفات:-

المضاعف	يوتا	زيتا	إكسا	بيتا	تيرا	جيجا	ميجا	كيلو	هكتو	ديكا
القوى	١٠^{٢٤}	١٠^{٢١}	١٠^{١٨}	١٠^{١٥}	١٠^{١٢}	١٠^{٩}	١٠^{٦}	١٠^{٣}	١٠^{٢}	١٠

ثانياً/ الأجزاء:-

الجزء	يوكتو	زيبتو	آتو	فيمتو (فيرمي)	بيكو	نانو	مايكرو	مللي	سنتي	ديسي
القوى	١٠$^{-٢٤}$	١٠$^{-٢١}$	١٠$^{-١٨}$	١٠$^{-١٥}$	١٠$^{-١٢}$	١٠$^{-٩}$	١٠$^{-٦}$	١٠$^{-٣}$	١٠$^{-٢}$	١٠$^{-١}$

(٤) جدول بأهم التحويلات بين وحدات القياس المختلفة

الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)	الكمية الفيزيائية	من	إلى	العملية(عامل التحويل)
الطول الأزاحة المسافة	سم	متر	نضرب × ١٠ $^{-٢}$	القوة	داين	نيوتن	نضرب × ١٠ $^{-٥}$
	ملي متر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٣}$		ثقل.كيلوجرام	نيوتن	نضرب × ٩,٨ أو ١٠
	ميكرومتر	متر	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	الطاقة	إرج	جول	نضرب × ١٠ $^{-٧}$
	أنجستروم	متر	نضرب × ١٠ $^{-١٠}$		إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ ×
	كيلومتر	متر	نضرب × ١٠ ^{٣}		م . إ . ف	جول	نضرب ١,٦ × ١٠ $^{-١٣}$ ×
المساحة	سم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٤}$		و . ك . ذ	م . إ .ف	نضرب ٩٣١,٥ ×
	كم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ ^{٦}		كيلووات.ساعة	جول	نضرب ٣,٦ × ١٠ × ١٠ ^{٦}
	مللم ^{٢}	م ^{٢}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	شدة المجال المغناطيسي	جاوس	تسلا	نضرب × ١٠ $^{-٤}$
الحجم	سم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٦}$	السعة	ميكروفاراد	فاراد	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	مللم ^{٣}	م ^{٣}	نضرب × ١٠ $^{-٩}$	الشحنة	ميكروكولوم	كولوم	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
الكتلة	جرام	كيلوجرام	نضرب × ١٠ $^{-٣}$	القدرة	حصان	وات	نضرب × ٧٤٦
	الطن	كيلوجرام	نضرب × ١٠ ^{٣}		كيلووات	وات	نضرب × ١٠ ^{٣}
	و . ك . ذ (وحدة كتل ذرية)	كيلوجرام	نضرب ١,٦٧ × ١٠ × ١٠ $^{-٢٧}$	تحويلات عامة	مللي من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٣}$
الزمن	دقيقة	ثانية	نضرب × ٦٠		كيلو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ ^{٣}
	ساعة	ثانية	نضرب ٣٦٠٠ ×		ميكرو من أي وحدة	نفس الوحدة	نضرب × ١٠ $^{-٦}$
	يوم	ثانية	نضرب ٨٦٤٠٠ ×				

ملاحظات عامة حول الجدول السابق:-

١/ عند التحويل من كبير إلى صغير نضرب في عامل التحويل (العملية).

٢/ عند التحويل من صغير إلى كبير نقسم على عامل التحويل (العملية).

الوحدة الأولى(1) Unite

كمية التحرك و المقذوفات

Momentum and Projectiles

❖أهـــداف الـــوحـــدة :ـ

يتوقع منك ـ عزيزى الطالب/عزيزتي الطالبة ـ في نهاية دراسة هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن :

ـ تعرف المفاهيم الفيزيائية التالية (كمية التحرك ـ التصادمات ـ الصواريخ ذاتية الدفع ـ الأقمار الصناعية ـ كمية التحرك الزاوي ـ حركة المقذوفات ..... إلخ)

ـ تستنتج القوانين الفيزيائية المتعلقة بحساب كلاً من (سرعة الأجسام المتصادمة ـ زخم وسرعة وقوة محرك الصاروخ ذاتي الدفع ـ السرعة المدارية للأقمار الصناعية وزمنها الدوري ـ كمية التحرك الزاوي ـ حركة المقذوفات) .

ـ تقوم بحل الأمثلة والمسائل الرياضية المختلفة والمتعلقة بمواضيع هذه الوحدة .

ـ تشرح الظواهر الفيزيائية في هذه الوحدة كاالتصادمات وأنواعها وكيفية عمل الصواريخ ذاتية الدفع وكذلك حركة الأقمار الصناعية وتطبيقات مبدأ حفظ كمية التحرك الزاوي ، وكذلك الحركة الرأسية والأفقية للمقذوفات وماينتج عنها .

ـ تقدر عظمة الخالق سبحانه وتعالى من خلال معرفتك لما وهبه الله عزوجل للعقل البشري من قدرات جعلته يغزو الفضاء .

ـ تقدر جهود العلماء وذوي الإختصاص والذين أسهموا إسهامات فاعلة في سبيل تقدم ورقي البشرية .

مراجعة عامة لما سبق دراسته

كمية التحرك الخطى (الزخم) Momentum :-

♣ تعريفها :- هي عبارة عن حاصل ضرب كتلة الجسم (ك) في سرعته الخطية (ع) ويرمز لها بالرمز (كت) وهي كمية متجهة .
أي أن :-

كمية التحرك = الكتلة ×السرعة ↔ كت = ك × ع

أسئلة عامة ←

س١/ ماهي وحدة قياس كمية التحرك الخطي ؟
س٢/ على ماذا تعتمد كمية التحرك الخطي ؟
س ٣ / هل كمية التحرك كمية قياسية أم متجهة ؟ ولماذا ؟

الـــدفـــع (دفـــع) :-

تعريفه :- هو عبارة عن تأثير القوة (ق) لفترة زمنية مقدارها (ز) ويرمز له بالرمز (دفع) ، ويعتبر من الكميات المتجهة . أي أن :-

الدفـع = القوة × الزمن ↔ دفع = ق × ز

أسئلة عامة ←

س١/ ماهي وحدة قياس الدفع ؟
س٢/ على ماذا يعتمد الدفع ؟
س ٣ / هل الدفع كمية قياسية أم متجهة ؟ ولماذا ؟

الـــعـــلاقـــة بين الـــدفـــع وكمـــية الـــتـــحـــرك

♠ عرفت من دراستك السابقة أن الدفع على جسم يقدر بما تحدثه قوة الدفع من تغير في كمية تحرك ذلك الجسم ، فلو إفترضنا أن لدينا جسم كتلته (ك) ويتحرك بسرعة إبتدائية مقدارها (ع ١) وأن هذا الجسم قد تعرض لقوة دفع مقدارها (ق) خلال فترة زمنية مقدارها (ز) مما أدى إلى تغير سرعة الجسم إلى (ع ٢) ، فإن ذلك يعني أن :-

الدفع = التغير في كمية التحرك ← دفـع = Δ كـت

↓

دفـع = كت ٢ ـ كت ١ = ك ع ٢ ـ ك ع ١ = ك (ع ٢ ـ ع ١) = ك Δ ع

سؤال : إثبت أن الدفع وكمية التحرك لهما نفس وحدة القياس ؟

الجواب :

♣ دفع = ق x ز = نيوتن . ث = كجم . م . ث / ث ٢ = كجم . م / ث .....(١)
♣ كت = ك x ع = كجم . م / ث .....(٢)

من (١) و (٢) نجد أن للدفع ولكمية التحرك نفس وحدة القياس .....#

الدرس الأول /التصادمات ومبدأ حفظ كمية التحرك الخطي

❖ تعريف التصادم :ـ

((هو ظاهرة إلتقاء الأجسام المتحركة ببعضها البعض أو بالأجسام الساكنة وماينتج عن هذا الإلتقاء في تلك الأجسام من تغيرات في شكلها أو طاقتها أو سرعتها ..... إلخ))

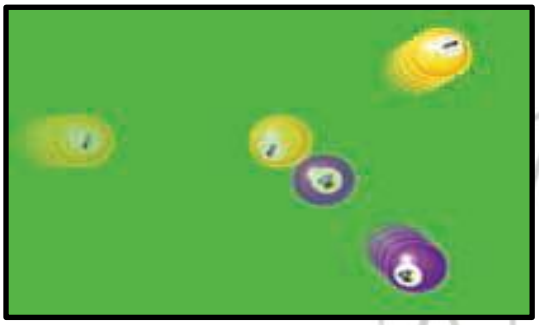
ومن أمثلة ذلك مايلى :ـ

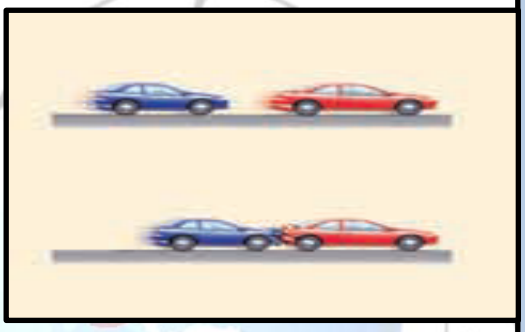
ـ تصادم سيارتان مع بعضهما البعض بحيث تكونان متحركتان بإتجاه بعضهما البعض .

ـ تصادم كرة القدم بقدم اللاعب .

ـ تصادم عربة بشجرة على الطريق .

ـ تصادم كرات البلياردو .





❖ شروط حدوث التصادم :ـ

١ـ إذا كان أحد الأجسام ساكناً فلابد أن يكون الأخر متحرك بإتجاهه .
٢ـ إذا كان الجسمان متحركان معاً فإما أن يكونان في نفس الإتجاه وعندئذ لابد أن يكون الجسم السابق أبطأ من الجسم اللاحق أو أن يكونان متحركان في إتجاهين متعاكسين .

❖ أنواع التصادم :ـ

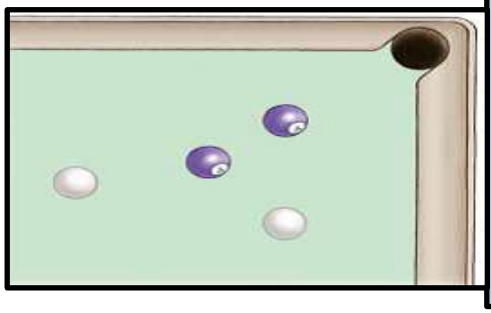
يقسم التصادم بحسب إتجاهين وهما كما يلى :ـ

أ) **التصادم حسب المرونة :ـ** ويقسم إلى :

١ـ تصادم مرن :ـ وهو ذلك التصادم الذي لايحدث فيه أي تغير في شكل الأجسام المتصادمة أو طاقتها الحركية قبل التصادم أو بعد التصادم ، ويكون فيه مجموع طاقة الحركة للأجسام المتصادمة قبل التصادم تساوي مجموعها بعد التصادم أي أن طاقة الحركة محفوظة ، ويعبر عن ذلك رياضياً بالصيغة: (طـــح قبل = طـــح بعد) ومن أمثلة ذلك تصادم كرتان من المطاط أو كرتان من العاج .

٢ـ تصادم غير مرن :ـ وهو ذلك التصادم الذي يحدث فيه تغير في شكل وهيئة وطاقة حركة الأجسام المتصادمة بعد التصادم ، وقد ينتج عنه تكون أجسام جديدة (حـــطـــام) ، ويكون فيه مجموع طاقة الحركة للأجسام المتصادمة قبل التصادم لايساوي مجموعها بعد التصادم ، أي أن طاقة الحركة غير محفوظة ، ويعبر عن ذلك رياضياً بالصيغة : (طـــح قبل ≠ طـــح بعد) ومن أمثلة ذلك تصادم كرتان من الطين وتصادم العربات ببعضها وكذلك إنفجار جسم وإنشطاره إلى عدة أجزاء .

تصادم مرن



تصادم غير مرن

أمثلة وتمارين عامة

مثال ١ :

سيارة كتلتها ٥ طن تتحرك بسرعة ٩٠ كم / ساعة . إحسب كمية تحرك هذه السيارة ؟

الحل :

ع = ٩٠ x ١٠٠٠ / ٣٦٠٠ = ٢٥ م/ث

ك = ٥ طن = ٥٠٠٠ كجم

كت = ك x ع = ٥٠٠٠ x ٢٥

♣ كت = ١٢٥٠٠٠ كجم . م / ث

=

مثال ٢ :

أثرت قوة مقدارها ٢٠٠ نيوتن على جسم لمدة ٤ مللي ثانية . مامقدار دفع هذه القوة ؟ ومامقدار التغير في كمية تحرك هذا الجسم ؟

الحل :

المعطيات :

ق = ٢٠٠ نيوتن

ز = ٤ مللي ثانية = ٤ x ١٠ $^{-٣}$ ث

♥دفع = ق x ز

= ٢٠٠ x ٤ x ١٠ $^{-٣}$ = ٠,٨ نيوتن . ث

♥ دفع = Δ كت

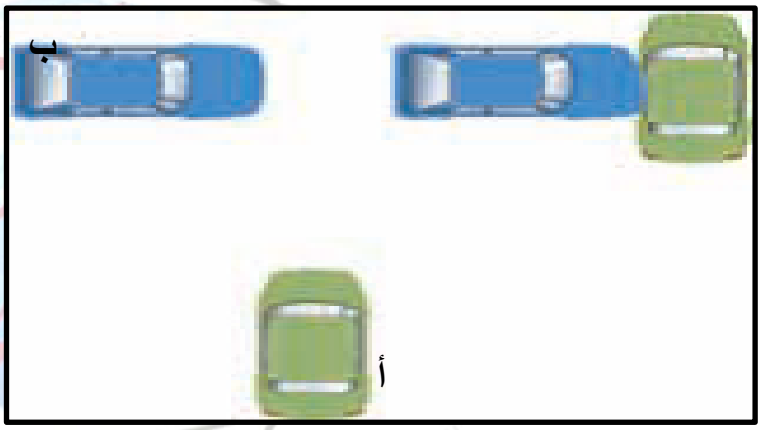
♣ كت = ٠,٨ كجم . م / ث

#

ب) التصادم بحسب إتجاه الحركة :ـ ويقسم إلى :

١ـ تصادم في بُعد واحد : وهو ذلك التصادم الذي تكون فيه إتجاهات حركة الأجسام المتصادمة قبل التصادم وبعد التصادم على بُعد واحد فقط من الأبعاد الثنائية (سيني أو صادي) ، حيث يكون محور الحركة قبل التصادم هو نفس محور الحركة بعد التصادم ، وقد يكون هذا التصادم مرن أوغير مرن . والشكل أدناه يوضح ذلك :

٢ـ تصادم في بُعدين : هو ذلك التصادم الذي تكون فيه إتجاهات الحركة للأجسام المتصادمة قبل التصادم أو بعد التصادم على بُعدين ثنائيين (سيني وصادي) ، حيث يكون محور الحركة قبل التصادم مختلف تماماً عنه بعد التصادم ، حيث قد تصنع الأجسام المتصادمة قبل التصادم زوايا معينة مع إتجاه حركتها قبل التصادم ، وهذا التصادم إما أن يكون مرن أو غير مرن . والشكل أدناه يوضح ذلك :



تعليلات هامة

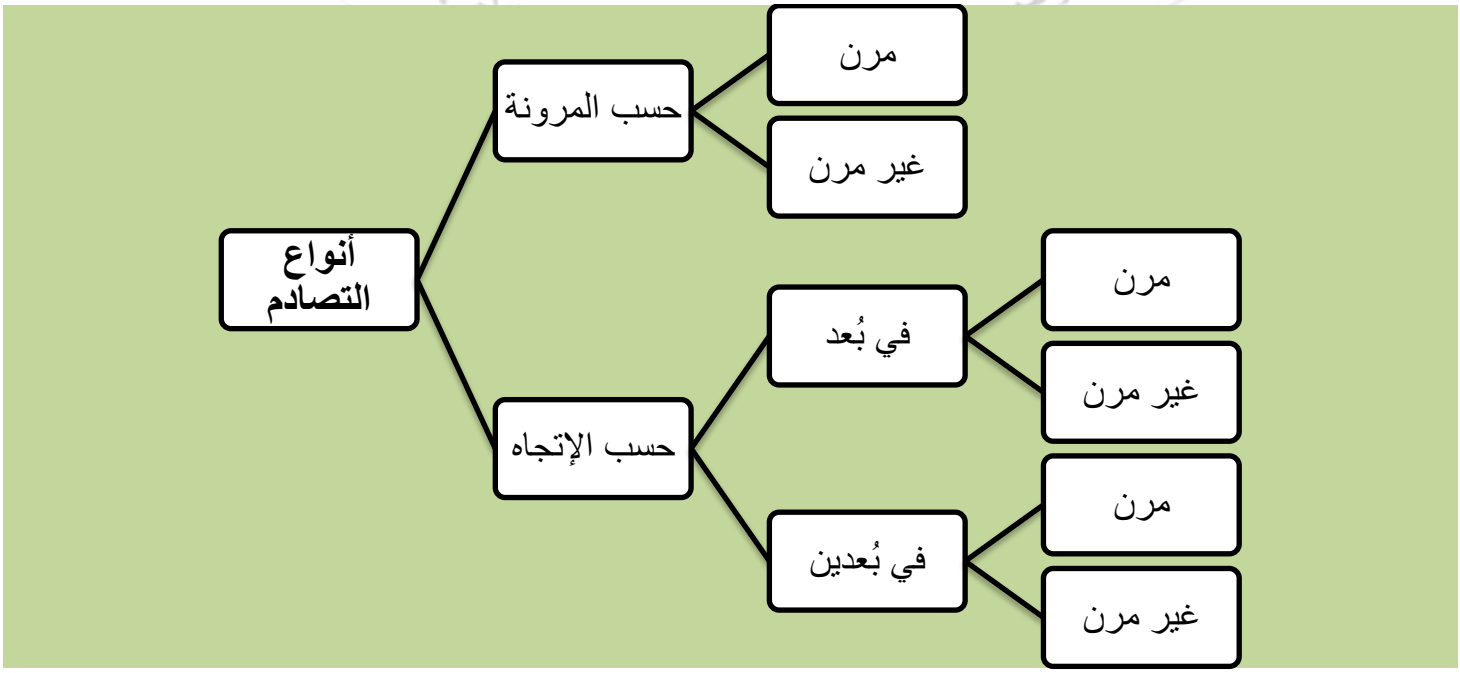
١) في التصادم الغير مرن لاتحفظ طاقة الحركة للأجسام المتصادمة ؟

ج / نتيجة لتحولها إلى نوع آخر من الطاقة (صوتية ـ ضوئية ..... إلخ)

٢) يعتبر التصادم بين كرة من الطين وبين الحائط تصادماً غير مرن ؟

ج / لأن هذا التصادم يؤدي إلى إندماج الجسمين ببعضهما وتكوين حطام ، بالإضافة إلى أنه يؤدي إلى حدوث تشوه في كرة الطين .

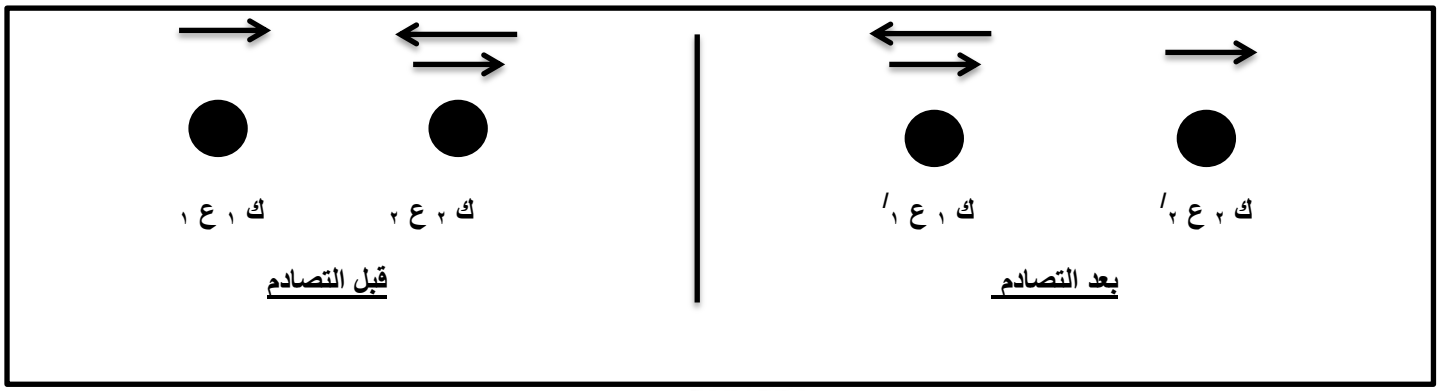
مخطط التصادمات



مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي

ينص على أن ((مجموع كمية التحرك للأجسام المتصادمة قبل التصادم يساوي مجموع كمية التحرك للأجسام المتصادمة بعد التصادم))

ولكي نعبر عن هذا المبدأ بصورة رياضية فلنلاحظ الشكل أدناه .



من الشكل أعلاه نلاحظ ان لدينا جسمين الأول كتلته ك ١ وسرعته ع ١ والثاني كتلته ك ٢ وسرعته ع ٢ يتحرك هاذين الجسمين إما في نفس الأتجاه (سابق ولاحق) ، او في إتجاهين متعاكسين كلاً متجهه نحو الآخر ، وعند حدوث التصادم بينهما يتحرك الأول بسرعة ع ١/ ويتحرك الثاني بسرعة ع ٢/ ووفقاً للإتجاهات الموضحة في الشكل أعلاه ، إنطلاقاً من المبدأ السابق فإننا نستطيع التعبير عنه رياضياً كما يلي :

$$\text{كت}_{١} \pm \text{كت}_{٢} = \text{كت}_{١}' \pm \text{كت}_{٢}' \leftrightarrow \text{ك}_{١}\text{ع}_{١} \pm \text{ك}_{٢}\text{ع}_{٢} = \text{ك}_{١}\text{ع}_{١}' \pm \text{ك}_{٢}\text{ع}_{٢}' \quad \text{.....(١)}$$

المعادلة (١) أعلاه هي الصيغة الرياضية العامة لمبدأ حفظ كمية التحرك الخطي

والتي من خلالها يتم التعامل مع جميع أنواع التصادمات وفقاً لمعايير وشروط معينه سيتم التعرف عليها في حينها . وفيما يلي سنوضح كيف يتم إخضاع هذه العلاقة لكل نوع من أنواع التصادمات حسب الإتجاه . ولكن قبل ذلك لابد من التركيز على الملاحظات الجانبية .

ملاحظات هامة :ـ

١ ـ عندما يتحرك الجسمين المتصادمين في إتجاهين متعاكسين قبل أوبعد التصادم فإن أحدهما يأخذ إشارة موجبة (+) والآخر يأخذ إشارة سالبة (ـ) ، وذلك في المعادلة .

٢ ـ الجسم الساكن قبل التصادم أو الذي يسكن بعد التصادم يتم إعتبار كمية تحركه معدومة (كت = صفر) لأن سرعته معدومة (ع = صفر) .

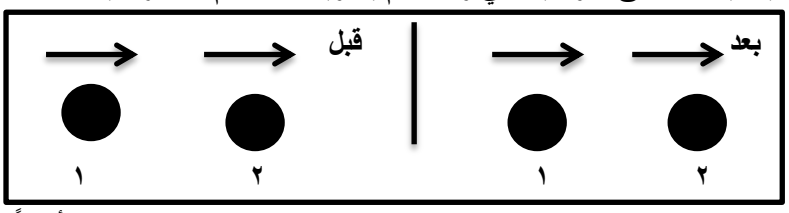
٣ ـ يتم إخضاع المعادلة السابقة لحالة التصادم التي يتم التعامل معها سواء أ كان التصادم في بعد واحد مرن أوغير مرن وكذلك إذا كان التصادم في بُعدين مرن أو غير مرن (أي أن المعادلة السابقة ذات صيغة رياضية متغيرة ولكن مضمونها ثابت لايتغير) .

طرق تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي على جميع أنواع التصادمات

أولاً / التصادم فى بُعد واحد :-

أ) **المرن :-** أن أشهر حالات التصادم في بُعد واحد مرن هي الحالات التالية :

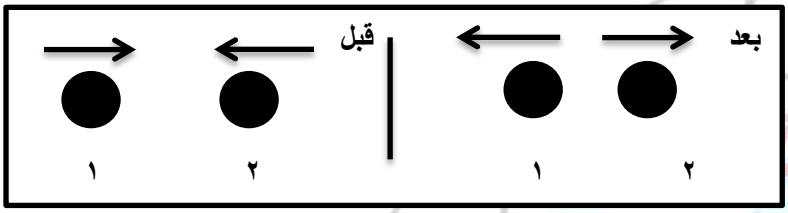
ـ **الحالة الأولى :** يتحرك الجسمان (١ و ٢) في نفس الإتجاه بحيث يلحق الأول بالثاني ويصطدم به وبعد التصادم يستمر الجسمان بالحركة في نفس الاتجاه . كما في الشكل المجاور



إن معادلة حالة التصادم هذه هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك_{١} ع'_{١} + ك_{٢} ع'_{٢}$$

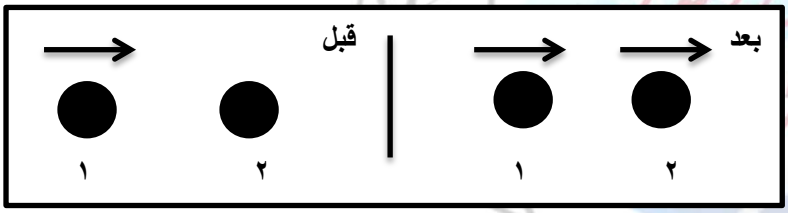
ـ **الحالة الثانية :** يتحرك الجسمان (١ و ٢) في اتجاهين متعاكسين بحيث يقتربان من بعضهما البعض وبعد التصادم يتحركان أيضاً في اتجاهين متعاكسين ولكن يبتعدان عن بعضهما البعض . كما في الشكل المجاور



إن معادلة التصادم لهذه الحالة هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} - ك_{٢} ع_{٢} = - ك_{١} ع'_{١} + ك_{٢} ع'_{٢}$$

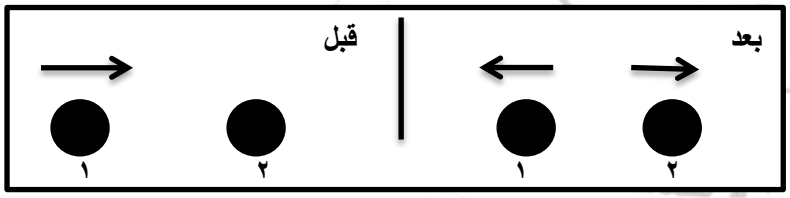
ـ **الحالة الثالثة :** يتحرك الجسم (١) بإتجاه الجسم (٢) الساكن ويصطدم به وبعد التصادم يتحرك الجسمان في نفس الإتجاه الذي كان يتحرك به الجسم (١) . كما في الشكل المجاور



إن معادلة التصادم لهذه الحالة هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} = ك_{١} ع'_{١} + ك_{٢} ع'_{٢}$$

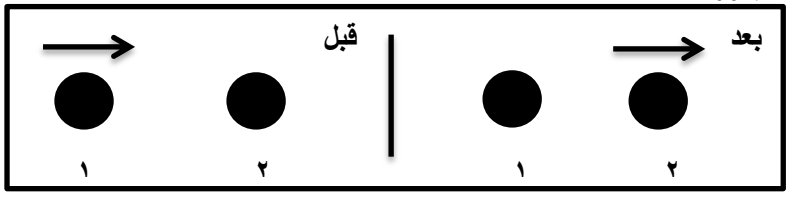
ـ **الحالة الرابعة :** يتحرك الجسم (١) بإتجاه الجسم (٢) الساكن ويصطدم به وبعد التصادم يتحرك الجسمان في إتجاهين متعاكسين بحيث يبتعد كلاً منهما عن الآخر. كما في الشكل المجاور



إن معادلة التصادم لهذه الحالة هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} = - ك_{١} ع'_{١} + ك_{٢} ع'_{٢}$$

ـ **الحالة الخامسة :** يتحرك الجسم (١) باتجاه الجسم (٢) الساكن ويصطدم به وبعد التصادم يقف (يسكن) الجسم (١) ويتحرك الجسم (٢) في نفس إتجاه حركة الجسم (١) . كما في الشكل المجاور

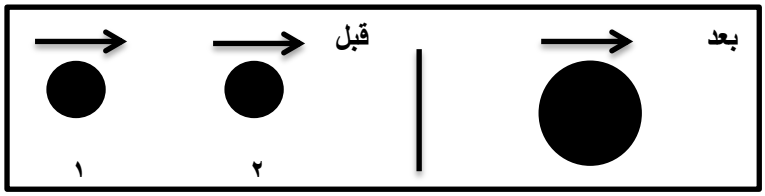


إن معادلة التصادم لهذه الحالة هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} = ك_{٢} ع'_{٢}$$

ب) الغير مرن :ـ أشهر حالات التصادم في بعد واحد غير مرن هي الحالات التالية :

ـ **الحالة الأولى :** يتحرك الجسمان (١ و ٢) في نفس الإتجاه بحيث يلحق الأول بالثاني ويصطدم به ويكونان جسماً واحداً يتحرك في نفس الاتجاه . كما في الشكل المجاور

