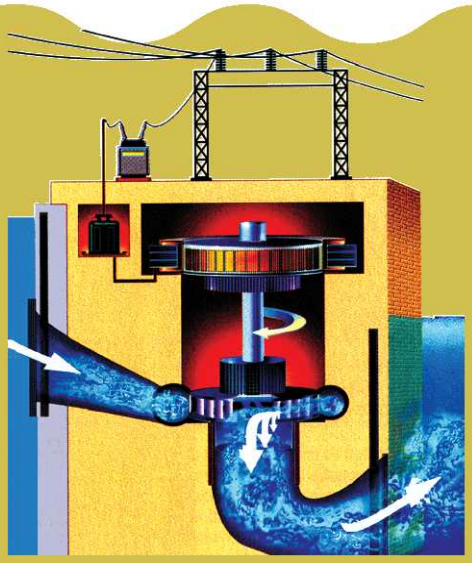
الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم
قطاع المناهج والتوجيه
الإدارة العامة للمناهج

دليل المعلم

لتدريس كتاب

الفيـــزياء

للصف الأول الثانوي



حقوق الطبع محفوظة لوزارة التربية والتعليم
١٤٣٣هـ/ ٢٠١٢م

http://e-learning-moe.edu.ye

e-learning

الجمهورية اليمنية
وزارة التربية والتعليم
قطاع المناهج والتوجيه
الإدارة العامة للمناهج

دليل المعلم

لتدريس كتاب

الفيـــزياء

للصـف الأول الثـانوي

تـأليـف

أ. د. داود عبدالملك الحدابي / رئيساً

أ.د. عـمـر صـالح بابقي
د. هزاع عـبـده الحـمـيـدي
أ. جـمـيل أسـعـد مـحـمـد
أ. مـحـفـوظ مـحـمـد سـلاّم
أ. أم السـعـد مـحـمـد عـبـدالحي
أ. رمـضـان سـالـم النجـار

الإخراج الفني

الـصـف الطـباعي: سـمـاح حـمـود مـسـعـود
الرسـوم والصـور: ريناس مـحـمـد العـريقي
تصـمـيم وإخـراج: أشـرف أحـمـد الجـرمـوزي

أشرف على التصميم: حامد عبدالعالم الشيباني

http://e-learning-moe.edu.ye

المصدر: قانون رقم (٣٦) لسنة ٢٠٠٦م بشأن السلام الجمهوري ونشيد الدولة الوطني للجمهورية اليمنية

أعضاء اللجنة العليا للمناهج

أ. د. عبدالرزاق يحيى الأشول.

د. عبدالله عبده الحامدي.

أ/ علي حسين الحيمي.	د/ صالح ناصر الصوفي.
أ.د/ محمد عبدالله الصوفي.	د/ أحمد علي المعمري.
أ/ عبدالكريم محمد الجنداري.	أ.د/ صالح عوض عرم.
د/ عبدالله علي أبو حورية.	د/ إبراهيم محمد الحوثي.
د/ عبدالله لملس.	د/ شكيب محمد باجرش.
أ/ منصور علي مقبل.	أ.د/ داوود عبدالملك الحدابي.
أ/ أحمد عبدالله أحمد.	أ/ محمد هادي طواف.
أ.د/ محمد سرحان سعيد المخلافي.	أ.د/ أنيس أحمد عبدالله طائع.
أ.د/ محمد حاتم المخلافي.	أ/ محمد عبدالله زبارة.
أ/ عبدالله علي إسماعيل.	د/ عبدالله سلطان الصلاحي.

قررت اللجنة العليا للمناهج في اجتماعها رقم (٤١) وتاريخ ٢٠٠٢/٩/١م طباعة هذا الدليل وتوزيعه للعام الدراسي ٢٠٠٢ / ٢٠٠٣م .

الطبعة الثانية

١٤٣٣هـ / ٢٠١٢م

http://e-learning-moe.edu.ye

بسم الله الرحمن الرحيم

تقـــديـــم

ونحن نتطلع بتيقظ واهتمام إلى السنوات المقبلة – الفترة الحا سمة في مسيرة التربية والتعليم في بلادنا – مما يفرض علينا مزيداً من الجهد؛ لإيجاد معلم قادر على العطاء، والإنجاز، متفهم لما يجري من تطوير في المناهج التعليمية، وأساليب تنظيمها وإنتاجها، والتعامل مع التجديدات التربوية التي تحقق وظيفية المدرسة في المجتمع، كل ذلك يضيف أدواراً جديدة للمعلم، مما يتطلب منه الاستعانة بعدد من الأساليب والأدوات التي تمكنه من استيعاب أدواره الجديدة.

ومن بين الأدوات التي تساعد المعلم في تطوير أدائه داخل الصف الدراسي، والمدرسة دليل المعلم المصاحب لكتاب الطالب، والذي يتكون من مجموعة من الأساليب التي تمكنك من إدارة التعلم المدرسي ، وفهم الكتاب المدرسي كونه يرتبط به.

والدليل الذي بين يديك هو أحد الأدوات التي تعينك على أداء رسالتك، وعليك البحث والاطلاع على كل ما هو مفيد من المعلومات بحسب تنوع مصادر المعرفة التربوية والعلمية، وتدريب طلابك على كيفية التعلم من الكتاب المدرسي ومن غيره من المصادر التعليمية.

بالإضافة إلى ما يتم من تطوير للمناهج والكتب الدراسية وأدلة المعلمين فإننا نؤكد العزم على إصلاح التربية والتعليم بشكل متكامل، والذي لن يتوقف عند إصدار الكتب المدرسية، وأدلة المعلمين فقط، بل سيتعداه إلى تدريب المعلمين، وإعادة تأهيلهم، وتحديث أنماط التوجيه والتقويم والاختبارات.

كما لاننسى الجهود الكبيرة لكل من شارك في إنجاز عملية التطوير للمناهج والكتب الدراسية ؛ فنتوجه إليهم بجزيل الشكر لما بذلوه من عمل في سبيل تجسيد أهداف المنهج وتطلعاته ؛ خدمةً وإسهاماً في بناء مستقبل أفضل لأبنائنا وبناتنا.

والله ولي الهداية والتوفيق ،،،

أ.د. عبدالرزاق يحيى الأشول

وزير التربية والتعليم

رئيس اللجنة العليا للمناهج

http://e-learning-moe.edu.ye

مقدمة

الحمدلله والصلاة – والسلام على سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم – وبعد : فهذا أول دليل للمرحلة الثانوية لهذه المادة المتخصصة . نأمل أن يكون خير معين للمدرس في تقديم ما نصبوا إليه بإذن الله تعالى ؛ حتى تصل المادة المطلوبة بشكل صحيح وموحد لكل طلابنا الأعزاء .

وقد أحتوى هذا الدليل ، وبشكل مبسط على العناصر الآتية :

- **الوحدات الدراسية :**

وفيها مقدمة لكل وحدة دراسية تتحدث عن أهميتها ، وارتباطها بالوحدات الأخرى سواء أكانت في هذا الصف أم في الصفوف السابقة له ، وما تحتوي من مواضيع مختلفة .

- **أهداف الوحدة :**

وهي تلك الأهداف المطلوب تحقيقها من قبل المدرس في الوحدة الدراسية ؛ بحيث إذا تم تحقيقها فإننا نضمن أن يكون الطالب قد حقق المطلوب من دراسة هذه الوحدة ، وذلك على أساس تجنب الإطالة في تنفيذها .

- **الخلفية العلمية :**

تحتوي كل الوحدات الدراسية على الخلفية العلمية المطلوبة للمدرس في أقل تقدير على أساس أن المدرس لايملك المراجع الكافية والجيدة في الموضوع الذي ستناقشه الوحدة ، وحتى يستطيع المدرس مواجهة أية أسئلة ، أو أية مواضيع يناقشها الطلاب معه . فنحن نعتقد أن الخلفية العلمية فيها ، جاءت مزودة بالقدر الكافي من المعلومات .

- **خطة توزيع درس الوحدة :**

كل وحدة دراسية احتواها هذا الدليل ، تحتوي على خطة دراسية مقترحة (مقترح أولي) ، تعمل على مساعدة المدرس في التخطيط لعمله ، وهي ليست ملزمة للمدرس وإنما تعطي المقترح الأولي له في كيفية سيره في تنفيذ الوحدة .

- **المفاهيم والمصطلحات العلمية :**

إحتوى كتاب الطالب على بعض المفاهيم والمصطلحات العلمية بشكل عام في آخره ، وقد رأينا أن يكون دليل المعلم يحتوي على إضافات أخرى من هذه المصطلحات في كل وحدة على حدة ؛ حتى لايتخبط في عملية البحث عن المصطلح المعين للوحدة المعيَّنة ، وبالتالي للدرس المعيَّن.

http://e-learning-moe.edu.ye

- **المواد والأدوات المطلوبة :**

احتوت كل وحدة – بشكل كامل – على الأدوات ، والمواد المطلوبة ؛ لتنفيذ الوحدة ؛ لتساعد المدرس على تحضيرها ، وتجهيزها مثل : تقديم دروس الوحدة ؛ وحتى إذا لم تتوافر في المعمل المدرسي فإنه يجب التنقيب والبحث عنها في البيئة المحلية ، وبمشاركة الطلاب أنفسهم .

- **خطة تنفيذ الوحدة :**

وهي التوجيهات و، المقترحات الهادفة التي ستساعد المدرس في تنفيذ دروس الوحدة ، والتي نرى أنه لاغنى للمدرس عنها ، وقد تكون تلك المقترحات غير كافية ، أو أن المدرس لديه مقترحات أفضل بحكم الخبرة الميدانية فلا بأس من استخدامها حيث إن الميدان يزخر بالخبرات الطيبة .

- **خطة تنفيذ درس من الوحدة :**

ورد في الدليل خطة لتحضير وتنفيذ درس من دروس الوحدة ليكون وسيلة مقترحة ، لتحضير الدروس، ويظل هذا التحضير مجرد مقترح للمدرس وعليه أن يطوره ويستفيد من خبرات زملائه في الميدان وكذا خبرات التوجيه التربوي ، وما نقدمه في هذا الدليل من الخبرات المقترحة ، فإنها تظل خبرات بسيطة ومتواضعه .

- **إجابات الأنشطة والأسئلة في إطار الوحدة :**

إحتوت كل وحدة على بعض الأسئلة والأنشطة والاستنتاجات المطلوبة من قبل الطلاب ، وقد يرى المدرس بعض الصعوبات في الإجابة عنها . وفي هذا الدليل سيلاحظ المدرس الإجابات الوافية على هذه التساؤلات والأنشطة المطلوب تنفيذها من قبل الطالب .

- **إجابات تقويم الوحدة :**

في هذا العنصر سيلاحظ المدرس الإجابات الكاملة لأسئلة تقويم الوحدة ؛ حيث ستساعده في تقويم الطلاب وبشكل واحد ، كما أننا نهدف من ذلك أن تكون المعلومات موحدة لجميع الطلاب .

- **قائمة المراجع :**

ورد في الدليل قائمة بالمراجع العلمية التي استفدنا منها عند تأليف كتاب الطالب ؛ وحتى نعطي للمدرس فرصة إذا أحب الاطلاع عليها ، والإستزادة منها ؛ وحتى نعطي فرصة للمدرس ؛ ليقدم تلك القوائم إلى الإدارة المدرسية إذا أحبت شراءها ؛ لتزويد المكتبة المدرسية بها .

وما نأمله من أعزائنا المدرسين ومن اطلع على هذا الدليل أن لايبخل علينا بملاحظاته ، ومقترحاته لتطويره .

والله من وراء القصد ،،،

المؤلفــون

http://e-learning-moe.edu.ye

المحتويات

الموضوع	الصفحة

- أهداف تدريس العلوم في مرحلة التعليم الثانوي العام ---------- ٨
- أهداف تدريس مادة الفيزياء للصف الأول الثانوي ---------- ٩

الوحدة الأولى : علم الفيزياء والقياسات الفيزيائية

- مقدمة الوحدة ---------- ١٠
- أهداف الوحدة ---------- ١٠
- الخلفية العلمية ---------- ١١
- خطة تنفيذ الوحدة ---------- ١٣
- مقترح نموذج درس ---------- ١٧
- إجابات تقويم الوحدة ---------- ٢١

الوحدة الثانية : الحركة في خط مستقيم

- مقدمة الوحدة ---------- ٢٤
- أهداف الوحدة ---------- ٢٤
- الخلفية العلمية ---------- ٢٥
- خطة تنفيذ الوحدة ---------- ٢٩
- مقترح نموذج درس ---------- ٣٠
- إجابات تقويم الوحدة ---------- ٣٢

الوحدة الثالثة : خواص المواد الصلبة والموائع

- مقدمة الوحدة ---------- ٣٨
- أهداف الوحدة ---------- ٣٨
- الخلفية العلمية ---------- ٣٩
- خطة تنفيذ الوحدة ---------- ٤٢
- مقترح نموذج درس ---------- ٤٤
- إجابات تقويم الوحدة ---------- ٤٦

الوحدة الرابعة : الشغل والقدرة والطاقة

- مقدمة الوحدة ---------- ٤٨
- أهداف الوحدة ---------- ٤٨
- الخلفية العلمية ---------- ٤٨
- خطة تنفيذ الوحدة ---------- ٥٣

http://e-learning-moe.edu.ye

الموضـــــوع	الصفحة

- مقتـرح نمـوذج درس ---------- ٥٥
- إجابـــات تقـويم الـوحـدة ---------- ٥٨

الوحدة الخامسة : الكهـــربـــاء الســاكنـــة

- مقـدمـة الـوحـــدة ---------- ٥٩
- أهـــداف الـوحـــدة ---------- ٥٩
- الخلفيـة العلميـــة ---------- ٦٠
- خطـة تنفيـذ الـوحـدة ---------- ٦٤
- مقتـرح نمـوذج درس ---------- ٦٧
- إجابـــات تقـويم الـوحـدة ---------- ٧٠

الوحدة السادسة : التيـــــار الكهـــربـــائـــي

- مقـدمـة الـوحـــدة ---------- ٧٢
- أهـــداف الـوحـــدة ---------- ٧٢
- الخلفيـة العلميـــة ---------- ٧٣
- خطـة تنفيـذ الـوحـدة ---------- ٧٤
- مقتـرح نمـوذج درس ---------- ٧٦
- إجابـــات تقـويم الـوحـدة ---------- ٧٩

الوحدة السابعة : القيـــاســـات الحـــــرارية

- مقـدمـة الـوحـــدة ---------- ٨١
- أهـــداف الـوحـــدة ---------- ٨١
- الخلفيـة العلميـــة ---------- ٨٢
- خطـة تنفيـذ الـوحـدة ---------- ٨٥
- مقتـرح نمـوذج درس ---------- ٩٧
- إجابـــات تقـويم الـوحـدة ---------- ٩٨

الوحدة الثامنة : أثـــــر الحـــــرارة علـى الأجســـام

- مقـدمـة الـوحـــدة ---------- ١٠٢
- أهـــداف الـوحـــدة ---------- ١٠٢
- الخلفيـة العلميـــة ---------- ١٠٣
- خطـة تنفيـذ الـوحـدة ---------- ١٠٥
- مقتـرح نمـوذج درس ---------- ١١١
- إجابـــات تقـويم الـوحـدة ---------- ١١٣

http://e-learning-moe.edu.ye

أهداف تدريس العلوم في مرحلة التعليم الثانوي العام

يهدف تعليم العلوم في نهاية المرحلة الثانوية إلى :

١ – تعميق العقيدة الإسلامية في نفس المتعلم، وترسيخ الإيمان بالله، وتنمية اتجاهات إيجابية نحو الإسلام وقيمة النبيلة.

٢ – تعزيز فهم المتعلم للمفاهيم الأساسية التي سبق دراستها في مرحلة التعليم الأساسي .

٣ – تزويد المتعلم بالثقافة والتأهيل العلمي المبنيين على رؤية متماسكة ومنفتحة على الحياة لمتابعة دراسته الجامعية التخصصية ، أو توجه نحو سوق العمل .

٤ – إكساب المتعلم الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين العلمية في مجالات العلوم المختلفة بصورة مترابطة ووظيفية .