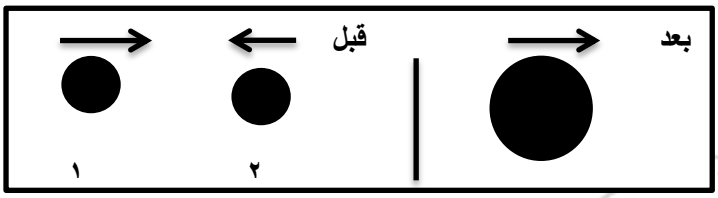


في هذه الحالة تكون معادلة التصادم هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك ع'$$

حيث (ك = ك ١ + ك ٢)

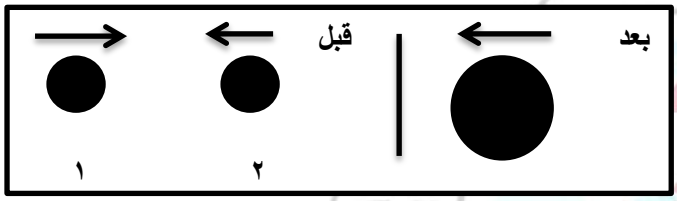
ـ **الحالة الثانية :** يتحرك الجسمان (١ و ٢) في اتجاهين متعاكسين بحيث يقتربان من بعضهما البعض وبعد التصادم يتحرك الجسم المتكون في نفس إتجاه حركة الجسم (١) . كما في الشكل المجاور



في هذه الحالة تكون معادلة التصادم هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} - ك_{٢} ع_{٢} = ك ع'$$

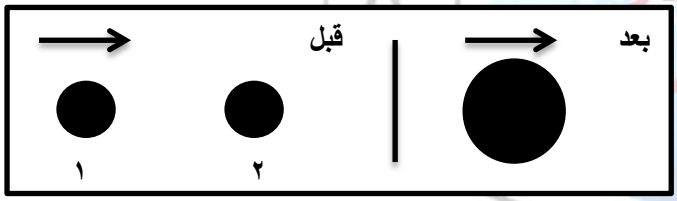
ـ **الحالة الثالثة :** يتحرك الجسمان (١ و ٢) في اتجاهين متعاكسين بحيث يقتربان من بعضهما البعض وبعد التصادم يتحرك الجسم المتكون في نفس إتجاه حركة الجسم (٢) . كما في الشكل المجاور



في هذه الحالة تكون معادلة التصادم هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} - ك_{٢} ع_{٢} = - ك ع'$$

ـ **الحالة الرابعة :** يتحرك الجسم (١) باتجاه الجسم (٢) الساكن وبعد التصادم يتحرك الجسم المتكون في نفس اتجاه حركة الجسم (١) . كما في الشكل المجاور

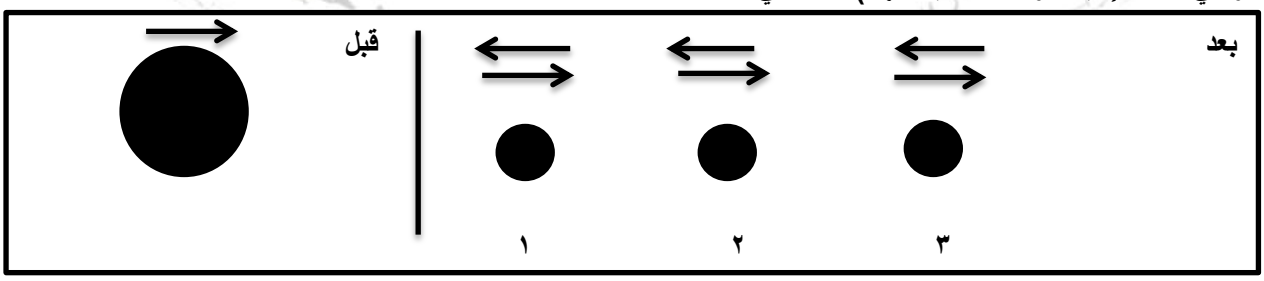


في هذه الحالة تكون معادلة التصادم هي المعادلة التالية :

$$ك_{١} ع_{١} = ك ع'$$

ـ **الحالة الخامسة (حالة الإنفجارات والتفكك) :**

في هذه الحالة سنفترض وجود جسم ذو كتلة مقدارها ك ويتحرك بسرعة مقدارها ع بإتجاه معين ، ينفجر هذا الجسم ويتفكك إلى عدة أجسام (١) و (٢) و (٣) ..... إلخ ولكل جسم من هذه الأجسام كتلة محددة وسرعة معينة وفي إتجاهات مختلفة على بعد واحد) متعاكسة أو في نفس الإتجاه أو قد تقف بعضها) . كما في الشكل أدناه



وفي هذه الحالة نستطيع صياغة المعادلة العامة التالية :

$$ك ع = ك_{١} ع_{١} \pm ك_{٢} ع_{٢} \pm ك_{٣} ع_{٣} \pm ..... \pm ك_{ن} ع_{ن}$$

حيث ن هو عدد الأجسام الناتجة عن الإنفجار .

الطاقة الحركية في التصادمات

تعريف الطاقة الحركية :ـ هي عبارة عن حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته . أي أن :

$$\text{طـــح} = \frac{1}{2} \text{ ك ع}^{2}$$

ملاحظة هامة : القوانين الخاصة بحساب الطاقة الحركية الموضحة جانباً هي قوانين عامة تستخدم في جميع أنواع التصادمات (في بُعد وفي بُعدين) كلاً بحسب موقعه كما هو موضح .

وعند الحديث عن الطاقة الحركية في التصادمات وعن كيفية حسابها فلابد أن نأخذ في الإعتبار بعض الأمور ، منها :

١ـ طاقة حركة الأجسام المتصادمة قبل التصادم هي عبارة عن مجموع طاقة حركة الأجسام المتصادمة قبل التصادم والتي يرمز لها بالرمز (طـــح قبل) .

٢ـ طاقة حركة الأجسام المتصادمة بعد التصادم هي عبارة عن مجموع طاقة حركة الأجسام المتصادمة بعد التصادم والتي يرمز لها بالرمز (طـــح بعد) .

٣ـ مقدار الفقد في الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة هو عبارة عن الفرق بين طـــح قبل وبين طـــح بعد وهو مقدار يعبر عن مقدار النقص في الطاقة الحركية نتيجة للتصادم ويرمز له بالرمز (Δ طـــح) .

٤ـ حيث أن الطاقة الحركية كمية قياسية (ليس لها إتجاه) فأنه لا يؤخذ بعين الإعتبار إتجاه حركة الأجسام المتصادمة قبل التصادم أو بعده أي أنه يتم إعتبار اشارة الأجسام موجبة في قوانين الطاقة الحركية .

٥ـ الفقد في الطاقة الحركية (Δ طـــح) قد يكون موجباً أو سالباً وذلك يعتمد على مقدار طاقة الحركة قبل و بعد التصادم .

❖ ***قوانين الطاقة الحركية للتصادم المرن (بُعد واحد ــ بُعدين) :ـ***

١ـ $\text{طـــح}_{\text{قبل}} = \text{طـــح}_{1} + \text{طـــح}_{2} = \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}_{1}^{2} + \text{ك}_{2} \text{ع}_{2}^{2})$

٢ـ $\text{طـــح}_{\text{بعد}} = \text{طـــح}'_{1} + \text{طـــح}'_{2} = \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}'^{2}_{1} + \text{ك}_{2} \text{ع}'^{2}_{2})$

٣ـ $\Delta \text{طـــح} = \text{طـــح}_{\text{قبل}} - \text{طـــح}_{\text{بعد}} = \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}_{1}^{2} + \text{ك}_{2} \text{ع}_{2}^{2}) - \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}'^{2}_{1} + \text{ك}_{2} \text{ع}'^{2}_{2})$.

❖ ***قوانين الطاقة الحركية للتصادم الغير مرن (بُعد واحد ــ بُعدين) :ـ***

١ـ $\text{طـــح}_{\text{قبل}} = \text{طـــح}_{1} + \text{طـــح}_{2} = \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}_{1}^{2} + \text{ك}_{2} \text{ع}_{2}^{2})$

٢ـ $\text{طـــح}_{\text{بعد}} = \text{طـــح}' = \frac{1}{2} \text{ ك ع}'^{2}$ ..... (حيث ك = ك$_{1}$ + ك$_{2}$) .

٣ـ $\Delta \text{طـــح} = \text{طـــح}_{\text{قبل}} - \text{طـــح}_{\text{بعد}} = \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}_{1}^{2} + \text{ك}_{2} \text{ع}_{2}^{2}) - \frac{1}{2} \text{ك ع}'^{2}$.

وفي حالة أن الجسم إنفجر وتفكك إلى عدة أجزاء فإنه يتم إستخدام القوانين التالية :

١ـ $\text{طـــح}_{\text{قبل}} = \text{طـــح} = \frac{1}{2} \text{ ك ع}^{2}$ ..... (حيث ك = ك$_{1}$ + ك$_{2}$) .

٢ـ $\text{طـــح}_{\text{بعد}} = \text{طـــح}_{1} + \text{طـــح}_{2} = \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}_{1}^{2} + \text{ك}_{2} \text{ع}_{2}^{2})$

٣ـ $\Delta \text{طـــح} = \text{طـــح}_{\text{قبل}} - \text{طـــح}_{\text{بعد}} = \frac{1}{2} \text{ ك ع}^{2} - \frac{1}{2} (\text{ك}_{1} \text{ع}_{1}^{2} + \text{ك}_{2} \text{ع}_{2}^{2})$.

أمثلة وتمارين عامة عن التصادم في بُعد واحد

مـــثـــال (١) :

يتحرك جسمان كتلتاهما (٤ ، ٩) كجم في خط أفقي مستقيم وبسرعة (٦ ، ٤) م/ث على الترتيب ، فإذا إصطدما معاً وسار الأول في نفس إتجاه حركته الأصلي وبسرعة (٥ م / ث) فأحسب سرعة الجسم الثاني وإتجاه حركته في الحالتين التاليتين :

١/ إذا كان الجسمان قبل التصادم يتحركان في إتجاه واحد ؟

٢/ إذا كان الجسمان قبل التصادم يتحركان في إتجاهين متعاكسين ؟

الـــحـــل

الـــمـــعـــطـــيـــات :

ك ١ = ٤ كجم ك ٢ = ٩ كجم ع ١ = ٦ م / ث ع ٢ = ٤ م / ث

ع ١/ = ٥ م / ث

نلاحظ أن التصادم مرن في بُعد واحد والمطلوب حساب سرعة الجسم الثاني واتجاه حركته بعد التصادم .

١/ عندما يتحرك الجسمان قبل التصادم في نفس الإتجاه :

ك ١ ع ١ + ك ٢ ع ٢ = ك ١ ع ١/ + ك ٢ ع ٢/

♣ ٤ x ٦ + ٩ x ٤ = ٤ x ٥ + ٩ ع ٢/

٦٠ = ٢٠ + ٩ ع ٢/ ↔ ٩ ع ٢/ = ٦٠ ــ ٢٠

♣ ع ٢/ = $\frac{40}{9}$ = ٤,٤ م / ث ..... نلاحظ أن إشارة ع ٢/ موجبة وبالتالي فإن الجسم سيتحرك في نفس اتجاه حركته قبل التصادم .....#

٢/ عندما يتحرك الجسمان قبل التصادم في اتجاهين متعاكسين :

ك ١ ع ١ ــ ك ٢ ع ٢ = ك ١ ع ١/ + ك ٢ ع ٢/

♣ ٤ x ٦ ــ ٩ x ٤ = ٤ x ٥ + ٩ ع ٢/

ــ ١٢ = ٢٠ + ٩ ع ٢/ ↔ ٩ ع ٢/ = ــ ١٢ ــ ٢٠

♣ ع ٢/ = $\frac{-32}{9}$ = ــ ٣,٦ م / ث ..... نلاحظ أن إشارة ع ٢/ سالبة وبالتالي فإن الجسم سيتحرك في نفس اتجاه حركته قبل التصادم .....#

مـــثـــال (٢) :

تتحرك كرة كتلتها (٤٠ جم) إلى اليمين بسرعة (٣٠ سم / ث) فتصطدم إصطداماً مباشراً بكرة ساكنة كتلتها (٨٠ جم) . أوجد سرعة كلاً من الكرتين بعد التصادم بفرض أن التصادم مرن تماماً ؟

الـــحـــل

الـــمـــعـــطـــيـــات :

ك ١ = ٤٠ جم ع ١ = ٣٠ سم / ث ع ٢ = صفر ك ٢ = ٨٠ جم

قواعد التعامل مع مسائل التصادم في بُعد واحد

قبل البدء بحل مسائل التصادم في بُعد واحد لابد من التقيد بمايلي :

١ ــ إخراج معطيات المسألة كاملة مع مراعاة تحويل وحدات القياس إلى وحدات النظام الدولي وذلك عند إختلاف وحدات القياس .

٢ ــ تحديد المطلوب من المسألة تحديداً تاماً

٣ ــ تحديد نوع التصادم (مرن أم غير مرن) .

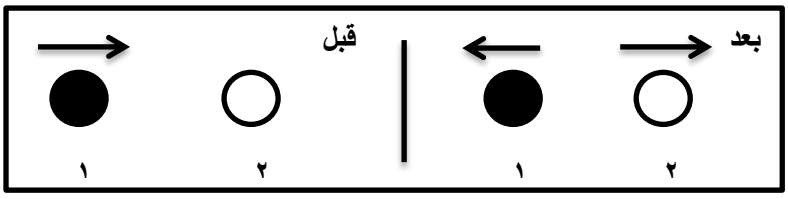
٤ ــ تحديد حالة التصادم من خلال معرفة إتجاه حركة الأجسام المتصادمة .

٥ ــ محاولة تخيل ورسم حالة التصادم .

٦ ــ استخدام القانون المناسب لحالة التصادم والتعامل معه بصورة رياضية سليمة .

نلاحظ في هذا المثال أن التصادم من النوع المرن في بُعد واحد والمطلوب حساب كلاً من ع ١/ و ع ٢/ .

من الشكل المقابل نجد أن :



بتطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي لهذه الحالة

ك ١ ع ١ + ك ٢ ع ٢ = ك ١ ع ١/ + ك ٢ ع ٢/

٤٠ x ٣٠ + صفر = ٤٠ ع ١/ + ٨٠ ع ٢/

١٢٠٠ = ٤٠ ع ١/ + ٨٠ ع ٢/ بالقسمة على ٤٠ ← ٣٠ = ع ١/ + ٢ ع ٢/ ← ♣ ع ١/ = ٣٠ ـ ٢ ع ٢/ .....(١)

وحيث أن التصادم مرن تماماً فإنه بتطبيق قانون الطاقة الحركية نجد أن :

طـح قبل = طـــح بعد ← $\frac{1}{2}$(ك ١ ع ٢ ١ + ك ٢ ع ٢ ٢) = $\frac{1}{2}$ (ك ١ ع ٢/ ١ + ك ٢ ع ٢/ ٢)

♣ $\frac{1}{2}$ { ٤٠ x (٣٠)٢ + صفر } = $\frac{1}{2}$ (٤٠ ع ٢/ ١ + ٨٠ ع ٢/ ٢)

♣ $\frac{1}{2}$ (٤٠ x ٩٠٠) = ٢٠ ع ٢/ ١ + ٤٠ ع ٢/ ٢ ← ١٨٠٠٠ = ٢٠ ع ٢/ ١ + ٤٠ ع ٢/ ٢ بالقسمة على ٢٠

♣ ٩٠٠ = ع ٢/ ١ + ٢ ع ٢/ ٢ ..... (٢) بالتعويض من (١) في (٢) نجد أن :

♣ ٩٠٠ = (٣٠ ـ ٢ ع ٢/)٢ + ٢ ع ٢/ ٢ = ٩٠٠ ـ ١٢٠ ع ٢/ ٢ + ٤ ع ٢/ ٢ + ٢ ع ٢/ ٢

♣ ٦ ع ٢/ ٢ ـ ١٢٠ ع ٢/ ٢ = صفر ← ٦ ع ٢/ ٢ (ع ٢/ ٢ ـ ٢٠) = صفر

إما ٦ ع ٢/ ٢ = صفر ↔ ع ٢/ ٢ = صفر ..... وهذا مرفوض

أو ع ٢/ ٢ ـ ٢٠ = صفر ↔ ع ٢/ ٢ = ٢٠ سم / ث ..... # بالتعويض عن ع ٢/ ٢ في (١) نحصل على :

♣ ع ١/ = ٣٠ ـ ٤٠ = ـ ١٠ سم / ث .....#

مـــثـــال (٣) : *جسمان كتلتاهما (٤ ، ٦) كجم يتحركان في نفس الإتجاه في خط مستقيم بسرعة (٢ ، ٥) م/ ث على التوالي . فإذا لحق الجسم الثاني بالأول وإصطدما وكونا جسماً واحداً بعد التصادم . فأحسب سرعة الحطام وكذلك طاقته الحركية ؟*

الـــحـــل

المـــعـــطـــيـــات : ك ١ = ٤ كجم ك ٢ = ٦ كجم ع ١ = ٢ م / ث ع ٢ = ٥ م / ث

نلاحظ أن التصادم هو تصادم غير مرن وبالتالي فالمطلوب هو حساب كلاً من ع / و طـــح / وسنبدأ أولاً بحساب ع / كما يلي :

♥ ك ١ ع ١ + ك ٢ ع ٢ = ك ع / = (ك ١ + ك ٢) ع /

∴ ٤ x ٢ + ٦ x ٥ = (٤ + ٦) ع / ↔ ٣٨ = ١٠ ع / بالقسمة على ١٠ نحصل على :

∴ ع / = ٣,٨ م / ث ..... #

ولحساب الطاقة الحركية للحطام بعد التصادم لدينا العلاقة :

♥ طـــح / = $\frac{1}{2}$ ك ع ٢/ = $\frac{1}{2}$ x ١٠ x (٣,٨)٢ = ٧٢,٢ جـــــول .....#

مـــثـــال (٤) (وزاري ٢٠١٠ ـ ٢٠١١ م) :

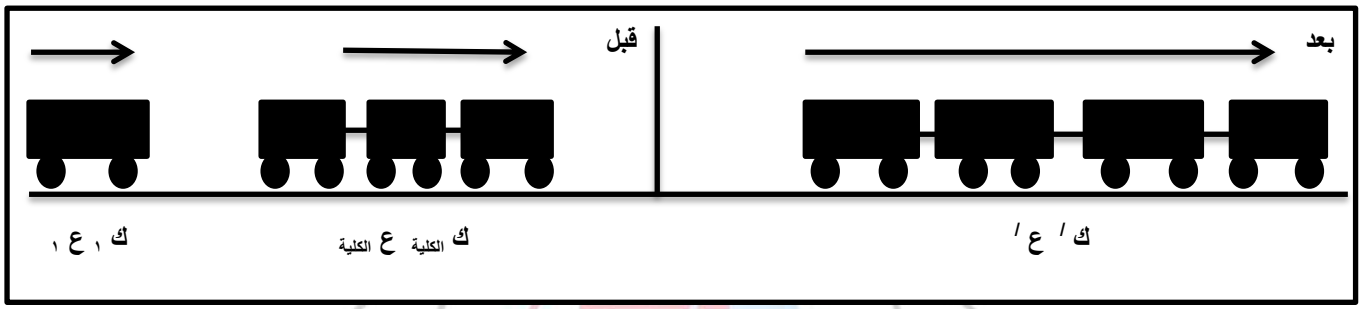
عربة سكة حديد كتلتها (٢,٥ x ١٠ ^٤ كجم) تتحرك بسرعة (٤ م / ث) . إصطدمت بثلاث عربات مشبوكة معاً لكلاً منها كتلة العربة الأولى وتتحرك العربات الثلاث قبل التصادم في نفس الإتجاه بسرعة (٣ م / ث) . مامقدار سرعة العربات الملتحمة بعد التصادم علماً بأن التصادم غير مرن ؟

الـــحـــل

المعطيات : ك ١ = ٢,٥ x ١٠ ^٤ كجم ع ١ = ٤ م / ث ك الكلية = ك ٢ + ك ٣ + ك ٤ = ٣ ك ١

ع الكلية = ٣ م / ث (حيث ك الكلية هي الكتلة الكلية للعربات الثلاث المشبوكة ببعضها و ع الكلية هي سرعتها)

نلاحظ أن التصادم غير مرن في بُعد واحد والمطلوب هو حساب سرعة الحطام . وبرسم حالة التصادم كما في الشكل أدناه نحصل على :



♥ ك ١ ع ١ + ك الكلية ع الكلية = ك / ع / ↔ ك ١ ع ١ + ٣ ك ١ ع الكلية = (ك ١ + ٣ ك ١) ع / = ٤ ك ١ ع /

♣ ع ١ + ٣ ع الكلية = ٤ ع / ↔ ٤ + ٣ x ٣ = ٤ ع / ↔ ١٣ = ٤ ع / بالقسمة على ٤ نحصل على

∴ ع / = ٣,٢٥ م / ث .....###

تـــمـــــارين مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١) :

جسمان كتلتاهما (٤ ، ٨) كجم وسرعتاهما ٤ م / ث ، ٢ م / ث على الترتيب اصطدما معاً وكونا جسماً واحداً . إحسب كلاً مما يأتي :

١) مقدار وإتجاه سرعة الحطام المكون منهما بعد التصادم في الحالتين التاليتين :

أ ـ إذا كانا يسيران في اتجاه واحد ؟ ب ـ إذا كانا يسيران في اتجاهين متضادين ؟

٢) التغير في كمية التحرك نتيجة للتصادم مع ذكر السبب ؟

٣) هل كان التصادم مرن أم غير مرن ؟ ولماذا ؟

تمرين (٢) :

جسم كتلته (٢٠ كجم) يتحرك في خط مستقيم بسرعة (٤٠ م / ث) اصطدم بجسم آخر ساكن كتلته (١٠ كجم) وبعد التصادم أصبحت سرعة الأول (٨ م / ث) وأثناء تحركه اصطدم بجسم ثالث ساكن كتلته (٦ كجم) والتحم به وكونا جسماً واحداً . إحسب :

١) سرعة الجسم الثاني بعد التصادم الأول ؟

٢) الطاقة الحركية للجسم المتكون بعد التصادم الثاني ؟

ثانياً / الـتـصـادم فـى بـُعـديـــن :-

عرفنا مسبقاً مفهوم التصادم في بُعدين وعرفنا الفرق بينه وبين التصادم في بُعد واحد من حيث المفهوم وسنتناول في ما يلي كيفية تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي على هذا النوع من التصادمات وبمختلف حالاته . وأبسط مثال على هذا التصادم هو تصادم السيارات في تقاطع معين من تقاطعات الشوارع . وقبل أن نبدأ في تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي على التصادم في بُعدين ولمختلف الحالات لابد من التركيز على بعض الأمور والتي أهمها ما يلي :

١) إتجاهات الحركة للأجسام المتصادمة قبل وبعد التصادم على المحورين الإحداثيين (السيني والصادي).
٢) تحليل كمية التحرك للأجسام المتصادمة قبل التصادم أو بعد التصادم (أو في كليهما) إلى مركباتها الإتجاهية على المحاور الإحداثية (س ، ص) .
٣) تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي مرة في الإتجاه السيني ومرة في الاتجاه الصادي وتكوين معادلتين في كل إتجاه والتعامل مع المعادلتين معاً .
٤) محاولة رسم حالة التصادم لكي نتمكن من معرفة موقع المركبات الإتجاهية للأجسام المتصادمة على المحورين .

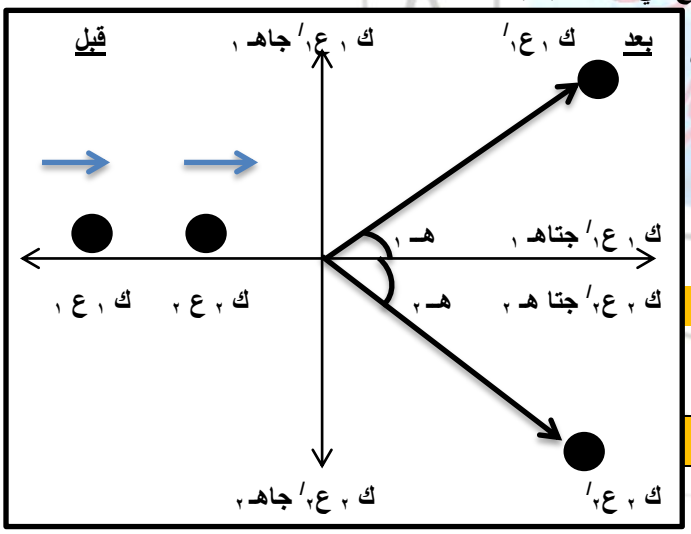
ملاحظة هامة :-

عند تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي على التصادم في بُعدين فلابد من القيام بعمليات التحليل للسرعة قبل التصادم أو بعده أو قبل وبعد لأن السرعة كمية متجهة . وجانباً سنتناول أهم حالاته وكيفية تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي على تلك الحالات .

وفي ما يلي سنتناول طرق تطبيق مبدأ حفظ كمية التحرك الخطي للتصادم في بُعدين (مرن وغير مرن) متناولين أشهر حالاته .

أ) المرن :- أن أشهر حالات التصادم في بُعدين مرن هي الحالات التالية :

ـ الحالة الأولى : في هذه الحالة سنفترض أن الجسمان (١ ، ٢) يتحركان بإتجاه محور السينات الموجب (سابق ولاحق) قبل التصادم وبعد التصادم يتحرك (١) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ ١) أعلى محور السينات الموجب بينما يتحرك (٢) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ ٢) أسفل محور السينات الموجب كما هو موضح في الشكل جانباً



في هذه الحالة نلاحظ أن الجسمين قبل التصادم كان إتجاه حركتهما سيني

ولكن بعد التصادم ظهرت معنا المركبات السينية والصادية لكمية التحرك

لذلك ستكون لدينا معادلتين :

١ ـ في الاتجاه السيني :

$$ك_{١} ع_{١} + ك_{٢} ع_{٢} = ك_{١} ع_{١}/ جتاهـ_{١} + ك_{٢} ع_{٢}/ جتاهـ_{٢} \quad ..$$

٢ ـ في الأتجاه الصادي :

$$صـفـر = ك_{١} ع_{١}/ جاهـ_{١} - ك_{٢} ع_{٢}/ جاهـ_{٢}$$

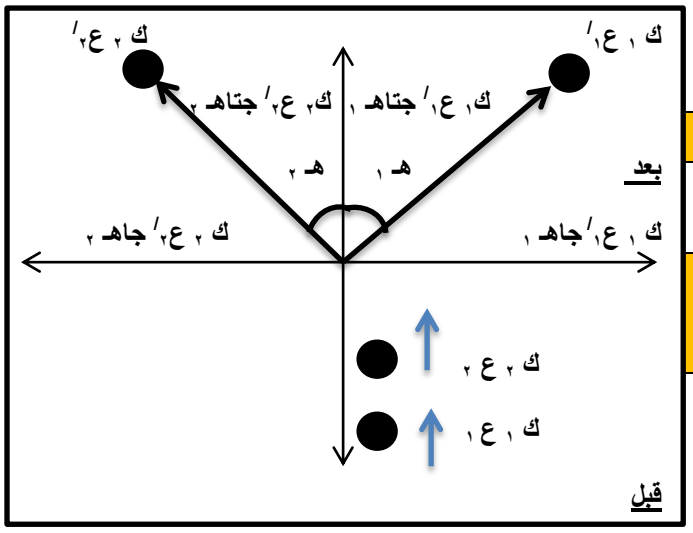
لاحظ أننا إعتبرنا مجموعة كمية التحرك للجسمين قبل التصادم في الاتجاه الصادي = صفر وذلك لأن الجسمين لم تكن لهما حركة على المحور الصادي قبل التصادم ، كما أننا اعتبرنا الإشارة موجبة لمجموع مركبات كمية التحرك للجسمين بعد التصادم في الاتجاه السيني لأنهما في نفس الاتجاه بينما إعتبرناها سالبة لمجموع مركبات كمية التحرك للجسمين بعد التصادم في الاتجاه الصادي لأنهما متعاكسان في الاتجاه (أحدهما للأعلى والأخر للأسفل) .

ـ الحالة الثانية :

في هذه الحالة سنفترض أن الجسمان (١ ، ٢) يتحركان بإتجاه محور الصادات الموجب (سابق ولاحق) قبل التصادم وبعد التصادم يتحرك (١) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ ١) يمين محور الصادات الموجب بينما يتحرك (٢) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها

(هـ ٢) شمال محور الصادات الموجب كما هو موضح في الشكل التالي :

في هذه الحالة ستكون لدينا المعادلتين التاليتين :



١ ـ في الاتجاه السيني :

صـــفـــر = ك ١ ع١/ جاهـ ١ ــ ك ٢ ع٢/ جـــاهـ ٢

٢ ـ في الاتجاه الصادي :

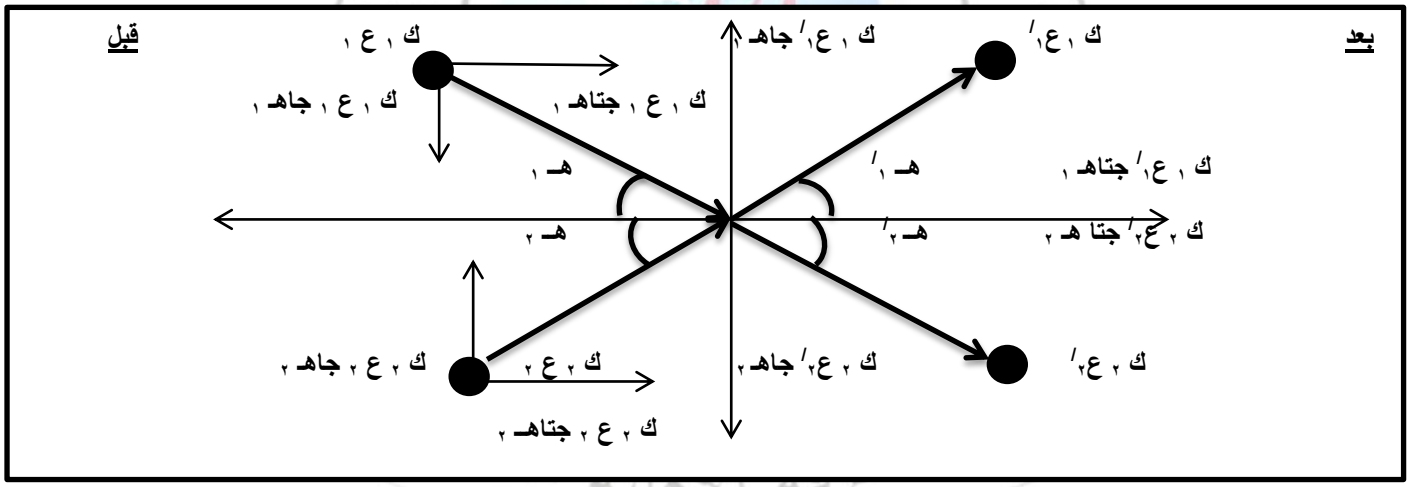
ك١ ع١ + ك ٢ ع٢ =

ك ١ ع١/ جتاهـ ١ + ك ٢ ع٢/ جتاهـ ٢

س / مالفرق الذي تلاحظة بين هذه الحالة والحالة السابقة ؟

ـ الحالة الثالثة (الحالة العامة) :

هذه الحالة هي الحالة الموضحة في الشكل أدناه والتي تعتبر الحالة العامة لكافة التصادمات المرنة في بُعدين . في هذه الحالة سنفترض أن الجسم (١) يتحرك قبل التصادم في إتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ ١) أعلى محور السينات وباتجاه محور السينات الموجب بينما يتحرك الجسم (٢) أسفل محور السينات وبزاوية مقدارها (هـ ٢) وباتجاه محور السينات الموجب ، يحدث التصادم بين الجسمين عند نقطة الأصل وبعد التصادم يتحرك (١) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ١/) أعلى محور السينات الموجب بينما يتحرك (٢) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ٢/) أسفل محور السينات ، يمكنك أن تلاحظ من الشكل أدناه كيفية تحليل كمية التحرك إلى مركباتها السينية والصادية قبل التصادم وبعده .



من الشكل أعلاه يمكن إستنتاج المعادلتين التاليتين :

١ ـ في الإتجاه السيني :

ك ١ ع ١ جتاهـ ١ + ك ٢ ع ٢ جتاهـ ٢ = ك ١ ع١/ جتاهـ ١/ + ك ٢ ع٢/ جتاهـ ٢/

٢ ـ في الإتجاه الصادي :

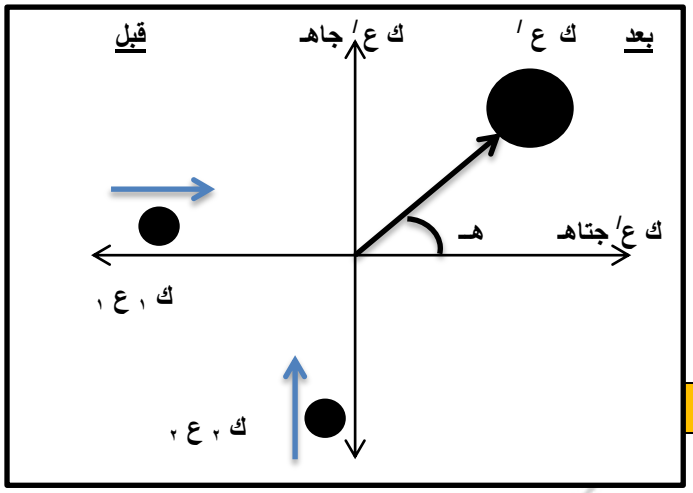
ـ ك ١ ع ١ جاهـ ١ + ك ٢ ع ٢ جاهـ ٢ = ك ١ ع١/ جاهـ ١/ ــ ك ٢ ع٢/ جاهـ ٢/

ملاحظة هامة :ـ

الحالة أعلاه تعتبر حالة عامة لجميع التصادمات المرنة في بعدين ، فمن خلال إفتراض قيم معينة للزوايا (هـ ١ ، هـ ٢ ، هـ ١/ ، هـ ٢/) يمكن أن نحصل على بقية حالات التصادم المرنة في بُعدين . (جربّ ذلك .....!!!)

ب) الغير مرن :ـ من أشهر حالات التصادم في بُعدين غير مرن الحالات التالية :

ـ الحالة الأولى : في هذه الحالة سنفرض أن الجسم (١) يتحرك باتجاه محور السينات الموجب بينما يتحرك الجسم (٢) باتجاه محور الصادات الموجب ، وعند نقطة الأصل يحدث التصادم بين الجسمين بحيث يكونان جسم واحد (حطام) يتحرك بزاوية مقدارها (هـ) أعلى محور السينات الموجب . كما في الشكل أدناه .



بالنظر إلى الشكل المقابل نجد أن التحليل الإتجاهي لكمية التحرك لن

يكون إلا بعد التصادم ، وعليه فإنه سيكون لدينا المعادلتين التاليتين :

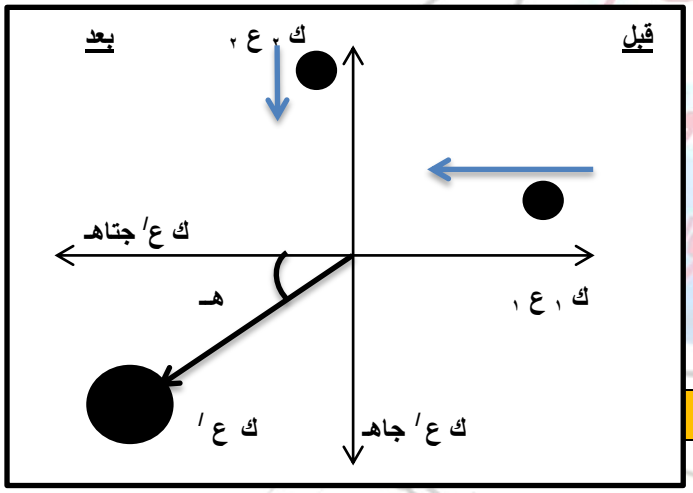
١ ـ في الاتجاه السيني :

$$ك_{١}\,ع_{١} = ك\,ع\,/\,جتاهـ \quad ، \quad ك = ك_{١} + ك_{٢}$$

٢ ـ في الاتجاه الصادي :

$$ك_{٢}\,ع_{٢} = ك\,ع\,/\,جاهـ \quad ، \quad ك = ك_{١} + ك_{٢}$$

ـ الحالة الثانية : في هذه الحالة سنفرض أن الجسم (١) يتحرك باتجاه محور السينات السالب وأن الجسم (٢) يتحرك باتجاه محور الصادات السالب ، وعند نقطة الأصل يحدث التصادم بين الجسمين بحيث يكونان جسم واحد (حطام) يتحرك بزاوية مقدارها (هـ) أسفل محور السينات السالب . كما في الشكل أدناه .



بالنظر إلى الشكل المقابل نجد أن التحليل الإتجاهي لكمية التحرك لن

يكون إلا بعد التصادم ، وعليه فإنه سيكون لدينا المعادلتين التاليتين :

١ ـ في الاتجاه السيني :

$$-\,ك_{١}\,ع_{١} = -\,ك\,ع\,/\,جتاهـ \quad ، \quad ك = ك_{١} + ك_{٢}$$

٢ ـ في الاتجاه الصادي :

$$-\,ك_{٢}\,ع_{٢} = -\,ك\,ع\,/\,جاهـ \quad ، \quad ك = ك_{١} + ك_{٢}$$

س / هل يوجد فرق بين معادلات الحالة الأولى ومعادلات الحالة الثانية ؟

أمثلة وتمارين عامة عن التصادم في بُعديـــن

مـــثـــال (١) : وزاري (٢٠٠٩ ـ ٢٠١٠م)

كرتان كتلتاهما (٠,٤كجم ، ٠,٢ كجم) تسيران بسرعة (٥م/ث ، صفر م/ث) على الترتيب . فإذا إصطدمت الأولى بالثانية وبعد التصادم صنعتا زاويتين (هـ ١ = ٣٠ ° ، هـ٢ = ٦٠ °) مع خط حركتهما الأساسي . فما مقدار الطاقة الحركية للكرتين بعد التصادم مباشرة ؟

الـــحـــــل :

المـعـطـــيات :

ك١= ٠,٤ كجم .... ك٢ = ٠,٢ كجم .... ع١= ٥م/ث ع٢ = صفر م/ث .... هـ١= ٣٠ ° .... هـ٢ = ٦٠ °

طح/١ = ؟ ..... طح/٢ = ؟ ..... لإيجاد طح/١ و طح/٢ نوجد أولاً ع/١ و ع/٢

الأتجاه السيني :

ك١ع١ + ك٢ع٢ = ك١ع/١ جتاهـ١ + ك٢ع/٢ جتاهـ٢

٠,٤ x ٥ + صفر = ٠,٤ع/١ جتا ٣٠ + ٠,٢ع/٢ جتا ٦٠

$$٢ = \frac{٠,٤ \text{ x } ٣\sqrt{}}{٢} ع/١ + \frac{٠.٢ \text{ x } ١}{٢} ع/٢$$

$$٢ = ٠,٢ \sqrt{٣} ع/١ + ٠,١ ع/٢ \quad \longleftarrow (١)$$

الأتجاه الصادي :

صفر = ك١ع/١ جاهـ١ ــ ك٢ع/٢ جاهـ٢

صفر = ٠,٤ع/١ جا٣٠ ــ ٠,٢ع/٢ جا٦٠

صفر = ٠,٢ع/١ ــ ٠,١ $\sqrt{٣}$ ع/٢

٠,٢ع/١ = ٠,١ x $\sqrt{٣}$ ع/٢

$$ع/١ = \frac{٠,١ \text{ x } ٣}{٠,٢} ع/٢ \quad \longleftarrow (٢)$$ بالتعويض من (٢) في (١) نحصل على :

$$٢ = ٠,٢ \text{ x } \sqrt{٣} \frac{٠,١ \text{ x } \sqrt{٣} ع/٢}{٠,٢} + ٠.١ ع/٢$$

٢= ٣x ٠,١ ع/٢ + ٠,١ع/٢

٢ = ٠,٤ ع/٢ ع/٢ = ٥م/ث $\longleftarrow$ (٣) بالتعويض من (٣) في (٢) نحصل على :

$$ع/١ = \frac{٠,١ \text{ x } \sqrt{٣} \text{ x } ٥}{٠,٢}$$

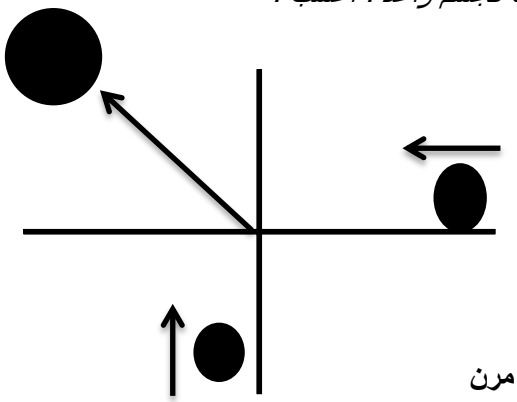
ع/١ = ٢,٥ $\sqrt{٣}$ م/ث والآن نوجد طح/١ و طح/٢ وذلك كمايلي :

طح/١ = $\frac{1}{2}$ ك١ع/١^{٢} = $\frac{1}{2}$ x ٠,٤ x (٢,٥ $\sqrt{٣}$)^{٢}

طح/١ = ٣,٧٥ جـــــول وبالمثل نجد أن

طح/٢ = ٢,٥ جـــــول ..... #

(١) **مـــثـــال (٢) :** يتحرك جسم كتلته ٣كجم بإتجاه محور الصادات الموجب بسرعة ٩ م/ث تقابل مع جسم آخر يتحرك بإتجاه محور السينات السالب بسرعة ٣ م/ث وكتلته ٥كجم فتصادما وبقيا يتحركان معاً كجسم واحد . أحسب :



أ/ مقدار وإتجاه سرعة الحطام ؟

ب/ الفقد في طاقة الحركة بسبب التصادم ؟

الحل :

المعطيات :

ك$_{١}$= ٣كجم ... ع$_{١}$ = ٩م/ث ... ك$_{٢}$ = ٥كجم ... ع$_{٢}$ = ٣م/ث

ع$'$ = ؟ ..... هـ = ؟ ..... Δ طح = ؟ التصادم هوتصادم في بعدين غير مرن

أ/ لأيجاد ع$'$ و هـ نبدأ برسم حالة التصادم

الأتجاه السيني :

ك$_{٢}$ع$_{٢}$ = (ك$_{١}$ + ك$_{٢}$) ع$'$ جتاهـ ⟵ ٣x٥ = (٣+٥) ع$'$جتاهـ

١٥ = ٨ع$'$ جتاهـ ⟵ ع$'$ جتاهـ = ١,٩ ⟵ (١)

الأتجاه الصادى :

ك$_{١}$ع$_{١}$ = (ك$_{١}$ + ك$_{٢}$) ع$'$ جاهـ ⟵ ٣x٩ = ٨ ع$'$ جاهـ

٢٧ = ٨ع$'$ جاهـ ⟵ ع$'$ جاهـ = ٣,٤ ⟵ (٢)

بقسمة (٢) على (١) نحصل على :

$$\frac{\text{جاهـ}}{\text{جتاهـ}} = ٣,٤ / ١,٩$$

ظاهـ = ١,٧٩ ⟷ هـ = ظا$^{-١}$ (١,٧٩)

♠ هـ = ٦٠,٨ ° ⟵ (٣)

المعادلة (٣) توضح أن إتجاه الجسم أو الحطام هو بزاوية ٦٠,٨ أعلى محور السينات السالب وبالتعويض من هذه المعادلة في (١) أو (٢) نحصل على قيمة ع$'$ وذلك كما يلي :

♥ ع$'$ جاهـ = ٣,٤ ⟵ ♣ ع$'$ جا (٦٠,٨) = ٣,٤

♠ ع$'$ = ٣,٤ / جا(٦٠,٨)

♠ ع$'$ = ٣,٩ م/ث ..... #

بـ / Δ طح = طح$_{قبل}$ ـ طح$_{بعد}$

طح$_{قبل}$ = $\frac{1}{2}$ ك$_{١}$ع$_{١}^{٢}$ + $\frac{1}{2}$ ك$_{٢}$ع$_{٢}^{٢}$ = $\frac{1}{2}$ (٣x٨١ + ٥x٩) = $\frac{1}{2}$ (٢٤٣ + ٤٥) ♣ طح$_{قبل}$ = ١٤٤ جـــول

طح$_{بعد}$ = $\frac{1}{2}$ (ك$_{١}$ + ك$_{٢}$) ع$'^{٢}$ = $\frac{1}{2}$ x ٨ x (٣,٩)^{٢} = ٦٠,٨٤ جـــول

♠ Δ طح = ١٤٤ ــ ٦٠,٨٤ = ٨٣,٢ جـــول .... #

مـــثـــال (٣) : وزاري ٢٠١٠ ــ ٢٠١١م

جسم كتلته ٣٠ كجم يتحرك بسرعة ٢٠٠ م/ث بإتجاه محور السينات الموجب إنفجر إلى ثلاثة أجزاء الأول كتلته ١٠ كجم تحرك بسرعة ١٠٠ م/ث بإتجاه محور الصادات الموجب والثاني كتلته ٤كجم ويتحرك بسرعة ٥٠٠ م/ث في إتجاه محور السينات السالب . أوجد مقدار وإتجاه سرعة الجزء الثالث ؟

الـــحـــل

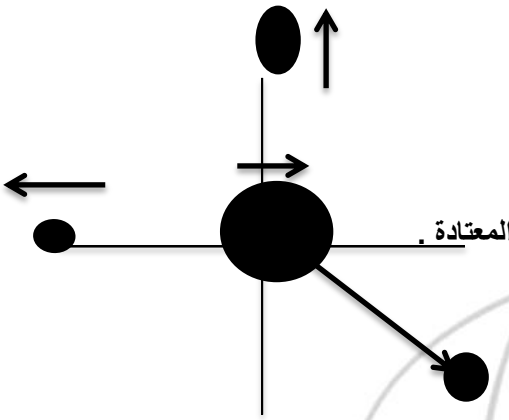
المعطيات :

ك = ٢٠كجم .... ع = ٢٠٠م/ث ك١= ١٠كجم .... ع١ = ١٠٠م/ث ك٢ = ٤كجم .... ع٢ = ٥٠٠م/ث

ك٣ = ك ـ (ك١+ ك٢) = ٢٠ ــ (١٠+٤) = ٦كجم

ع٣ = ؟ ..... هـ =..... ؟

لأجابة هذه المسألة لابد من رسمها أولا



ملاحظة: سنفرض أن الجزء الثالث تحرك بزاوية مقدارها هـ ونقوم بحل المسألة بالطرق المعتادة .

الأتجاه السيني:

ك ع = ك٣ع٣ جتاهـ ـ ك٢ع٢

٢٠ x ٢٠٠ = ٦ع٣ جتاهـ ـ ٤x٥٠٠

٤٠٠٠ = ٦ع٣ جتاهـ ـ ٢٠٠٠

٦ع٣ جتاهـ = ٢٠٠٠

∴ ع٣ جتاهـ = ٣٣٣,٣ ⟵ (١)

الأتجاه الصادى :

صفر = ك١ع١ ــ ك٣ع٣ جاهـ ⟵ ك٣ع٣ جاهـ = ك١ع١

٦ع٣ جاهـ = ١٠ x ١٠٠

∴ ع٣ جاهـ = ١٦٦,٧ ..... (٢) بقسمة (٢) على (١) نحصل على :

ع٣ جاهـ = ١٦٦,٧

ع٣ جتاهـ ٣٣٣,٣

ظاهـ = ٠,٥ ⟷ هـ = ظا$^{-1}$ (٠,٥)

∴ هـ = ٢٦,٦ ° أسفل محور السينات الموجب وهذا هو الأتجاه . وللحصول على ع٣ نعوض عن هـ في (١) أو (٢) كمايلي :

ع٣ جا ٢٦,٦ = ١٦٦,٧ ⟷ ع٣ = ٣٧٢,٣م/ث ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

جسم كتلته (١٢كجم) يتحرك بسرعة (٢٠ م/ث) بإتجاه يصنع زاوية (صفر°) مع محور السينات الموجب وجسم آخر كتلته (١٠ كجم) يتحرك على نفس الخط بسرعة (٢٥م/ث) إذا تصادم الجسمان تصادماً مرناً وأنحرف الأول بزاوية (٤٥ °) أعلى محور السينات والآخر بزاوية (٣٠ °) أسفل محور السينات فمامقدار الفقد في الطاقة الحركية للجسمين بعد التصادم ؟

تمرين (٢)

قاطرة كتلتها (٢٠ طن) تتحرك بإتجاه الجنوب الغربي بسرعة (٦ م/ث) وسيارة نقل صغيرة كتلتها (٥ طن) تتحرك بإتجاه الغرب . فإذا تصادمت القاطرة بالسيارة تصادم غير مرن . فأحسب :

١) زاوية إنحراف الحطام ؟

٢) سرعة الحطام ؟

٣) الدفع الواقع على السيارة ؟

تمرين (٣)

طائرة كتلتها (٣ طن) تتحرك أفقياً بسرعة (١٢٠ م/ث) يطلق عليها صاروخ (أرض ــ جو) بزاوية إطلاق (٤٥ °) وبسرعة إبتدائية مقدارها (٢٠٠ م/ث) إذا إصطدم الصاروخ بالطائرة وألتحم بها مبدئياً قبل أن تنفجر ، وكانت كتلة الصاروخ تساوي (٥٠٠ كجم)

فأحسب :

١) زاوية إنحراف الحطام ؟

٢) سرعة الحطام ؟

الدرس الثاني/ الصواريخ ذاتية الدفع

❖ تعريف الصواريخ ذاتية الدفع :ـ

هي عبارة عن وسائل نقل لها القدرة على التحرر من نطاق الجاذبية الأرضية وغزو الفضاء الخارجي .

❖ إستخداماتها (وظيفتها والغرض منها) :ـ

١ـ حمل الأقمار الصناعية إلى الفضاء الخارجي ووضعها في مداراتها المحددة حول الأرض أو أي كوكب آخر .

٢ـ حمل المركبات (المساير) الفضائية المأهولة والغير مأهولة إلى الفضاء الخارجي .

٣ـ حمل المكوك الفضائي إلى المحطات الفضائية .

❖ مبدأ عملها :ـ

تعمل الصواريخ ذاتية الدفع وفقاً لمبدأ حفظ كمية التحرك الخطي ووفقاً للقانون الثالث لنيوتن (قانون الفعل و ردّ الفعل) (أنظر نشاط ١ صـ ٣٠).

❖ تركيب الصواريخ ذاتية الدفع :ـ

يتركب أي صاروخ ذاتي الدفع من ثلاثة أجزاء أساسية ، وهي كما يلي :

١ـ قاعدة الصاروخ :

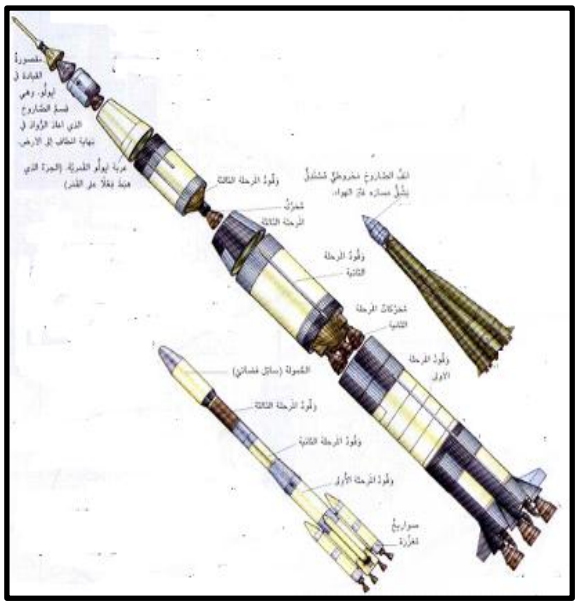
وهي عبارة عن أدنى جزء في الصاروخ ويحوي خزان وقود (خليط من الغازات القابلة للإشتعال) بالإضافة إلى محركات دفع عالية لايقل عددها عن خمسة محركات ، والوظيفة الأساسية لهذا الجزء هي إكساب الصاروخ قوة دفع نحو الأعلى نتيجة لإحتراق الغازات .

٢ـ جسم الصاروخ :

وهو عبارة عن الجزء الوسطي من الصاروخ ويعتبر أيضاً أطول جزء فيه ويتكون من مجموعة من محركات الدفع (لايقل عددها عن خمسة محركات أيضاً) بالإضافة إلى خزانات وقود ثانوية ، كما أن جسم الصاروخ مقسم إلى عدة أجزاء ، والوظيفة الأساسية لهذا الجزء هي حمل مكوك الفضاء وزيادة قوة دفع الصاروخ للأعلى .

٣ـ رأس الصاروخ :

وهو عبارة عن أعلى جزء من الصاروخ كما أنه أصغر جزء في الصاروخ ، يحوي هذا الجزء القمر الصناعي بالإضافة إلى محرك دفع واحد فقط .



❖ ***كيفية عمل الصواريخ ذاتية الدفع :ـ*** تعمل الصواريخ ذاتية الدفع على ثلاث مراحل أساسية ومتتالية ، وهي كما يلي :

ـ المرحلة الأولى (مرحلة الدفع والإطلاق) :

تبدأ هذه المرحلة بإشتعال الوقود في قاعدة الصاروخ مما يؤدي إلى خروج هذه الغازات من أسفل الصاروخ بكمية تحرك كت غ نحو الأسفل وذلك يسبب إندفاع للصاروخ نحو الأعلى بكمية تحرك مقدارها كت ص (فعل وردّ فعل) ، ونظراً لكوّن هذه المرحلة مزودة بخمسة محركات تولد دفعاً بقوة هائلة فإن الصاروخ يندفع نحو الأعلى مخترقاً طبقات الغلاف الجوي ، وتعمل هذه المرحلة لمدة دقيقتين ونصف فقط بعد إنطلاق الصاروخ ثم تنفصل بعد نفاذ الوقود عن بقية الصاروخ .

ـ المرحلة الثانية (مرحلة الإختراق والتفكك) :

تبدأ هذه المرحلة بمجرد إنفصال المرحلة الأولى والمختص بتنفيذ هذه المرحلة هو جسم الصاروخ ، فعند إنفصال المرحلة الأولى يشتعل وقود المرحلة الثانية وحيث أنها مزودة بخمسة محركات دفع يتولد دفع يقل كثيراً عن دفع المرحلة الأولى ولكنه كافي لزيادة سرعة الصاروخ وإندفاعه نحو الأعلى مخترقاً طبقات الغلاف الجوي ، وفي هذه المرحلة تتفكك أجزاء جسم الصاروخ الواحد تلو الآخر حتى تخترق طبقات الغلاف الجوي كاملة يفرغ وقودها ثم تنفصل ليتبقى رأس الصاروخ فقط وتبدأ المرحلة الثالثة .

ـ المرحلة الثالثة (مرحلة الإنحراف والدوران) :

تبدأ هذه المرحلة بمجرد وصول رأس الصاروخ إلى الفضاء الخارجي وعلى إرتفاع لايقل عن ١٥٠ كم من سطح الأرض ، يبدأ وقود هذه المرحلة بالإشتعال بمجرد إنفصال المرحلة الثانية وحيث أن هذه المرحلة مزودة بمحرك دفع واحد فإن رأس الصاروخ يكتسب سرعة محددة تصل إلى حوالي ٨ كم / ث هذه السرعة تكون سرعة دورانية يدور بها رأس الصاروخ دورة واحدة فقط حول الأرض يكتسب من خلالها القمر الصناعي مداره حول الأرض .

نشاط (١) (نشاط يوضح مبدأ عمل الصاروخ ذاتي الدفع)

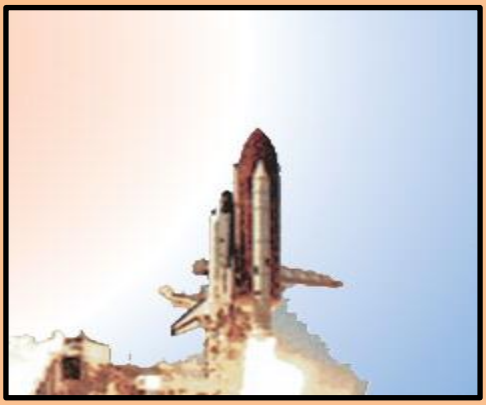
١/ إحضر بالونة مطاطية ثم أنفخها لتمتلئ بالهواء .

٢/ إترك البالونة بعد نفخها مفتوحة وحرة الحركة . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

تتحرك البالونة في الإتجاه المعاكس لحركة الهواء الخارج منها . كما في الشكل أدناه

البالونة



الصاروخ ذاتي الدفع

❖ الإحتياطات والشروط التى يجب مراعاتها فى تركيب وإطلاق الصواريخ ذاتية الدفع :ـ

١) **الوزن الصافي للصاروخ :** وهو وزن كل مرحلة وكل جزء من الصاروخ على حدة وكذلك وزن الأجهزة والمعدات ، حيث يعتبر هذا الوزن من أهم المشكلات في الصواريخ .

٢) **طول الصاروخ :** ويقصد به إرتفاع الصاروخ بجميع أجزاءه ، حيث يشترط في الصاروخ أن يكون طويل وذلك يضمن توازنه وإستقراره في مداره وعدم إهتزازه أثناء صعوده للأعلى .

٣) **شكل الصاروخ :** يشترط في الصاروخ أن يصمم بشكل إنسيابي بحيث يبدو كاالقلم الرصاص وذلك لضمان إنقاص ضغط الهواء على كل جزء من أجزائه إلى أقل ما يمكن .

٤) **أجهزة التوجيه :** وهي عبارة عن صواريخ نفاثة صغيرة تركب في المكوك الفضائي وهي خاصة بالمرحلتين الأولى والثانية من مراحل عمل الصاروخ ، حيث أنه كلما أراد رائد الفضاء توجيه المكوك في إتجاه معين فماعليه سوى إطلاق الصاروخ المناسب في الاتجاه المعاكس ، ففكرة عمل أجهزة التوجيه هي قانون الفعل ورد الفعل .

٥) **عدد محركات الدفع :** حيث يختلف عدد محركات الدفع وقوتها من مرحلة إلى أخرى بإختلاف مقاومة الهواء لحركة الصاروخ .

٦) **سرعة وطاقة حركة الصاروخ عند الإطلاق :** يشترط عند إطلاق الصاروخ أن تكون طاقة حركته مساوية لطاقة وضعه ، وذلك حتى يكتسب الصاروخ سرعة ثابتة تسمى (سرعة الإفلات أو الهروب) حيث أن هذه السرعة هي أقل سرعة تمكن الصاروخ من الإفلات من الجاذبية الأرضية .