٥ – تعريف المتعلم بوضع علوم الأحياء والبيئة والأرض والعلوم الفيزيائية والكيميائية في القرن العشرين الميلادي واستشراق المستقبل .

٦ – إكساب المتعلم منهجية التفكير العلمي والقدرة على حل المشكلات المبنية على مهارات الملاحظة والتحليل والتعليل والفكر الناقد المدعم بالحجة والبرهان .

٧ – تمكين المتعلم من التخطيط لتقارير وبحوث علمية وتصميم تجارب في مجالات فروع العلوم المختلفة واستعمال الأدوات والمعدات والأجهزة العلمية والحاسوبية ، واتباع تقنيات السلامة والأمان بإتقان.

٨ – تنمية قدرة المتعلم على التعامل مع المعلومات واستخدام المعرفة والطريقة العلمية لحل المسائل من خلال وسائل التعبير الشفوي والتحريري والرياضي والعددي ، أو الرسم .

٩ – تعميق وعي المتعلم بحسن التصرف الفعال تجاه التطبيقات العلمية والتكنولوجيا لمختلف مجالات العلوم ومحاورها ، والمحافظة على صحته وبيئته وحماية الثروات الطبيعية .

١٠– تبصير المتعلم بأهمية أمتلاك مهارات العلوم التجريبية والنماذج العلمية والعملية واستخدامها في التفسيرات العائدة للظواهر المرئية .

١١– تعميق وعي المتعلم بأن النظريات والطرق العلمية قد تطورت نتيجة جهود وتعاون جماعات وافراد ، وأنها قابلة للتغيير ، وأن تطبيقات العلوم مفيدة للفرد والمجتمع والبيئة .

١٢– إدراك المتعلم للسبق الذي سجله العلماء العرب والمسلمون في مختلف مجالات العلوم .

١٣– إكتساب المتعلم قيم وإتجاهات علمية إيجابية تتعلق بحياته اليومية كالموضوعية والأمانة العلمية ، والبحث عن الحقيقة والمبادرة ، والابداع .

١٤– توعية المتعلم بجهود الدولة في الاهتمام بالعلوم ودورها في مجالات التنمية ، وأهمية الاسهام والمشاركة في ذلك .

http://e-learning-moe.edu.ye

أهـداف تـدريس مـادة الفيـزيـاء للصف الأول الثـانـوي

يكون المتعلم بعد الانتهاء من دراسة مادة الفيزياء في الصف الأول الثانوي قادراً على :

١ – فهم موقع الأرض من الكون، وعلاقة الجاذبية بحركة الكواكب، والتوابع، والظواهر الناتجة عنها.

٢ – استخدام الأسلوب العلمي في التفكير، والوصول إلى حل المشكلات بالطرق التجريبية الصحيحة .

٣ – توضيح طبيعة الحركة، وأنواعها، والسرعة، والتسارع، وقوانينها، وعلاقتها بعلم الميكانيكا .

٤ – توضيح مفاهيم القوة بمتجه ومحصلة قوتين، وطرق التعامل مع الكميات المتجهة رياضياً وبيانياً .

٥ – توضيح المقصود بدرجة الحرارة، والإتزان الحراري، والقانون الصفري للتحريك الحراري، والسعة الحرارية، والحرارة النوعية .

٦ – تفسير تغيير حالات المادة في الحرارة، وعلاقتها بالنظرية الجزيئية للمادة، وطرق انتقال الحرارة، والعوامل المؤثرة في ذلك .

٧ – استيعاب مفاهيم الشحنة الكهربائية، والتيار الكهربائي، وفرق الجهد، والقوانين المرتبطة بها.

٨ – اكتساب وسائل، وطرق عملية لترشيد استخدام الكهرباء، والمنتجات الصناعية، وحماية البيئة من التلوث.

٩ – اكتساب مهارات تركيب، واستخدام بعض الأجهزة المرتبطة بالدوائر الكهربائية، وتجنب مخاطرها.

١٠– تقدير أهمية وإسهامات علماء العرب والمسلمين في تطور العلوم، والحضارة الإنسانية.

١١– تقدير جهود الدولة في تشجيع العلوم، واستثمار اختراعاتها في إحداث التنمية الشاملة.

http://e-learning-moe.edu.ye

مقدمة الوحدة

سبق للطالب أن درس في جميع صفوف المرحلة الأساسية في مادة العلوم عن المادة، والطاقة، والعديد من الظواهر الطبيعية كالصوت، والضوء، والكهرباء، والحرارة، وغيرها. ولاحظ ارتباطاً وثيقاً بين ما درسه، وبين الواقع في حياته اليومية، ويكون بذلك قد أدرك – إلى حد ما– أهمية دراسته تلك، دون أن تصنف مباشرة تحت اسم (الفيزياء)، ونظراً لما يراه البعض عن الفيزياء بأنها علم متشعب لدرجة يصعب معها معرفة الهدف من دراستهم لهذا العلم، ويتصورون صعوبة مناهج الفيزياء، وينفرون منها.

إضافة إلى أن الطالب في هذا الصف سيدرس العلوم في فروع بكتب منفصلة، ومنها الفيزياء؛ فقد جاءت أهمية هذه الوحدة لتوضيح معنى هذا العلم، وأهميته، وارتباطه بالعلوم الأخرى، ولبيان منزلة علم الفيزياء الدقيقة بين العلوم الطبيعية، والتطبيقية، حيث تناولت الوحدة: التعريف بعلم الفيزياء، والمنهج التجريبي الذي تعتمد عليه كل الدراسات العلمية، كذلك جهود العلماء، وإسهاماتهم في مجال تطور العلوم وخاصة علم الفيزياء، وقد كان التركيز على العلماء المسلمين؛ ليتكون لدى الطالب اتجاه نحو تقدير جهود أسلافه العلماء، والسعي نحو الاقتداء بهم. كذلك التعريف بأن القرآن الكريم قد سبق العلوم الحديثة في اكتشاف الكون من حولنا، ثم أوضحت الوحدة علاقة علم الفيزياء بالعلوم الأخرى؛ لإدراك الترابط والتكامل بين فروع العلوم المختلفة.

وفي هذه الوحدة – أيضاً – سوف يدرس الطالب القياس، وأنظمته المختلفة، وأدواته ثم الكميات الفيزيائية، وتصنيفها إلى: أساسية، ومشتقة، وقياسية، ومتجهة مع ملاحظة الفرق بين كلٍ منها، وتوضيح معنى المتجه، ومعرفة خصائصه، وبعد ذلك تحليل القوة كمثال على كمية متجهة، وقد عُرض المحتوى بشكل متسلسل حيث تم فيه اتخاذ أسلوب الحوار، والأنشطة وربطه بالواقع، وبيئة الطالب، وذكر الأمثلة العديدة للتطبيق، والربط بين الفيزياء، والرياضيات، وغيرها من العلوم التطبيقية، والطبيعية.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يوضح ماهية علم الفيزياء، وطبيعته، ومجالاته المختلفة.

٢ – يبيّن أهمية علم الفيزياء، وارتباطه بالعلوم الأخرى، وبالتكنولوجيا.

٣ – يصنف الكميات الفيزيائية الأساسية، والمشتقة، والقياسية، والمتجهة في ضوء دراسة خصائص كل منها.

٤ – يتعرف على أنظمة القياس المختلفة، والوحدات المستخدمة للقياس.

٥ – يعيّن بعض الكميات الفيزيائية عملياً باستخدام أدوات القياس المختلفة.

٦ – يقدر جهود العلماء خاصة العرب المسلمين في تطور علم الفيزياء.

http://e-learning-moe.edu.ye

خلفية علمية

إن الطبيعة ليست صعبة، فهي تدخل في معظم أعمالنا، ولتوضيح هذه العبارة نذكر القصة التالية نقلاً عن كتاب المعرفة: (الذرات والإلكترونات) الناشر: شركة تراد كسيم، شركة مساهمة سويسرية، جنيف: (١٩٨٥م).

«عاد الطفل الصغير ذات يوم من المدرسة، وقد حصل على صفر، فصاح أبوه، وهو مقطب الجبين: صفر؟. ولماذا هذا الصفر من فضلك؟

- الولد: لأني لم أتمكن من أن أشرح للمدرس عن ماهية الطبيعة.
- الأب: أحقاً ؟ ومع ذلك، فليس هناك ما هو أبسط من ذلك، أُنظر: إلى الخيزرانة الموضوعة هناك. إنها معلقة على الحائط، فإذا أنا أخذتها من مكانها، عُدَّ ذلك عملاً طبيعياً. والواقع أن القانون الطبيعي يقول: بأن الجسم يظل في مكانه إذا لم تتدخل أي قوة لنقله منه. والآن الخيزرانة في يدي، وسأضربك بها، وهذه أيضاً ظاهرة طبيعية تسميُ:(التسارع – Acceleration). وعندما تلمس الخيزرانة جسمك فإنها تنثني، وانثناؤها ظاهرة طبيعية أخرى في نفس الوقت فأنت تشعر بلسعها، وهذا الشعور يرجع إلى الاحتكاك، الاحتكاك ظاهرة طبيعية –أيضاً –.

والآن هل فهمت يا بني: أن الطبيعة، ليست صعبة. إنها تدخل في معظم أعمالنا».

وهكذا دلل لنا والد الطفل: أن الطبيعة تحيط بنا من كل جانب فمعظم أفعالنا وتصرفاتنا، وتلميحاتنا، ليست سوى ظواهر طبيعية، وهي تحدث بلا انقطاع. وفي العصور القديمة كان الإغريق يطلقون اسم (الفيزياء) Physics على دراسة الطبيعة كما عرف علماء الفيزياء عند المسلمين بعلم الطبيعيات واحتوى الفروع التالية:

الأسباب والحيل (الميكانيك)، والثقل النوعي، وسقوط الأجسام، والصوت، والضوء والحرارة، والمغناطيس.

ولقد ظلت الطبيعة في الماضي تعني دراسة الظواهر التي يمكننا رؤيتها، وملاحظتها بطريقة مباشرة ودون الاستعانة بأي أدوات خاصة، مثال ذلك: حركة كرة متدحرجة على سطح مائل بتأثير قوة الجاذبية، إلاّ أنه قرب نهاية القرن التاسع عشر اكتشفت (الذرة Atom)، والذرة لا يمكن رؤيتها بالعين المجرد وكذلك الجزيء، وهنا ظهرت الطبيعة النووية الخاصة بالظواهر الجزيئية، والذرية، ولها قوانينها الخاصة بها، ولقد أصبحت الطبيعة النووية من أهم العلوم بالنسبة للبشرية،

وقبل أن نستكمل الحديث عن علم الفيزياء، وأهميته، يحسن أن نتعرف على المعنى المقصود من كل من الظاهرة، والقانون، والقاعدة في علم الطبيعة (علم الفيزياء).

- **الظاهرة** Phenomenon :

كل حدث يطرأ في الظروف الطبيعية، مثل: سقوط حجر، أو غليان سائل، وهذا يعني: أن الظاهرة تكون أكثر الحوادث، والأفعال قرباً مما هو طبيعي.

- **القوانين** Laws :

هي قواعد عامة تحدث بمقتضاها (في جميع الأحوال) الظواهر الطبيعية، فإذا أمسكت بحجر في يدك، ثم فتحتها فإن الحجر يسقط دائماً إلى أسفل مهما كررت ذلك الفعل، وذلك طبقاً لقانون سقوط الأجسام بفعل الجاذبية

- **القواعد** Rules :

بعض القوانين يعبر عنها بشكل (قواعد)، مثل: قاعدة أرشميدس التي تنص على: «أنه إذا غمر جسم في سائل فإنه يلاقي ضغطاً – من أسفل إلى أعلى– مساو لوزن السائل المزاح»، وهذه القاعدة بطريقة علمية تعد قانوناً، أو قاعدة عامة تنطبق على جميع الأجسام التي تغمر في سائل.

http://e-learning-moe.edu.ye

ويعد علم الفيزياء في نظر الكثير من العلماء العلم الأساس بين العلوم الطبيعية؛ حيث تعنى الفيزياء بالمبادئ الأساسية للكون فصياغة العديد من النظريات، والقوانين، والمعادلات الفيزيائية؛ ساعدت في تعميق أفق المعرفة بالنظام الكوني مما أسهم بشكل أو بآخر في تشكيل النظرة نحو هذا الكون، وفي القرآن الكريم- مصدر كل العلوم- ذُكرت العديد من الآيات الكريمة التي تؤكد السنة الإلهية في خلق الكون منها: قال تعالى: ﴿ ... وَلَن تَجِدَ لِسُنَّةِ ٱللَّهِ تَبۡدِيلٗا ﴿٤٣﴾ ﴾ [الفتح] ، وقال تعالى: ﴿ وَٱلشَّمۡسُ تَجۡرِي لِمُسۡتَقَرّٖ لَّهَاۚ ذَٰلِكَ تَقۡدِيرُ ٱلۡعَزِيزِ ٱلۡعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَٱلۡقَمَرَ قَدَّرۡنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلۡعُرۡجُونِ ٱلۡقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمۡسُ يَنۢبَغِي لَهَآ أَن تُدۡرِكَ ٱلۡقَمَرَ وَلَا ٱلَّيۡلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِۚ وَكُلّٞ فِي فَلَكٖ يَسۡبَحُونَ ﴿٤٠﴾ ﴾ [يس]

ومن علماء المسلمين الذين بحثوا في علم الفلك: أبو عبدالله محمد البتاني : الذي ولد في بتان بحران عام ٨٥٨ ميلادية، وتوفي بالعراق، عام: ٩٢٩م، وقد اشتهر برصد الكواكب، وأجرام السماء بصفة عامة، على الرغم من عدم توافر الآلات الدقيقة المستخدمة اليوم. ومن أهم أعماله الفلكية أنه أصلح قيمة الاعتدالين الصيفي والشتوي، وعيَّن قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار (أي ميل محور دوران الأرض حول نفسها على مستوى سبحها من حول الشمس)، ووجد أنه يساوي (٢٣ درجة و٣٥دقيقة) والقيمة السليمة المقاسة في عصرنا العلمي، هي: (٢٣ درجة).

وعندما قام العالم الإيطالي جاليليو (١٥٦٤- ١٦٤٢م) بتجاربه الهامة التي دعمت نظرية وجود الشمس في مركز الكون وأن الأرض تدور حولها في مدار معين، اعتبر ذلك الحدث منعطفاً تاريخياً علمياً هاماً في تاريخ الفيزياء، ثم جاء اسحق نيوتن(١٦٤٢-١٧٢٧م) الذي وضع قوانين علم الميكانيكا الثلاثة والتي سميت باسمه، ثم قانون الجاذبية العام الذي ساعد في تفسير حركة الأرض وحركة الكواكب .

وقد تعددت فروع الفيزياء، وشملت الديناميكا الحرارية، والكهرومغناطيسية، والنظرية النسبية، وميكانيكا الكم، والفيزياء الذرية، والنووية،وفيزياء الحالة الصلبة، والليزر،والألياف البصرية، وما يزال الباب مفتوحاً أمام العلماء لاكتشاف واختراع المزيد .

ومن ناحية أخرى تعمل الفيزياء مع فروع العلوم التطبيقية الأخرى على استثمار الأفكار، والمفاهيم وتطبيقها، ونقلها إلى أرض الواقع بالتعاون مع المؤسسات الصناعية في صورة تقانات تقام على أسس، وظواهر فيزيائية محددة. وهذا ما يعرف الآن بالتكنولوجيا أو التقانة التي تلعب دوراً بارزاً في دفع عجلة التطور في حياتنا المعاصرة.

وما زالت التحديات قائمة لمواصلة العمل نحو التقدم العلمي، والتكنولوجي في عالمنا المعاصر، وذلك يحتاج إلى تجهيزات، وإمكانات منظمة موجهة بسياسات بحث علمي، ومؤسسي هادف ومنظم.

ومن خلال الاسم الذي سميت به هذه الوحدة (علم الفيزياء والقياسات الفيزيائية)؛ فإن القياسات التجريبية تعد من أساسيات الفيزياء، فعملية القياس تعني القيام بالمقارنة،وحتى تكون المقارنة للكميات ذات معنى، لابد من وجود مقدار قياسي (معياري) من ذلك النوع نفسه، وبذلك تبنّى النظام الدولي للقياس: (SI) وحدات قياس معيارية للطول، والكتلة، والزمن، وتشتق منها وحدات باقي الكميات الطبيعية الأخرى. وقد سمي هذا النظام باسم نظام المتر، كيلوجرام، ثانية (م، كجم،ث) (mks) وهو النظام الذي اعتمد في الأوساط العلمية المختلفة،ويضم أيضاً الوحدات الأساسية للكهرباء، والحرارة.

http://e-learning-moe.edu.ye

وفيما يلي تعريف لوحدات قياس الكميات الأساسية التي اعتمدها النظام الدولي للقياس: (SI) :

■ **وحدة قياس الأطوال :**

● المتر : صدر عن المؤتمر الدولي للاتزان والمقاييس المنعقد عام: ١٩٦٠م تعريفاً للمتر بأنه : الطول الذي يساوي (١٦٥٠٧٦٣,٧٣) أطوال موجية في الفراغ من الإشعاع المناظر لانتقال ذرة كريبتون : (٨٦) بين المستويين: ($2P^{10}$ ، $5d^5$) .

ثم صدر – عن المؤتمر السابع عشر للأوزان، والمقاييس : (C.G.P.M) باريس،١٩٨٣م – تعريفاً آخر للمتر، بأنه: طول المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ خلال مدة مقدارها : $\frac{١}{٣ \times ١٠^{٩}}$ من الثانية .

■ **وحدة قياس الكتلة :**

● الكيلو جرام : هو كتلة النموذج الدولي للكيلوجرام، وهو عبارة عن إسطوانة خاصة من سبيكة البلاتين، والإيريديوم، محفوظة في قبو بسيفر بفرنسا .

■ **وحدة قياس الزمن :**

● الثانية : هي الفترة الزمنية التي تكافئ (٩١٩٢٦٣١٧٧٠) دروة من الإشعاع المناظر لانتقال ذرة سيزيوم: (١٣٣) بين المستويين المفرطي الدقة لحالة الخمود .

خطة توزيع دروس الوحدة

نقترح توزيع دروس هذه الوحدة على النحو الآتي :

الموضوع	عدد الحصص
– ما هو علم الفيزياء – جهود العلماء . – أهمية علم الفيزياء وعلاقته بالعلوم الأخرى .	١
● **القياس وأنظمته :** – ما القياس؟ ولماذا نقيس؟ – أنظمة القياس . – أدوات القياس .	١
● **الكميات الفيزيائية :** – الكميات الفيزيائية الأساسية – وحدات قياس الكميات الأساسية . – الكميات الفيزيائية المشتقة . – اشتقاق وحدات قياس بعض الكميات الفيزيائية المشتقة بدلالة الكميات الأساسية . – التأكد من صحة القوانين باستخدام أبعاد الكميات الفيزيائية المشتقة من الوحدات الأساسية . – ا لكميات القياسية، والكميات المتجهة .	٢
● **المتجهات :** – تمثيل الكميات المتجهة – تحديد طول المتجه – تحديد اتجاه المتجه – نقل المتجهات – جمع المتجهات – طرح المتجهات – تحليل المتجهات – تحليل القوة – جمع وطرح القوى .	٣
● **تقويم الوحدة :**	١
● **إجمالي عدد الحصص المقترحة :**	٨ حصص

http://e-learning-moe.edu.ye

المفاهيم والمصطلحات العلمية

Basic Quantity	كمية أساسية
Derived Quantity	كمية مشتقة
Electronic balance	ميزان الكتروني
Force	قـوة
Force analysis	تحليل القوة
International System of Measurment	النظام الدولي للقياس
Kilogram	كيلو جرام
Length	طـول
Mass	كتلة
Measurment	قياس
Measurment System	نظام القياس
Meter	متر
Micrometer	ميكرو متر
Physics	علم الفيزياء
Physical Measurments	القياسات الفيزيائية
Physical Quantity	كمية فيزيائية
Scalar Quantity	كمية قياسية
Second	ثانية
Stop watch	ساعة ايقاف
Time	زمن
Units of Measurment	وحدات القياس
Vector	متجه
Vectors analysis	تحليل المتجهات
Vector quantity	كمية متجهة
Vernier Caliper	القدمة الورنية

http://e-learning-moe.edu.ye

الأجهزة والمواد اللازمة لتنفيذ الوحدة

يلزم لتنفيذ هذه الوحدة ما يأتي:

نماذج للقياسات التقليدية المستخدمة في بيئة الطالب، مثل: المكاييل المستخدمة لقياس الحبوب، وأدوات قياس الأقمشة، والموازين، مسطرة مترية، شريط متري، القدمة الورنية، الميكرومتر، ميزان حساس، ميزان إلكتروني، ساعات إيقاف مختلفة.

تنفيذ الوحدة

١ - علم الفيزياء:

● بعد المناقشة والحوار، توصلْ مع الطلاب إلى تعريف علم الفيزياء، بأنه: العلم الذي يُعنى بدراسة الطبيعة، والظواهر الطبيعية المختلفة، مثل: البرق، والرعد، والكسوف، والخسوف، وغيرها من الظواهر بعيداً عن الخرافات السائدة، ويفسر حدوثها، ويتوقع نتائجها. ويمكنك الاستعانة بالمعلومات التي وردت في الخلفية العلمية.

وبناءً على الاستنتاج الذي توصل إليه العالم أينشتاين: بأن المادة يمكن تحويلها إلى صور مختلفة من صور الطاقة، وبذلك تكون المادة هي إحدى صور الطاقة، وعلم الفيزياء، هو علم يبحث في مجال الطاقة، وتحولاتها.

● للتعرف على المنهج العلمي، أو -كما يسميه البعض- المنهج التجريبي في العلوم الطبيعية، وضح للطلاب إحدى طرق الأسلوب العلمي في التفكير، والتي تتألف من مجموعة من الخطوات المتسلسلة؛ لكيفية استخدام هذا المنهج في حل المشكلات.

● خذ مشكلة أو ظاهرة طبيعية بسيطة من حياة الطلاب، وطبق عليها ذلك النمط من التفكير، والذي لخصناه في الشكل الموضح في كتاب التلميذ.

١ - تحديد المشكلة:

أراد أحمد أن يجعل قلمه البلاستيكي يجذب قصاصات الورق الصغيرة كما يجذب المغناطيس المسامير.

٢ - افتراض الفروض:

أ - دلك القلم بالمغناطيس.

ب - تسخين القلم.

جـ - دلك القلم بقطعة صوف جافة.

٣ - في كل مرة كان يجرب، ويقرب القلم من القصاصات.

٤ - توصل أحمد إلى الاحتمال الصحيح، وهو أنه عند دلك القلم بقطعة الصوف الجافة، ثم تقريبه من قصاصات الورق، فإنه يجذبها، ومن خلال ذلك الاستنتاج، جرب دلك أجسام أخرى مثل: (المسطرة البلاستيكية، ساق بلاستيكي، ساق زجاجي)، وتوصل إلى نفس الاستنتاج.

ومن هنا استطاع أن يصنع تعميماً لظاهرة طبيعية وهي: أن بعض الأجسام إذا دلكت بأجسام معينة، تتولد عليها شحنات كهربائية ساكنة تجعلها تجذب الأشياء الصغيرة، والخفيفة إليها.

ولكن التفكير العلمي لا ينحصر في هذه الخطوات المحدودة فقط بحيث لا يتم التفكير إلا بها، وما سواها لا يسمى تفكيراً علمياً؛ لأن ذلك فيه استهانة بالعقل البشري الذي ميز الله به الإنسان؛ لذلك فإن هناك طرق علمية كثيرة للتفكير، وما ذكر ما هي إلا إحدى تلك الطرق.

● تدبر مع طلابك ما ورد في القرآن الكريم من آيات تثبت المعجزات الآلهية في خلق الكون وأن القرآن سبق كل العلوم في ذلك، مع الإشارة إلى جهود العلماء، وخاصة المسلمين تقديراً لهم واقتداءاً بهم في الجد، والمثابرة، والعمل.

http://e-learning-moe.edu.ye

أهمية علم الفيزياء في حياتنا :

ينبغي التوسع، والتركيز على أهمية الفيزياء بما يتناسب والتقدم العلمي، والتكنولوجي الذي يشهده هذا العصر، وربط ذلك بالمجتمع.

ناقش مع الطلاب علاقة علم الفيزياء بالعلوم الأخرى، ويمكنك الاستعانة بما يدرسونه في بقية المواد؛ للربط وتوضيح دور الفيزياء.

شجعهم وحثهم على كتابة مقالات، توضح تلك العلاقة، وبالإمكان جعل ذلك على شكل مسابقة، يتم فيها اختيار أحسن مقال، والإشادة به، وتقديم جائزة رمزية للكاتب من قبل إدارة المدرسة.

وبالمثل كتابة مقالات حول جهود العلماء في مجال العلوم الطبيعية، وخاصة الفيزياء. ينفذ النشاط الخاص بزيارة وحدة صحية، أو مستشفى، أو مزرعة، أو مصنع، أو مؤسسة، بحسب ما يوجد في البيئة بحيث يتعرف الطلاب من خلال الزيارة على ما يوجد في ذلك المكان من أجهزة وآلات ومعدات، وهذا يُعدُّ تطبيق لنظريات، ومبادئ في علم الفيزياء، وكذلك للعلماء الذي كان لهم جهود في هذا المجال، فمثلاً: إذا تمت زيارة الأماكن التالية:

١ - **مستشفى أو وحدة صحية**: يتم بعد التعرف على الأجهزة والمعدات التي توجد فيها: أن يذكروا جهود بعض العلماء في هذا المجال، مثل: ابن سيناء، والسموؤل المغربي في مجال الطب، والعالم رونتجن مكتشف الأشعة السينية أو أشعة (X)، وقد سميت باسمه أشعة (رونتجن).

٢ - **محطة الإذاعة**: من العلماء الذي كان لهم جهود في هذا المجال: العالم الإنجليزي (جيمس ماكسويل James Maxwell) (١٨٣١م-١٨٧٩م) مكتشف الموجات الكهرومغناطيسية، والعالم الألماني: (هنري هيرتز Henery Hertz) (١٨٥٧م- ١٨٩٤م)، أول من ولد تلك الموجات، ثم العالم الإيطالي: (جو ليلمو ماركوين Gaillaume Marcone) (١٨٧٤م - ١٩٧٣م) الذي توصل إلى إمكانية الاتصال بواسطة الموجات الكهرومغناطيسية (اللاسلكية).

٣ - **محطة الكهرباء**: من العلماء الذي كانت لهم جهود في ذلك المجال: العالم الايطالي: (اليساندرو فولتا Aleassandro Volta) (١٧٤٥م-١٨٢٧م) مخترع البطارية، عام: (١٨٠١م)، والعالم: (توماس ألفا أديسون Thomas Alva Edison) (١٨٤٧م-١٩٣١م) مخترع المصباح الكهربائي.

٤ - **مراكز الاتصال** (التلفونات، أو البريد): من العلماء الذين كانت لهم جهود في هذه المجالات، العالم الأمريكي: (صموئيل مورس) مخترع التلغراف الكهربائي، والعالم الأمريكي: (جراهام بل Graham Bell) مخترع التليفون.

هذه فقط بعض الأمثلة التي يمكنك توجيه طلابك إلى ذكرهم، والتعرف عليهم، ولكن حثهم على البحث لمعرفة المزيد عن تاريخ العلم والعلماء، مع الربط بما يشهده العالم من التقدم العلمي، والتكنولوجي الذي يمكنهم التعرف عليه ميدانياً.

٢ - *القياس وأنظمته* :

- بعد المناقشة والتوضيح عن القياس، وأنظمته، وما يستخدم منه في اليمن منذ القدم وبعضه لا يزال حتى الآن. ويمكن للطلاب معرفة المزيد عن ذلك بالسؤال، والبحث لدى أسرهم، ومجتمعهم، وفيما يلي بعض التوضيحات:

- المساحات وتكون غالباً للأراضي:

اللبنة = ٤٤,٤٤ متر مربع (وتستخدم في بعض المناطق مثل صنعاء).

المعاد = ٩٥ لبنة، وتكون مساحته بالمتر المربع= $\frac{٤٤ \times ٩٥}{٤١٨٠ م^٢}$ (وتستخدم في مناطق تهامة محافظة الحديدة).

http://e-learning-moe.edu.ye

الـــدوزن = ١٢ وحدة.

الكـورجة = ٢٠ وحدة.

- **النظـام الـدولي للقيـاس (SI) :**

لقد سبق للطلاب دراسة بعض وحدات القياس في النظام الدولي، لذلك لابد من الربط بما درسوه في المرحلة الأساسية، مع التأكيد على أهمية هذا النظام في القـيـاس، وتعطى الأنظمـة الأخـرى، كـتطور تاريخي لنظام الوحدات.

أما ما لم يسبق لهم دراسته، والتعرف عليه، فهو: القـدمة الورنيـة، والميكرومـتـر (المقـيـاس الحلزوني الدقيق)، وهما أداتان لقياس الأبعاد لا زالتا تستخدمان في مختـبـرات الجامعات، وفي بعض المراكـز المهنية، ويوضح كتاب الطالب تركيب كل منهـما، وعليك السعي للحصـول عليهـما؛ ليـتعرف الطلاب على تركيب كل منهما، وكيفية استخدامها في القياس.

وتتركب القدمة الورنية من مسطرة مدرجة من الصلب حـافـتـهـا مـقـسـمـة إلى سنتـيـمـتـرات، وملليـمـترات وتنتهي بفك ثابت متـعامد تماماً مع المسطرة، كما يتحرك على المسطرة فك متحرك يمكن تثبيـتـه في أي وضع بواسطة مـسـمار لولبي، ومزود بورنية مدرجة في نفس جهة تدريج المسطرة.

٣ ـ الكميـات الفيـزيائيـة :

- درس الطلاب في المرحلة الأساسية العديد من الكميات الفيزيائية اطلب منهم ذكر بعض الأمثلة، وتحديدها (أساسية أو مشتقة)، ثم تصنيفها في جدول، مع ذكر وحدات قياسها، وتحديد الكميات القياسية والكميات المشتقة في كل منها، والفرق بينها.
- وضح للطلاب الأمثلة المذكورة في الكتاب، حول اشتقاق الكميات ووحداتها، وكذلك التأكد من صحة القوانين باستخدام أبعاد الكميات، وتطبيق ذلك على قـوانين أخـرى مما سـبق لهم دراسـتـه في المرحلة الأساسية.

٤ ـ المتجهـــات :

- نظراً لأهمية المتجهات في الفيزياء؛ فقد وردت في هذه الوحدة بطريقة مختصرة؛ حيث سيتم التعرف على المتجهات وخصائصها لتكون مدخلاً للوحدة الثانية، وما يليها. أما الدراسة التفصيلية للمتجهات فسوف تتم في مادة الرياضيات؛ لذلك سوف نقدم موضوع المتجهات كنموذج مقترح لدرس ينفذ في ثلاثة حصص، مدة كل حصة: (٤٥) دقيقة تقريباً.

مقتـرح نمـوذج درس

(المتجهـــات)

- **الأهـداف التعليميـة :**

يتـوقع من الطالب بعـد تنفـيـذ هـذا الدرس أن يكون قادراً على أن:

١ – يوضح المقصود بالمتجه.

٢ – يمثل الكميات المتجهة بالرسم.

٣ – يعين عناصر المتجه.

٤ – يتعرف على طريقة تحديد كل من طول المتجه، واتجاهه.

٥ – يوضح خاصية نقل المتجهات.

٦ – يعبر عن الكمية المتجهة مقداراً، واتجاهاً، جبرياً وبيانياً (هندسياً).

٧ – يحلل القوة ككمـيـة متـجـهـة إلى مركـبـتـيـهـا المتعامدتين (السينية والصادية).

٨ – يحل مسائل، وتطبيقات رياضية على جمع وطرح المتجهات، وتحليل القوة.

- **المفـاهيـم المـراد تعلمهـا من الـدرس :**

تمثيل المتجهة، عناصر المتجه، نقل المتجهات، جمع وطرح الكميات المتجهة، تحليل الكميات المتجهة (القوة).

- **لـوازم تنفيـذ الـدرس :**

لوحات، وبطاقات ترسم عليها المتجهات ملونة،

http://e-learning-moe.edu.ye

مع استخدام الألوان عند الرسم على السبورة.