٧) **إتجاه إطلاق الصاروخ :** وهنا يحدد اتجاه إطلاق الصاروخ بتحديد الغرض منه ، فإذا كان الغرض منه حمل القمر الصناعي إلى الفضاء الخارجي وإلى مدار أي كوكب آخر غير الأرض فإنه لابد أن يكون إتجاه الإطلاق رأسي ، أما إذا كان الغرض من الصاروخ هو حمل القمر الصناعي ووضعه في مدار حول الأرض فلابد أن يطلق بشكل أفقي وباتجاه الشرق .

❖ قوانين الصواريخ ذاتية الدفع :ـ

١/ حساب كمية تحرك الصاروخ أو الغازات وكذلك السرعة :

من قانون الفعل ورد الفعل لدينا :

دفع ص = ـ دفع غ وحيث أن دفع = Δ كت

♣ Δ كت ص = ـ Δ كت غ (الإشارة السالبة تدل على تعاكس إتجاه الحركة)

♣ (كت بعد ـ كت قبل) ص = ـ (كت بعد ـ كت قبل) غ

♣ ك ص ع ص ـ صفر = ـ (ك غ ع غ ـ صفر)

♣ ك ص ع ص = ـ ك غ ع غ

حيث (ك ص ، ع ص) كتلة وسرعة الصاروخ ، و (ك غ ، ع غ) كتلة وسرعة الغازات المحترقة والمندفعة من مؤخرة الصاروخ .

٢/ حساب قوة دفع محرك الصاروخ (ق محرك) :

♥ الدفع = ق محرك x ز غ = Δ كت ص = ـ Δ كت غ حيث (ق محرك) قوة دفع محرك الصاروخ و (ز غ) زمن إحتراق الغازات

♣ ق محرك x ز غ = ك ص ع ص = ـ ك غ ع غ

♣ ق محرك = ك ص ع ص / ز غ = ـ ك غ ع غ / ز غ

تعليلات هامة :

١ـ تعمل الصواريخ ذاتية الدفع عند مغادرة الجاذبية دون أن تؤثر عليها أي قوة ؟

ج / لأن الفعل وردّ الفعل يحدث داخل المحرك نفسه .

٢ـ تعمل الصواريخ على عدة مراحل ؟

ج/ لكي تندفع بقوة أكبر للأعلى مما يمكنها من التغلب على الجاذبية كما أن نقصان وزنها يزيد من عملية الدفع .

٣ـ تطلق الصواريخ باتجاه أفقي نحو الشرق ؟

ج/ نظراً لكون الأرض تدور من الشرق للغرب فإن عملية الأطلاق بهذا الشكل تجعل القمر الصناعي ملازماً للدولة التي أطلقته ، كما أن ذلك يؤدي إلى سهولة عملية الأطلاق وتلاشي ردّ فعل الإنطلاق .

٣ / حساب قوة صعود الصاروخ للأعلى (ق صعود) (القوة المحصلة) :

القوة التي يصعد بها الصاروخ = قوة دفع محرك الصاروخ ـ قوة وزن الصاروخ

♣ ق صعود = ق محرك ـ ق و ♥ ق و = ك ص x د حيث (د) عجلة الجاذبية الأرضية

♣ ق صعود = ق محرك ـ ك ص د

٤/ حساب عجلة صعود الصاروخ نحو الأعلى (جـ صعود) :

♥ ق = ك x جـ (القانون الثاني لنيوتن) ⟵ ♣ ق صعود = ك ص x جـ صعود

♣ جـ صعود = ق صعود / ك ص = ق محرك ـ ك ص x د / ك ص

ملاحظة : من خلال القانون السابق نستطيع حساب العجلة التي يصعد بها الصاروخ نحو الأعلى لحظة بدء تحركه أي أثناء عمل المرحلة الأولى ، أما عند إنتهاء المرحلة الأولى فإن كتلة الصاروخ ستتغير وبالتالي تتغير عجلة صعود الصاروخ نحو الأعلى أثناء عمل المرحلة الثانية وكذلك أثناء عمل المرحلة الثالثة .

أمثلة وتمارين عامة عن الصواريخ ذاتية الدفع

مـثـــال : *إذا كانت الكتلة الكلية لصاروخ عند إقلاعه (١١٠٠٠ كجم) وإندفعت منه الغازات بمعدل (١٠٠ كجم / ث) وبسرعة (١٥٠٠ م/ ث) فأوجد :*

١) قوة دفع محرك الصاروخ عن الإقلاع ؟
٢) القوة التي يصعد بها الصاروخ نحو الأعلى ؟ علماً بأن د = ١٠ م / ث٢ .

الـــحـــل

المعطيات : ك ص = ١١٠٠٠ كجم ك غ = ١٠٠ كجم ز غ = ١ ثانية ع غ = ١٥٠٠ م / ث

١) لحساب قوة دفع محرك الصاروخ (ق محرك) لدينا العلاقة التالية :

♥ ق محرك = ك ص ع ص / ز غ = ـ ك غ ع غ / ز غ

♣ ق محرك = ـ ١٠٠ x ١٥٠٠ / ١ = ١٥ x ١٠ ٤ نيوتن .....# (أهملنا الأشارة السالبة لأنها تدل على الاتجاه فقط)

٢) لحساب القوة التي يصعد بها الصاروخ نحو الأعلى (ق صعود) لدينا العلاقة التالية :

♥ ق صعود = ق محرك ـ ك ص د

♣ ق صعود = ١٥ x ١٠ ٤ ـ ١١ x ١٠ ٣ x ١٠

♣ ق صعود = ٤ x ١٠ ٤ نيوتن ..... #

سرعة الإفلات من الجاذبية (سرعة الهروب)

تحدثنا مسبقاً عن الإحتياطات والشروط اللازم مراعاتها عند إطلاق الصواريخ ذاتية الدفع ، وذكرنا من ضمن تلك الشروط سرعة إطلاق الصاروخ واتجاه الإطلاق ، وهنا سنتحدث عن هذا الشرط ، فللحصول على مسار دائري لأي جسم حول الأرض فإنه لابد أن يطلق بشكل أفقي وبسرعة ثابتة تسمى (سرعة الدوران) وقيمتها تساوي (٨ كم / ث) هذه السرعة تمكن الجسم المحمول على الصاروخ من الخروج من مقاومة الهواء وإكتساب مساراً دائرياً حول الأرض .

أما إذا أردنا لهذا الجسم أن يخرج من نطاق الجاذبية الأرضية ويفلت منها ، فلابد من إطلاق الصاروخ بسرعة أكبر من سرعة الدوران حول الأرض ، هذه السرعة تسمى (سرعة الإفلات أو سرعة الهروب) وبشكل رأسي ، هذه السرعة ذات مقدار ثابت لكل كوكب على حدة ، فقيمتها بالنسبة للأرض تساوي (١١,٢ كم / ث) ، وللحصول عليها فلابد أن تكون طاقة حركة الصاروخ مساوية لطاقة وضعه أو تزيد عنها قليلاً عند الإطلاق مباشرة ، وتسمى هذه الطاقة (طاقة الإفلات أو الهروب) وهي أيضاً ذات مقدار ثابت إذ تساوي(٦٢ مليون جول) لكل كيلوجرام من الغازات المحترقة والمنطلقة من الصاروخ .

تعريف سرعة الإفلات

هي أقل سرعة إبتدائية يجب أن يزود بها أي جسم لكي يفلت ويتحرر من جاذبية أي كوكب ولايعود إليه مرة أخرى ، وهي ذات مقدار ثابت وتختلف قيمتها بإختلاف الكوكب المراد للجسم أن يفلت من جاذبيته .

جدول يوضح قيم سرعة الإفلات

الكوكب أو النجم	قيمة سرعة الإفلات من سطحه بوحدة (كم / ث)
الشمس	٤٢,٢ من سطحها
المشتري	٦٠,٢
زحل	٣٦
نبتون	٢٤,٩
أورانوس	٢٢,٣
الأرض	١١,٢
الزهرة	١٠,٤
المريخ	٥
عطارد	٤,٣
القمر	٢,٤

حساب سرعة الإفلات من الأرض :

حيث أنه يشترط أن تكون طاقة حركة الصاروخ مساوية لطاقة وضعه فإن :

طـح ص = طـو ص

♣ $\frac{1}{2}$ ك ص (ع إفلات)^{٢} = ك ص د نق ر (حيث نق ر نصف قطر الأرض)

♣ $\frac{1}{2}$ (ع إفلات)^{٢} = د نق ر

♣ (ع إفلات)^{٢} = ٢ د نق ر بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

♣ ع إفلات = $\sqrt{٢ \text{ د نق ر}}$ .....(١)

يمكن أيضاً حساب سرعة الإفلات من جاذبية الأرض من خلال علاقة آخرى يمكن إستنتاجها كما يلي :

♥ د = $\frac{\text{ج ك ر}}{\text{نق ر}^{٢}}$ حيث (ج ثابت الجذب العام ، ك ر كتلة الأرض) ((*راجع كتاب الفيزياء للصف ٢ ث الوحدة الثانية*))

بالتعويض في العلاقة (١) أعلاه نحصل على :

♣ ع إفلات = $\sqrt{\frac{٢ \text{ ج ك ر}}{\text{نق ر}}}$ ..... (٢)

مع العلم بأن :

ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م^{٢} / كجم^{٢} ك ر = ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم نق ر = ٦,٤ x ١٠ ^{٦} متر

د = ٩,٨ م / ث^{٢} ≃ ١٠ م / ث^{٢}

عند التعويض عن هذه الثوابت في إحدى العلاقتين (١) و (٢) نحصل على قيمة سرعة الإفلات من الجاذبية الأرضية والتي تساوي ١١,٢ كم / ث ، وإذا ما أردنا حساب سرعة الإفلات من أي كوكب فما علينا سوى إستبدال عجلة جاذبية الأرض (د) و (نق ر) في العلاقة (١) بعجلة جاذبية ذلك الكوكب ونصف قطره ، أو نستبدل (نق ر) و (ك ر) في العلاقة (٢) بنصف قطر وكتلة ذلك الكوكب .

ملاحظات :

١) لاتعتمد سرعة إفلات الجسم على كتلته و على كتلة الكوكب .
٢) العوامل الأساسية التي تعتمد عليها سرعة الإفلات هي قيمة عجلة جاذبية الكوكب وكذلك نصف قطره .
٣) إذا زادت سرعة إفلات الجسم من أي كوكب عن القيمة الثابتة لسرعة الإفلات لذلك الكوكب فإن الجسم سيفلت نهائياً من ذلك الكوكب وقد يصبح تابعاً لكوكب آخر أو للشمس ، و إذا قلت سرعة إفلات الجسم عن القيمة الثابتة لسرعة الإفلات لذلك الكوكب فإن الجسم لن يفلت من جاذبية ذلك الكوكب وسيصل إلى إرتفاع معين ثم يعود إلى سطح الكوكب .

أمثلة وتمارين عامة عن سرعة الإفلات

مـــثـــال (١) : إحسب سرعة الإفلات من المشتري إذا علمت أن نق مشتري = ٧,١٤ × ١٠ ^{٧} م ، و أن د مشتري = ٢٥ م / ث ^{٢} ؟ ثم إحسب مقدار كتلة المشتري؟

الـــحـــل

الـــمـــعـــطـــيـــات : نق مشتري = ٧,١٤ x ١٠ ^{٧} م د مشتري = ٢٥ م / ث ^{٢} ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م ^{٢} / كجم ^{٢}

١ـ لحساب سرعة الإفلات من سطح المشتري لدينا العلاقة التالية :

♥ ع إفلات = $\sqrt{٢}$ د مشتري نق مشتري ← ♣ ع إفلات = $\sqrt{٢ \times ٢٥ \times ٧,١٤ \times ١٠^{٧}}$

♣ ع إفلات = $\sqrt{٣٥,٧ \times ١٠^{٨}}$ ← ♣ ع إفلات = ٥,٩٧ x ١٠ ^{٤} م / ث = ٥٩,٧ كم / ث ..... #

٢ـ ولحساب مقدار كتلة المشتري لدينا العلاقة التالية :

♥ (ع إفلات)^{٢} = $\frac{٢ \text{ ج ك}_{\text{مشتري}}}{\text{نق مشتري}}$

♣ ك مشتري = $\frac{(\text{ع إفلات})^{٢} \text{ نق مشتري}}{٢ \text{ ج}}$ ← ♣ ك مشتري = $\frac{(٥,٩٧ \times ١٠^{٤})^{٢} \times ٧,١٤ \times ١٠^{٧}}{٢ \times ٦,٦٧ \times ١٠^{-١١}}$

♣ ك مشتري = ١٩,٠٨ x ١٠ ^{٢٦} كجم ..... #

مـــثـــال (٢) : إذا علمت أن سرعة الإفلات من القمر (٢,٤ كم / ث) وأن عجلة جاذبية القمر تساوي سُدس عجلة جاذبية الأرض ، فكم يبلغ نصف قطر القمر ؟ وكم تبلغ كتلته ؟ علماً بأن د ر = ١٠ م / ث^{٢} ، ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م^{٢} / كجم^{٢} .

الـــحـــل

الـــمـــعـــطـــيـــات : نق قمر = ٢,٤ كم / ث = ٢,٤ x ١٠ ^{٣} م د قمر = ١ / ٦ د ر = ٦/١ x ١٠ = ١,٧ م / ث ^{٢}

ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م ^{٢} / كجم ^{٢}

١) لحساب نصف قطر القمر لدينا العلاقة التالية :

♥ (ع إفلات)^{٢} = ٢ د قمر نق قمر ← ♣ نق قمر = $\frac{(\text{ع إفلات})^{٢}}{٢ \text{ د قمر}}$

♣ نق قمر = $\frac{(٢,٤ \times ١٠^{٣})^{٢}}{٢ \times ١,٧}$ = ١,٦٩٤ x ١٠ ^{٦} متر ..... #

٢) ولحساب كتلة القمر لدينا العلاقة التالية :

♥ (ع إفلات)^{٢} = $\frac{٢ \text{ ج ك}_{\text{قمر}}}{\text{نق قمر}}$

♣ ك قمر = $\frac{(\text{ع إفلات})^{٢} \text{ نق قمر}}{٢ \text{ ج}}$ ← ♣ ك قمر = $\frac{(٢,٤ \times ١٠^{٣})^{٢} \times ١,٦٩٤ \times ١٠^{٦}}{٢ \times ٦,٦٧ \times ١٠^{-١١}}$

♣ ك مشتري = ٧,٣١ x ١٠ ^{٢٢} كجم ..... #

تـــمـــــارين مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

في المثال (٢) السابق إحسب النسبة بين كلاً من :

١) كتلة القمر إلى كتلة الأرض . علماً بأن ك $_{ر}$ = ٦ X ١٠ ^{٢٤} كجم ؟

٢) سرعة الإفلات من القمر إلى سرعة الإفلات من الأرض ؟

٣) حجم القمر إلى حجم الأرض . على إعتبار أن كلاً منهما ذو شكل كروي ؟

تمرين (٢)

من الجدول (١) أعلاه وبمعلومية قيمة سرعة الإفلات من سطح الشمس ، ومعرفة أن نصف قطرها يساوي ٧ X ١٠ ^{٨} متر فأحسب قيمة عجلة جاذبية الشمس وكذلك كتلتها ؟ مع العلم بأن ج = ٦,٦٧ X ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م ^{٢} / كجم ^{٢} .

تمرين (٣)

أُطلق صاروخ ذاتي الدفع من سطح الأرض رأسياً نحو الأعلى ، وبعد مرور ٥ دقائق أصبحت سرعته ٨,٢ كم / ث ، إذا علمت أن كتلته تساوي ٢٠٠٠ كجم وأن د = ١٠ م / ث ^{٢} . فأحسب ما يلي :

١) إثبت رياضياً أن هذا الصاروخ سيفلت من الجاذبية ؟

٢) إرتفاع الصاروخ بعد مرور ٥ دقائق من إطلاقه ؟

تمرين (٤)

صاروخ ذاتي الدفع كتلته ٣ طن يتحرك من السكون بتأثير قوة تصعيدية نحو الأعلى مقدارها ٩ X ١٠ ^{٤} نيوتن ، إذا كانت سرعة الغازات المنطلقة من مؤخرة الصاروخ ٦٠٠ م / ث وعجلة الجاذبية الأرضية ١٠ م / ث ^{٢} فأحسب :

١) سرعة إنطلاق الصاروخ ؟

٢) كتلة الغازات المحترقة ؟

الدرس الثالث / حركة الأقمار الصناعية

❖ تعريف الأقمار الصناعية :

هي عبارة عن أجهزة معّدة ومجهزة بأحدث الأجهزة والدارات الإلكترونية ترسل للفضاء الخارجي بإستخدام الصواريخ ذاتية الدفع ، ولها العديد من الإستخدامات ، وتعتبر بمثابة توابع صناعية تدور حول الكواكب في مدارات محددة وعلى إرتفاعات مختلفة من سطحها و بصورة مشابهة للتوابع الطبيعية لتلك الكواكب .

❖ إستخدامات الأقمار الصناعية :

تستخدم الأقمار الصناعية في العديد من الأغراض ، أهمها ما يلي :

١) **غرض علمي :** ويتمثل في دراسة الفضاء الخارجي ودراسة الكواكب المختلفة والتعرف على صفاتها .

٢) **غرض إعلامي :** ويتمثل في نقل وبث القنوات التلفازية والفضائية وكذلك في الإتصالات .

٣) **غرض إقتصادي :** ويتمثل في دراسة باطن الأرض والكشف عن الثروات المعدنية فيها مثل النفط .

٤) **غرض عسكري :** ويتمثل في التجسس والحروب وتوجيه الصواريخ والقاذفات من على بُعد .

❖ كيفية وضع الأقمار الصناعية في مداراتها :

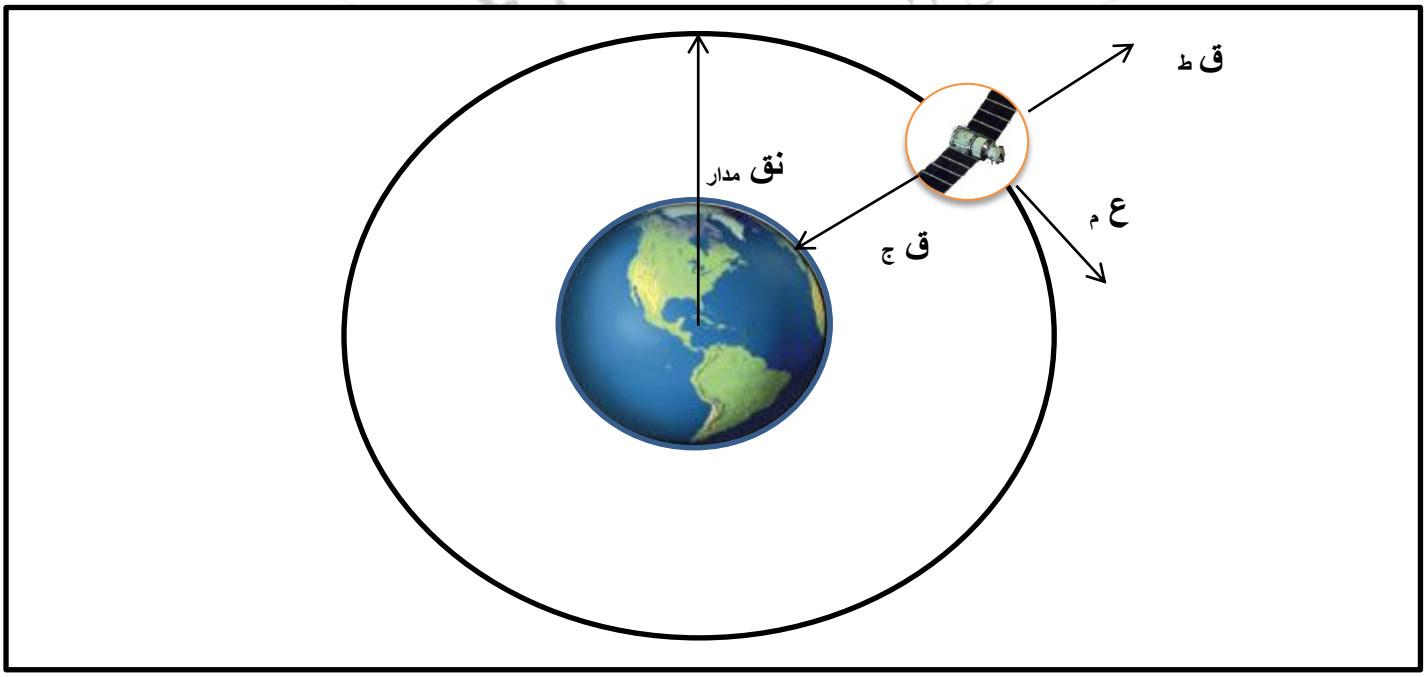
يتم وضع الأقمار الصناعية في مداراتها المخصصة وفقاً للخطوات التالية :

١) بعد وصول الصاروخ إلى إرتفاع لايقل عن (١٥٠ كم) من سطح الأرض تبدأ المرحلة الثالثة من مراحل عمله ، حيث يطلق رأس الصاروخ والذي يكون محملاً بالقمر الصناعي بشكل أفقي وبسرعة مقدارها (٨ كم / ث) وهي ثابتة المقدار وتسمى سرعة الدوران .

٢) يدور القمر الصناعي حول الأرض بهذه السرعة حتى يتم دورة كاملة ، بعدها ينفذ الوقود من رأس الصاروخ وعند ذلك يكون القمر الصناعي قد إكتسب مداره حول الأرض .

٣) يستمر القمر الصناعي بالدوران حول الأرض متأثراً بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه هما قوة الجذب المركزي (ق ج) وقوة الطرد المركزي (ق ط) أي أنه يتأثر بفعل وردّ فعل ، هاتين القوتين هما من يبقيانه متحركاً في مسار دائري نصف قطره (نق مدار) بسرعة ثابتة المقدار ومتغيرة الإتجاه ، وتسمى هذه السرعة بـــ (السرعة المدارية ع م) .

لاحظ الشكل أدناه والذي يوضح حركة الأقمار الصناعية حول الأرض وتأثرها بقوتي الجذب والطرد وإتجاه الحركة



❖ الإحتياطات والشروط اللازم توافرها في إطلاق الأقمار الصناعية :

١) **الإرتفاع عن سطح الأرض :** يجب أن توضع الأقمار الصناعية على إرتفاع لايقل عن ١٥٠ كم عن سطح الأرض (عـــلل) (حتى تكون بعيدة عن مقاومة الهواء والتي قد تحرقها نظراً للسرعة العالية التي تطلق بها) . كما أن ارتفاع القمر الصناعي عن سطح الأرض يختلف بإختلاف الغرض من استخدام القمر الصناعي فهناك أقمار صناعية منخفضة الإرتفاع (٣٠٠ ــ ١٠٠٠ كم) مثل أقمار التجسس ، وهناك أقمار عالية الإرتفاع (٣٦٠٠٠ كم) مثل أقمار الإتصالات .

٢) **سرعة الإطلاق (سرعة الدوران) :** وهي السرعة التي يطلق بها القمر الصناعي مبدئياً من رأس الصاروخ والتي تمكنه من إتمام دورة كاملة حول الأرض لكي يكتسب مداره ، وهذه السرعة يجب أن تكون مساوية لـ (٨ كم / ث) دون زيادة أو نقصان .

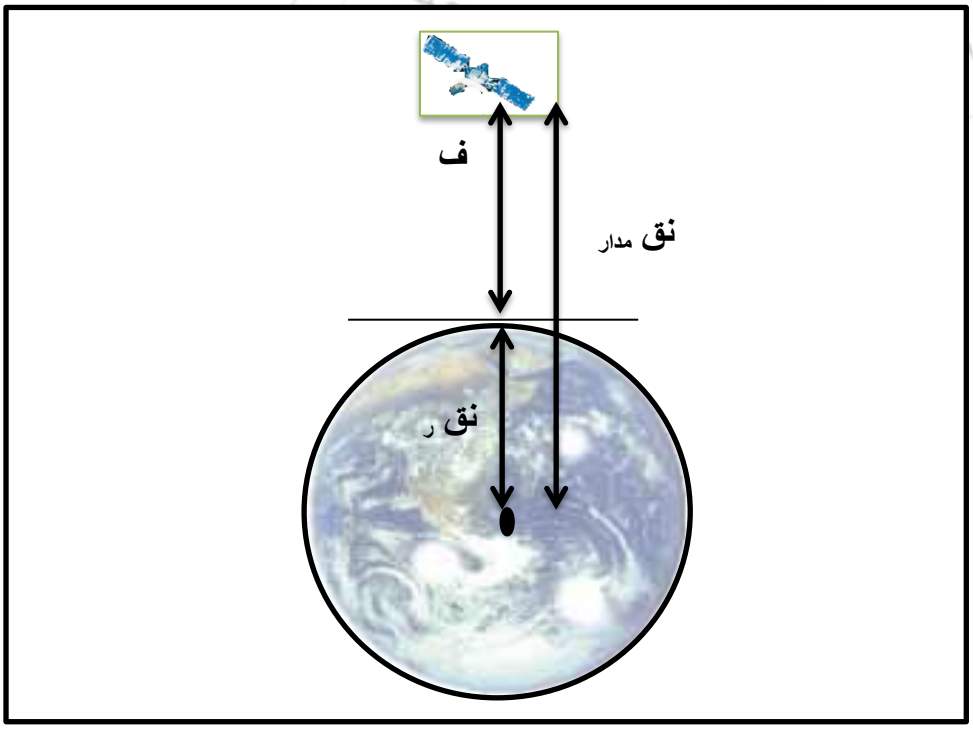
٣) **إتجاه الإطلاق :** لابد أن تطلق الأقمار الصناعية باتجاه الشرق ليتسنى لها الدوران في نفس إتجاه دوران الأرض حول محورها وبسرعة مساوية لسرعتها الزاوية .

السرعة المدارية

❖ تعريف السرعة المدارية (ع م) :

هي أقل سرعة تسمح للقمر الصناعي (أو أي تابع) بالدوران حول الأرض أو أي كوكب دون أن يسقط ، أي أنها السرعة اللازمة للقمر الصناعي للإستمرار في مداره .

وتكون السرعة المدارية للقمر الصناعي ثابتة المقدار ومتغيرة الإتجاه نظراً لكون القمر الصناعي يتحرك بصورة عمودية على إتجاه الجاذبية الأرضية وليس موازياً لها لذلك فإن هذه السرعة تكون سرعة خطية مماسية للمسار الدائري للقمر الصناعي يتغير اتجاهها ولا يتغير مقدارها ، كما أن هذه السرعة تجعل القمر الصناعي على إرتفاع ثابت في مداره حول الأرض ، ويعود سبب ذلك لأن هذه السرعة هي نتاج قوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الإتجاه (كما سنرى لاحقاً) وهما قوتي الجذب المركزي والطرد المركزي ، وهما ما يجعلان إعتماد السرعة المدارية على نصف قطر المدار وهو الإرتفاع عن مركز الأرض والذي يسمى نصف قطر المدار (نق مدار) والذي يساوي نصف قطر الأرض (نق ر) مضافاً إليه الإرتفاع عن سطح الأرض (ف) كما يتضح من الشكل أدناه



معلومات هامة

١ــ توضع أقمار الإتصالات على إرتفاع ٣٦٠٠٠ كم فوق خط الإستواء

٢ــ تدور أقمار الإتصالات حول الأرض في نفس إتجاه دوران الأرض حول محورها (من الغرب إلى الشرق) وبنفس سرعتها الزاوية وفي مدار يسمى مدار الإنتظار .

٣ــ يمكن تغطية سطح الأرض بالكامل باستخدام ثلاثة أقمار إتصالات فقط .

٤ــ مدار الإنتظار هو المدار الذي يظل فيه القمر الصناعي ملازماً لنقطة ما على سطح الأرض ، ويدور فيه بسرعة مدارية مساوية للسرعة الزاوية للأرض حول محورها .

٥ــ عند إطلاق القمر الصناعي بسرعة أكبر من ٨ كم / ث فإن القمر الصناعي سيتخذ مساراً بيضاوياً حول الأرض وتكون الأرض واقعة في إحدى بؤرتي هذا المسار ، وعند إطلاقه بسرعة أقل من ٨ كم / ث فإن القمر سيتخذ مساراً حلزونياً حول الأرض يؤدي به في النهاية إلى السقوط على سطحها .

٦ــ يدور القمر الصناعي حول الأرض بسرعة مدارية ثابتة المقدار ومتغيرة الإتجاه ولا تتأثر بالجاذبية الأرضية ، وذلك لأنه يتحرك باتجاه عمودي على إتجاه الجاذبية الأرضية وليس موازياً لها .

٧ــ تزود الأقمار الصناعية بأجنحة خلايا شمسية هذه الخلايا تستمد طاقتها من أشعة الشمس حيث تقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية يستفيد منها القمر الصناعي في تشغيل دوائره الإلكترونية .

٨ــ هناك سفن ومسابير فضائية غير مأهولة أرسلت لدراسة القمر وكواكب المجموعة الشمسية الآخرى .