● **تنفيـذ الـدرس:**

● علمت في الدرس السابق أن بعض الكميات الفيزيائية يمكن تحديدها بدقة إذا عرف مقدارها – فقط– ثم وحدة قياسها.

■ ماذا تسمى هذه الكميات؟.. اذكر أمثلة لها.

● كذلك توجد كميات أخرى لا يمكن تحديدها بدقة بمعرفة مقدارها، ووحدة قياسها – فقط– بل لا بد من تحديد اتجاهها –أيضاً.

■ ماذا تسمى هذه الكميات؟.. اذكر أمثلة لها.

● بعد تلك المقدمة يمكنك إضافة معلومات أخرى مناسبة، وتوجيه الأسئلة للطلاب بقصد المشاركة، والربط بما سبق، وجلب الانتباه.

● وضح للطلاب بعد ذلك أن الكمية المتجهة يمكن تمثيلها بسهم يتناسب طوله مع مقدار الكمية المتجهة واتجاهه، يدل على اتجاهها، وقد اتفق على تسمية هذا السهم (**المتجـه** Vector).

■ إذاً: ما المقصود بالمتجه؟

● ثم وضح للطلاب عناصر المتجه كما حددها الشكل: (٩ ب) في كتاب الطالب، وهكذا تمثل الكمية المتجهة بالرسم (هندسياً).

فمثلاً: إذا كانت الكمية المتجهة هي القوة؛ نستخدم مقياس رسم مناسب: (١ سم لكل ١نيوتن)، ثم نرسم هذه الكمية بحيث:

١ – يشير طول السهم على مقدار الكمية.

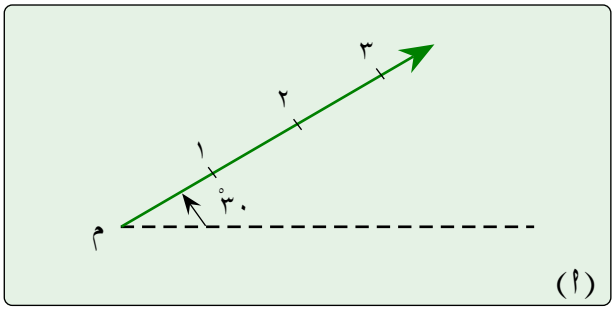
٢ – يشير اتجاه السهم على اتجاه ا لكمية.

٣ – تشير الزاوية التي يصنعها المتجهة مع المحور السيني على اتجاه الكمية.

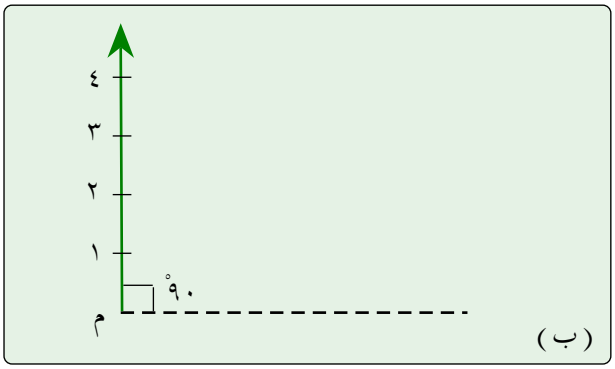
٤ – تشير نقطة أصله إلى نقطة تأثير الكمية.

■ مثال (١): يوضح من خلال الشكل (١٠) في كتاب الطالب.

■ مثال (٢–أ): يشير الشكل التالي: (أ) إلى كمية متجهة مقدارها: (٣) وحدات، وزاوية اتجاهها (٣٠°)، وتؤثر في النقطة (أ).



وفي (٢– ب): في الشكل:(ب) كمية متجهة مقدارها: (٤) وحدات، وتصنع مع المحور السيني زاوية مقدارها (٩٠°)، وتمثل اتجاهها، وتؤثر في النقطة (م).

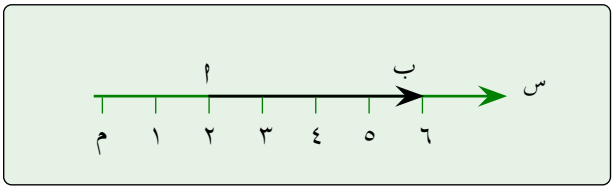


● **تحـديـد طـــول المتجـه :**

● إذا كان المتجهة منطبقاً على أحد محوري الإحداثيات:(السيني) مثلاً، فيمكن تحديد طوله بالاعتماد على موقعي بدايته، ونهايته كما في الشكل: (١١) من كتاب الطالب.

● المتجه ($\overleftarrow{أ ب}$) الموضح في الشكل المقابل، يحدد على النحو التالي: طول ($\overleftarrow{أ ب}$) = م ب – م أ

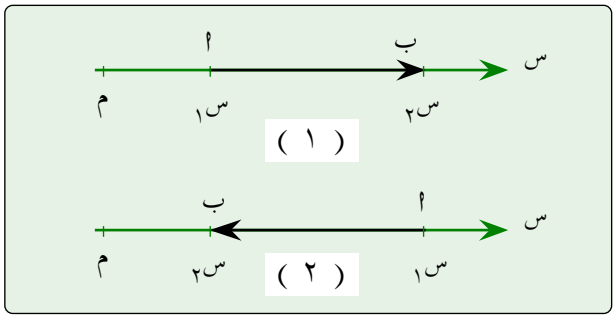
أو ٤ = ٦ – ٢



● **تحـديـد اتجـاه المتجـه :**

١ – إذا كان المتجه منطبقاً على أحد محوري الإحداثيات، (السيني مثلاً)؛ فيكون اتجاهه على النحو الآتي:

http://e-learning-moe.edu.ye



● في الشكل: (١) المتجهة في اتجاه المحور (س) ويكون طول المتجه ($\overleftarrow{أ ب}$) موجباً؛ لأن (س٢ > س١).

● في الشكل: (٢) المتجه بعكس اتجاه المحور(س)، ويكون طول المتجه ($\overleftarrow{أ ب}$) سالباً؛ لأن (س٢ < س١).

■ **ملحوظة:** وضح للطلاب أنه إذا تغير اتجاه الكمية المتجهة (المتجه) أي: انعكس؛ فإن إشارتها ستنعكس أيضاً.

■ **مثال:**

حدد طول، واتجاه متجه ينطبق على محور الإحداثيات السيني علماً بأن إحداثي ذيل المتجه (س١) =١٥وحدة، وإحداثي الرأس (س٢) = ٥ وحدات.

● **الحل:**

طول المتجه ($\overleftarrow{أ ب}$) = س٢ – س١

= ٥–١٥ = –١٠ وحدات.

∵ طول المتجه سالباً.

∴ المتجه بعكس اتجاه المحور.

● وضح للطلاب حل المثال الآخر المذكور في كتبهم.

٢ – إذا كان المتجه في مستوى المحورين الإحداثيين، ولكنه لا ينطبق على أي منهما؛ فإن اتجاهه يتحدد بزاوية محصورة بينه وبين الاتجاه الموجب للمحور السيني.

ويوضح ذلك الشكل: (١٣) في كتاب الطالب.

● (ذكّر الطلاب بأن ظل الزاوية = $\frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$ = $\frac{\text{ب جـ}}{\text{أ جـ}}$).

● ثم باستخدام الآلة الحاسبة، يتم إيجاد مقدار الزاوية: (هـ) التي تمثل اتجاه المتجه، (وذلك في حدود ما سبق للطلاب دراسته في الرياضيات)، ويمكنك الرجوع لهذا الموضوع في كتاب الرياضيات للصف التاسع.

● **نقل المتجهات:**

من الخواص الهندسية البسيطة، والهامة للمتجهات خاصية النقل؛ حيث يمكن نقل المتجه من مكانه إلى مكان آخر بشرط المحافظة على طوله، واتجاهه. وسوف تفيد هذه الخاصية في دراسة الكميات الفيزيائية المتجهة (القوة والإزاحة).

● ارجع إلى الشكل: (١٤) الخاص بنقل المتجهات، والفقرة الخاصة به في كتاب الطالب.

● **جمع المتجهات:**

● **طرح المتجهات:**

أُخذت الإزاحة كمثال على جمع المتجهات، وقد ذُكر موضوع الإزاحة مفصلاً في الوحدة الثانية، وعلى المدرس الرجوع إليها، مع توضيح ما ذكر في هذا الموضوع في كتاب الطالب، وحل أمثلة وتمرينات على ذلك في أثناء الحصة وكنشاط منزلي.

● **تحليل المتجهات:**

نأخذ القوة كمثال لكمية متجهة.

● **تحليل القوة:**

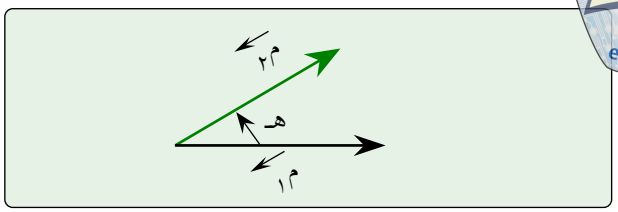
لتحليل القوة: ($\overleftarrow{ق}$) إلى مركبتين على المحورين (س،ص) نجعل مبدأها منطبق على نقطة الأصل (م)، كما يوضحه الشكل: (١٨) في كتاب الطالب، ثم وضح ذلك للطلاب.

● ارجع إلى كتاب الرياضيات للصف التاسع، واجعل الزاوية التي يصنعها المتجه، تأخذ القيم (٣٠،٦٠) – فقط – وهي ما سبق للطالب دراسته في الرياضيات لسهولة إيجاد كل من جيب الزاوية، وجيب تمامها.

● **جمع وطرح القوى:**

للتبسيط فقط نجعل المتجهات خارجة من نقطة واحدة بحيث تكون الزاوية محصورة بين المتجهين المقصودين كما في الشكل:

http://e-learning-moe.edu.ye

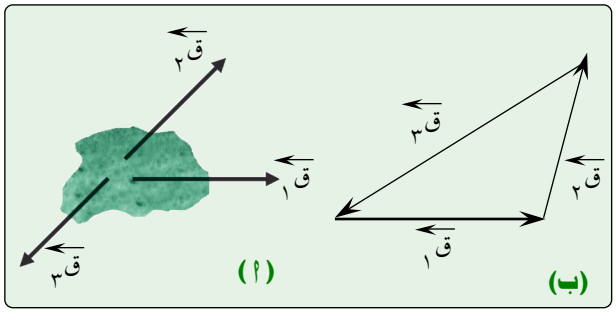


أما إذا كان المتجهان غير ذلك أي: لا يخرجان من نقطة واحدة؛ فإننا نقوم بنقلهما على امتداد خط عملهما؛ حتى نحصل على الحالة المطلوبة كما يوضحها الشكلان: (١٩، ٢٠) من كتاب الطالب.

- **الطريقة البيانية :**

أما إذا أثرت على الجسم ثلاث قوى كما في الشكل: (أ)، إذا انطبق مبدأ القوة: ق١ على نهاية القوة: ق٣، كما في الشكل: (ب)؛ فإن :

مجموع القوى الثلاث (المحصلة) يساوي صفر.



- **الطريقة التحليلية :**

تقوم الطريقة التحليلية على تحليل القوى إلى مركباتها على المحاور الإحداثية: (س ، ص)، ثم جمع هذه المركبات جميعاً على كل محور، وتطبيق العلاقتين :

$$ق = \sqrt{ق_س^2 + ق_ص^2} \quad ، \quad ظاهـ = \left| \frac{ق_ص}{ق_س} \right|$$

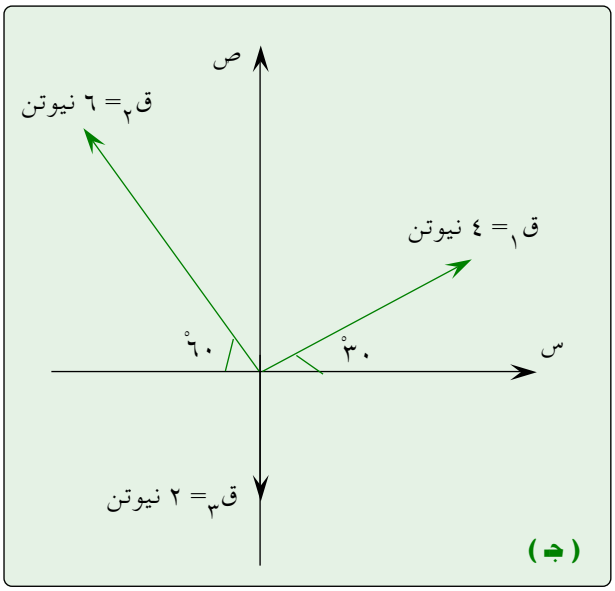
نحصل على محصلة هذه القوى مقداراً واتجاهاً.

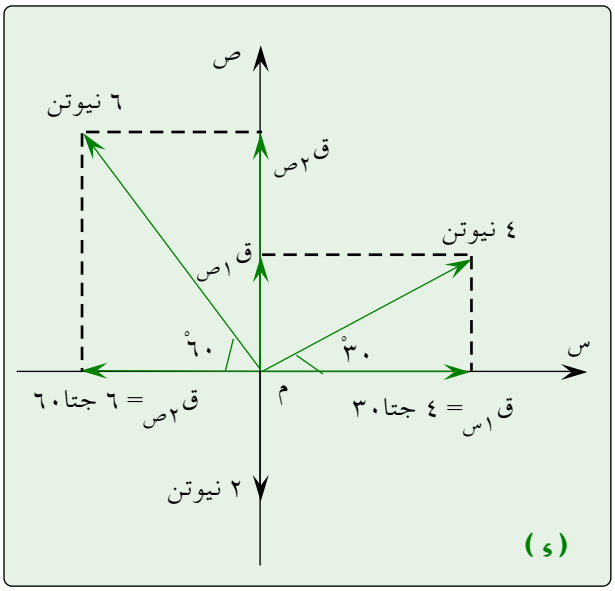
■ مثال :

أوجد قيمة، واتجاه محصلة جمع القوى الثلاث: (ق١ و ق٢ و ق٣) كما هو مبين في الشكل التالي: (جـ)

- الحل :

نحلل كلاً من ق١ و ق٢ إلى مركباتهما كما في الشكل التالي: (ء)، حيث :





ق١س = ٤ جتا٣٠ = ٤ × ٠,٨٧ = ٣,٥ نيوتن.

ق١ص = ٤ جا٣٠ = ٤ × $\frac{١}{٢}$ = ٢ نيوتن.

ق٢س = ٦ جتا٦٠ = ٦ × $\frac{١}{٢}$ = ٣ نيوتن.

ق٢ص = ٦ جا٦٠ = ٦ × ٠,٨٧ = ٥,٢ نيوتن.

أما القوة: ق٣، فليس لها مركبة على المحور (ص)؛ لأنها موجودة كلها على المحور ص.

فبحركة المحصلة على المحور: (س) ق$_س$، هي: المجموع الجبري لجميع مركبات القوى على المحور: (س)، وبالمثل بالنسبة لمركبة المحصلة على المحور: (ص) ق$_ص$، هي المجموع الجبري لمركبات القوى على المحور (ص).

http://e-learning-moe.edu.ye

∴ ق س = ق ١س + ق ٢س = ٤ جتا ٣٠ – ٦ جتا ٦٠

لا حظ الشكل: ( )، واتجاه المركبات

ق س = ٣,٥ – ٣ = ٠,٥ نيوتن.

ق ص = ق ١ص + ق ٢ص + ق ٣ص

= ٢ + ٢,٥ – ٢ = ٢,٥ نيوتن.

نرسم مركبتي المحصلة كما هو موضح في الشكل: ( )، وذلك بأخذ مقياس رسم مناسب، وهو: ٥ سم مقابل ١نيوتن.

ولإيجاد قيمة المحصلة، واتجاهها:

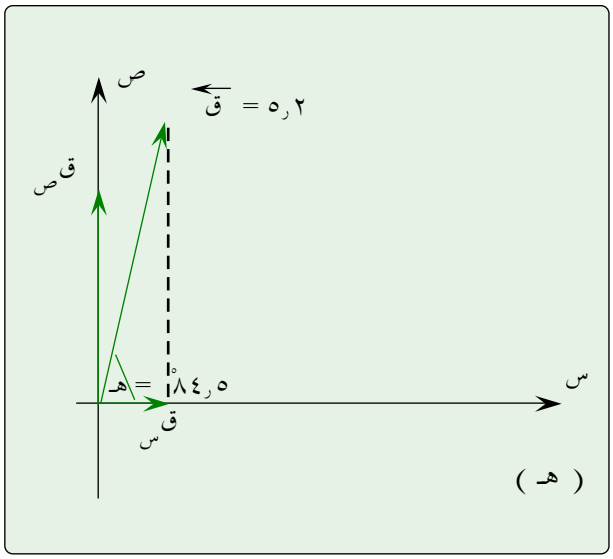
ق = $\sqrt{\text{ق}_{\text{س}}^{2} + \text{ق}_{\text{ص}}^{2}}$

= $\sqrt{(٠,٥)^{2} + (٢,٥)^{2}}$ = $\sqrt{٢٧,٢٩}$

= ٢,٥ نيوتن.

ظل هـ = $\frac{\text{ق ص}}{\text{ق س}}$ = $\frac{٢,٥}{٠,٥}$ = ٢,١٠

هـ = ٨٤,٥° .



● بقدر الإمكان عزز الشرح بأمثلة عددية، توضيحية، كما في الأمثلة (٢،١) في كتاب الطالب.

(تقويم الدرس)

١ – ما هو المتجه؟ وما عناصره؟ وضح إجابتك بالرسم.

٢ – ما الشرط اللازم توفره عند نقل المتجهات؟

٣ – كيف تحدد طول المتجه المنطبق على المحور السيني؟.. وضح بالرسم.

٤ – ارسم المتجه: (أ ب) الذي ينطبق على محور الإحداثيات السيني، مع العلم أن:
إحداثي رأس المتجه = ٨ وحدات، وإحداثي ذيل المتجه = ٤ وحدات، وحدد اتجاه المتجه.

٥ – أ – ما معنى تحليل القوة؟

ب – احسب المركبتين السينية: (ق س)، والصادية: (ق ص) لقوة مقدارها (٢٥) نيوتن، وتميل بزاوية مقدارها (٦٠°) مع المحور السيني، وضح ذلك بالرسم.

اجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي:

جـ ١: يضع الإشارات كالتالي:

أ – (✓) ، ب (X) ، جـ (X) ، د (✓).

جـ ٢: تصنف الكميات الفيزيائية كالتالي:

كميات فيزيائية قياسية	كميات فيزيائية متجهة
المسافة .	الإزاحة .
الكثافة .	الوزن .
الكتلة .	القوة .
الحجم .	الشغل .
المساحة .	السرعة .
الزمن .	
درجة الحرارة .	
الطاقة .	

http://e-learning-moe.edu.ye

جـ ٣ : يكمل الطالب العبارات كالتالي :

أ – مقداره، واتجاهه .

ب – الكتلة والحجم .

جـ – النيوتن .

د – المساحة، الحجم .

هـ – أربعة عناصر هي : المقدار، والاتجاه، ونقطة الإسناد، والمحور .

جـ ٤ : أ – يمكن للطالب ذكر العلماء الواردة أسماؤهم، وأعمالهم في دروس الوحدة، أو اختيار آخرين بحسب ثقافته العلمية .

ب – يحدد الطالب مجالاً معيناً، يوضح فيه ما يشهده العصر من تقدم علمي، وتكنولوجي مثل : ارتياد الفضاء، الطب، الهندسة، الزراعة، الاتصالات، وغيرها من المجالات، ويوضح دور علم الفيزياء سواء في مجال تطور الأجهزة، أو النظريات العلمية، والاكتشافات وغير ذلك، وينبغي تشجيع الطلاب على الاستفادة من مصادر المعلومات المختلفة في الكتب، والمراجع العلمية، والإنترنت، والمجلات العلمية، ويستحسن أن يكون البحث محتوياً على الصور، والأشكال التوضيحية

جـ – تعتمد إجابة الطالب على الكميات المستخدمة في منطقته (بيئته) .

جـ ٥ : أ – القوة = الكتلة × العجلة = ك جـ ؛

حيث (جـ) العجلة = $\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}}$.

وحدات قياس الكتلة = كيلوجرام .

وحدات قياس العجلة = $\frac{\text{وحدات السرعة}}{\text{وحدات الزمن}}$

= $\frac{\text{م}}{\text{ث} \times \text{ث}}$ = م / ث^{٢} .

إذاً وحدة قياس القوة =

وحدة قياس الكتلة × وحدات قياس العجلة

= كجم × م / ث^{٢} = كجم . م / ث^{٢} = نيوتن .

ب – الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$.

وحدات قياس الكثافة = $\frac{\text{وحدة قياس الكتلة}}{\text{وحدة قياس الحجم}}$

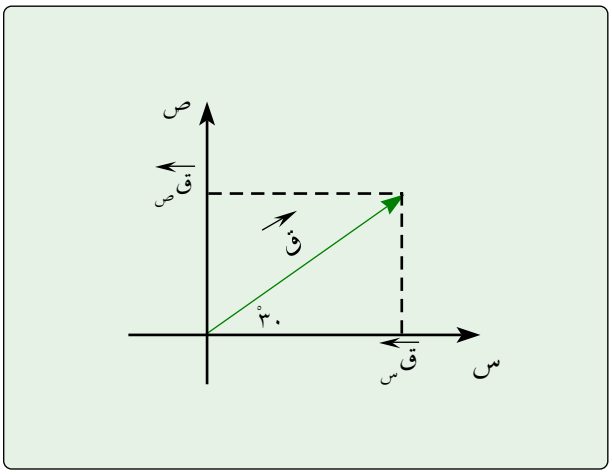
= $\frac{\text{كجم}}{\text{م}^{٣}}$.

جـ – من الرسم

ق$_{س}$ = ق جتا ٣٠ = ٢٠ × $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$

= ١٠ × ١٫٧ = ١٧ نيوتن .

ق$_{ص}$ = ق جا ٣٠ = ٢٠ × $\frac{١}{٢}$ = ١٠ نيوتن .



http://e-learning-moe.edu.ye

جدول الخطأ والصواب

الصفحة	السطر	الخطـــــــأ	الصـــــــواب
١١	٩	موضوع	موضوع
١٦	٨	تستخدم القطر الداخلي	تستخدم لقياس القطر الداخلي ....
١٩	٢,١ من الأخير	والمقاومة ، وشدة التيار	المقاومة ، شدة التيار
٢١	٨	كجم	ـــ تحذف وتلحق بالسطر التاسع
	٩	م/ث^{٢} = نيوتن	كجم . م/ث^{٢} = نيوتن
٢٤	٣		يضاف بعد السرعة = $\frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}}$ م/ث $\overleftarrow{ع} = \frac{\overleftarrow{ف}}{ز}$ م/ث
٢٨	العلاقة (٣)	ق = $\sqrt{٨}$ ق$_{س}^{٢}$ + ق$_{ص}^{٢}$	ق = $\sqrt{٨}$ ق$_{س}^{٢}$ + ق$_{ص}^{٢}$
٢٩	٣	يطلق	يغلق
٣٠	٣	ق = $\sqrt{٨}$ ق$_{س}^{٢}$ + ق$_{ص}^{٢}$	ق = $\sqrt{٨}$ ق$_{س}^{٢}$ + ق$_{ص}^{٢}$
٣٠	مثال (١)	(٣٠)	(٣٠ْ)
٣٠	١٥	الحل : استخدام	الحل : باستخدام
٣٢	س٥ – ١ –	القوة = الكتلة في العجلة	القوة = الكتلة X العجلة

http://e-learning-moe.edu.ye

الحركة في خط مستقيم
Rectilinear Motion

مقدمة الوحدة

يعتبر علم الميكانيك من أقدم العلوم الفيزيائية وأهمها، وينقسم إلى قسمين: علم السكون (Statics)، وعلم التحريك (Dynematics).

ويبحث علم السكون في شروط توازن الأجسام الساكنة، والمتحركة، و الواقعة تحت تأثير محصلة قوى. وسنتناول دراسته في الصف الحادي عشر.

أما علم التحريك فقد جرت العادة لتسهيل البحث والدراسة أن يقسم إلى فرعين: علم الحركة (Kinematics)، وعلم التحرك (kinetics).

وعلم الحركة يتناول دراسة العلاقة بين المكان والزمان في حركة جسم وإيجاد مساره ولا يهتم بالقوى المسببة لهذه الحركة، ففي حركة سيارة مثلاً يهتم علم الحركة بتحديد المسافة التي قطعتها سيارة، والزمن الذي تم فيه قطع تلك المسافة من خلال معادلات الحركة، ولا يهتم بالقوى المؤثرة على السيارة والتي أدت إلى تحريكها، أو إيقافها، فدراسة ذلك هو من شأن علم التحرك الذي يتم من خلال قوانين نيوتن للحركة.

في هذه الوحدة سنتناول دراسة الحركة والتحرك لجسم يتحرك في خط مستقيم، وكمثال لأبسط صور الحركة. وهذه الدراسة تتطلب تعريفاً دقيقاً لبعض المفاهيم الميكانيكية كالمسافة، والإزاحة، والسرعة، والعجلة والقوة وغيرها من مكونات الحركة هذه المفاهيم قد درسها الطالب أو عرف عنها في مراحل دراسته السابقة وسيدرسها من جديد في هذه الوحدة بشيء من التعمق؛ لما يتمثله علم الميكانيك من أهمية كبرى في دراسة العلوم الأخرى.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يميِّز بين المسافة، والإزاحة، وكذلك بين السرعة المتوسطة، والسرعة اللحظية.

٢ – يعرّف كلاً من الإزاحة، المسافة، السرعة المتوسطة، العجلة المنتظمة، القوة، معامل الاحتكاك، عجلة السقوط الحر، القصور الذاتي.

٣ – يستخدم الرسم البياني في تمثيل العلاقة بين الموضع والزمن، وكذلك بين السرعة والزمن.

٤ – يشتق معادلات الحركة في خط مستقيم.

٥ – يستخدم معادلات الحركة المستقيمة، وقوانين نيوتن للحركة في حل مختلف مسائل هذه الوحدة.

http://e-learning-moe.edu.ye

خلفية علمية

١ ـ كتلة الجسم :

في دراستنا لحركة جسم مادي اعتبرنا الجسم عبارة عن نقطة مادية بدون أبعاد، وذلك لتسهيل الدراسة؛ لأن الجسم ذا الأبعاد، يمكن أن تصاحبه حركة اهتزازية، ودوراينة في آن واحد، ولتفادي التعقيدات الدراسية؛ نعتبر الجسم نقطة مادية لا تصاحبه هذه الحركات.

٢ ـ تغير قيمة عجلة الجاذبية الأرضية (د) :

لقد ذكرنا في موضوع السقوط الحر أن قيمة عجلة الجاذبية الأرضية (د)، تتغير من مكان إلى آخر على سطح الأرض لأسباب مختلفة ذكرنا منها في كتاب الطالب :

أ – تغير بعد الجسم عن مركز الأرض بسبب تفلطح الكرة الأرضية عند خط الاستواء؛ حيث تقل قيمتها.

ومن الأسباب الأخرى :

ب – إن جاذبية أي كوكب تتناسب مع كتلته، وبالتالي مع كتلته النوعية، وهذا ينطبق على كوكب الأرض، ولهذا فوجود فلزات، وزيوت، أومواد أخرى كتلتها النوعية أكبر، أو أصغر من الكتلة النوعية الوسطى للأرض، يؤدي إلى تغيرات قيمة (ع)، وهذا يعطى فكرة عن وجود فلزات، أو زيوت تحت سطح الأرض، والقياس الدقيق لقيمة العجلة (ع) هي إحدى طرق التنقيب الجيوفيزيائي.

جـ – إلا أن تغير آخر لقيمة عجلة الجاذبية (ع)، يأتي بسبب دوران الأرض حول نفسها،وهذا الدوران ينشأ عنه عجلة جاذبة مركزية، قيمتها = ($\frac{ع^{٢}}{نق}$)، وهي تتناسب طردياً مع مربع سرعة الأرض حول نفسها، وعكسياً مع نصف قطرها (نق)، وهذه العجلة تسبب تغيرات في قيمة (ع)، ويتم دراستها في مراحل دراسية متقدمة.

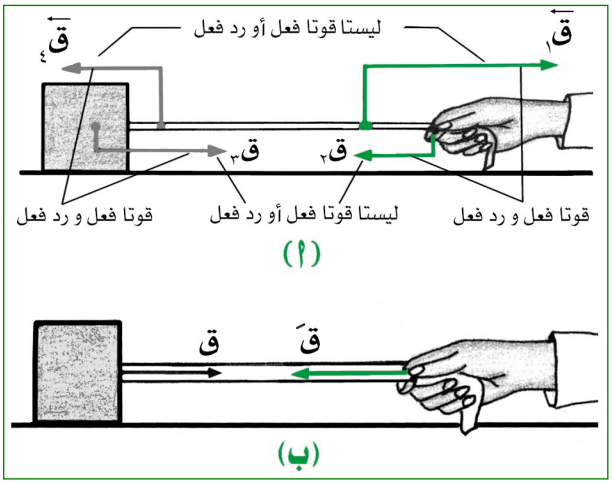
٣ ـ القانون الثالث لنيوتن :

من دراسة قانون نيوتن الأول، عرفنا بأنه يتعلق بالحالة الحركية للجسم عندما تكون محصلة القوى المؤثرة في الجسم = صفراً (ساكناً)، أو عندما تكون عجلته = صفراً أي : عندما يتحرك بسرعة منتظمة، وقانون نيوتن الثاني يتعلق بالحالة الحركية للجسم عندما يتأثر الجسم بمحصلة قوى لا تساوي الصفر، وما ينشأ عنها من عجلة للجسم تتناسب طردياً مع القوة المؤثرة.

أما قانون نيوتن الثالث في الحركة، فيتضمن أن تكون القوى في الطبيعة على شكل أزواج من القوى المتساوية، والمتضادة الناتجتين عن تبادل التفاعل بين الأجسام. أي : أنه يستحيل وجود قوة منفردة في الكون؛ ولهذا يحتاج القانون الثالث لنيوتن إلى جسمين، أو أكثر من الأجسام المتفاعلة لتطبيقه في حين يمكن صياغة القانون الأول، أو الثاني لنيوتن بدلالة أجسام منفردة.

إن القانون الثالث لنيوتن « **لكل فعل رد فعل مساوٍ له في المقدار، ومعاكس له في الاتجاه** » هو قانون قوة، وليس قانون حركة بصورة مباشرة، فهو يعبر عن القوى التي تنشأ بين الأجسام المتفاعلة بغض النظر عن حالتها الحركية.

في المثال في الشكل : (١٠) في كتاب الطالب الذي فيه رجلٌ يجر طرف حبل مربوط بثقل كبير (القطعة) موضوع على الأرض، سنعيد رسمه ثانية؛ لتوضيح القوى المؤثرة كما هو مبين في الشكل (١–أ).



شكل (١)

http://e-learning-moe.edu.ye

تؤلف القوتان (ق١ ، ق٢) زوجي فعل ورد فعل. وكذلك بالنسبة للقوتين (ق٣ وق٤)، فإن قيمة (ق١) تبقى مساوية دوماً للقوة (ق٢)، وكذلك فإن (ق٣) مساوية دوماً للقوة (ق٤)، ويمكن أن تعتبر إحداهما فعلٌ والأخرى رد فعل.

● **ملحوظة**: (إن خط عمل جميع القوى يقع على نفس الحبل، وقد جرى إزاحه القوى عن هذا الخط للتوضيح فقط).

تمثل (ق١) القوة التي يؤثر بها الرجل في الحبل، والقوة (ق٢) تمثل قوة رد فعل التي يؤثر بها الحبل على الرجل، وتمثل القوة (ق٣) القوة التي يؤثر بها الحبل في الثقل (القطعة)، وتكون (ق٤) هي قوة رد فعل الثقل في الحبل، وهي مساوية في المقدار للقوة (ق٣) ومعاكسة لها.