❖ قوانين حركة الأقمار الصناعية :

١/ قانون حساب السرعة المدارية (ع م) :

حيث أن القمر الصناعي يتحرك تحت تأثير قوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه وهما (ق ج) و (ق ط) فإننا نستطيع القول بأن :

♥ ق ط = ق ج ♣ ↔ $\frac{ك_{قمر} \, (ع_م)^{٢}}{نق_{مدار}} = \frac{ج \, ك_ر \, ك_{قمر}}{(نق_{مدار})^{٢}}$ (قانون الجذب العام لنيوتن ..... راجع فيزياء ٢ ث)

♣ $(ع_م)^{٢} = \frac{ج \, ك_ر}{نق_{مدار}}$ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين نحصل على :

$$♣ \; ع_م = \sqrt{\frac{ج \, ك_ر}{نق_{مدار}}} \quad ..... (١)$$

حيث أن ج ثابت الجذب العام ، $ك_ر$ كتلة الأرض ، $نق_{مدار}$ إرتفاع القمر الصناعي عن مركز الأرض
وحيث أن ($نق_{مدار} = نق_ر + ف$) كما يتضح من الشكل أعلاه ، وبالتعويض في (١) نحصل على :

$$♣ \; ع_م = \sqrt{\frac{ج \, ك_ر}{نق_ر + ف}} \quad ..... (٢)$$

كما يمكن حساب السرعة المدارية للقمر الصناعي عند أي إرتفاع من مركز الأرض وبدلالة قيمة عجلة الجاذبية الأرضية عند ذلك الإرتفاع من خلال إستخدام العلاقة التالية :

$$ع_م = \sqrt{د_ه \, نق_{مدار}}$$ حيث $د_ه$ قيمة عجلة الجاذبية الأرضية عند الإرتفاع الذي فيه القمر الصناعي

تـــمـــريـــن : حاول إثبات صحة العلاقة السابقة ؟

ملاحظة هامة : من القانون (٢) نجد أن السرعة المدارية للقمر الصناعي تعتمد فقط على بُعده عن سطح الأرض .

٢/ قانون حساب الزمن الدوري (ز د) :

يقصد هنا بالزمن الدوري للقمر الصناعي الزمن اللازم للقمر الصناعي لكي يتم دورة كاملة حول الأرض . ويمكن حسابه كما يلي :

♥ ع = $\frac{المسافة}{الزمن}$ وحيث أن ع = $ع_م$ ، الزمن = $ز_د$ ، المسافة = طول المسار الدائري (ل)

• $ز_د = \frac{ل}{ع_م} = \frac{٢ \, ط \, نق_{مدار}}{ع_م}$ حيث ل = طول محيط الدائرة (المسار الدائري للقمر الصناعي حول الأرض)

٣/ قانون حساب التردد (f) :

يقصد بالتردد عدد الدورات التي يتمها القمر الصناعي حول الأرض خلال زمن دوري .

♥ $f = \frac{١}{ز_د} = \frac{ع_م}{٢ \, ط \, نق_{مدار}}$

أي أن التردد هو مقلوب الزمن الدوري

أمثلة وتمارين عامة عن حركة الأقمار الصناعية

مـــثـــال (١) : وزاري (٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩م)

قمر صناعي يدور حول الأرض على إرتفاع ٣٠٠كم من سطحها أحسب السرعة المدارية للقمر الصناعي والفترة الزمنية التي يستغرقها القمر الصناعي ليتم دورة كاملة حول الأرض ؟ بمعلومية الثوابت التي تعلمتها ؟

الـــحـــل

المعطيات: ف = ٣٠٠كم = ٠,٣ x ١٠ ^{٦} متر نق ر = ٦,٤ x ١٠ ^{٦} متر ك ر = ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم

ج = ٦,٦٧ x ١٠ $^{-١١}$ نيوتن . م ^{٢} / كجم ^{٢}

١/ ع م = ...؟

♥ ع م = $\sqrt{\frac{\text{ج ك ر}}{\text{نق مدار}}}$ ← (١)

نوجد أولاً نق مدار كمايلي :

نق مدار = نق ر + ف = ٦,٤ x ١٠ ^{٦} + ٠,٣ x ١٠ ^{٦} = ٦,٧ x ١٠ ^{٦} متر ← (٢)

بالتعويض من (٢) في (١) نحصل على :

ع م = $\sqrt{\frac{\text{٦,٦٧ x ١٠ }^{-١١}\text{ x ٦ x ١٠ }^{٢٤}}{\text{٦,٧ x ١٠ }^{٦}}}$

♣ ع م = ٧,٧٣ x ١٠ ^{٣} م/ث ..... #

٢/ ز د = ...؟

♥ ز د = $\frac{\text{٢π نق مدار}}{\text{ع م}}$

♠ ز د = $\frac{\text{٢ x ٣,١٤ x ٦,٧ x ١٠ }^{٦}}{\text{٧,٧٣ x ١٠ }^{٣}}$

ز د = ٥,٤٤ x ١٠ ^{٣} ثانية = ١,٥ ساعة ..... #

مـــثـــال (٢) : وزاري (٢٠٠٩ ـ ٢٠١٠ م)

قمر صناعي كتلته ١٠ ^{٤} كجم يدور حول الأرض على إرتفاع ١٥٠كم من سطحها إذا علمت أن قوة الجذب التي يتعرض لها القمر من قبل الأرض تساوي ٩٣٢٨١,٣ نيوتن وأن كتلة الأرض ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم ونصف قطرها ٦,٤ x ١٠ ^{٦} متر . فأحسب :

السرعة المدارية للقمر الصناعي ؟

الـــحـــل

المعطيات:

ك قمر = ١٠ ^{٤} كجم ف = ١٥٠كم = ٠.١٥ x ١٠ ^{٦} متر

ق م = ٩٣٢٨١,٣ نيوتن نق ر = ٦,٤ x ١٠ ^{٦} متر

ك ر = ٦ x ١٠ ^{٢٤} كجم

♥ $ق_م = \frac{ك_{قمر} ع_م^2}{نق_{مدار}}$

♣ $ع_م = \sqrt{\frac{ق_م \, نق_{مدار}}{ك_{قمر}}}$

♥ $نق_{مدار} = نق_ر + ف = ٦,٤ \times ١٠^{٦} + ٠,١٥ \times ١٠^{٦} = ٦,٥٥ \times ١٠^{٦}$ متر

♣ $ع_م = \sqrt{\frac{٩٣٢٨١,٣ \times ٦,٥٥ \times ١٠^{٦}}{١٠^{٤}}}$

♣ $ع_م = ٧,٨٢ \times ١٠^{٣}$ م/ث ..... #

ملاحظة / يمكن حل المسألة بطريقة أخرى ..... جرب ذلك !!

مـــثـــال (٣) :

إذا علمت أن قمراً صناعياً يدور حول الأرض بسرعة ٧,٧كم/ث . وبمعلومية الثوابت . أحسب مقدار بعده عن سطحها ؟

الـــحـــل

الـمـعـطـيـات:

$ع_م = ٧,٧$ كم /ث $= ٧,٧ \times ١٠^{٣}$ م/ث $ج = ٦,٦٧ \times ١٠^{-١١}$ نيوتن . م^2 / كجم^2 $ك_ر = ٦ \times ١٠^{٢٤}$ كجم .....

$نق_ر = ٦,٤ \times ١٠^{٦}$ م

ف = ؟

♥ $ع_م = \sqrt{\frac{ج \, ك_ر}{نق_{مدار}}}$ ⟵ (١)

نوجد نق مدار وذلك كما يلي :

♥ $ع_م^2 = \frac{ج \, ك_ر}{نق_{مدار}}$ بتربيع الطرفين

♣ $نق_{مدار} = \frac{ج \, ك_ر}{ع_م^2}$

♣ $نق_{مدار} = \frac{٦,٦٧ \times ١٠^{-١١} \times ٦ \times ١٠^{٢٤}}{(٧,٧ \times ١٠^{٣})^2}$ ♣ $نق_{مدار} = ٦,٧٥ \times ١٠^{٦}$ م

♥ $نق_{مدار} = نق_ر + ف$ ⟵ $ف = نق_{مدار} - نق_ر$

♣ $ف = ٦,٧٥ \times ١٠^{٦} - ٦,٤ \times ١٠^{٦} = ٠,٣٥ \times ١٠^{٦}$ متر

أي أن ف = ٣٥٠ كيلومتر ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

قمر صناعي يدور حول الأرض على إرتفاع ٢٠٠ كم فوق سطحها إحسب السرعة المدارية للقمر الصناعي إذا كان نصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كم وكتلة الأرض ٦ X ١٠ ^{٢٤} كجم ؟

تمرين (٢)

إذا علمت أن القمر يدور حول الأرض مرة كل ٢٧,٣ يوم فأحسب وبمعلومية الثوابت بُعده عن مركز الأرض ؟

تمرين (٣)

قمر صناعي كتلته نصف طن ونصف قطر مداره حول الأرض ١٠ ^{٤} كم ، بمعلومية ك ر ، ج ، نق ر . إحسب ما يلي :

١/ إرتفاع القمر عن سطح الأرض ؟ ٢/ سرعته المدارية ؟ ٣/ زمنه الدوري وتردده ؟ ٤ / عجلة وقوة الجذب المركزي ؟

تمرين (٤)

قمران صناعيان كتلة الأول ٥٠٠ كجم وكتلة الثاني ٤ طن يتحركان على نفس المدار حول الأرض وطول هذا المدار ٤٤٠٠٠ كم ، بمعلومية الثوابت . احسب :

١/ الفرق بين سرعتي القمرين المدارية ؟ ٢ / الفرق بين قوتي الطرد المركزية المؤثرة على القمرين ؟

تمرين (٥)

قمر صناعي يدور بسرعة مدارية مقدارها ٧٠٠٠ م / ث ، فإذا كانت قيمة عجلة الجاذبية الأرضية في الموضع الذي فيه القمر الصناعي تساوي ٧ م / ث ^{٢} ونصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كم . فهل سيحترق هذا القمر بالغلاف الجوي أم لا ؟ ثم إحسب الزمن الدوري لهذا القمر ؟

الدرس الرابع / كمية التحرك الزاوي

تعرفنا سابقاً على مفهوم كمية التحرك الخطي ، وعرفنا أن كمية التحرك الخطي هي كمية فيزيائية يكتسبها الجسم أثناء حركته في خط مستقيم ، كما تعرفنا على مفهوم الحركة الدائرية المنتظمة في الصف الثاني الثانوي ، والسؤال الذي يفرض نفسه هنا هو ما العلاقة بين كمية التحرك الخطي وبين الحركة الدائرية المنتظمة ؟

إن الجسم المتحرك في مسار دائري بسرعة زاوية مقدارها (w) يكتسب أيضاً كمية تحرك تسمى (***كمية التحرك الزاوي***) وهي كمية متجهة تنتج من حركة الجسم في مسار دائري .

❖ تعريف كمية التحرك الزاوي (كت ز) :

تعرف بأنها ((***حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني (I) حول محور الدوران للجسم المتحرك في مسار دائري في مقدار سرعته الزاوية (w)***)) أي أن :

$$\text{كت}_{ز} = I \times w \quad \ldots\ldots\ldots (١)$$

♣ *تعريف آخر :ـ هي عبارة عن عزم كمية التحرك الخطي حول مركز الدوران .*

تعريف عزم القصور الذاتي الدوراني (I) : هو عبارة عن مقاومة الجسم المتحرك في مسار دائري لعزوم القوى الخارجية التي تحاول تغيير حالته الدورانية . ويقدر بحاصل ضرب كتلة الجسم (ك) في مربع نصف قطر المسار الدائري (نق ^{٢}) . أي أن :

$$I = \text{ك} \times \text{نق}^{٢} \quad \ldots\ldots\ldots (٢)$$

تعريف السرعة الزاوية (w) : هي عبارة عن معدل تغير الإزاحة الزاوية (θ) بالنسبة للزمن . كما أنها النسبة بين السرعة الخطية للجسم (ع) وبين نصف قطر المسار الدائري (نق) . أي أن :

$$w = \frac{\text{ع}}{\text{نق}} \quad \ldots\ldots (٣)$$

❖ العلاقة بين كمية التحرك الخطي (كت خ) وكمية التحرك الزاوي (كت ز) :

نستطيع إيجاد العلاقة بين كمية التحرك الخطي وبين كمية التحرك الزاوي من خلال التعويض من (٢) و(٣) في (١) وذلك كما يلي :

♥ $\text{كت}_{ز} = I \times w = \text{ك نق}^{٢} \times \frac{\text{ع}}{\text{نق}} = \text{ك ع نق}$ ♥ $\text{كت}_{خ} = \text{ك ع}$

♣ $\text{كت}_{ز} = \text{كت}_{خ} \times \text{نق}$

نستطيع أيضاً إثبات أن $\text{كت}_{ز} = ٢\pi f \text{ ك نق}^{٢}$ حيث f التردد . ***(حـــاول إثبات ذلك .....!!!)***

❖ قانون حفظ كمية التحرك الزاوي :

ينص قانون حفظ كمية التحرك الزاوي على أن :

((تظل كمية التحرك الزاوي للجسم المتحرك في مسار دائري ثابتة مالم تؤثر عليها عزوم دوران خارجية))

معنى ذلك أنه بدون وجود عزوم دوران خارجية فإن كمية التحرك الزاوي تظل ثابته عند أي لحظة ، أي أن حاصل الضرب I x w يظل دوماً مقدار ثابت . وبصورة رياضية يمكن القول أن :

I x w = مقدار ثابت

وفي حال وجود عدة أجسام تتحرك حركة دائرية مع بعضها البعض وبتأثير بعضها على البعض الآخر ، كحركة التروس المتلامسة مع بعضها البعض (كما في الصورة الموضحة في الصفحة السابقة) فإنه وإنطلاقاً من قانون حفظ كمية التحرك الزاوي نستطيع القول أن :

$$I_1 w_1 = I_2 w_2 = I_3 w_3 = \ldots\ldots\ldots\ldots = I_n w_n$$

❖ تطبيقات قانون حفظ كمية التحرك الزاوي:

١) دراسة الحركة الدورانية للأرض حول نفسها وحول الشمس .
٢) دراسة دوران الكواكب والتعرف من خلال هذه الدراسة على ظاهرتي الخسوف والكسوف والتنبؤ بمكان وزمان حدوثهما .
٣) دراسة حركة الأقمار الصناعية حول الأرض وحول الكواكب الأخرى ودراسة حركة مختلف التوابع ، إذ يعتبر هذا القانون المبدأ الأساسي لعمل الأقمار الصناعية .
٤) دراسة حركة الإلكترونات ومختلف الجسيمات الأولية .

معلومة هامة :

مسار الأرض حول الشمس دائري تقريباً (أهليجي) ولكن محور دوران الأرض ليس عمودياً على مستوى الدوران ، حيث يصنع زاوية ثابتة مع هذا المدار ، ونظراً لبقاء كمية التحرك الزاوي ثابتة ، فإن اتجاه محور الدوران لا يتغير أثناء دوران الأرض حول الشمس .

نشاط (٢)

لتوضيح قانون حفظ كمية التحرك الزاوي عليك القيام بتنفيذ النشاط التالي :

١ـ قم بتدوير عجلة دراجة هوائية (كالموضحة في الشكل المقابل) بماذا ستشعر عند تدويرها ؟

بالتأكيد ستجد صعوبة عند بداية حركتها والسبب في ذلك ، أن الجسم (العجلة) يحاول مقاومة أي تغيير في حالته الدورانية حول محوره ويحاول الأحتفاظ بسكونه طبقاً لقانون حفظ كمية التحرك الزاوي .

٢ـ إستمر في تدوير العجلة ثم حاول إيقافها . هل من السهل عليك إيقافها ؟

بالتأكيد ستجد صعوبة أيضاً في إيقافها والسبب في ذلك يعود أيضاً لقانون حفظ كمية التحرك الزاوي ، حيث أنه في حالة الدوران تكون معظم كتلة الجسم الدائر متركزة في الإطار البعيد عن محور الدوران .

نشاط آخر يمكنك تنفيذه للتأكد من قانون حفظ كمية التحرك الزاوي وكيفية تركّز معظم كتلة الجسم الدائر في الإطار البعيد عن محور الدوران .

١ـ أحضر الأدوات التالية (ورق مقوى كرتوني دائري الشكل أبيض اللون + حبر أسود + مسمار طويل)

٢ـ إثقب الورقة باستخدام المسمار من منتصفها وأترك المسمار على الورقة .

٣ـ ضع نقطة حبر على الورقة ، ثم قم بتدوير الورقة باستخدام المسمار وبسرعة مناسبة .

٤ـ ما الذي حدث لنقطة الحبر على الورقة ؟ وكيف أصبح شكلها على الورقة ؟

٥ـ دون ملاحظاتك وإستنتاجاتك . وأعرضها على مدرسك ؟

أمثلة وتمارين عامة عن كمية التحرك الزاوي

مـــثـــال (١) : قرص دائري الشكل يدور بسرعة منتظمة حول محور يمر من مركزه وعمودي على وجهيه ، فإذا كان ينجز هذا القرص (٤٠٠ دورة / ٣ دقائق) وكان عزم قصوره الذاتي الدوراني (٢٠ كجم . م^{٢}) . فأحسب :

١/ سرعته الزاوية ؟ ٢/ كمية تحركه الزاوي ؟

الـــحـــل

المعطيات: f = ٤٠٠ دورة / ٣ دقائق = ٤٠٠ / ٣ x ٦٠ = ٢,٢٢ هيرتز I = ٢٠ كجم . م^{٢}

١/ السرعة الزاوية $w = 2\pi f$ = ٢ x ٣,١٤ x ٢,٢٢ = ١٣,٩٤ راديان / ث .....#

٢/ كمية التحرك الزاوي كت ز = I x w = ٢٠ x ١٣,٩٤ = ٢٧٨,٨ كجم . م^{٢} / ث أو جول . ث .....#

مـــثـــال (٢) : إحسب كمية التحرك الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين عندما يكون في المدار الأول علماً بأن

ك$_{e}$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم . نق$_{١}$ = ٠,٥٢٨ A$^{\circ}$ ، وسرعة الإلكترون في المدار الأول ع$_{١}$ = ٢,٢ x ١٠ ^{٦} م / ث ؟

الـــحـــل

المعطيات: ك$_{e}$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ كجم نق$_{١}$ = ٠,٥٢٨ A$^{\circ}$ = ٠,٥٢٨ x ١٠ $^{-١٠}$ م

ع$_{١}$ = ٢,٢ x ١٠ ^{٦} م / ث

♥ كت ز = ك$_{e}$ ع$_{١}$ نق$_{١}$ = ٩,١ x ١٠ $^{-٣١}$ x ٢,٢ x ١٠ ^{٦} x ٠,٥٢٨ x ١٠ $^{-١٠}$ = ١٠,٥٧ x ١٠ $^{-٣٥}$ جول . ث .....#

مـــثـــال (٣) : ولد يقف على كرسي دوّار حاملاً في كلتا يديه ثقلاً كتلته (١ كجم) مضمومتين إلى صدره وكانت سرعته الزاوية حينها (٠,٥ راديان / ث) فإذا بسط يديه بحركة سريعة بحيث أصبح بُعد كلاً من الثقلين عن محور الدوران (٢٠ سم) بعد أن كان (١٠ سم) ، وكان عزم القصور الذاتي الدوراني للولد ثابتاً ويساوي (٦٠ كجم . م^{٢}) . فأحسب السرعة الزاوية النهائية لدوران الولد ؟

الـــحـــل

المعطيات: ك$_{١}$ = ك$_{٢}$ = ١كجم ↔ ك كلية = ٢ كجم ، w$_{١}$ = ٠,٥ راديان / ث ، نق$_{٢}$ = ٢٠ سم = ٠,٢ م

نق$_{١}$ = ١٠ سم = ٠,١ م ، I ولد = ٦٠ كجم . م^{٢}

نبدأ أولاً بحساب عزم القصور الذاتي الدوراني للمجموعة والذي يساوي مجموع عزوم القصور لأجزائها

I$_{1}$ = I ولد + I أثقال$_{١}$ = I ولد + ك كلية نق$^{٢}_{١}$ = ٦٠ + ٢ x ٠,١ = ٦٠,٠٢ كجم . م^{٢} (في حال البُعد ١٠ سم)

I$_{2}$ = I ولد + I أثقال$_{٢}$ = I ولد + ك كلية نق$^{٢}_{٢}$ = ٦٠ + ٢ x ٠,٢ = ٦٠,٠٨ كجم . م^{٢} (في حال البُعد ٢٠ سم)

وبموجب قانون حفظ كمية التحرك الزاوي لدينا :

I$_{١}$ w$_{١}$ = I$_{٢}$ w$_{٢}$ ↔ ٦٠,٠٢ x ٠,٥ = ٦٠,٠٨ x w$_{٢}$

♣ $W_{٢} = \frac{٦٠,٠٢ \times ٠,٥}{٦٠,٠٨}$ = ٠,٤٩٩٥ راديان / ث ≈ ٠,٥ راديان / ث .....#

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

أوجد كمية التحرك الزاوي الناشئة عن الدورة اليومية للأرض حول نفسها ؟ علماً بأن الأرض تدور حول نفسها دورة كاملة خلال زمن قدره ٢٤ ساعة وأن ك ر = ٦ X ١٠ ^{٢٤} كجم ، نق ر = ٦٤٠٠ كم .

تمرين (٢)

عجلة دراجة هوائية كتلتها (٢ كجم) تدور حول محورها بحيث تنجز (٦٢٠ دورة / دقيقة) ، فإذا كان نصف قطر العجلة يساوي (٧٠ سم) فكم تكون كمية تحركها الزاوية ؟ وكم تبلغ كمية تحركها الخطية ؟

تمرين (٣)

منشار يستخدم لقطع الأحجار على شكل قرص مستدير يدور بسرعة منتظمة حول محور يمر من مركزه وعمودي على وجهيه ، فإذا كان ينجز (٢٠٠ دورة / ثلثي دقيقة) وكان عزم قصوره الذاتي الدوراني (١٤ كجم . م^{٢}) فما مقدار كلاً من :

١) سرعته الزاوية ؟

٢) كمية تحركة الزاوية ؟

تمرين (٤)

قرص من الحديد مسنن الحافة كتلته (١٤ كجم) ونصف قطره (٢٠ سم) يدور بسرعة زاوية مقدارها (٢٥ راديان / ث) يلامس قرص آخر كتلته (٢١ كجم) ونصف قطره (٤٠ سم) . أحسب مقدار السرعة الزاوية للقرص الثاني ؟

تمرين (٥)

رُبط جسم كتلته (٤٠٠ جم) بخيط طوله (٨٠ سم) ثم حُرك حركة دائرية بسرعة خطية قدرها (٦ م / ث) إحسب ما يلي :

١) قوة الشد في الخيط ؟

٢) عجلة تسارع الجسم المركزية ؟

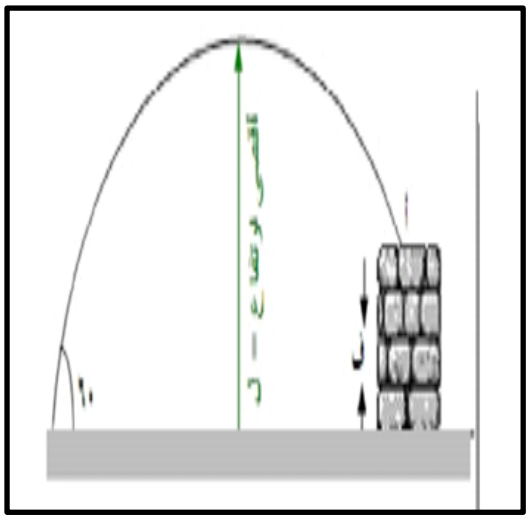
٣) عزم القصور الذاتي الدوراني ؟

٤) كمية التحرك الزاوية للجسم ؟

٥) تردد هذا الجسم ؟

٦) قوة الطرد المركزي الناشئة عن دوران هذا الجسم ؟

الدرس الخامس / حـــــركـــة المـــقـذوفـــات



تعرفت في الصف الأول الثانوي على مفهوم السقوط الحر ، وعرفت أن الجسم الساقط سقوطاً حراً يتحرك بتأثير الجاذبية الأرضية وبعجلة مساوية لعجلتها سواءاً أكان السقوط من الأعلى للأسفل أو العكس ، و هنا ستتعرف على نوع جديد من أنواع الحركة المرتبطة بالسقوط الحر وهي حـــركة المقذوفات .

❖ تـــعـــريـــف المـــقـذوف :

المقذوف هو كل جسم يتحرك بتأثير الجاذبية الأرضية وبعجلة مساوية لقيمة عجلة الجاذبية الأرضية (د) .

❖ أنـــواع المـــقـذوفـــات :

١) **المقذوفات الرأسية** : وهي الأجسام المقذوفة رأسياً إلى أعلى أو الساقطة رأسياً إلى أسفل (سقوط حر) .

٢) **المقذوفات المنحنية (المائلة)** : وهي الأجسام التي تقذف بزاوية مقدارها (هـ) مع الأفق أعلى سطح الأرض .

❖ تـــعـــريـــف حـــركـــة المـــقـذوفـــات :

هي حركة الأجسام المقذوفة في مستوى رأسي تحت تأثير عجلة الجاذبية الأرضية ، عندما تقذف لأعلى سطح الأرض بسرعة مقدارها (ع ٠) في إتجاه يصنع زاوية مقدارها (هـ) مع الأفق .

❖ خـــصـــائـــص حـــركـــة المـــقـذوفـــات :

١) تعتبر حركة المقذوفات محصلة حركتين في آن واحد ، حركة أفقية توازي محور السينات ، وحركة عمودية توازي محور الصادات.

٢) يقطع الجسم المقذوف إزاحتين في آن واحد ، إزاحة أفقية و إزاحة رأسية .

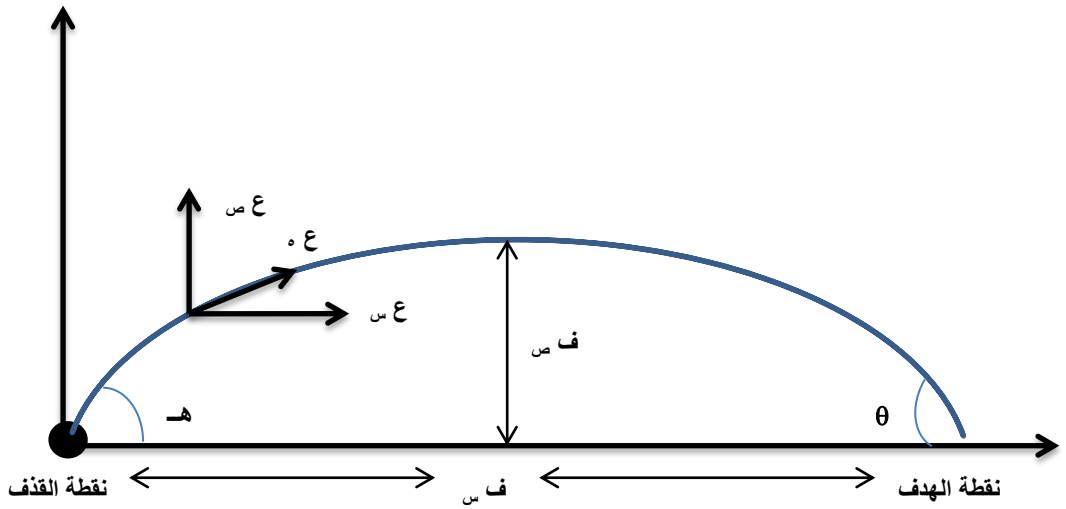
٣) الحركة الرأسية للمقذوف ، تكون ذات عجلة ثابتة ومساوية لعجلة الجاذبية الأرضية (د) وتكون ذات سرعة متغيرة نظراً لأنه يتحرك بتأثير الجاذبية الأرضية .

٤) الحركة الأفقية للمقذوف تكون ذات عجلة معدومة (تساوي الصفر) وذات سرعة أفقية ثابتة ، نظراً لعدم وجود أي قوى مؤثرة على المقذوف في الإتجاه الأفقي ، كما أن الحركة الأفقية للمقذوف تكون عمودية على اتجاه الجاذبية الأرضية ، وبالتالي لا تؤثر عليها الجاذبية الأرضية .

٥) تعتبر حركة المقذوفات خليطاً من الحركة في خط مستقيم والحركة الدائرية المنتظمة وكذلك السقوط الحر .

♥ مـــفـــاهـــيـم عـــامـــة في حـــركـــة المـــقـذوفـــات :

المفاهيم العامة في المقذوفات



من الشكل السابق لدينا أهم المفاهيم فى حركة المقذوفات ، وهى المفاهيم التالية :

١) **نقطة القذف :** وهي النقطة التي إنطلق منها المقذوف في بداية حركته .

٢) **نقطة الهدف :** وهي النقطة التي وصل إليه المقذوف في نهاية حركته .

٣) **السرعة الإبتدائية للمقذوف (ع ٠) :** وهي السرعة الإبتدائية التي إنطلق بها المقذوف في بداية حركته من نقطة القذف .

٤) **السرعة الأفقية (ع س) :** هي عبارة عن مركبة السرعة الإبتدائية في الاتجاه الأفقي (السيني) .

٥) **السرعة الرأسية (ع ص) :** هي عبارة عن مركبة السرعة الإبتدائية في الاتجاه الرأسي (الصادي) .

٦) **السرعة المحصلة (اللحظية) (ع ح) :** هي عبارة عن سرعة المقذوف عند أي لحظة وعند أي إرتفاع وهي تساوي عددياً حاصل الجمع الاتجاهي لكلاً من (ع س) و (ع ص) .

٧) **الذروة (ذروة القذف ـ أقصى إرتفاع ـ المدى الرأسي) (ف ص) :** هو أقصى إرتفاع يصله المقذوف في مساره وتنعدم عنده السرعة الرأسية (ع ص) .

٨) **المدى الأفقي (ف س) :** هو أقصى مسافة أفقية يصل إليها المقذوف من نقطة قذفه ، كما يعرف بأنه البُعد بين نقطة القذف ونقطة الهدف أو بين مسقط أحدهما وبين الآخر .