وعلى الرغم من أن القوتين (ق١) و (ق٤) لهما نفس خط العمل، ومتعاكستان في الاتجاه؛ فإنهما لا تؤلفان زوجي قوتي فعل ورد فعل، وهذه حقيقة مهمة ينبغي الانتباه إليها، ومن أدلة ذلك أنهما في نفس الجسم (الحبل)، في حين أن قوتي الفعل ورد الفعل بالضرورة تؤثران في جسمين مختلفين، أضف إلى ذلك أن القوتين (ق١) و (ق٤) ليستا بالضرورة متساويتين في المقدار. فإذا كانت الكتلة، والحبل يتحركان نحو اليمين بسرعة متزايدة؛ فإن محصلة القوى المؤثرة في الحبل لا تكون معدومة (أي لا يكون الحبل في حالة توازن) وتكون (ق١) أكبر من (ق٤).

ولا تتساوى القوتان (ق١) و (ق٤) إلا في الحالة الخاصة التي يبقى فيها الحبل ساكناً، أو الحالة التي يتحرك فيها الحبل بسرعة ثابتة، ويكون هذا مثالاً لقانون نيوتن الأول، وليس لقانونه الثالث أما قوتا الفعل ورد الفعل: (ق١) و (ق٢) فإنه إحداهما تساوي الأخرى حتى عندما يكون الحبل متحركاً بسرعة متغيرة، وكذلك الحالة بالنسبة لقوتي الفعل ورد الفعل (ق٣) و(ق٤) فإنهما متساويتان على الرغم من عدم تساوي (ق١) مع (ق٤)، عندئذ.

وفي الحالة الخاصة التي يكون فيها الحبل ساكناً، أو يتحرك بسرعة ثابتة (أي متوازناً)، وعندما لا تؤثر فيه قوى سوى تلك التي في نهايته، فإن (ق٤) تساوي (ق١) بحسب قانون نيوتن الأول، ونظراً لأن (ق٣) تساوي (ق٤) دوماً بحسب قانون نيوتن الثالث، فيكون في هذه الحالة الخاصة (ق٣) مساوية إلى (ق١)، وتكون القوة التي يؤثر بها الحبل في القطعة مساوية للقوة التي يؤثر بها الرجل في الحبل ق١، أنظر الشكل: (١-ب). ونعتبر أن الرجل يؤثر مباشرة على القطعة بقوة (ق١) (أي: ق) فتؤثر عليه القطعة بقوة رد فعل ق٣ (قَ).

وهذه هي الحالة الخاصة التي قدمناها للطالب في كتاب الصف العاشر المدرسي، أي: الحالة التي يكون فيها الجسم ساكناً، أو يتحرك بسرعة منتظمة (أي: متوازناً)، ولكن نحن قدمنا لك في دليل المعلم الحالة العامة لقانون نيوتن الثالث كخلفية علمية، وهي الحالة التي يكون فيها الجسم ساكناً، أو متحرك بسرعة منتظمة أو متغيرة.

٤- قوتا الاحتكاك السكونية: ($ق_{حس}$) والحركية ($ق_{حـ}$):

لمعرفة خصائص قوة الاحتكاك نقوم بالنشاط التالي: نؤثر على جسم موضوع على سطح أفقي بقوة (ق) أفقية في اتجاه اليمين، وذلك بسحبه بواسطة ميزان زنبركي (ل)، أُنظر الشكل: (٣)، تلاحظ ما يلي:

شكل (٢)

أ - يبقى الجسم ساكناً ،ومعنى ذلك أن محصلة القوى الخارجية المؤثرة على الجسم في الاتجاه الأفقي تساوي الصفر، ولما كانت هناك قوة أفقية

http://e-learning-moe.edu.ye

(ق) في اتجاه اليمين مؤثرة على الجسم وتستدل بواسطة الميزان الزنبركي على وجود قوة ناشئة عن الاحتكاك (قح) في اتجاه اليسار، وتساوي في المقدار القوة (ق) أي أن :

ق + قح = صفر .. ومنه :

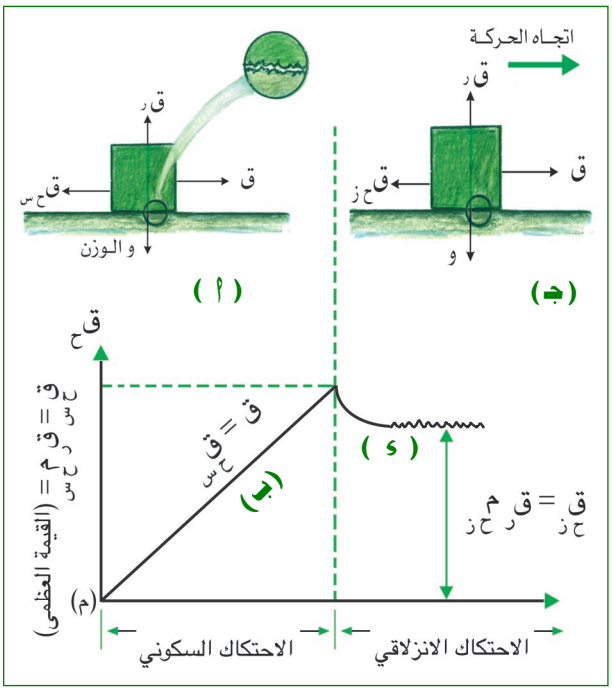
قح = – ق .

ب) إن قوة الاحتكاك (قح) معاكسة دوماً لاتجاه القوة (ق) المسببة للحركة، أي : معاكسة دوماً لاتجاه الحركة، وتزداد قيمتها بازدياد قيمة القوة (ق) المؤثرة على الجسم؛ حتى تبلغ قيمتها العظمى عند لحظة شروع الجسم بالحركة – الانزلاق – وتسمى هذه القوة – التي تقاوم شروع الجسم في الحركة – قوة الاحتكاك السكونية :(قحس) (Force of Static Friction).

جـ) إذا ازدادت القوة : (ق) في المقدار، وبقي الجسم ساكناً؛ فإن هذا يدل على أن قوة الاحتكاك السكونية (قحس) قد ازدادت – أيضاً– بنفس المقدار، وذلك حتى تبلغ محصلة القوى المؤثرة في الجسم الصفر (بحسب قانون نيوتن الأول) .

انظر الجزء (ب) من المنحنى في الشكل :(٣) الذي يعطي مقدار قوة الاحتكاك السكونية :(قحس) بدلالة القوة :(ق) المؤثرة على الجسم، وتلاحظ أن المنحنى (ب) يُنصّف الزاوية القائمة في :(م)، هذا يعني أن القوة :(قحس) تزداد بنفس المقدار الذي تزداد به (ق) .

د – عندما نستمر في سحب الجسم تكون حركته بسرعة منتظمة، وتلاحظ أن الميزان الزنبركي يسجل مقاومة أقل، وهذه المقاومة تسمى قوة الاحتكاك الحركية أو الانزلاقية (قح ز) وهي القوة التي تقاوم انزلاق الجسم، ومقدارها أصغر من قوة الاحتكاك السكونية : (قحس)، انظر الشكل : (٣ ء) .



شكل (٣)

هـ – ذكرنا في : (٤) أنه من أجل حساب (قح ز)؛ نسحب الجسم بسرعة منتظمة؛ لأن في هذه الحالة تكون مجموعة القوى المؤثرة على الجسم معدومة (بحسب قانون نيوتن الأول) .

وتكون المقاومة التي يسجلها الميزان تساوي، وتعاكس قوة السحب، أي : قح ز = – ق .

أما إذا سحبنا الجسم بعجلة منتظمة (جـ) فسيكون ق > قح ز ومنه بحسب قانون نيوتن الثاني : ق – قح ز = ك جـ ، (حيث ك : كتلة الجسم المسحوب)، بمعرفة (ك) ، (جـ) نستطيع حساب (قح ز) .

و – إذا استبدلنا السطح الذي ينزلق عليه الجسم بسطح آخر ذي مساحة أكبر؛ فإن الميزان الزنبركي يسجل نفس المقاومة، هذا يعني : أن مقدار قوتي الاحتكاك السكونية، والانزلاقية لا تختلفان باختلاف مساحة السطح المعرض للاحتكاك إذا كان جافاً، ولكن يكون الاختلاف تبعاً لنوع مادتي الجسم، والسطح المحتكين .

http://e-learning-moe.edu.ye

– إذا وضعت جسماً آخر على السطح وزنه أكبر من وزن الجسم الأول، فستلاحظ أن الميزان الزنبركي يسجل مقاومة أكبر، وهذا يعني: أن قوتي الاحتكاك (ق ح س)، و(ق ح ز) تتناسبان طردياً مع وزن الجسم: (و)، والذي يساوي القوة العمودية: (ق ر) على السطحين المماسين الناتجة عن رد فعل السطح على وزن الجسم، أي: ق ر = و = ك ء كما هو مبين بالشكل: (٣ جـ) (١٣).

ويمكن تعريف أكبر قيمة لقوة الاحتكاك السكونية (ق ح س) رياضياً، (وهي القيمة التي نأخذها دوماً في حساباتنا) بما يلي:

ق ح س = ق ر × م ح س .

حيث (م ح س) معامل الاحتكاك السكوني، وهي أقل قوة لازمة لتحريك جسماً ساكناً.

وكذلك يمكن التعبير رياضياً عن قوة الاحتكاك الانزلاقية (ق ح ز) بالعلاقة التالية:

ق ح ز = ق ر × م ح ز .

حيث (م ح ز) معامل الاحتكاك الانزلاقي، وهي أقل قوة لازمة لكي يتحرك جسم بسرعة منتظمة.

∴ ق ح س > ق ح ز . (تجريبياً).

∴ ق ر × م ح س > ق ر × م ح ز .

ومنه : م ح س > م ح ز .

أي: أن معامل الاحتكاك السكوني (م ح س) أكبر من معامل الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) (م ح ز).

قائمة بمعاملي الاحتكاك السكوني والحركي لبعض السطوح

معامل الاحتكاك الحركي	معامل الاحتكاك السكوني	السطحان المتحكان	
٠,٥٧	٠,٧٤	فولاذ (Steel).	فولاذ (Steel).
٠,٤٧	٠,٦١	فولاذ.	المنيوم (Aluminum).
٠,٣٩	٠,٥٣	فولاذ.	نحاس (Copper).
٠,٨	١,٠	اسمنت مسلح (Concrete).	مطاط (Rubber).
٠,٢	٠,٥ – ٠,٢٥	خشب (Wood).	خشب (Wood).
٠,٤	٠,٩٤	زجاج (Glass).	زجاج (Glass).
٠,٠٦	٠,١٥	معدن مشحم.	معدن مشحم Lubricated (Metal)
٠,٠٣	٠,١	جليد (ICE).	جليد (ICE).
٠,٠٤	–	ثلج جاف (Dry Snow).	خشب مشحم (Waxed Wood).
٠,١	٠,١٤	ثلج مبلل (Wet Snow).	خشب مشحم.

http://e-learning-moe.edu.ye

خطة توزيع دروس الوحدة

● **مقترح توزيع الدروس والحصص :**

نقترح توزيع دروس هذه الوحدة على النحو الآتي :

الموضوع	عدد الحصص المقترحة
● **الإزاحة :** – تعريفها، الفرق بين الإزاحة، والمسافة. – أمثلة. – تعريف السرعة بشكل عام. – تعريف السرعة المتنظمة، والمتوسطة، واللحظية. – حساب السرعة اللحظية من منحنى المسافة – الزمن – أمثلة.	٢
● **العجلة :** (تعريفها بشكل عام). – تعريف العجلة المنتظمة. – التمثيل البياني للحركة بعجلة منتظمة. – معادلات الحركة في خط مستقيم بعجلة منتظمة. – أمثلة.	٣
● **السقوط الحر :** – معادلات الحركة في خط مستقيم رأسي. – أمثلة.	٢
● **قوانين نيوتن في الحركة :** – القانون الأول لنيوتن. – التعريف الوصفي للقوة. – القصور الذاتي. – كتلة الجسم، وقصوره الذاتي. – القانون الثاني لنيوتن. – التعريف الكمي للقوة. – وحدات القوة. – الكتلة، والوزن. – القانون الثالث لنيوتن. – أمثلة.	٣
● **الاحتكاك :** – قوتي الاحتكاك السكوني، والحركي. – معامل الاحتكاك السكوني، والحركة. – حساب قوة الاحتكاك. – أمثلة.	٢
● **إجمالي عدد الحصص المقترحة (تقريباً) :**	**١٢ حصة**

المواد والوسائل اللازمة لتنفيذ الوحدة :

يلزم لتنفيذ هذه الوحدة ما يأتي :

– مسطرة، كرات صغيرة، كوبين من الزجاج.

– طبق من الورق المقوى.

– قطعة نقود، ميزان زنبركي.

– عربة صغيرة على عجلات لها سطح أملس مثبت عليه مسطرة، ومثبت في أحد طرفيها بكرة صغيرة.

– سطل، حبل، لوح خشب مستطيل.

– أجسام ذات كتل، وسطوح مساحاتها مختلفة، ولها درجة خشونة مختلفة، ومن مواد مختلفة.

http://e-learning-moe.edu.ye

مقترح نموذج درس

(الإحتكـــــاك)

الحصص المقترحة لتنفيذ الدرس: (٢-٣) حصة.

● **أهـداف الـدرس :**

يتوقع من الطالب بعد تنفيذ هذا الدرس أن :

١ – أن يتعرف على طبيعة الاحتكاك، والأسباب التي تولده.

٢ – أن يستنتج قوتي الاحتكاك السكونية، والحركية.

٣ – أن يحدد العوامل التي تؤثر في مقدار قوتي الاحتكاك.

٤ – أن يستنتج معاملي الاحتكاك السكوني، والحركي.

٥ – أن يحدد العوامل التي يعتمد عليها معامل الاحتكاك.

٦ – يستنتج أن معامل الاحتكاك يتوقف على نوعي مادتي السطحين المحتكين وليس على مساحة سطحيهما.

٧ – أن يحل مسائل رياضية لتعيين عاملي، وقوتي الاحتكاك.

● **الوسائل المطلوبة لتنفيذ الدرس :**

١ – حبل، ميزان زنبركي (نابض)، لوح خشب، مستطيل.

٢ – أجسام ذات سطوح درجة خشونتها مختلفة، زجاج، حديد، خشب.

٣ – أن يكون لكل نوع من هذه الأجسام كتل أحجامها ذات سطوح مساحاتها مختلفة؛ وذلك من أجل إثبات أن عامل الاحتكاك لا يتعلق بمساحة سطح الجسم المحتك، وإنما بمادته، وكذلك من أجل إثبات: أن قوة الاحتكاك تتعلق بكتلة الجسم (وزنه).

● **خطوات تنفيذ الدرس :**

لقد اقترحنا لتنفيذ درس الاحتكاك حصتين، أو ثلاث حصص على الأكثر يتوزع الدرس عليها كالآتي:

■ ***الحصـــة الأولـى :***

١ – يعطي المدرس تمهيداً للدرس يذكر فيه أهمية الاحتكاك في حياتنا اليومية (فوائده وأضراره).

٢ – يشرح المدرس طبيعة الاحتكاك الناتج عن النتوءات الموجودة على سطحي الجسمين المحتكين (غير المرئية بالعين المجردة).

● **تمهيـد للـدرس :**

على المدرس أن يقدم للطالب عدة أمثلة تلفت انتباهه إلى موضوع الاحتكاك : (فوائده وأضراره).

■ ***أولاً : فـوائـد الاحتكـــاك :***

لكي يبرز المدرس للطالب فوائد الاحتكاك، يورد المدرس أمثلة على السطوح قليلة الاحتكاك (الملساء) كأرضية مبللة مسقولة؛ حيث لا يستطيع الإنسان ولا العربات التحكم في السير عليها.

وهذا يبين للطالب أن الإنسان لا يستطيع أن يمارس نشاطه اليومي في عالمه بدون احتكاك، بالإضافة إلى هذا المثال، يودر المدرس مثالاً لسير السيارات على طريق مبللة بماء المطر؛ حيث يكون السير عليها أكثر خطورة بسبب قلة الاحتكاك بين إطارات السيارة والطريق، فسير المركبات على طريق مبللة بماء المطر الخفيف، يكون أخطر من السير على طريق مغمورة بماء المطر الغزير؛ لأن الماء الخفيف على الطريق لا يزيل الطين الخفيف من على سطح الطريق، وهذه الطبقة تشكل حائلاً يمنع احتكاك إطارات السيارات بالطريق مما يؤدي إلى سهولة انزلاقها.

ومع المطر الغزير تزول طبقة الطين الخفيفة من على سطح الطريق، مما يسمح باحتكاك أكثر فاعلية بين إطارات السيارات والطريق، وهناك أمثلة كثيرة، يمكن أن يوردها المدرس تبين من خلالها أن ممارسة الإنسان لحياته اليومية ستكون صعبة بدون عملية الاحتكاك.

■ ***ثانياً : أضـرار الاحتكـــاك :***

هذه الأضرار تبرز بشكل جلي في الآلات عند تشغيلها، فالاحتكاك يعيق حركة هذه الآلات ويحول جزءاً من طاقتها إلى طاقة حرارية تتسبب في خراب

http://e-learning-moe.edu.ye

الآلة، ولذا نقوم عادة بتزييت الآلة بالزيت؛ للتقليل من درجة الاحتكاك، لكي نحميها من أضرار الاحتكاك، ونطيل من عمرها أطول فترة ممكنة.

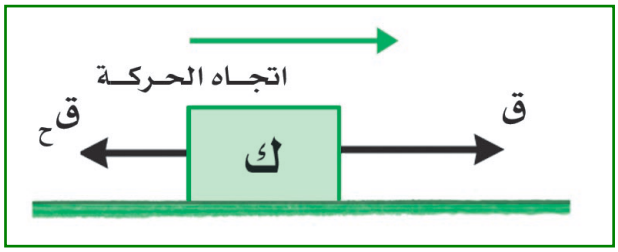
٣ – ثم يقوم بتجربة الميزان الزنبركي؛ لتعيين قوة الاحتكاك، وإذا لم تتوافر وسائل التجربة؛ يشرحها المدرس على السبورة، ويحدد العوامل التي تتعلق بقوة الاحتكاك ومنها يعرِّف عامل الاحتكاك، ويبين بأنه لا يتعلق بمساحة سطحي الجسمين المحتكين، وإنما بنوع مادتيهما.

■ ***الحصة الثانية :***

١ – يوجد المدرس القانون التجريبي الذي يعبر عن قوة الاحتكاك للجسم المعني، ويستنتج منه العوامل التي تعتمد عليها قوة الاحتكاك، ويبيّن أنها تتناسب طردياً مع وزن الجسم.

٢ – يقوم المدرس بإلقاء الأسئلة على الطلاب، ويطلب الأجابات منهم؛ حتى يحصل على الإجابة الصحيحة، ويكتب المدرس بعض الأسئلة على السبورة حتى يراها جميع الطلاب داخل الصف؛ لكي يقومون بتدوينها، ولا بد للمدرس أن يربط الأسئلة بالدروس السابقة، فمثلاً: يطرح سؤالاً كالتالي:

■ إذا كانت قوة الاحتكاك (ق$_{ح}$) تساوي قوة السحب (ق) أي: ق$_{ح}$ = ق (قوة سحب الجسم (ك))، فكيف ستكون الحالة الحركية للجسم؟



شكل (٤)

● الجواب: محصلة القوى المؤثرة على الجسم (ك) في اتجاه الحركة معدومة، شكل: (٤)، إذاً بحسب قوانين نيوتن في الحركة إما أن يكون الجسم ساكناً، أو يتحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة؛ فإذا كان الجسم في البدء ساكناً فسيظل ساكناً، وإذا شرع في الحركة فإنه سيتحرك بسرعة منتظمة (ثابتة).

٣ – يقوم المدرس بالاشتراك مع الطلاب بمناقشة المسائل المحلولة. يقدم المدرس أسئلة مختلفة وينتظر منهم الجواب الصحيح، بالإضافة إلى إعطائهم مسائل التقويم كواجب منزلي، وحلّها بالاشتراك مع الطلاب في الحصة التالية، وأعتقد بأن الخلفية العلمية التي شرحناها في هذا الدليل مع حلول مسائل التقويم ستكون عوناً كبيراً للمدرس على تقديم دروس هذه الوحدة بشكل جيد.

■ **مثال** : صندوق كتلته (٨٥) كجم موضوع على سطح خشن، فإذا كانت أقل قوة أفقية لازمة لتحريكه من السكون هي (١٧٠) نيوتن وأقل قوة أفقية لازمة لكي يتحرك بسرعة منتظمة هي (٩٠) نيوتن، فاحسب ما يلي:

أ) قوتي الاحتكاك السكونية، والحركية.

ب) معاملي الاحتكاك السكوني، والحركي.

● **الحل** :

أ) إن مقدار قوتي الاحتكاك السكونية (ق$_{ح_س}$)، والحركية (ق$_{ح_ز}$) هما على التوالي :

ق$_{ح_س}$ = ١٧٠ نيوتن .

ق$_{ح_ز}$ = ٩٠ نيوتن .

ب) القوة العمودية التي يضغط بها الصندوق على السطح (ق$_{ر}$) هي :

ق$_{ر}$ = و = ك ء = ٨٥ × ٩٫٨ = ٨٣٣ نيوتن.

∴ معامل الاحتكاك السكوني (م$_{ح_س}$) يساوي:

$$م_{ح_س} = \frac{ق_{ح_س}}{ق_{ر}} = \frac{١٧٠}{٨٣٣} = ٠٫٢$$

ومعامل الاحتكاك الحركي (الانزلاقي) (م$_{ح_ز}$) يساوي :

$$م_{ح_ز} = \frac{ق_{ح_ز}}{ق_{ر}} = \frac{١٧٠}{٨٣٣} = ٠٫١١$$

http://e-learning-moe.edu.ye

(أجوبة بعض الأمثلة وحلول أهم مسائل تقويم الوحدة الثانية)

س٤ :

ب) جميع الأجسام الساقطة سقوطاً حراً، تسقط بنفس العجلة أي: بعجلة الجاذبية الأرضية، أي أن جميع الأجسام في أثناء سقوطها، تزداد سرعاتها بنفس المقدار خلال نفس الفترة الزمنية، وهذا يعني أنها تصل إلى الأرض بنفس الوقت، وبنفس السرعة مهما اختلفت حجومها، أو كتلها، مع إهمال مقاومة الهواء.

جـ) عندما نأخذ بعين الاعتبار وجود مقاومة الهواء؛ فإن جميع الأجسام الساقطة سقوطاً حراً تكون خاضعة لتأثير القوى التالية:

١- قوة الجاذبية الأرضية (أي وزنه) (و) واتجاهها نحو الأسفل، ومقدارها ثابت = ك ء .

٢ - قوة الاحتكاك (التي تسمى في السوائل والغازات) قوة اللزوجة (ق ل)، وتتناسب طردياً مع سرعة الجسم، واتجاهها معاكس لاتجاه الحركة، أي: يكون اتجاهها نحو الأعلى إذا كان الجسم هابطاً.

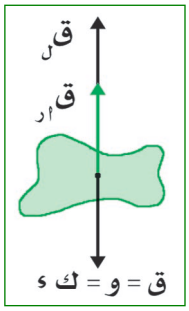
٣- قوة دافعة (أرخميدس) (ق أ) وتتناسب طردياً مع حجم الجسم ومتجهة نحو الأعلى، أي: معاكسة لقوة الجاذبية الأرضية.

هذه القوة الأخيرة تزداد قيمتها، كلما كبر حجم الجسم (كتلته) مما يجعل الجسم ذا الكتلة الأكبر يلاقي مقاومة أكبر في أثناء السقوط، الأمر الذي يجعله يتأخر في الوصول إلى الأرض عن الجسم ذي الكتلة الأصغر.

د) يتعجل الجسم الساقط تحت تأثير الجاذبية الأرضية فتزداد سرعته في أثناء السقوط وبالتالي تزداد قيمة قوة اللزوجة المعاكسة لقوة الجاذبية الأرضية؛ حتى تصبح محصلة القوى الثلاث المؤثرة على الجسم = صفراً ، فيهبط الجسم بسرعة منتظمة، انظر الشكل: (٥).

وتسمى السرعة التي عندها تصبح محصلة القوى المؤثرة على الجسم = صفراً بالسرعة الحدية، (أو النهائية) وقد استغلت هذه الفكرة؛ من أجل تصميم مظلات هبوط من الطائرات لتكون أكثر سلامة؛ حيث تعمل زيادة سطح المظلة على زيادة القوة المعاكسة لقوة الجاذبية الأرضية فتصل إلى السرعة الحدية في زمن أقل.

وبالتالي تكون السرعة المنتظمة التي يهبط بها المظلي صغيرة، فينزل على الأرض بسلام (لأنه إذا كبرت الفترة الزمنية للوصول إلى السرعة الحدية تكون السرعة النهائية (الحدية) كبيرة التي ينزل بها المظلي).

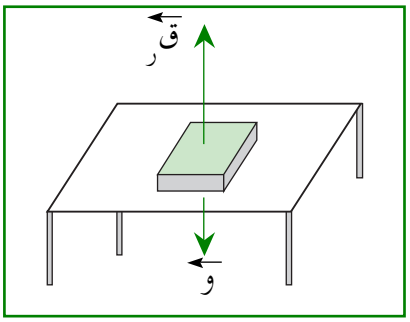


شكل (٥)

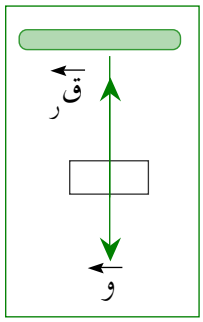
س٥ : الشكل (٦) يبين :

أ) الشكل (٦) يبين قوة (فعل) الصندوق في السطح (و)، وهي وزن الصندوق، ومتجهة نحو الأسفل وكذلك قوة (رد فعل) السطح (ق ر) في الصندوق، ومتجهة نحو الأعلى تساوي وتعاكس قوة الوزن (و)، أي: $\overleftarrow{و} = - \overleftarrow{ق_ر}$.

ب) زوج القوى في هذه الحالة هي قوة وزن الرجل (و) متجهة نحو الأسفل (الفعل)، وقوة الشد في الحبل متجهة نحو الأعلى (قوة رد الفعل) انظر الشكل: (٧).



شكل (٦)



شكل (٧)

جـ) ومثال القارب ذي المجداف المتحرك في الماء، فالمجداف يدفع الماء إلى الخلف (الفعل) فيدفع الماء القارب إلى الأمام (رد الفعل).

http://e-learning-moe.edu.ye

س٦ :

أ) في الشكل :(١٥) من كتاب الطالب، الإزاحة الكلية $\overleftarrow{أ_ن}$ هي مجموع الإزاحات الثلاث $\overleftarrow{أ_ب}$ ، $\overleftarrow{ب_جـ}$ ، $\overleftarrow{جـ_ن}$ ، وتساوي :

$\overleftarrow{أ_ن} = \overleftarrow{أ_ب} + \overleftarrow{ب_جـ} + \overleftarrow{جـ_ن}$

ومقدارها هو الطول $\overleftarrow{أ_ن}$ ، ويحسب بواسطة نظرية فيثاغورث :

$\overleftarrow{أ_ن} = \sqrt{٨^{٢}(٦) + ٢(٣)} = \sqrt{٤٥} = ٦٫٧١$ كم .

ب) أما المسافة الكلية المقطوعة هي :

(أ ب + ب جـ + جـ ن) وتساوي (عمودياً) المساحة تحت المنحنى (أ ب جـ ن)

= مساحة المثلث (أ ب ٢) + مساحة المستطيل

(٢ جـ ن ٦) $= \frac{١}{٢} \times ٢ \times ١ + ٣ \times ٤ = ١٣$ كم

في الشكل (١٦) من المسألة (٦) :

أ) الإزاحة $\overleftarrow{أ_ن} = \sqrt{٨^{٢}(٦) + ٢(٢)}$

$= \sqrt{٤٠} = ٦٫٣$ كم.

ب) أما المسافة الكلية فتساوي (عمودياً) المساحة تحت المنحنى (أ ب جـ ن) وتساوي :

مساحة نصف الدائرة (أ ب جـ) التي نصف قطرها (٢) + مساحة ربع الدائرة (جـ د) التي نصف قطرها (٢) أي :

$= \frac{١}{٢}$ ط نق^{٢} + $\frac{١}{٤}$ ط نق^{٢} = ط نق^{٢} $(\frac{١}{٢} + \frac{١}{٤})$

$= ٣٫١٤ \times (٢)^{٢} (\frac{٣}{٤}) = ٩٫٤٢$ كم.

س٧ :

● في الشكل (١٧-أ) بدأت الحركة من السكون متعجلة بانتظام خلال الأربع الثواني الأولى، ثم متباطئة بانتظام خلال الأربع الثوان الأخيرة حتى توقفت، والمسافة الكلية المقطوعة خلال ثمان ثوان هي المساحة تحت المنحنى، وتساوي مساحة مثلث متساوي الساقين أي :

$= \frac{١}{٢} \times ٨ \times ٨ = ٣٢$ م.

يمكن للمدرس أن يحسب مقدار العجلة، ومقدار التباطؤ من المعطيات في الرسم البياني من العلاقة :

(العجلة) جـ $= \frac{ع - ع.}{ز} = \frac{٨ - صفر}{٤} = ٢$ م/ث^{٢} .

(التباطؤ) جـ $= \frac{٨ - صفر}{٢} = -٢$ م/ث^{٢} .

● في الشكل (١٧ ب) بدأت الحركة من السكون متعجلة بانتظام خلال الأربع الثواني الأولى ومقدارها :

[(جـ) $= \frac{٨ - صفر}{٤} = ٢$ م/ث^{٢}]

ثم من الثانية الرابعة؛ حتى الثامنة فالحركة بسرعة منتظمة مقدارها (٨ م/ث) ومن الثانية الثامنة حتى الثانية التاسعة، فالحركة متباطئة حتى توقفت ومقدار تباطؤها في (جـ) هو : جـ $= \frac{صفر - ٨}{٤} = -٨$ م/ث^{٢} .

أما المساحة الكلية المقطوعة = المساحة تحت المنحنى (أي مساحة شبه المنحرف)

$= \frac{٤ + ٩}{٤} \times ٨ = ٥٢$ متراً.

● في الشكل : (١٧- جـ) الحركة تشبه الحركة في الشكل : (٢٣- ب) .

● في الشكل : (١٧- ء) تبدأ الحركة بسرعة ابتدائية مقدارها ٤ م/ث بعجلة منتظمة حتى الثانية الخامسة، وهذه العجلة يمكن حسابها من معطيات الرسم البياني، وتساوي :

جـ $= \frac{ع - ع.}{ز} = \frac{٤ - ٨}{٥} = \frac{٤}{٥} = ٠٫٨$ م/ث^{٢} .

ثم من الثانية الخامسة تبدأ الحركة بالتباطؤ حتى تتوقف بعد ثلاث ثوان، أي: في الثانية الثامنة من بدء الحركة، والمسافة الكلية المقطوعة = (عددياً) المساحة تحت المنحنى، وتساوي :

= مساحة شبه المنحرف + مساحة مثلث

$= \frac{٤ + ٨}{٥} \times ٥ + \frac{١}{٢} \times ٣ \times ٨$

= ٣٠ + ١٢ = ٤٢ متراً.

س٨ :

الزمن الذي من خلاله قطعت ٩٠ متراً بسرعة ١٫٥ م/ث هو :

ز$_{١}$ $= \frac{ف_{١}}{ع_{١}} = \frac{٩٠ (م)}{١٫٥ (م/ث)} = ٦٠$ ثانية.

http://e-learning-moe.edu.ye

الزمن الذي من خلاله قطعت ١٦٠ متراً بسرعة (٤ م/ث) هو :

$ز_{٢} = \frac{ف_{٢}}{ع_{٢}} = \frac{(١٦٠)م}{٤ (م/ث)} = ٤٠$ ثانية .

∴ السرعة المتوسطة $(ع_{م}) = \frac{ف_{١} + ف_{٢}}{ز_{١} + ز_{٢}}$

$ع_{م} = \frac{(١٦٠+٩٠)م}{(٤٠+٦٠)ث} = \frac{٢٥٠ م}{١٠٠ ث} = ٢,٥$ م/ث .