٩) **زمن الذروة (ز ذ) :** هو الزمن اللازم لوصول المقذوف إل ذروة قذفه .

١٠) **زمن الهدف (زمن الطيران ـ زمن الرحلة) (ز هـ) :** هو الزمن اللازم لوصول المقذوف إلى نقطة الهدف .

١١) **زاوية القذف (هـ) :** هي الزاوية التي يصنعها المقذوف مع الأفق في بداية حركته والتي قُذف بها .

١٢) **زاوية التماس (زاوية التلامس) (θ) :** وهي الزاوية التي يلامس بها المقذوف نقطة الهدف عند وصوله إليها ويصنعها مع الاتجاه الأفقي .

١٣) **الإرتفاع المحصل (ف ح) :** وهو إرتفاع المقذوف عند أي لحظة ، ويساوي حصل الجمع الاتجاهي لكلاً من (ف س) و (ف ص) .

❖ أنـــواع حـــركـة المـــقـذوفـات :

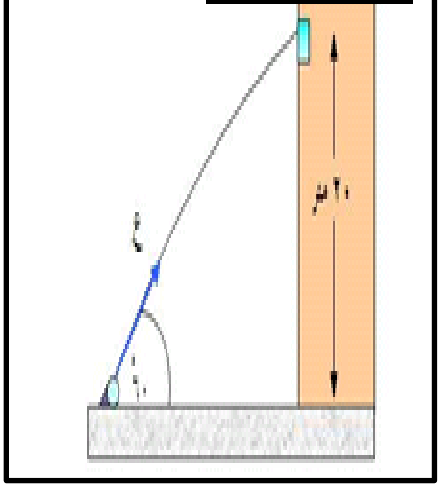
١ ـ حركة قذائف (أرض ـ أرض) : وهي حركة المقذوفات التي تكون فيها نقطة القذف ونقطة الهدف على مستوى أفقي واحد . وتسمى أحياناً بقذائف نصف دائرة .

٢ ـ حركة قذائف (جـو ـ أرض) : وهي حركة المقذوفات من أعلى إلى أسفل ، وتكون فيها نقطة القذف في مستوى أعلى من نقطة الهدف ، وتسمى أحياناً قذائف رُبع دائرة .

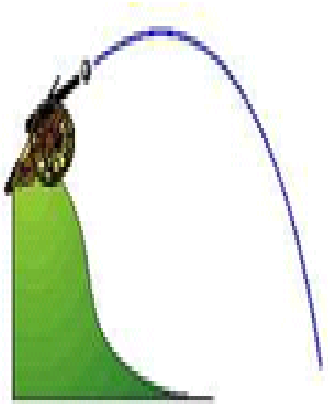
٣ ـ حركة قذائف (أرض ـ جـو) : وهي حركة المقذوفات من أسفل إلى أعلى ، وتكون فيها نقطة الهدف في مستوى أعلى من نقطة القذف ، وتسمى أحياناً قذائف رُبع دائرة .

والشكل أدناه يوضح هذه الأنواع

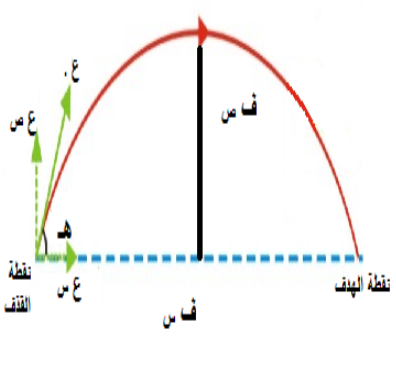
قذائف (أرض ـ جو)



قذائف (جو ـ أرض)



قذائف (أرض ـ أرض)



مـــعـادلات حـركـة المـقـذوفـــات

أولاً / قذائف (أرض ـ أرض)

حيث أن حركة المقذوفات هي محصلة حركتين في آن واحد (أفقية ورأسية) ، وحيث أن المقذوف أطلق بسرعة إبتدائية (ع ٠) وبزاوية مقدارها (هـ) مع الأفق ، ونظراً لكون السرعة كمية متجهة ، فإننا عند دراسة حركة المقذوفات فلابد أن نحلل السرعة إلى مركبتيها الرأسية والأفقية ، وهذا يؤدي إلى وجود نوعين من معادلات حركة المقذوفات ، الأول ويتمثل في معادلات الاتجاه السيني وهي معادلات خاصة بالكميات الأفقية (ع س ، ف س ، ز هـ) والثاني يتمثل في معادلات الاتجاه الصادي وهي معادلات خاصة بالكميات الرأسية (ع ص ، ف ص ، ز ذ) .

ملاحظات هامة

في معادلات قذائف (أرض ـ أرض) يمكن إعتبار ما يلي :

١) ع ص = صفر (عند الذروة)
٢) ف ص = صفر (عند الوصول للهدف)
٣) ز هـ = ٢ ز ذ
٤) جـ ص = د

بتطبيق هذه الملاحظات على المعادلات الأساسية السينية والصادية يمكن الحصول على المعادلات الثانوية لحركة المقذوفات .

أ) معادلات الإتجاه السيني : (المعادلات الأساسية)

١ ـ معادلة حساب السرعة الأفقية (ع س) :

ع س = ع ٠ جتاهـ

٢ ـ معادلات حساب المدى الأفقى (ف س) :

ف س = ع س x ز هـ = ع ٠ جتاهـ x ز هـ

ب) معادلات الإتجاه الصادي : (المعادلات الأساسية)

معادلات الإتجاه الصادي الأساسية هي نفس معادلات السقوط الحر التي أخذتها في الصف الأول الثانوي مع بعض التغييرات البسيطة التي تتلاءم مع طبيعة حركة المقذوفات ، وهذه المعادلات هي كما يلي :

١ ـ معادلات حساب السرعة الرأسية (ع ص) :

١/ ع ص = ع ٠ جاهـ ـ د ز ذ

٢/ (ع ص)^{٢} = (ع ٠ جاهـ)^{٢} ـ ٢ د ف ص

٢ ـ معادلة حساب ذروة القذف (ف ص) :

ف ص = ع ٠ جاهـ x ز ذ ـ $\frac{1}{2}$ د (ز ذ)^{٢}

ج) معادلات عامة لحساب المحصلة و لحساب الزوايا :

١ ـ معادلة حساب السرعة المحصلة (ع ح) :

ع ح = $\sqrt{(ع س)^{٢} + (ع ص)^{٢}}$ (إنطلاقاً من قانون فيثاغورث)

٢ ـ معادلة حساب الإرتفاع المحصل (ف ح) :

ف ح = $\sqrt{(ف س)^{٢} + (ف ص)^{٢}}$

٣ ـ معادلة حساب زاوية القذف (هـ) :

هـ = ظا$^{-١}$ ($\frac{ع ص}{ع س}$) أو هـ = ظا$^{-١}$ ($\frac{ف ص}{ف س}$)

٤ ـ معادلة حساب زاوية التماس (θ) :

θ = ظا$^{-١}$ ($\frac{٤ ف ص}{ف س}$)

المعادلات السابقة تسمى بالمعادلات الأساسية (المباشرة) لحركة المقذوفات ، وبالأستفادة من الملاحظات الجانبية والتعويض عنه في المعادلات الأساسية ، يمكننا إستنتاج العديد من المعادلات التي تفيدنا في حركة المقذوفات وهي ما يسمى بالمعادلات الثانوية (الغير مباشرة) ، وإليك عزيزي الطالب ـ عزيزتي الطالبة ، إستنتاج هذه المعادلات مع العلم بأنك لست مطالباً باستنتاجها ، وإنما ما يهمك هو المعادلات نفسها لكي تستفيد منها في حل مسائل المقذوفات .

❖ المعادلات الثانوية لحركة المقذوفات (المعادلات الغير مباشرة)

أ) بإعتبار أن (ع ص = صفر) عند الوصول إلى الذروة ، نحصل على ما يلى :

١ـ ♥ ع ص = ع ه جـاهـ ـ د ز ذ ↔ صفر = ع ه جـاهـ ـ د ز ذ ↔ د ز ذ = ع ه جـاهـ

♣ ز ذ = $\frac{\text{ع ه جـاهـ}}{\text{د}}$ .....(١) ***(معادلة حساب زمن الذروة ز ذ)***

٢ـ ♥ (ع ص)^{٢} = (ع ه جـاهـ)^{٢} ـ ٢ د ف ص ↔ صفر = (ع ه جـاهـ)^{٢} ـ ٢ د ف ص ↔ ٢ د ف ص = (ع ه جـاهـ)^{٢}

♣ ف ص = $\frac{\text{(ع ه جـاهـ)}^{٢}}{\text{٢ د}}$ .....(٢) ***(معادلة أخرى لحساب ذروة القذف ف ص)***

ب) بإعتبار أن (ز هـ = ٢ ز ذ) ، نحصل على ما يلى :

١ـ ♥ ف س = ع ه جـتـاهـ x ز هـ

♣ ف س = ٢ ع ه جـتـاهـ x ز ذ .....(٣) ***(معادلة ثانية لحساب المدى الأفقى ف س)***

٢ـ من المعادلة (١) أعلاه نستطيع القول أن :

♣ ز هـ = $\frac{\text{٢ ع ه جـاهـ}}{\text{د}}$ .....(٤) ***(معادلة حساب زمن الوصول للهدف ز هـ)***

٣ـ من المعادلة (٤) أعلاه ، وبالتعويض في المعادلة الأساسية لـ ف س ، نحصل على :

♣ ف س = $\frac{\text{٢ (ع ه)}^{٢} \text{ جـتـاهـ جـاهـ}}{\text{د}}$ .....(٥) ***(معادلة ثالثة لحساب المدى الأفقى ف س)***

♥ ٢ جـتـاهـ جـاهـ = جـا ٢ هـ (قانون نسبة مثلثية)

♣ ف س = $\frac{\text{(ع ه)}^{٢} \text{ جـا ٢هـ}}{\text{د}}$ .....(٦) ***(معادلة رابعة لحساب المدى الأفقى ف س)***

تمرين : حـاول إثبات أن ف س = $\frac{\text{٢ ع ه جـتـاهـ}}{\text{د}}$ ٢ د ف ص

ج) بإعتبار أن (ف ص = صفر) عند الوصول إلى الهدف ، نحصل على ما يلى :

♥ ف ص = ع ه جـاهـ ز ذ ـ $\frac{1}{2}$ د (ز ذ)^{٢} ↔ ز ذ = $\frac{\text{٢ ع ه جـاهـ}}{\text{د}}$ = ز هـ

أي أن زمن الذروة يصبح مساوياً لزمن الهدف ، وهذه المعادلة تفيد في حساب زمن الهدف مباشرة من معادلة ف ص

د) عند وصول المقذوف إلى الهدف ، فإنه يمكن ايجاد سرعته الرأسية (ع ص) من المعادلة التالية :

ع ص = ٢ د ف ص

أمثلة وتمارين عامة في قذائف (أرض ـ أرض)

مـــثـــال (١) : وزارى ٢٠١٠ ــ ٢٠١١م

إذا قذف حجر بسرعة إبتدائية قدرها (٥٠ م / ث) وبـــزاويـــة (٣٧ °) فوق الأفق ، وكانت د = ١٠ م / ث^{٢} فأحسب :

١/ أقصى إرتفاع يصل إليه الحجر ؟

٢/ سرعة الحجر عند وصوله الأرض ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : ع ٠ = ٥٠ م / ث هـ = ٣٧ ° د = ١٠ م / ث^{٢}

المـــطـــلـــوب : ١/ ف ص = ... ؟ ٢/ ع ح = ... ؟

لاحظ أن هذه المسألة من النوع المباشر ..... لماذا !!!!!؟

١/ ف ص = ؟

♥ ف ص = $\frac{(ع_{٠} \text{ جا} هـ)^{٢}}{٢د}$ ♣ ف ص = $\frac{(٥٠ \text{ x جا } ٣٧)^{٢}}{٢٠}$

♣ ف ص = ٤٥,٣ متر ..... #

٢/ ع ح = ...؟

المطلوب حساب السرعة المحصلة

♥ ع ح = $\sqrt{(ع_{س})^{٢} + (ع_{ص})^{٢}}$

ع س = ع ٠ جتاهـ = ٥٠ x جتا٣٧ = ٤٠ م / ث

ع ص = $\sqrt{٢ د ف_{ص}}$ = $\sqrt{٢ \text{ x } ١٠ \text{ x } ٤٥,٣}$

ع ص = ٣٠ م/ث

♣ ع ح = $\sqrt{(٤٠)^{٢} + (٣٠)^{٢}}$

♣ ع ح = ٥٠ م / ث ..... #

مـــثـــال (٢) : وزارى ٢٠٠٨ ــ ٢٠٠٩م

أصابت قذيفة هدفاً أفقياً عندما أطلقت من مدفع بـــســـرعـــة (٢٠٠ $\sqrt{٣}$ م / ث) بإتجاه يصنع مع الأفق زاوية مقدارها (٦٠ °) إذا علمت أن د = ١٠ م/ث^{٢} أحسب :

١/ بُعد الهدف ؟

٢/ ذروة القذف ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : ع ٠ = ٢٠٠ $\sqrt{٣}$ م / ث .....هـ = ٦٠ ° د = ١٠م/ث^{٢}

معلومات هامة فى مسائل المقذوفات

♣ تقسم مسائل المقذوفات إلى ثلاثة أنواع وهى كما يلى :

١ ـ مسائل مباشرة : وهي المسائل التي يُذكر في معطياتها السرعة الإبتدائية(ع ٠) وزاوية القذف (هـ) ، وتُحل هذه المسائل باستخدام المعادلات الأساسية أو الثانوية مباشرة .

٢ ـ مسائل نصف مباشرة : وهي المسائل التي يُذكر في معطياتها السرعة الابتدائية (ع ٠) أو زاوية القذف (هـ) ، وتُحل هذه المسائل بتكوين معادلتين وإستخدام إما التعويض من معادلة في أخرى أو بقسمة معادلة على أخرى وذلك حسب متطلبات المسألة .

٣ـ مسائل غير مباشرة : وهي المسائل التي لايُذكر في معطياتها السرعة الابتدائية (ع ٠) ولا زاوية القذف (هـ) ، ، وتحل هذه المسائل بطرق التعويض والقسمة وطرق آخرى حسب متطلبات المسألة ، ويعتبر هذا النوع من أصعب أنواع مسائل المقذوفات .

♣ عند التعامل مع مسائل المقذوفات لابد من التركيز ومراعاة ما يلى :

١ ـ قراءة المسألة بتروي وبدقة وتحديد نوعها (مباشرة ـ نصف مباشرة ....إلخ)

٢ ـ إخراج المعطيات وتحويل وحدات قياسها إلى النظام الدولي للقياس إن لم تكن محولة .

٣ـ تحديد المطاليب بعناية .

٤ ـ إختيار المعادلة الأنسب للحل والتعامل معها رياضياً بصورة سليمة وصحيحة .

٥ـ كتابة وحدات القياس بعد كل مطلوب أو كمية تحصل على قيمتها .

١/ ف س = ... ؟

♥ ف س = ٢ ع ٥ ٢ جتاهـ جاهـ / د

♣ ف س = ٢ x (٢٠٠ √٣)٢ x جتا ٦٠ x جا ٦٠ / ١٠

= ٢ x ٤٠٠٠٠ x ٣ x √٣ / ٤٠

= ٦٠٠٠ √٣ متر ..... #

٢/ ف ص = ... ؟

♥ ف ص = (ع ٥ جاهـ)٢ / ٢د

♣ ف ص = (٢٠٠ ٣ جا ٦٠)٢ / ٢٠ = ٩٠٠٠٠ / ٢٠

♣ ف ص = ٤٥٠٠ م ..... #

مـــثـــال (٣) : وزاري ٢٠٠٩ ــ ٢٠١٠ م

مقذوفان قذفا من نقطة واحدة وفي اللحظة نفسها ، قذف الأول بزاوية (٦٠ °) والأخر بزاوية (٣٠ °) مع الأفقي ، وكانت السرعة الأبتدائية لكلاً منهما (٢٤ م / ث) فإذا كانت د = ١٠ م/ث٢ ومقاومة الهواء مهملة فرضاً . فأحسب الفرق بين :

١/ زمني وصولهما هدفيهما ؟ ٢/ بعدي هدفيهما عن نقطة القذف ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : هـ ١ = ٦٠ ° ..... هـ ٢ = ٣٠ ° ع ٥ = ٢٤ م/ث ..... د = ١٠ م / ث

المـــطـــلـــوب : Δ ز هـ = ؟ ..... Δ ف س = ؟

١/ Δ ز هـ = ز هـ ١ ــ ز هـ ٢ ⟵ (١) نوجد أولاً ز هـ ١ و ز هـ ٢ كما يلي :

♥ ز هـ ١ = ٢ ع ٥ جا هـ ١ / د

♣ ز هـ ١ = ٢ x ٢٤ x جا ٦٠ / ١٠ = ٤٨ √٣ / ٢٠ ثانية ⟵ (٢)

♥ ز هـ ٢ = ٢ ع ٥ جا هـ ٢ / د

♣ ز هـ ٢ = ٢ x ٢٤ x جا ٣٠ / ١٠ = ٤٨ / ٢٠ ثانية ⟵ (٣)

بالتعويض من (٢) و (٣) في (١) نحصل على :

♣ Δ ز هـ = ٤٨ √٣ / ٢٠ ــ ٤٨ / ٢٠

♣ Δ ز هـ = ١,٦٨ ثانية ..... #

٢/ Δ ف س = ف س١ ــ ف س٢ ⟵ (١)

♥ ف س١ = ع ٥ جتا هـ ١ x ز هـ ١

♣ ف س١ = ٢٤ x جتا ٦٠ x ٤٨ √٣ / ٢٠ = ٢٤ x ١ x ٤٨ √٣ / ٤٠ = ٢٨,٨ √٣ م ⟵ (٢)

♥ ف س٢ = ع ٥ جتاهـ ٢ x ز هـ ٢

♣ ف س٢ = ٢٤ x جتا ٣٠ x ٤٨ / ٢٠ = ٢٤ x ٣ √٣ x ٤٨ / ٤٠ = ٢٨,٨ √٣ م ⟵ (٣)

بالتعويض من (٢) و (٣) في (١) نجد أن :

Δ ف س = صـــفـــر ..... #

مـــثـــال (٤) :

قذفت قذيفة من مدفع بزاوية (٤٥ °) مع الأفق ، فإذا كان أقصى إرتفاع تصل إليه القذيفة (٢٥٠ م) وكانت د = ١٠م/ث^{٢} فأحسب :

١/ بُعد الهدف ؟ ٢/ زمن وصول القذيفة إلى الهدف ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : هـ = ٤٥ ° ..... ف ص = ٢٥٠ م د = ١٠ م / ث^{٢}

ملاحظة : لاحظ أن المسألة نصف مباشرة

١/ ف س = ...؟

♥ ف س = $\frac{٢ ع_{٥}^{٢} جتاهـ جاهـ}{د}$ ⟵ (١)

نبدأ أولاً بإيجاد ع^{٢} ه وذلك بدلالة ف ص كمايلي :

♥ ف ص = $\frac{(ع_{٥} جاهـ)^{٢}}{٢د}$ وسطين x طرفين

♣ (ع$_{٥}$ جاهـ)^{٢} = ٢ د ف ص بأخذ الجذر التربيعي للطرفين

♣ ع$_{٥}$ جاهـ = $\sqrt{٢ د ف_{ص}}$

♣ ع$_{٥}$ = $\frac{\sqrt{٢د ف_{ص}}}{جاهـ}$ = $\frac{\sqrt{٢ x ١٠ x ٢٥٠}}{جا ٤٥}$ = ٧٠,٧ م/ث

نعوض عن قيمة ع$_{٥}$ فى المعادلة (١)

♣ ف س = $\frac{٢ x (٧٠,٧ \sqrt{٢})^{٢} x جتا٤٥ x جا٤٥}{١٠}$ ♣ ف س = ٩٩٩,٧ م ..... #

٢/ ز هـ = ... ؟

♥ ز هـ = $\frac{٢ ع_{٥} جاهـ}{د}$

♣ ز هـ = $\frac{٢ x ٧٠,٧ \sqrt{٢} x جا٤٥}{١٠}$ ♣ ز هـ = ١٤,١٤ ثانية ..... #

مـــثـــال (٥) :

أطلق مدفع يميل مع الأفق قذيفة فوصلت إلى الهدف بعد مرور ٢٠ ثانية . على إعتبار أن د = ١٠ م / ث^{٢} أحسب أعلى إرتفاع وصلت إليه القذيفة ؟

الـــحـــل

المـــعـــطـــيات : ز هـ = ٢٠ ثانية ..... د = ١٠ م / ث^{٢}

ف ص = ... ؟ **ملاحظة : لاحظ أن المسألة غير مباشرة**

♥ ف ص = $\frac{(ع_هـ جـاهـ)^2}{2د}$ ⟵ (١) نوجد أولاً (ع هـ جـاهـ) وذلك بدلالة ز هـ كمايلي :

♥ ز هـ = $\frac{2 ع_هـ جـاهـ}{د}$

♣ ع هـ جـاهـ = $\frac{ز_هـ د}{2}$ = $\frac{20 \times 10}{2}$ = ١٠٠م/ث بالتعويض في المعادلة (١) نحصل على :

♣ ف ص = $\frac{(100)^2}{20}$ = $\frac{10000}{20}$ ♣ ف ص = ٥٠٠ م ..... #

مـــثـــال (٦) :

أطلقت دبابة تميل مع الأفق قذيفة فإذا كان المدى الأفقي ٨كم ووصلت إليه القذيفة بعد مرور ٢٠ ثانية . وكانت د=١٠م/ث^2 . فأحسب :

١/ زاويـــة الـقـــذف ؟ ٢/ الـســرعـة الأبـتـدائـيـة ؟

الـحـــل

غير مباشرة

المـعـطـيات : ف س = ٨ كم = ٨٠٠٠ م ز هـ = ٢٠ ثانية ..... د = ١٠ م/ث^2

هـ = ... ؟ ع هـ = ... ؟

١/ هـ = ... ؟

♥ ف س = ع هـ جتـاهـ x ز هـ

♣ ٨٠٠٠ = ع هـ جتـاهـ x ٢٠

♣ ع هـ جتـاهـ = $\frac{8000}{20}$ = ٤٠٠م/ث ⟵ (١)

♥ ز هـ = $\frac{2 ع_هـ جـاهـ}{د}$

♣ ع هـ جـاهـ = $\frac{ز_هـ د}{2}$

♣ ع هـ جـاهـ = $\frac{20 \times 10}{2}$ = ١٠٠م/ث ⟵ (٢) بقسمة (٢) على (١) نحصل على :

♣ $\frac{ع_هـ جـاهـ}{ع_هـ جتـاهـ}$ = $\frac{100}{400}$

ظـاهـ = ١ / ٤ ↔ هـ = ظـا$^{-1}$ (١ / ٤) ♣ هـ = ١٤ $^\circ$ ..... #

٢/ ع هـ = ... ؟ لإيجاد ع هـ نعوض عن قيمة هـ في (١) أو (٢) كمايلي :

♥ ع هـ جـاهـ = ١٠٠

♣ ع هـ = $\frac{100}{جا١٤}$ ♣ ع هـ = ٤١٦,٧ م / ث ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

قذف جسم بسرعة إبتدائية مقدارها (١٠٠ م/ ث) في إتجاه يصنع زاوية (٣٠ °) مع الأفقي ، بإهمال مقاومة الهواء وإعتبار أن د = ١٠ م/ث^{٢} .أحسب ما يلي :

١/ زمن الذروة ؟ ٢/ ذروة القذف ؟ ٣/ زمن الهدف ؟ ٤/ المدى الأفقي ؟ ٥/ سرعة الجسم بعد ثانية من قذفه ؟

٦/ سرعة الجسم عندما يكون على إرتفاع (٥٠ متر) من سطح الأرض ؟ ٧/ إرتفاع الجسم بعد مرور ثانيتين من قذفه ؟

تمرين (٢)

أُطلقت قذيفة من مدفع بزاوية قدرها (٤٥ °) مع الأفق . فكان أقصى إرتفاع وصلت إليه (٢٥٠ متر) ، بإعتبار أن د = ١٠ م / ث ^{٢} ، أحسب:

١/ بُعد الهدف ؟ ٢/ زمن الهدف ؟

تمرين (٣)

أُطلقت قذيفة فوصلت إلى مدى أفقي قدره (٢٠٠٠ متر) في زمن قدره (٢٠ ثانية) بإعتبار أن د = ١٠ م / ث^{٢} ، وإهمال مقاومة الهواء .

إحسب مايلي :

١/ زاوية القذف ؟ ٢/ سرعة القذف ؟ ٣/ ذروة القذف ؟

تمرين (٤)

إذا كان أقصى إرتفاع يصل إليه المقذوف (٤٠ متر) وكان أقصى مدى أفقي له (١٦٠ √ ٣ متر) فكم تكون الزاوية التي إنطلق بها المقذوف وماهي سرعته الإبتدائية ؟

ثانياً / قـــذائـــف (جـو ـ أرض) و قـــذائـــف (أرض ـ جـــو)

إنطلاقاً من الملاحظات الجانبية فإننا يمكن أن نستنتج معادلات قذائف (جو ـ أرض) وقذائف (أرض ـ جو) بتطبيق هذه الملاحظات على معادلات قذائف (أرض ـ أرض) الأساسية ، وسنحصل على ما يلي :

أ) معادلات الإتجاه السيني :

١ ـ معادلة حساب السرعة الأفقية (ع س) :

ع س = ع ٠

٢ ـ معادلة حساب المدى الأفقي (ف س) :

ف س = ع ٠ ز

ب) معادلات الإتجاه الصادي :

١ ـ معادلات حساب السرعة الرأسية (ع ص) :

ع ص = ± د ز

(ع ص)^{٢} = ± ٢د ف ص

٢ ـ معادلة حساب ذروة القذف (ف ص) :

ف ص = ± $\frac{1}{2}$ د ز^{٢}

ملاحظة هامة

تعتبر قذائف (أرض ـ جو) و قذائف (جو ـ أرض) حالة خاصة من قذائف (أرض ـ أرض) لذلك فمعادلات قذائف (أرض ـ جو) و (جو ـ أرض) هي نفس معادلات قذائف (أرض ـ أرض) مع الأخذ بعين الأعتبار ما يلي :

١/ ز هـ = ز ز = ز

٢/ يعتبر ف ص الإرتفاع الذي قذف منه الجسم ، أو وصل إليه .

٣/ تعتبر د موجبة في قذائف (جو ـ أرض) وسالبة في قذائف (أرض ـ جو) .

٤/ تعتبر هـ = صفر ، وفي حال ذكر أن المقذوف أطلق بزاوية فإنه يتم التعامل مع المقذوف عل أنه مقذوف (أرض ـ أرض) مع مراعاة الاعتبارات السابقة .

ج) معادلات عامة :

معادلة حساب زاوية التلامس مع الأرض في قذائف (جـو ـ أرض) :

$$\theta = \text{ظا}^{-١} \left(\frac{٢ \text{ ف ص}}{\text{ف س}} \right)$$

المعادلات الموضحة أعلاه هي المعادلات الخاصة بقذائف (جو ـ أرض) وقذائف (أرض ـ جو) ، ففي معادلات الاتجاه الصادي نستخدم المعادلة ذات الإشارة الموجبة (+) في قذائف (جـو ـ أرض) ونستخدم المعادلة ذات الاشارة السالبة (ـ) في قذائف (أرض ـ جو) حيث أن الحركة من أعلى إلى أسفل تكون باتجاه الجاذبية الأرضية لذلك تكون موجبة ، بينما الحركة من أسفل إلى أعلى فتكون ضد اتجاه الجاذبية الأرضية لذلك تكون سالبة .

عند القذف بزاوية في قذائف (جو ـ أرض) أو قذائف (أرض ـ جو) فإنه يتم التعامل مع المقذوف على أنه مقذوف (أرض ـ أرض) مع مراعاة أن الإرتفاع الذي وصل إليه الجسم أو قذف منه الجسم هو عبارة عن ذروة القذف (ف ص) ، كما أن المسافة بين مسقط (ف ص) في قذائف (جو ـ أرض) وبين نقطة الهدف تعتبر المدى الأفقي (ف س) ، والمسافة بين مسقط نقطة الهدف وبين (ف ص) في قذائف (أرض ـ جو) تعتبر أيضاً المدى الأفقي (ف س) .

وسيتضح لك ذلك من خلال الأمثلة التالية :

أمثلة وتمارين عامة في قذائف (جـو ـ أرض)وقذائف (أرض ـ جو)

مـــثـــال (١) :

مدفع على قمة هضبة أطلق قذيفة بسرعة مقدارها (٤٠٠م/ث) فإذا وصلت القذيفة إلى بُعد أفقي مقداره (٢٥ كم) من قاعدة الهضبة . وكانت د = ١٠م/ث^{٢} فأحسب مايلي :

١/ زمن وصول القذيفة إلى الهدف ؟ ٢/ إرتفاع الهضبة ؟ ٣/ السرعة العمودية للقذيفة لحظة إصطدامها بالأرض؟

الـــــحـــــل

المـعـطـيات : ع$_{ه}$ = ٤٠٠ م/ث ف$_{س}$ = ٢٥ كم = ٢٥٠٠٠ م د = ١٠ م/ث^{٢}

١/ ز = ... ؟

♥ ف$_{س}$ = ع$_{ه}$ ز ↔ ز = $\frac{ف_{س}}{ع_{ه}}$

♣ ز = $\frac{٢٥٠٠٠}{٤٠٠}$ = ٦٢,٥ ثانية ..... #

٢/ ف$_{ص}$ = ... ؟

♥ ف$_{ص}$ = $\frac{د ز^{٢}}{٢}$

♣ ف$_{ص}$ = $\frac{١٠ \times (٦٢,٥)^{٢}}{٢}$

♣ ف$_{ص}$ = ١٠ x ١٩,٥ م = ١٩,٥ كم ..... #

٣/ ع$_{ص}$ = ... ؟

♥ ع$_{ص}$ = د ز ♣ ع$_{ص}$ = ١٠ x ٦٢,٥ = ٦٢٥ م/ث ..... #

مـــثـــال (٢) : طائرة إنطلق منها صاروخ أفقياً بسرعة(٢٠٠م/ث) نحو هدف يبعد عن المسقط الرأسي للطائرة لحظة إطلاق الصاروخ (٢ كم) إذا علمت أن د = ١٠ م/ث^{٢} . فأحسب :

١/ زمن وصول الصاروخ إلى الأرض ؟ ٢/ إرتفاع الطائرة ؟

الـــــحـــــل

المـعـطـيات: ع$_{ه}$ = ٢٠٠ م/ث ف$_{س}$ = ٢كم = ٢٠٠٠ م د = ١٠ م/ث^{٢}

١/ ز =.....؟

♥ ف$_{س}$ = ع$_{ه}$ ز

♣ ز = $\frac{ف_{س}}{ع_{ه}}$ = $\frac{٢٠٠٠}{٢٠٠}$ ♣ ز = ١٠ ثواني ..... #

٢/ ف$_{ص}$ = ... ؟

♥ ف$_{ص}$ = $\frac{د ز^{٢}}{٢}$

♣ ف$_{ص}$ = $\frac{١٠ \times (١٠)^{٢}}{٢}$ = ٥٠٠ متر ..... #

تـــمـــــاريـــن مـــنـــزلـــيـــة

تمرين (١)

صعد شخص إلى قمة مبنى ثم رمى حجراً بشكل أفقي فإذا كانت السرعة العمودية للحجر قبل إصطدامها بالأرض مباشرة ٣٠م/ث وأنها وصلت إلى الأرض على بعد من قاعدة المبنى مقداره ثلاثة أضعاف الأرتفاع . فأحسب مايلي :

١/ زمن وصول الحجر إلى الأرض ؟

٢/ إرتفاع المبنى ؟

٣/ السرعة الأبتدائية التي قذفت بها الحجر؟

تمرين (٢)

أوجد مقدار وإتجاه سرعة القذف لكرة قذفت بحيث تكاد تمر في إتجاه أفقي فوق قمة حائط إرتفاعه (٣,٦٦م) ويقع على بُـــعد قدره (٩,١٤٤م) من نقطة القذف ؟

تمرين (٣)

قذف جسم بسرعة(٥٠ م/ث) وبزاوية(٥٣ °) فوق الأفق من إرتفاع يعلو (١٠٠متر) عن سطح الأرض . فإذا كانت د = ١٠م/ث^{٢} وأهملت مقاومة الهواء . فأحسب :

١/ زمن بقاء الجسم متحركاً ؟

٢/ المدى الأفقي الذي يقطعه الجسم ؟

إنتهيت إلى هنا مواضيع الوحدة الأولى

إجابة أسئلة تقويم الوحدة الأولى من الكتاب المدرسى

إجابة السؤال الأول :

أ) (x)	ب) (√)	ج) (√)	د) (X)
هـ) (x)	و) (√)	ز) (√)	ح) (X)
ط) (√)	ي) (√)	ك) (√)	ل) (√)

إجابة السؤال الثاني :

كت ص = ٥ x ١٠ ^{٨} كجم . م / ث ، ع ص = ٥ x ١٠ ^{٣} م / ث ، ك ص = ... ؟

♥ كت ص = ك ص x ع ص

♣ ك ص = $\frac{\text{كت ص}}{\text{ع ص}}$ = $\frac{٥ \times ١٠^{٨}}{٥ \times ١٠^{٣}}$ = ١٠ ^{٥} كجم .....#

إجابة السؤال الثالث :

ع إفلات = ١١,٢ كم / ث = ١١,٢ x ١٠ ^{٣} م / ث ، د = ٩,٨ م / ث^{٢} ، نق ر = ...؟

♥ ع إفلات = $\sqrt{٢ د نق_ر}$

♣ نق ر = $\frac{(\text{ع إفلات})^{٢}}{٢ د}$ = $\frac{(١١,٢ \times ١٠^{٣})^{٢}}{٩,٨ \times ٢}$ = ٦,٤ x ١٠ ^{٦} متر = ٦٤٠٠ كم .....#

إجابة السؤال الرابع :

ع ١ = ١٥٠ م / ث ، ع ٢ = صفر ، ك ١ = ك ٢ ، هـ ١ = ٣٠ $^{\circ}$ ، هـ ١ + هـ ٢ = ٩٠ $^{\circ}$

هـ ٢ = ٦٠ $^{\circ}$ ، ع$_{١}$$'$ = ... ؟ ، ع$_{٢}$$'$ = ... ؟

في الإتجاه السيني : ك ١ ع ١ = ك ١ ع$_{١}$$'$ جتاهـ ١ + ك ٢ ع$_{٢}$$'$ جتاهـ ٢

♣ ع ١ = ع$_{١}$$'$ جتاهـ ١ + ع$_{٢}$$'$ جتاهـ ٢ ⟵ ١٥٠ = ع$_{١}$$'$ $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ + $\frac{\text{ع}_{٢}'}{٢}$

♣ ٣٠٠ = $\sqrt{٣}$ ع$_{١}$$'$ + ع$_{٢}$$'$ ⟵ (١)

في الإتجاه الصادى : ك ١ ع$_{١}$$'$ جاهـ ١ = ك ٢ ع$_{٢}$$'$ جاهـ ٢

♣ ع$_{١}$$'$ جاهـ ١ = ع$_{٢}$$'$ جاهـ ٢ ⟵ $\frac{\text{ع}_{١}'}{٢}$ = $\frac{\text{ع}_{٢}' \sqrt{٣}}{٢}$

♣ ع$_{١}$$'$ = ع$_{٢}$$'$ $\sqrt{٣}$ ⟵ (٢) بالتعويض من (٢) في (١) نحصل على

♣ ٣٠٠ = ٤ ع$_{٢}$$'$

♣ ع$_{٢}$$'$ = ٧٥ م/ ث وبالتعويض في (٢) نحصل على :

♣ ع$_{١}$$'$ = ٧٥ $\sqrt{٣}$ م / ث .....#

إجابة السؤال الخامس :

ك ١ = ٥ طن = ٥ x ١٠ ^٣ كجم ، ك ٢ = ٤ طن = ٤ x ١٠ ^٣ كجم ، ع ١ = ٣٦ كم / ساعة = ١٠ م / ث

ع ٢ = ٧٢ كم / ساعة = ٢٠ م / ث

ع / = ...؟ ، هـ = ...؟ ، Δ طح = ...؟

١) ع / = ... ؟

في الإتجاه السيني : ك ١ ع ١ = ك ع / جتاهـ ↔ ٥ x ١٠ ^٤ = ٩ x ١٠ ^٣ ع / جتاهـ

♣ ع / جتاهـ = ٥,٥٦ م / ث .....(١)

في الإتجاه الصادي : ك ٢ ع ٢ = ك ع / جـاهـ ↔ ٨ x ١٠ ^٤ ع / جـاهـ

♣ ع / جـاهـ = ٨,٨٩ م / ث ..... (٢) وإنطلاقاً من قانون فيثاغورث نجد أن :

ع / = $\sqrt{(ع/جتاهـ)^2 + (ع/جاهـ)^2}$ = $\sqrt{٣٠,٨٦ + ٧٩}$ = ١٠,٥ م / ث .....#

٢) هـ = ... ؟

♥ هـ = ظا ^-١ ($\frac{ع/جاهـ}{ع/جتاهـ}$) = ظا ^-١ ($\frac{٨,٨٩}{٥,٥٦}$) = ٥٨ ° شمال شرق .....#

٣) Δ طح = ... ؟

مقدار الفقد في الطاقة الحركية (الفقد في الطاقة الحركية) يترك للطالب كواجب منزلي .....

إجابة السؤال السادس :

ع م = ٤ x ١٠ ^٣ م / ث ..... نق ر = ٦,٤ x ١٠ ^٦ م .....ك ر = ٦ x ١٠ ^٢٤ كجم ..... ج = ٦,٦٧ x ١٠ ^-١١ نيوتن . م ^٢ / كجم ^٢

♥ ع م = $\frac{ج\ ك_ر}{نق_{مدار}}$ بتربيع الطرفين ↔ نق مدار = $\frac{ج\ ك_ر}{ع_م^2}$

♣ نق مدار = $\frac{٦,٦٧ \times ١٠^{-١١} \times ٦ \times ١٠^{٢٤}}{١٦ \times ١٠^{٦}}$ = ٢,٥ x ١٠ ^٧ متر

♥ نق مدار = نق ر + ف ↔ ف = نق مدار ــ نق ر = ٢٥ x ١٠ ^٦ ــ ٦,٤ x ١٠ ^٦ = ١٨٦ x ١٠ ^٥ = ١٨٦٠٠ كم .....#

ملاحظة : هناك طريقة أخرى للحل ..... حاول إستخدامها ...!!!!!!!!

إجابة السؤال السابع :

ع ه = ٢٠٠ م / ث ..... هـ = ٤٥ ° ..... د = ١٠ م / ث^٢ ..... ز = ٣٥ ثانية

١) ف ص = $\frac{(ع_ه جاهـ)^2}{٢د}$ = $\frac{(٢٠٠ جا٤٥)^2}{٢٠}$ = $\frac{٤٠٠٠٠}{٢٠}$ = ٢٠٠٠ متر .....#

٢) ف س = $\frac{ع_ه^2 جا ٢هـ}{د}$ = $\frac{(٢٠٠)^2 \times جا ٩٠}{١٠}$ = $\frac{٨٠٠٠٠}{١٠}$ = ٨٠٠٠ متر .....#

٣) ع ح = $\sqrt{ع_س^2 + ع_ص^2}$ .....(١) بعد مرور ٣٥ ثانية

ع س = ع ه جتاهـ = ٢٠٠ جتا٤٥ = ٢٠٠ م / ث .....(٢)

ع ص = ع ه جاهـ ــ د ز = ٢٠٠ جا٤٥ ــ ١٠ x ٣٥ = ــ ١٥٠ م/ ث .....(٣)

بالتعويض من (٢) و (٣) في (١) نحصل على أن :

ع ح = $\sqrt{(٢٠٠)^{٢} + (-١٥٠)^{٢}}$ = ٢٥٠ م / ث ..... #

٤) ف ص = (ع ه جاهـ) ز $-\frac{١}{٢}$ د ز ^{٢} = ٢٠٠ $\sqrt{٢}$ جا٤٥ x ٣٥ $-\frac{١}{٢}$ x ١٠ x (٣٥) ^{٢} = ٨٧٥ متر .....#

إجابة السؤال الثامن :

ف ص = ٤٠ متر ..... ف س = ١٦٠ $\sqrt{٣}$ متر ..... د = ١٠ م / ث^{٢}

١) هـ = ...؟

♥ ف ص = $\frac{(ع ه جاهـ)^{٢}}{٢د}$ ↔ ٤٠ = $\frac{(ع ه جاهـ)^{٢}}{٢٠}$

♣ (ع ه جاهـ) ^{٢} = ٨٠٠ م / ث ..... (١)

♥ ف س = $\frac{٢ ع^{٢} ه جاهـ جتاهـ}{د}$ ↔ ١٦٠ $\sqrt{٣}$ = $\frac{٢ ع ه جاهـ جتاهـ}{١٠}$

♣ ع^{٢} ه جاهـ جتاهـ = ٨٠٠ $\sqrt{٣}$ .....(٢) بقسمة (١) على (٢) نحصل على :

♥ $\frac{ع^{٢} ه جـا^{٢} هـ}{ع^{٢} ه جاهـ جتاهـ}$ = $\frac{٨٠٠}{٨٠٠ \sqrt{٣}}$ ↔ ظـــا هـ = $\frac{١}{\sqrt{٣}}$ ↔ هـ = ٣٠ °

٢) ع ه = ... ؟ لايجاد ع ه نعوض عن قيمة (هـ) في إحدى المعادلتين (١) أو (٢) فنحصل على :

♥ ع^{٢} ه جـا ٣٠ جتا ٣٠ = ٨٠٠ $\sqrt{٣}$ ↔ $\frac{ع^{٢} ه \sqrt{٣}}{٤}$ = ٨٠٠ $\sqrt{٣}$

♣ ع^{٢} ه = ٣٢٠٠ بأخذ الجذر التربيعي للطرفين نحصل على :

♣ ع ه = ٥٦,٥٧ م/ث .....#

• **بشرى سارة :**

أحصل الأن على ملخص عام في الوحدة الأولى (كمية التحرك الخطي والمقذوفات) ضمن سلسلة النور في الفيزياء ، ملخص يحوي أهم التعليلات والإثباتات الرياضية في الوحدة الأولى ، بالأضافة إلى مجموعة من التمارين والأمثلة المحلولة والغير محلولة .

للطلب والأستفسار يرجى التواصل عبر العناوين الإلكترونية التالية :

Anwar.almhbshy@gmail.com

Anwar.almhbshy2010@yahoo.com

Anwar_almhbshy@hotmail.com

أو الأتصال على الأرقام التالية :

٧٧٢٠٤٦١٣٣ ـ ٧١١٣٥٦٦١١

• **النور فى الفيزياء نور يضيئ طريقك نحو التفوق**

موسوعة أسئلة وتمارين الوحدة الأولى

السؤال الأول : ضع علامة (√) أوعلامة (x) أمام العبارات التالية :

١) ( ) العجلة التي يتحرك بها المقذوف على المستوى الأفقي لاتساوي صفراً . (٢٠٠٦ ـ ٢٠٠٧ م)
٢) ( ) تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر مداره . (٢٠٠٧ ـ ٢٠٠٨م)
٣) ( ) قذف جسم رأسياً إلى الأعلى فإذا وصل إلى أقصى إرتفاع له بعد ٤ ثواني فإن هذا يعني أن سرعته الإبتدائية التي قذف بها تساوي (٨٠ م / ث) . (٢٠٠٥ ــ ٢٠٠٦ م)
٤) جسمان كتلتاهما (٦ ، ٩) جم يتحركان في خط مستقيم باتجاه واحد بسرعة (٦ ، ٤) سم / ث على الترتيب إصطدم الأول بالأخر وكونا جسماً واحداً هذا الجسم سيستمر بالحركة بعد الإلتحام . (٢٠٠٣ ـ ٢٠٠٤م) ( )
٥) يستغرق جسم يقذف رأسيا إلى الأعلى بسرعة (٤٠ م/ث) زمناً قدره (٤ثواني) للوصول إلى أقصى إرتفاع . ( )
٦) تعمل الصواريخ ذاتية الدفع طبقاً لقانون حفظ كمية التحرك الخطي . (٢٠١١ ـ ٢٠١٢م) ( )
٧) في التصادم عديم المرونة تحفظ كمية التحرك . ( )
٨) طاقة حركة أي جسم تتناسب طردياً مع كتلته وسرعته . ( )
٩) إذا قذف جسم رأسياً نحو الأعلى ووصل إلى أقصى إرتفاع له بعد (٤ ثواني) فإن سرعته الأبتدائية كانت (٨٠ م/ث). ( )
١٠)جسمان كتلتاهما (٦ ، ٩) جم يتحركان في خط مستقيم بإتجاهين متضادين بسرعة (٦ ، ٤) سم / ث ، على الترتيب فإذا إصطدم الأول بالثاني وكونا جسماً واحداً فإن هذا الجسم سوف يستمر بالحركة بعد التصادم . ( )
١١) إذا حدث تصادم بين جسمين لهما نفس الكتلة وأحدهما ساكن والآخر متحرك فلابد أن يتوقف المتحرك بعد التصادم ويتحرك الساكن بنفس سرعة المتحرك . ( )
١٢) طاقة الأفلات لأي جسم مهما كانت كتلته تساوي ٦٢ مليون جول . ( )
١٣)عندما يدور قمر صناعي حول الأرض في مدار إنتظار فإن سرعته الزاوية تساوي النسبة بين السرعة الخطية للأرض حول نفسها وبين نصف قطر مسار القمر الصناعي . ( )
١٤)قذف جسم بزاوية (٣٠ °) مع الأفق فوصل إلى أقصى إرتفاع له خلال (٥ ثواني) فإن سرعته الأبتدائية (١٠٠م/ث). ( )
١٥)تتناسب السرعة المدارية للقمر الصناعي عكسياً مع الجذر التربيعي لنصف قطر مداره حول الأرض . ( )

١٦) تتشابه سرعة الأفلات من الأرض والسرعة المدارية للقمر الصناعي في أن كليهما يحوي قانونه على نصف قطر الأرض. ( )

١٧)يستطيع صاروخ كتلته (٩ x ١٠ ^{٣} كجم) أن يفلت من الجاذبية الأرضية إذا إنطلق بطاقة حركية قدرها (٥,٦ x ١٠ ^{١١}جول)( )

١٨) القمر الذي على بُعد ٧٠٠٠كم من مركز الأرض وعند عجلة جاذبية مقدارها ٧م/ث^{٢} تكون سرعته المدارية ٧كم/ث . ( )

١٩) ينشأ عزم القصور الذاتي الدوراني من تركز كتلة الجسم الدائر عند مركز دورانه . ( )

٢٠) عندما تتصادم الأجسام تتغير كمية تحركها بعد التصادم عن قبل التصادم ولكن يبقى المجموع في كلِ ثابت . ( )

٢١) عندما يكون عزم القصور الذاتي الدوراني (٢٤ كجم . م^{٢}) وكمية التحرك الزاوي (٧٢ x ١٠ ^{٢} كجم .م^{٢} / ث) فإن قيمة السرعة الزاوية للجسم سوف تساوي (٤٠٠ راديان / ث) . ( )

٢٢) يتساوى زمن الذروة مع زمن الهدف عند القذف من أعلى إلى أسفل . ( )

٢٣) تتحرك الأقمار الصناعية حول الأرض بتلك السرعة التي أطلقت بها أفقياً . ( )

٢٤) تفلت الأجسام من الجاذبية الأرضية عندما تكون طاقة حركتها أكبر أو تساوي طاقة وضعها . ( )

٢٥) تعمل الصواريخ ذاتية الدفع تحت مبدأ عزم القصور الذاتي الدوراني . ( )

٢٦) التصادم غير المرن يعني أن الأجسام لاتحافظ على أشكالها بعد التصادم . ( )

٢٧) حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع نصف القطر يعرف بكمية التحرك الزاوي للجسم . ( )

٢٨) الأقمار الصناعية الخاصة بالبث التلفازي تبث دائماً على نقطة ثابتة من الأرض . ( )

٢٩) عزم القصور الذاتي الدوراني لأي جسم يظل ثابت مالم تؤثر عليه عزوم دوران خارجية . ( )

٣٠) محصلة القوى المؤثرة على الأجسام المتصادمة تصادم مرن تساوي الصفر . ( )

٣١) عند التصادم في بعدين تحلل كمية التحرك ولاتحلل طاقة الحركة . ( )

٣٢) المقذوف بزاوية هـ حيث (٠ < هـ < ٩٠) لايمكن أن تكون محصلة سرعته صفر عن أي لحظة . ( )

٣٣) تستمر الأقمار الصناعية في حركتها حول الأرض رغم نفاذ وقودها بسبب أجنحة الخلايا الشمسية . ( )

٣٤) طول المسار الذي يقطعه المقذوف (أرض ـ أرض) يساوي نصف طول محيط دائرة . ( )

٣٥) تدور جميع الأقمار الصناعية التي حول الأرض في مدار واحد ولكن بسرعات مختلفة . ( )

٣٦) لكي لايهتز الصاروخ ذاتي الدفع في مساره فإنه يصمم بشكل إنسيابي بحيث يبدو كالقلم الرصاص . ( )

السؤال الثاني : إكمل الفراغات التالية بماينا سبها :

١) تتوقف سرعة الإفلات على ..... و ..... (٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م)

٢) إن حاصل ضرب ..... في ..... يعطي كمية فيزيائية تسمى كمية التحرك الزاوي . (٢٠٠٤ ـ ٢٠٠٥م)

٣) إن كمية ..... هي ماينتج عن حاصل ضرب عزم القصور الذاتي الدوراني للجسم في سرعته الزاوية .(نفس العام)(ونفس السؤال في العام ٢٠٠٨ ــ ٢٠٠٩م).

٤) جسمان كتلة كلاً منهما (١٠كجم) أحدهما يتحرك في خط مستقيم بسرعة (٢٠ م/ث) والأخر ساكن إذا إصطدم المتحرك بالساكن وكونا جسماً واحداً يتحرك على نفس الخط وفي نفس الإتجاه فإن طاقة حركة الجسم المتكون ..... جول . (نفس العام)

٥) جسم سرعته (١٠ م/ث) عندما كانت طاقة حركته (٥٠ جول) فإذا أصبحت سرعته (٢٠ م/ ث) فإن طاقة حركته ستساوي ..... جول . (٢٠٠٣ ـ ٢٠٠٤م) .

٦) قذف جسم بسرعة (١٠ م/ث) وبزاوية (٣٠ °) مع الأفقي ، فإذا كانت (د = ١٠ م / ث ٢) وتم إهمال مقاومة الهواء . فإن ذروة قذفه تساوي ..... متر . (٢٠١٣ ــ ٢٠١٤م)

٧) إن كمية التحرك الخطي تثبت بثبات كلاً من ..... و ..... بينما تتغير كمية التحرك الزاوي بتغير كلاً من ..... و ..... ، وكلما بَعُد القمر الصناعي عن الأرض تناقصت ..... و ازداد ..... ، وتعمل الصواريخ ذاتية الدفع بمبدأ ..... وبقانون ..... ، وتتناسب سرعة الأفلات تناسباً طردياً مع ..... لكلاً من ..... و ..... ، ويمكن أن نميز بينها وبين السرعة المدارية بأن نأخذ في الحسبان كلاً من ..... و ..... ، والمقذوف هو ..... ، بينما حركة المقذوفات هي ..... ، وعندما يخرج الصاروخ ذاتي الدفع عن الغلاف الجوي تقل ..... بينما تزداد .....، وأمكن دراسة ظاهرتي الخسوف والكسوف من خلال ..... ، ولكي نتجنب إحتراق القمر الصناعي فلابد أن ..... ولكي يكتسب مداره حول الأرض فلابد أن ..... ، بينما الصاروخ ذاتي الدفع يعمل على عدة مراحل أثناء صعوده للأعلى لكي ..... ويشترط في تصميمه الطول لكي .....

٨) الصاروخ ذاتي الدفع الذي كتلته ٣طن وقوة محركه ٥ x ١٠ ٤ نيوتن تكون محصلة القوى عليه تساوي ..... في مكان به الجاذبية ١٠ م/ث٢ وتكون كمية تحرك الغاز المندفع منه كل ثانية تساوي ..... ، وطول المسار الدائري لقمر صناعي سرعته المدارية ٧ كم /ث وزمنه الدوري ١٥ ساعة يساوي .....متر بينما بعده عن سطح الأرض يساوي ..... متر ، ولكي يصل مقذوف أرض ــ أرض إلى أقصى مدى أفقي له فلابد أن يطلق بزاوية ..... مع الأفق ، بينما يتساوى المدى الأفقي لمقذوف أرض ــ أرض مع المدى الرأسي له عندما يطلق بزاوية ..... مع الأفق . ويكون طول المسار الذي يقطعه مقذوف أرض ـ أرض يساوي ..... عندما يكون أقصى إرتفاع له ١٠٠متر ، بينما طول المسار الذي يقطعه مقذوف جـو ــ أرض أطلق من إرتفاع ١٠٠ متر سوف يساوي ..... .

السؤال الثالث : إختر الأجابة الصحيحة من بين الأقواس فى كلاً مما يأتى :

١) جسم كتلته (١٠٠٠ جم) وعزم قصوره الذاتي (١٠٠ كجم . م٢) يتحرك في مسار دائري نصف قطره يساوي : (١٠ ــ ٢٠ ــ ١٠٠ ــ ٢٠٠) متر . (٢٠١٣ ـ ٢٠١٤ م) .

٢) للوصول إلى مدار حول الأرض فإن ذلك يتطلب إطلاق الصاروخ بشكل أفقي بسرعة : (٨ م / ث ــ ٨ كم / ث ــ ١١ كم / ث ــ ١٢ كم / ث) (٢٠١١ ـ ٢٠١٢ م)

٣) تعمل الصواريخ ذاتية الدفع طبقاً لقانون : (حفظ كمية التحرك الزاوي ــ الجذب العام ــ حفظ كمية التحرك الخطي) (٢٠٠٨ ــ ٢٠٠٩م).

٤) زمن الوصول إلى الذروة هو الزمن اللازم لكي يصل الجسم المقذوف إلى : (أبعد مدى أفقي ــ أقصى إرتفاع ــ أقل مدى أفقي ــ لاشيئ مماذكر) (٢٠٠١ ــ ٢٠٠٢ م)

٥) في حالة إفلات جسم من عجلة الجاذبية الأرضية فإن طاقة حركته سوف : (تقل ــ تزداد ــ تثبت) (٢٠٠٦ ـ ٢٠٠٧م)

٦) بعد إطلاق عدة أقمار صناعية حول الأرض وجد أن سرعة دوران القمر : (تقل ــ تثبت ــ تزداد) كلما إقترب من سطح الأرض . (٢٠٠٦ ــ ٢٠٠٧ م)

٧) عند تصادم جسمين في بعدين تصادم غير مرن فإن سرعة الجسم المتكون بعد التصادم :
(أكبر من ــ أصغر من ــ مساوية لـ ــ صفر) من أقل سرعة لأحد الجسمين بعد التصادم .
٨) تقاس كمية التحرك الزاوي بوحدة (جول . ث ــ كجم . م / ث ــ جول / ث^{٢} ــ كجم . م / ث^{٢})
٩) التصادم المرن والغير مرن يتفقان في حفظ (الطاقة ــ الزخم الخطي ــ الزخم الزاوي ــ الشحنة)
١٠)المدفع الذي ينصب بزاوية ٣٠ ° ويطلق قذيفة بسرعة ١٠٠ م/ ث يكون مداه الأفقي :
(١٠٠٠ √٣ ــ ٥٠٠ √٣ ــ ١٠٠٠ ــ ٥٠٠) متر
١١)للحصول على أكبر مدى أفقي للمقذوف فلابد أن يطلق بزاوية :
(٢ / π ــ ٤ / π ــ π ــ ٦ / π)
١٢)عندما تطلق قذيفة كتلتها ١٠ كجم من مدفع كتلته ١طن بسرعة ٥٠٠ م/ث فإن طاقة حركة إرتداد المدفع تساوي :
(١٢,٥ x ١٠ ^{٣} ــ ١٢٥ x ١٠ ^{٣} ــ ١,٢٥ x ١٠ ^{٣} ــ ٠,١٢٥ x ١٠ ^{٣}) جـــول
١٣)يصل المقذوف إلى أقصى مدى أفقي له خلال زمن يسمى :
(زمن الذروة ــ زمن الهدف ــ زمن أقصى إرتفاع ــ زمن المدى الرأسي)
١٤)تستمر الأرض بدورانها حول الشمس وذلك إنطلاقاً من مبدأ :
(الفعل ورد الفعل ــ حفظ كمية التحرك الخطي ــ حفظ كمية التحرك الزاوي ــ الأستمرارية والقصور الذاتي)
١٥)عندما تطلق قذيفة من دبابة بسرعة ٣٥٠ م/ث وتصل إلى هدفها بعد مرور ٢٥ ثانية . فإن الزاوية التي قذفت بها هي :
(١٩,٥ ° ــ ٢٩,٥ ° ــ ٣٩,٥ ° ــ ٤٩,٥ °)
١٦) يدور قمر حول كوكب بسرعة مقدارها ٩ x ١٠ ^{٣} م/ث فإذا كانت المسافة بين مركزي القمر والكوكب ٥,٤ x ١٠ ^{٦} متر . فإن الزمن الدوري للقمر يساوي (١,٢ π x ١٠ ^{٢} ــ ١,٢ π x ١٠ ^{٣} ــ ٦ π x ١٠ ^{٢} ــ ١,٢ π x ١٠ ^{٩}) ثانية.
١٧)جسم يتحرك حركة دائرية بسرعة خطية ثابتة فإذا زادت سرعته إلى الضعف فإن القوة الجاذبة المركزية المؤثرة عليه سوف:
(تزداد إلى الضعف ــ تقل إلى النصف ــ تقل إلى الربع ــ تزداد أربعة أمثال)
١٨)يسير القمر الصناعي حول الأرض :
(موازياً لـــ ــ عمودياً على ــ بنفس ــ بعكس) إتجاه الجاذبية الأرضية

❖ السؤال الرابع : إكتب المصطلح العلمي الدال على كلاً من

١) ( ) قانون يعتبر ركيزة أساسية لعلم الفيزياء ونتيجة مباشرة لقوانين نيوتن في الحركة .
٢) ( ) كمية فيزيائية يكتسبها الجسم وتظل قيمتها ثابتة مالم يؤثر على الجسم عزوم قوى خارجية .
٣) ( ) تابع أرضي يتحرك بسرعة خطية ثابتة المقدار وبعجلة منتظمة ثابتة .
٤) ( ) نقص في الطاقة الحركية للأجسام المتصادمة بصورة غير مرنة .
٥) ( ) تصادم يحدث بين الأجسام يؤدي إلى تغير في إتجاه حركتها .
٦) ( ) جهاز إستطاع غزو الفضاء الخارجي محملاً بالأقمار الصناعية .
٧) ( ) سرعة معينة لها مقدار ثابت لايمكن للصواريخ ذاتية الدفع التحرر من الجاذبية مالم تطلق بها .
٨) ( ) ماينتج عن حاصل ضرب نصف كتلة الجسم في مربع سرعته .
٩) ( ) خلايا تزود بها الأقمار الصناعية وتساهم بدور أساسي في تشغيل أجهزتها .
١٠) ( ) ثابت فيزيائي لايمكن حساب حركة المقذوفات من دونه .
١١) ( ) المسافة التي يتحركها القمر الصناعي أثناء دورانه حول الأرض .
١٢) ( ) ماينتج عن النسبة بين السرعة الخطية لجسم متحرك في مسار دائري وبين نصف قطر المسار .
١٣)( ) سرعة يدور بها القمر الصناعي حول الأرض .
١٤)( ) ماينتج عن حاصل ضرب كتلة الجسم في مربع نصف قطر المسار الدائري .
١٥) ( ) الزاوية التي يصنعها المقذوف مع الأرض عند وصوله لهدفة .
١٦) ( ) مدار يدور فيه القمر الصناعي بسرعة مساوية لسرعة دوران الأرض حول نفسها .
١٧)( ) الفترة الزمنية التي يستغرقها القمر الصناعي ليتم دورة كاملة حول الأرض .
١٨) ( ) الجسم الذي يتحرك بتأثير الجاذبية وبعجلة مساوية لعجلتها .
١٩) ( ) السرعة التي يكتسبها المقذوف في لحظة معينة .
٢٠) ( ) النسبة بين ضعف المدى الرأسي للمقذوف وبين مداه الأفقي .
٢١)( ) ما نحصل عليه من أخذ الجذر التربيعي لحاصل ضرب عجلة الجاذبية الأرضية في نصف القطر .
٢٢)( ) ما تزداد قيمته بنقصان الزمن الدوري وتقل بزيادة الزمن الدوري فقط .
٢٣) ( ) يتكون من عدة أجزاء وكل جزء يعمل لمرحلة معينة وينتهي دورة .
٢٤)( ) قوة محصلة يكتسبها الصاروخ ذاتي الدفع .
٢٥) ( ) قوة مؤثرة على الجسم الدائر وتعمل دوماً نحو الخارج .

❖ **السؤال الخامس : أجب عن المسائل التالية :ـ**

١) اصطدم جسم كتلته (ك ١) مع جسم ساكن كتلته (ك ٢) وأدى هذا التصادم إلى انحراف الجسم (ك ١) بزاوية مقدارها (٩٠ °) عن مساره الأبتدائي وانطلاق الجسم (ك ٢) في اتجاه يصنع زاوية (٣٠ °) مع المسار المذكور ، أوجد النسبة المئوية للتغير الذي طرأ على طاقة حركة المجموعة نتيجة التصادم بإعتبار أن (ك ٢ / ك ١ = ٥) ؟

٢) اصطدم جسم كتلته ك ١ تصادماً تام المرونة (لم يحدث فقد في الطاقة) مع جسم ساكن كتلته ك ٢ اثبت أن النسبة بين كتلة الأول إلى الثاني سوف تساوي :
أ) ١ / ٣ (ثلث) إذا انطلق الجسمين بعد التصادم في اتجاهين متضادين وبسرعتين متساويتين ؟
ب) ٢ إذا انطلق الجسمان بعد التصادم في اتجاهين يصنعان مع بعضهما البعض زاوية ٦٠ ° ومتماثلين بالنسبة للاتجاه الابتدائي لحركة الجسم الأول ؟

٣) جسم كتلته (٢ كجم) يتحرك بسرعة ابتدائية (ع ١) في خط مستقيم اصطدم بجسم ساكن تصادم تام المرونة وبعد التصادم تابع الأول حركته بربع سرعته الأبتدائية أحسب كتلة الجسم الثاني ؟

٤) جسم كتلته (٤ كجم) يتحرك بسرعة (١٠ م / ث) وأثناء حركته انقسم إلى جزئين كتلة كلاً منهما (٢ كجم) فإذا تحرك أحدهما بسرعة (٤٠ م / ث) في نفس الأتجاه فأحسب :
أ) كمية تحرك الثاني ؟ ب) طاقة حركة الجسم الثاني ؟

٥) جسم كتلته (ك ١) يتحرك في خط مستقيم بسرعة (٢٠ م / ث) اصطدم بجسم ساكن له كتلة مساوية لنصف كتلة الجسم الأول وبعد التصادم تحرك الجسمان في اتجاهين متعامدين بحيث يصنعان زاويتين متساويتين مع المحور السيني أحسب سرعتي الجسمين بعد التصادم ؟

٦) مدفع يطلق ٣ قذائف أفقياً بسرعة (٥٠ م / ث) وكتلتها (٢ كجم) نحو هدف متحرك باتجاه معاكس كتلته (٣٠ كجم) وسرعته (١٠م / ث) فإذا كان الهدف يلتحم بالقذائف كل مره ، أوجد :
أ) سرعة القذيفة والهدف في كل مره ؟ ب) اثبت أن القذيفة والهدف يسكنان عند القذيفة الثالثة ؟

٧) تحركت سيارة كتلتها (١٩٢٣ كجم) شمالاً فأصطدمت بسيارة أخرى كتلتها (١٣٤٥ كجم) متحركة شرقاً بسرعة (١٥,٧ م/ث) فألتحمتا معاً وتحركتا بسرعة قدرها (١٤,٥ م / ث) وبزاوية (٦٣,٥ °) ، فهل كانت السيارة المتحركة شمالاً متجاوزة حد السرعة والذي يقدر بـ (٢٠ م/ث) قبل التصادم ؟

٨) جسم كتلته (١٢ كجم) يتحرك بسرعة (٢٠ م / ث) باتجاه يصنع زاوية صفر وجسم أخر كتلته (١٠ كجم) يتحرك على نفس الخط بسرعة (٢٥ م / ث) إذا تصادم الجسمان تصادم مرن وانحرف الأول بزاوية (٤٥ °) وانحرف الثاني بزاوية (٣٠ °) ، فأحسب الفرق في الطاقة الحركية للجسمين بعد التصادم ؟

٩) شاحنة لنقل البضائع كتلتها وهي محملة (١٠ طن) وتتحرك بسرعة (٦ م / ث) فإذا أفرغت حمولتها والتي قدرها (٤ طن) ثم تحركت هذه الشاحنة بسرعة (١٥ م / ث) احسب :
أ) كمية تحرك الشاحنة عندما كانت محملة ؟ ب) اطاقة الحركية للشاحنة عندما تكون فارغة ؟

١٠) كرة كتلتها (٠,٤ كجم) تتدحرج بسرعة (٣ م / ث) فإذا ركلت هذه الكرة بقوة قدرها (٢٤ نيوتن) خلال زمن قدره (٠,٢ ثانية) فأحسب السرعة التي تحركت بها الكرة بعد أن ركلت ؟

١١) جسم كتلته (٢٥ كجم) يتحرك على محور السينات بسرعة (١٠٠ م/ث) إذا انفجر هذا الجسم وانشطر إلى ثلاثة أجزاء متحركة على نفس الخط وكانت كتلة الأول (١٢ كجم) وسرعته (١١٠ م/ث) وكتلة الجزء الثاني (٨ كجم) يتحرك بسرعة (١٥٠ م/ث) أحسب سرعة الجزء الثالث ؟

١٢) جسم كتلته (٤٠٠ كجم) متحرك بسرعة (٦٠ م/ث) يراد ايقافه وذلك عن طريق صدمه بثلاثة أجسام على التتالي فإذا كانت كتلة الأول (٢٥٠ كجم) ويتحرك بسرعة (٢٠ م/ث) بالأتجاه المعاكس للجسم المراد ايقافه وكتلة الثاني (٨٠ كجم) يتحرك أيضاً بالاتجاه المعاكس بسرعة (٤٥ م/ث) وكتلة الثالث (٨٠ كجم) يتحرك أيضاً في الاتجاه المعاكس ، أحسب سرعة هذا الجسم بحيث تستطيع هذه الأجسام الثلاثة ايقاف الجسم الكبير ؟

١٣) جسم كتلته (٧٠٠ كجم) يتحرك بسرعة (٢٠٠ متر / ثلث دقيقه) اذا اصطدم بجسم سرعته (٥١٠ متر / نصف دقيقة) وكان هذا الجسم يتحرك في الاتجاه المعاكس ، فماهي كتلة الجسم الثاني والتي ستجعل الجسمان يتوقفان تماماً عن الحركة بعد التصادم ؟

١٤) كرة من الطين كتلتها (١٥ كجم) تتدحرج بسرعة (٣٠ م/ث) تصطدم بثلاث كرات من الطين ساكنة كتلة كلاً منها تساوي ٣/١ (ثلث) كتلة الكرة المتحركة إذا كان التصادم غير مرن وتم على ثلاث مراحل ، فأحسب سرعة الكرة الكبيرة المتحركة بعد كل تصادم من التصادمات الثلاثة ؟

١٥) قاطرة كتلتها (٢٠ طن) تتحرك باتجاه الجنوب الغربي بسرعة (٦ م/ث) وسيارة نقل صغيرة كتلتها (٥ طن) تتحرك باتجاه الغرب بسرعة (٨ م/ث) إذا تصادمت القاطرة بالسيارة تصادم غير مرن فأحسب :
أ) زاوية انحراف الحطام ؟ ب) سرعة الحطام ؟ ج) الدفع الواقع على السيارة ؟

١٦) كرتان كتلتاهما (١٢ ، ٨) كجم ، تتحركان بسرعتين (ع ١ ، ع ٢) باتجاه بعضهما البعض على محور السينات اذا تصادمتا تصادم مرن وبعد التصادم تحركتا بسرعتين (ع/١ ، ع/٢) باتجاهين متعاكسين على محور الصادات فأثبت أن :

$$\frac{ع_1}{ع_2} = \frac{ع'_1}{ع'_2} = \frac{3}{2} .$$

١٧) طائرة كتلتها (٣ طن) تتحرك أفقياً بسرعة (١٢٠ م/ث) يطلق عليها صاروخ (أرض ـ جو) بزاوية (٤٥ °) وبسرعة ابتدائية قدرها (٢٠٠ م/ث) فإذا اصطدم الصاروخ بالطائرة ويلتحم بها مبدئياً قبل أن تنفجر احسب :
أ) زاوية انحراف الحطام ؟ ب) سرعة الحطام ؟

١٨) أطلق صاروخ ذاتي الدفع كتلته (٢ طن) رأسياً من سطح الأرض وبعد مرور (٥ دقائق) أصبحت سرعة الصاروخ (٨,٢ كم / ث) فإذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) ، فأجب عما يلي :
أ) اثبت رياضياً أن هذا الصاروخ سيفلت من الجاذبية الأرضية ؟
ب) اوجد ارتفاع الصاروخ بعد ٥ دقائق ؟
ج) اوجد الطاقة الكامنة (طاقة الوضع) للصاروخ بعد ٥ دقائق ؟

١٩) قمران صناعيان كتلة الأول (٥٠٠ كجم) وكتلة الثاني (٤ طن) يتحركان على نفس المدار حول الأرض والذي طوله (٤٤٠٠٠ كم) بمعلومية الثوابت (ج ، ك ر ، نق ر) احسب :
أ) الفرق بين سرعتي القمرين المدارية ؟ ب) الفرق بين قوتي الطرد المركزيتين المؤثرتان على القمرين ؟

٢٠) صاروخ ذاتي الدفع كتلته (٣ طن) يتحرك بتأثير قوة تصعيدية قدرها (٩ x ١٠ ^{٤} نيوتن) من السكون إذا كانت سرعة الغازات الخارجة من الصاروخ (٦٠٠ م/ث) وعجلة الجاذبية الأرضية (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : سرعة انطلاق الصاروخ وكذلك كتلة الغازات المحترقة ؟

٢١) صاروخ فضائي يدفع بكتلة غازات قدرها (٧٠٠٠ كجم) وبسرعة (٨٠٠٠ م/ث) احسب كتلة هذا الصاروخ إذا كان الغرض منه أن يفلت من الجاذبية الأرضية ؟

٢٢) صاروخ كتلته (٤٥ طن) يحمل مكوك فضائي كتلته (١٥ طن) يراد أن يفلتا من الأرض فكم يجب أن تكون طاقة حركة المجموعة عند الإقلاع مباشرة ؟

٢٣) قمر صناعي يدور بسرعة مدارية قدرها (٧٠٠٠ م/ث) اذا علمت أن عجلة الجاذبية عند موقع القمر تساوي (٧ م/ث^{٢}) وأن نصف قطر الأرض (٦٤٠٠ كم) فهل سيحترق هذا القمر في الغلاف الجوي أم لا ؟ ثم احسب الزمن الدوري لهذا القمر ؟

٢٤) قمر صناعي على ارتفاع (٦٠٠ كم) من سطح الأرض تؤثر عليه قوتان متساويتان في المقدار متعاكستان في الاتجاه مقدار كلاً منهما (٤١٢٦٠ نيوتن) اذا علمت أن كتلة هذا القمر (٥ طن) فأحسب : أ) السرعة المدارية لهذا القمر ؟ ب) الزمن الدوري لهذا القمر ؟ ج) طول المسار الدائري لهذا القمر حول الأرض ؟

٢٥) قمر صناعي كتلته (٤ طن) تؤثر عليه قوة جذب من الأرض قدرها (٢٨ x ١٠ ^{٦} نيوتن) عندما كان على ارتفاع (٦٠٠ كم) من سطح الأرض إذا علمت أن نصف قطر الأرض (٦٤٠٠ كم) فأحسب : أ) السرعة المدارية للقمر ؟ ب) الزمن الدوري لهذا القمر ؟ ج) طول المسار الدائري لهذا القمر حول الأرض ؟

٢٦) ربط جسم كتلته (٤٠٠ جم) بخيط طوله (٨٠ سم) ثم حرك حركة دائرية بسرعة خطية (٦ م/ث) احسب : قوة الشد في الخيط ــ عجلة تسارع الجسم المركزية ــ عزم القصور الذاتي الدوراني ــ كمية التحرك الزاوي ــ تردد هذا الجسم ــ قوة الطرد الناشئة عن دوران هذا الجسم ؟

٢٧) قرص من الحديد المسنن الحافة كتلته (١٤ كجم) ونصف قطره (٢٠ سم) يدور بسرعة زاوية قدرها (٢٥ راديان / ث) يلامس قرص أخر كتلته (٢١ كجم) ونصف قطره (٤٠ سم) احسب السرعة الزاوية للقرص الثاني ؟

٢٨) قذفت قذيفة بسرعة (ع ٠) وبزاوية (هـ) فكان زمن وصولها ذروة قذفها (٢٠ ثانية) اذا علمت أن (د = ١٠ م/ث^{٢}) وأن (ف س = ٦،٨ ف ص) فأحسب : أقصى ارتفاع ــ المدى الأفقي ــ بعد القذيفة عن مركز القذف بعد زمن (١٥ ثانية) من بداية القذف ؟

٢٨) أطلقت بارجة حربية صاروخاً من البحر بسرعة (٤٠٠ م/ث) باتجاه الميناء فإذا كان الصاروخ يميل عن الأفق بزاوية (٢٥ $^{\circ}$) وكانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : زمن وصول الصاروخ إلى الميناء ــ بعد الميناء عن البارجة ــ سرعة الصاروخ لحظة وصوله الميناء ؟

٢٩) طائرة على ارتفاع (٣٥٠٠ م) من سطح الأرض تتحرك بسرعة (٢٠٠ م/ث) القت بقنبلة إلى الأرض فإذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : زمن وصول القنبلة إلى الأرض ـ بُعد موقع القنبلة عن المسقط الراسي للطائرة لحظة القاء القنبلة ـ سرعة القنبلة عندما تكون على ارتفاع (١٥٠٠ م) عن سطح الأرض ؟

٣٠) طائرة حربية تتحرك بسرعة (٣٠٠ م/ث) أطلقت صاروخاً أفقياً بسرعة (٤٠٠ م/ث) باتجاه معاكس لاتجاه حركتها فإذا كان الهدف

المرصود يبعد عن المسقط الراسي للطائرة (١٢ كم) لحظة اطلاق الصاروخ وكانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب ما يلي :
زمن وصول الصاروخ للأرض ـ ارتفاع الطائرة لحظة اطلاق الصاروخ ـ زاوية تماس الصاروخ بالأرض ؟

٣١) طائرة تتحرك بسرعة (١٥٠ م/ث) اطلقت صاروخ باتجاه حركتها بسرعة (٢٠٠م/ث) فوصل الصاروخ إلى الأرض بعد (٢٥ثانية) باعتبار أن (د = ١٠ م/ ث^{٢}) احسب : ارتفاع الطائرة ـ بُعد الهدف عن المسقط الرأسي للطائرة ـ زاوية تماس الصاروخ بالأرض ـ سرعة الصاروخ بعد ١٥ ثانية من اطلاقه ؟

٣٢) يطلق صاروخ بزاوية (٦٠ °) مع الأفق وبعد مضي (١٦ ثانية) كانت سرعته الرأسية (٢٤٠ م/ث) إذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) احسب : السرعة الابتدائية ـ المدى الرأسي ـ المدى الأفقي ؟

٣٣) اطلقت قذيفة بسرعة ابتدائية (ع ٠) وبزاوية (٤٥ °) وبعد مضي (١٢ ثانية) كانت المسافة الأفقية المقطوعة (٣٣٩,٤ متر) إذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) احسب : زمن الذروة ـ ذروة القذف ـ بُعد الهدف ـ سرعة القذيفة عندما تكون على ارتفاع ٥٠٠ متر ؟

٣٤) وضع مدفع في قمة جبل وأطلق قذيفة بسرعة أفقية قدرها (١٧٥ م/ث) فوصلت القذيفة إلى الأرض بعد مضي زمن (١٦ ثانية) فإذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : ارتفاع الجبل ـ بعد الهدف عن قاعدة الجبل ـ سرعة القذيفة بعد مرور (١٠ ثواني) ـ زاوية تماس القذيفة مع الأرض ؟

٣٥) تطلق قذيفة بسرعة (٢٥٠ م/ث) فوصلت أقصى مدى رأسي لها خلال زمن قدره (٢١,٦٥ ثانية) إذا علمت أن (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : أقصى مدى رأسي ـ المدى الأفقي ؟

٣٦) دبابة تطلق قذيفة بسرعة (٣٥٠ م/ث) وبزاوية (هـ) فوصلت هدفها بعد مرور (٢٥ ثانية) فإذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : زاوية القذف ـ المدى الرأسي ـ المدى الأفقي ـ ما هو بُعد القذيفة عن مركز القذف بعد زمن (١٥ ثانية) ؟

٣٧) تطلق قذيفة بسرعة (ع ٠) وبزاوية (هـ) فكان مداها الأفقي (٢٠٠٠ متر) ومداها الرأسي (٥٠٠ متر) فإذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : زاوية القذف ـ زمن الهدف ؟

٣٨) مقذوف أطلق بسرعة ابتدائية مقدارها (٤٠٠ م/ث) وعند ملامسته للأرض مباشرة كانت سرعته العمودية (٢٠٠ م/ث) إذا كانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : المدى الأفقي ـ ذروة القذف ؟

٣٩) أطلقت قذيفة بسرعة (ع ٠) وبزاوية (هـ) مع الأفق فكان زمن وصولها هدفها (٤٠ ثانية) وكانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فإذا علمت أن (ف $_{س}$ = ف $_{ص}$) فأحسب : أقصى ارتفاع لهذه القذيفة ـ زاوية القذف ؟

٤٠) مدفع وضع على أرض مستوية وأطلق قذيفة بسرعة (٢٥٠ م/ث) فإذا كان الهدف المطلوب اصابته على بعد أفقي (٥ كم) من المدفع وكانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فماهي الزاوية التي نُصب بها المدفع كي تصيب القذيفة هدفها ؟

٤١) طائرة كانت تحلق في الجو على ارتفاع (١٠٠٠ متر) من سطح الأرض وأثناء تحليقها في الجو أطلقت قذيفة بسرعة قدرها (٢٠٠ م/ث) أفقياً بمعلومية (د) أحسب : زمن الوصول إلى الهدف ـ المدى الأفقي ـ زاوية التماس مع سطح الأرض ؟

٤٢) مقذوف كتلته (٥ كجم) أطلق بسرعة ابتدائية (٤٠ م/ث) فإذا كانت سرعته عند الذروة (٢٠ م/ث) وكانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : ذروة القذف ـ المدى الأفقي ـ طاقته الحركية عند الذروة ؟

٤٣) مدفع يقع على قمة برج ارتفاعه (١٠٠ متر) يطلق قذيفة بسرعة ابتدائية (٢٠٠ م/ث) نحو هدف يقع على قمة برج مقابل له نفس ارتفاع البرج الأول فإذا اطلقت القذيفة بزاوية (٣٠ °) مع الأفق وكانت (د = ١٠ م/ث^{٢}) فأحسب : البُعد بين البرجين ـ أقصى ارتفاع يصله المقذوف عن سطح الأرض ؟

٤٤) قذف جسمان في لحظة واحدة ومن نقطة واحدة أحدهما رأسياً نحو الأعلى بسرعة (٢٥ م/ث) والأخر بنفس السرعة ولكن في اتجاه يصنع مع الأفق زاوية (٦٠ °) أحسب المسافة الفاصلة بين الجسمين بعد مرور زمن قدره (١,٧ ثانية) من لحظة القذف ؟

امتحان تجريبى فى الوحدة الأولى

س	♣ مستعيناً بالله أجب عن جميع الأسئلة التالية..... ✍	الدرجة
☜	**أ) ضع علامة (/) أو علامة (×) أمام العبارات التالية :-** 👁 ١ـ ( ) في جميع أنواع التصادمات تظل طاقة الحركة ثابتة . ٢ـ ( ) تقل طاقة حركة الصاروخ ذاتي الدفع كلما إرتفع عن سطح الأرض . ٣ـ ( ) الجسم المتحرك في مسار دائري تزداد كمية تحركه الزاوي بزيادة نصف قطر المسار . ٤ـ ( ) المقذوف رأسياً للأعلى بسرعة (٨٠ م/ث) يصل إلى أقصى إرتفاع له خلال (٤ ثواني) . ب) عدد أهم تطبيقات مبدأ حفظ كمية التحرك الزاوي ؟ ج) إستقرت رصاصة كتلتها (٨ جم) تتحرك أفقياً في قطعة خشبية ساكنة كتلتها (٩جم) فتحركتا معاً بنفس الأتجاه بسرعة (٤٠ سم / ث) أوجد سرعة الرصاصة قبل إصطدامها بالقطعة الخشبية ؟	٢٠ درجة
✌	**أ) إكمل الفراغات التالية بما يناسبها في كلا مما يأتي :-** 🚹 ١ـ كمية التحرك الخطي هي عبارة عن حاصل ضرب ..... في ..... ووحدة قياسها هي ..... بينما كمية التحرك الزاوي هي عبارة عن حاصل ضرب .....في..... ووحدة قياسها هي .....،وسرعة الإفلات هي ..... بينما السرعة المدارية هي ..... والسرعة المحصلة هي .....، ولكي تزداد قوة الدفع للصاروخ نحو الأعلى فإنه ..... ، ولكي لا يهتز في مساره فإنه ..... ، ولكي نتجنب إحتراق الأقمار الصناعية فإنها ..... ولكي تكتسب مدارها حول الأرض فلابد أن ..... ، وتطلق الأقمار الصناعية بإتجاه الشرق لكي ..... **ب) ماذا يقصد بكلا من :-** 👂 (ذروة القذف ـ عزم القصور الذاتي الدوراني ـ القمر الصناعي ـ المدى الأفقي) ؟ ج) قمران صناعيان كتلة الأول (٥٠٠ كجم) وكتلة الثاني (٤ طن) يتحرك على نفس المسار الدائري حول الأرض والذي طوله (٤٤٠٠٠ كم) . بمعلومية الثوابت (ج ، ك ر ، نق ر) ، أحسب الفرق بين : ١) سرعتيهما المدارية ؟ ٢) قوتي الطرد المركزي المؤثرة على القمرين ؟	٢٠ درجة
✌	**أ) إختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس في كلا مما يأتي :-** 👁 ١ـ كلما إقترب القمر الصناعي من الأرض فإن سرعته الزاوية سوف : (تقل ـ تزداد ـ تظل ثابتة ـ تنعدم) ٢ـ يصل المقذوف إلى أقصى مدى أفقي له عند إطلاقة بزاوية : (٣٠ ° ـ ٤٥ ° ـ ٦٠ ° ـ ٩٠ °) ٣ـ حاصل ضرب ك x نق ٢ يساوي دوماً : (السرعة الزاوية ـ طاقة الحركة ـ عزم القصور ـ كمية التحرك) ٤ـ يكتسب القمر الصناعي مداره حول الأرض عندما تكون سرعة إطلاقه : (٨ م /ث ـ ٨ كم /ث ـ ٨ سم/ث ـ ٨ قدم/ث) ٥ـ جميع أنواع التصادمات تتفق في حفظ : (الطاقة ـ كمية التحرك ـ الشحنة ـ المادة) **ب) إذكر في نقطتين فقط كلا من :-** 🗣 ١ـ شروط إطلاق الصاروخ النفاث ؟ ٢ـ شروط إطلاق الأقمار الصناعية ؟ ج) إذا قذف حجر بسرعة إبتدائية قدرها (٥٠ م / ث) وبـزاويـــة (٣٧ °) فوق الأفق ، وكانت د = ١٠ م / ث^{٢} فأحسب : ١/ أقصى إرتفاع يصل إليه الحجر ؟ ٢/ سرعة الحجر عند وصوله الأرض ؟	٢٠ درجة
	للأسئلة بقية ..... 🚗	

الورقة الثانية ..... فيزياء ٣ ثـ .....

٢٠ درجة

أ) علل لما يأتي تعليلاً علمياً دقيقاً لما يأتي :-

١ـ تزود الأقمار الصناعية بأجنحة خلايا شمسية ؟
٢ـ في التصادم عديم المرونة لا تحفظ طاقة الحركة ؟
٣ـ سرعة المقذوف الرأسية دوماً متغيرة ؟
٤ـ توضع فرامل الدراجات الهوائية عند حواف إطاراتها وليس عند المركز ؟
٥ـ في قذائف (أرض ـ أرض) يكون ز هـ = ٢ ز ذ ؟

ت) (١) إثبت أن الكميتين (ق x ف / ع٢) و (ق / جـ) لهما نفس وحدة القياس ؟
حيث (ق القوة ، ف المسافة ، ع السرعة الخطية ، جـ العجلة)
(٢) إذكر مبدأ عمل كلاً من : (الصواريخ ذاتية الدفع ـ الأقمار الصناعية) ؟

ج) ماذا تحدث في الحالات التالية :-

١ـ وضع قمر صناعي على إرتفاع ١٠٠ كم من سطح الأرض ؟ ٢ـ أطلق صاروخ بسرعة إبتدائية ١٥ كم / ث ؟

د) قرص من الحديد مسنن الحافة كتلته (١٤ كجم) ونصف قطره (٢٠ سم) يدور بتردد قدره (٣٠٠ هيرتز يلامس قرص أخر كتلته (٢١ كجم) ونصف قطره (٤٠ سم) أحسب مقدار السرعة الزاوية للقرص الثاني ؟

٢٠ درجة

أ) أي العبارات التالية صحيحة وأيها خطأ مع تصحيح الخطأ إن وجد :-

١ـ تعتبر التصادمات إحدى وسائل إنتقال الطاقة بين الأجسام ؟
٢ـ تستمر الأقمار الصناعية في مداراتها حول الأرض نتيجة لإحتوائها على خزانات وقود ومحركات دفع ؟
٣ـ يستطيع الصاروخ الذي كتلته (٢ طن) أن يفلت من الجاذبية الأرضية عندما تكون طاقة حركته عند الإقلاع تساوي (١٢٥,٤٤ x ١٠ ^ ٩ جول) ؟
٤ـ يتساوى زمن الذروة مع زمن الطيران في قذائف (جو ـ أرض) ؟

ب) ماذا تجب مراعاته لكي :-

١ـ يظل القمر الصناعي ملازماً للدولة التي أطلقته ؟ ٢ـ الحصول على أكبر مدى أفقي ممكن لمقذوف (أرض ـ أرض) ؟
٣ـ منع إهتزاز الصاروخ عند صعوده نحو الأعلى ؟

ت) صاروخ ذاتي الدفع كتلته (٣ طن) يتحرك بتأثير قوة تصعيدية نحو الأعلى قدرها (٩ x ١٠ ^ ٤ نيوتن) من السكون إذا كانت سرعة الغازات الخارجة من الصاروخ (٦٠٠ م / ث) وعجلة الجاذبية الأرضية (د = ١٠ م / ث ^ ٢) .
فأحسب ما يلي :
١) سرعة إنطلاق الصاروخ ؟
٢) كتلة الغازات المحترقة ؟

ملاحظة : إستفد من الثوابت التالية (ج = ٦,٦٧ x ١٠ ^ -١١ نيوتن . م ^ ٢ / كجم ^ ٢ ـــ ك ر = ٦ x ١٠ ^ ٢٤ كجم ـــ نق ر = ٦٤٠٠ كم ـــ π = ٣,١٤)

. . . . . إنتهت الأسئلة مع أطيب الأمنيات بالتوفيق والنجاح . . . . . .

أ/ أنور المحبشي