س٩ :

أ) في الشكل : (١٨) الحركة في الجزء (أ ب) هي حركة بسرعة منتظمة مقدارها (١٠م/ث)، إذاً العجلة في الجزء (٢ب) خلال الفترة الزمنية (٠ – ٦) ثانية معدومة، وبالتالي فالعجلة في اللحظة (ز=٤ث) معدومة، أما الحركة في الجزء (ب جـ) هي حركة متعجلة بانتظام (أي عجلة ثابتة) خلال الفترة الزمنية (٦ – ١٠) ثانية ومقدارها بحسب معطيات الرسم البياني :

$جـ = \frac{ع - ع_{.}}{ز_{٢} - ز_{١}} = \frac{(٢٠ - ١٠)م/ث}{(١٠ - ٦) ث}$

$= \frac{١٠}{٤} = ٢,٥$ م/ث^{٢} .

وهي العجلة في اللحظة الزمنية (ز = ٨ ث) .

الحركة في الجزء (جـ د) هي حركة متباطئة بانتظام خلال الفترة الزمنية من ز = ١٠ ث حتى ز = ١٤ ث حين تتوقف الحركة .

∴ العجلة (جـ) خلال هذه الفترة الزمنية بحسب معطيات الرسم البياني تساوي :

$(جـ) = \frac{ع - ع_{.}}{ز_{٢} - ز_{١}} = \frac{صفر - ٢٠}{١٤ - ١٠}$

$= \frac{-٢٠}{٤} = -٥$ م/ث^{٢} .

والإشارة السالبة تدل على أن العجلة متناقصة، وهي العجلة في اللحظة ز = ١٢ ثانية .

ب) المسافة المقطوعة بعد ٦ ثوان = مساحة المستطيل

= ١٠ (م/ث) × ٦ (ث) = ٦٠ م .

المسافة المقطوعة بعد ١٠ ثوان = مساحة تحت المنحنى أ ب جـ

= مساحة المستطيل [١٠ (م/ث) × ١٠ (ث)] + المثلث [$\frac{١}{٢}$ × ١٠ (م/ث) × ٢ (ث)]

= ١٠٠ م + ١٠ م = ١١٠ متراً .

المسافة المقطوعة خلال (١٤) ثانية هي :

مجموع المسافتين المقطوعة خلال الـ ١٠ ثوان + خلال الـ ٤ ثوان الأخيرة

= ١١٠ م + مساحة المثلث ($\frac{١}{٢}$ × ٢٠ م/ث × ٤ث)

= ١١٠ م + ٤٠ م = ١٥٠ متراً .

س١٠ :

■ معطيات المسألة :

ع. = صفر .

ع = ٤٥ كم/ساعة = $\frac{(١٠٠٠ \times ٤٥)م}{(٦٠ \times ٦٠)ث}$

= ١٢,٥ م/ث .

ز = ١٢ ثانية .

■ المطلوب : جـ = ؟ ، ف = ؟

● الحل :

$جـ = \frac{ع - ع_{.}}{ز} = \frac{١٢,٥ - صفر}{١٢} = ١,٠٤$ م/ث^{٢}

$ف = ع_{.} + \frac{١}{٢} جـ ز^{٢}$.

$= صفر + \frac{١}{٢} \times ١,٠٤ \times (١٢)^{٢}$

$= ١,٠٤ \times ٧٢ = ٧٤,٨٨$ متراً .

س١١ :

أ) العجلة : جـ = م/ث^{٢} .

ب) ز = ٢٠ ثانية .

س١٢ :

■ معطيات المسألة :

ع. = صفر .

ف = ٩٨٠ متراً .

ز = ١٤ ثانية .

■ المطلوب : جـ = ؟ ، ع = ؟ ، ف = ؟

أ) من العلاقة : $ف = ع_{.} ز + \frac{١}{٢} جـ ز^{٢}$ = $\frac{١}{٢} جـ ز^{٢}$

http://e-learning-moe.edu.ye

نجد العجلة (جـ) $= \frac{2ف}{ز^2}$

$= \frac{2 \times 980}{(14)^2} = 10$ م/ث^2 .

ب) السرعة عند الإقلاع هي السرعة بعد ١٤ ثانية وتحسب من العلاقة :

ع = ع$_.$ + جـ ز = جـ ز .

ع = جـ ز = ١٠ × ١٤ = ١٤٠ متر/ث

جـ) المسافة المقطوعة خلال الثانية الأولى تساوي :

ف$_1$ = $\frac{1}{2}$ جـ ز^2 = $\frac{1}{2}$ × ١٠ × (١)^2 = ٥ أمتار

المسافة المقطوعة خلال ١٤ ثانية ف$_{14}$ تساوي (٩٨٠م) أي : ف$_{14}$ = ٩٨٠ متراً.

أما المسافة المقطوعة خلال الثانية الرابعة عشرة فقط فهي الفرق بين المسافة المقطوعة خلال أربعة عشر ثانية (ف$_{14}$)، والمسافة المقطوعة خلال ثلاثة عشر ثانية (ف$_{13}$)، أي أن المسافة خلال الثانية الرابعة عشرة أي : خلال الثانية الأخيرة هي : ف = ف$_{14}$ – ف$_{13}$.

والآن نحسب المسافة المقطوعة خلال ١٣ ثانية :

ف$_{13}$ = $\frac{1}{2}$ جـ ز^2 .

= $\frac{1}{2}$ × ١٠ × (١٣)^2 = ٨٤٥ متر.

∴ المسافة المقطوعة خلال الثانية ١٤ (ف) هي :

ف = ف$_{14}$ – ف$_{13}$

= ٩٨٠ – ٨٤٥ = ١٣٥ متراً.

● طريقة أخرى : نحسب السرعة النهائية للطائرة بعد ١٣ ثانية وهي :

ع = جـ ز = ١٠ × ١٣ = ١٣٠ متر^2/ث .

هذه السرعة تعتبر السرعة الابتدائية في بداية الثانية الرابعة عشرة، ثم نحسب المسافة خلال ثانية واحدة هي الثانية الرابعة عشرة، أي : خلال الثانية الأخيرة :

ف = ع$_1$ ز + $\frac{1}{2}$ جـ ز^2

= ع$_{13}$ ز + $\frac{1}{2}$ جـ ز^2

= ١٣٠ × ١ + $\frac{1}{2}$ × ١٠ (١)^2 = ١٣٥ متراً.

س١٣ :

أ) السرعة المتوسطة :

ع$_م$ = $\frac{ع_. - ع}{2}$ = $\frac{30+10}{2}$ = ٢٠ متراً/ث .

ب) ف = ع$_م$ × ز = ٢٠ × ٢٠ = ٤٠٠ متر.

جـ) العجلة : جـ = $\frac{ع - ع_.}{ز}$ = $\frac{10-30}{20}$

= $\frac{-20}{20}$ = –١ (م/ث^2) .

وهي عجلة تناقصية .

بعدما حسبنا العجلة يمكن حساب المسافة المقطوعة خلال (٢٠) ثانية (ف$_{20}$) التي سبق وحسبناها في (ب) بطريقتين أخريتين.

ف$_{20}$ = ع$_.$ ز + $\frac{1}{2}$ جـ ز^2

= ٣٠ × ٢٠ + $\frac{1}{2}$ (–١) × (٢٠)^2

= ٦٠٠ – ٢٠٠ = ٤٠٠ متر.

أو نحسبها من العلاقة :

ع^2 = ع$_.^2$ + ٢ جـ ف ومنه ...

ف = $\frac{ع^2 - ع_.^2}{2 جـ}$

= $\frac{(10)^2 - (30)^2}{2 \times (-1)}$ = $\frac{-800}{-2}$ = ٤٠٠ م

جـ) عندما تتوقف السيارة تصبح سرعتها النهائية صفراً ، أي : ع = صفر

∴ ف = $\frac{ع^2 - ع_.^2}{2 جـ}$ = $\frac{صفر - 30^2}{2 \times (-1)}$ = ٤٥٠ متراً.

س١٤ :

■ معطيات المسألة :

ع$_.$ = ٣٥ م/ث ، ء = ١٠ م/ث^2 .

ع = صفر (عند أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم)

يفضل في هذه المسألة أن نختار الاتجاه نحو الأعلى هو الاتجاه الموجب، وبذلك تكون إشارة عجلة الجاذبية الأرضية سالبة والسرعة نحو الأعلى موجبة ونحو الأسفل سالبة، ونفس الشيء بالنسبة للمسافة.

أ) ف = $\frac{ع^2 - ع_.^2}{2 ء}$ = $\frac{صفر - 35^2}{2 \times (-10)}$

http://e-learning-moe.edu.ye

$= \frac{-1225}{-20} = 61,25$ متراً.

وهو أقصى ارتفاع يصل إليه الجسم المقذوف.

ب) $ز = \frac{ع - ع_0}{-ء} = \frac{صفر - 35}{-10} = 3,5$ ثانية.

وهو الزمن اللازم للوصول إلى أقصى ارتفاع.

جـ) $ف = ع_0 ز + \frac{1}{2} جـ ز^2$

وبالتعويض بقيم (ف) و (ء) نجد:

$60 = 35 ز + \frac{1}{2} (-10) ز^2$

$12 = 7 ز - ز^2$

$ز^2 - 7 ز + 12 = صفر$

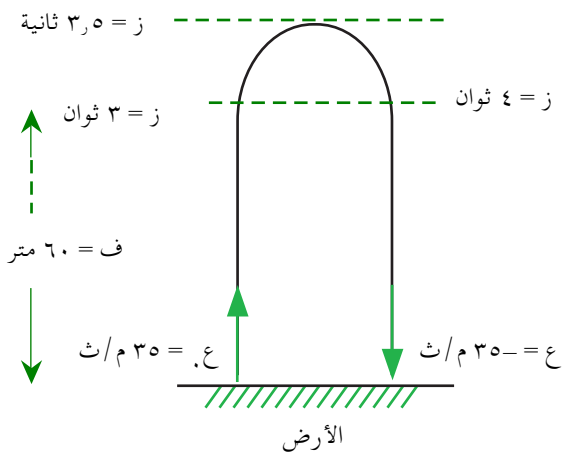
$(ز - 3)(ز - 4) = صفر$ ومنه:

إما $ز_1 = 3$ ثانية أو $ز_2 = 4$ ثانية.

والجوابان مقبولان لأنهما موجبين، فلا يمكن أن يكون الزمن سالباً، فإما أن يكون موجباً أو صفراً.

إذاً الجسم المقذوف يكون على ارتفاع 60 متراً في لحظتين، عند الصعود في اللحظة $ز_1 = 3$ ثوان، وعند الهبوط في اللحظة $ز_2 = 4$ ثوان.

انظر الشكل: (8).



شكل (8)

س١٥ :

في هذه المسألة نختار الاتجاه نحو الأسفل هو الاتجاه الموجب، فتكون بذلك إشارة عجلة الجاذبية الأرضية موجبة، وتكون إشارة كل من الإزاحة (المسافة)، والسرعة نحو الأسفل موجبة.

■ معطيات المسألة:

$ع_0 = صفر$ ، $ء = 9,8$ م/ث^2.

$ز = 4$ ثوان.

■ المطلوب: حساب كل من ع ، ف

أ) $ع = ع_0 + ء ز$ $(ع_0 = صفر)$

$ع = ء ز = 9,8 \times 4 = 39,2$ م/ث.

وهي سرعة الحصاة عند الارتطام بالماء.

ب) نحسب عمق البئر (ف) من العلاقة:

$ف = ع_0 ز + \frac{1}{2} ء ز^2 = \frac{1}{2} ء ز^2$.

$ف = \frac{1}{2} \times 9,8 \times (4)^2 = 78,4$ متراً.

http://e-learning-moe.edu.ye

جدول الخطأ والصواب

الصفحة	السطر	الخطـــــــأ	الصـــــــواب
٣٤	١١	نكتب .	تكتب .
٣٥	١٠	في الحالة الثانية .	في الحالة الأولى .
٣٦	١٥	$\overleftarrow{\frac{ف}{ز}}$	$\frac{ف}{ز}$
٣٨	١	(حساب السرعة اللحظية من منحنى السرعة – الزمن) .	(حساب السرعة المتوسطة من منحنى المسافة – الزمن) .
٣٨	٥	فالسرعة اللحظية (ع لحظية) .	فالسرعة المتوسطة (ع م) .
٣٨	٧	ع لحظية $= \frac{\Delta ف}{\Delta ز}$.	ع م $= \frac{\Delta ف}{\Delta ز}$.
٤٢	٢٢	$= ع_{.} + (٢ ع_{.} جـ ز + جـ ز)$.	$= ع_{.}^{٢} + (٢ ع_{.} جـ ز + جـ ز^{٢})$
٤١	١	شكل .	شكل (٥) .
٤١	٤	سرعته إلى ٢ م / ث .	سرعته إلى ٢٠ م / ث .
٤٥	٨	العلجـة .	العجلة .
٤٦	٢١	أيضاً .	—
٤٦	٢٦	$ع_{.} = ٢ \times ٩٨ = ١٩٦$	$ع_{.}^{٢} = ٢ \times ٩٨ = ١٩٦$
٤٧	١	$ع_{.}^{٢} = \sqrt{١٩٦}$	$ع_{.} = \sqrt{١٩٦}$
٥١	١٢	$\overleftarrow{ق_{جـ}} = ك جـ .$	$\overleftarrow{ق_{مج}} = ك جـ .$
٥٢	٧	النيوتن .	" النيوتن " .
٥٣	٣	فهو .	كما أنه .
٥٣	شكل (١٠)	رسم الحبـل مائـل .	رسم الحبل لا بد أن يكون أفقي .
٥٦	١١	ق = ك جـ ، حيث ق هي .	قَ مج = ك جـ ، حيث قَ مج هي .
٥٦	١٢	ق – ق حـ = ك جـ .	ق – ق ح = ك جـ .
٥٦	١٣	حيث ق حـ = م ح × و .	حيث ق ح = م ح × و .
٥٥		سقط سهواً في الجدول (١) [القائمة] العمود الخاص بمعامل الاحتكاك السكوني ، وقد كتب في دليل المعلم مع الأخطاء الأخرى .	
٥٩	١٦	السيـاة .	السيـارة .
٦٠	١٣	تيحـرك .	يتحـرك .
٦١	الهدف (٣)	لقباس	لقياس

http://e-learning-moe.edu.ye

خواص المواد الصلبة والموائع

Properties of Solids and Floids

مقدمة الوحدة

استكمالاً لما درسه الطلاب في المرحلة السابقة عن خواص المادة التي تم فيها التعرف على أهم مبادئ تركيب المادة، وخواصها الأساسية بشكل مبسط، سنقوم في هذه الوحدة من كتاب الصف العاشر(الأول الثانوي) بدراسة أكثر عمقاً لخواص المواد الصلبة، والتي اخترنا من بينها خاصية المرونة كمثال على تلك الخواص، وكذلك سنتناول بأكثر عمقاً وتفصيلاً دراسة خواص الموائع الساكنة، مثل: خاصية التوتر السطحي والطفو.

وليتسنى لنا ذلك كان لابد من التعرف على أهم مبادئ النظرية الحركية للمادة، والتي ستساعدنا على فهم أعمق لسلوك المادة في حالاتها المختلفة، وتحولاتها من حالة إلى أخرى، وكذلك تفسير الخواص المختلفة للمادة، وسنعمل في هذه الوحدة على الارتقاء بالمضمون العلمي لدراسة خواص المادة، وتركيبها وذلك من خلال تناول العلاقات الرياضية المتعلقة بها، وتطوير قدرات الطلاب على حل المسائل التطبيقية على تلك القوانين، وكذلك تشجيعهم على القيام ببعض التطبيقات العملية لتلك الخواص.

وقد أعطينا اهتماماً خاصاً لتنمية روح البحث، والعمل الجماعي لدى الطلاب، وحثهم على استخدام وسائل الاتصال الحديثة في الوصول إلى الحقيقية العلمية، وتطبيقاتها. وسعياً لتحقيق أفضل النتائج على هذا الطريق؛ بدأنا في هذه الوحدة بطرق باب هام من أبواب نجاح البحث العلمي، وهو جمع وتحليل البيانات. وضرورة تدريب الطلاب على استخدام الجداول والرسم البياني؛ لتحليل البيانات، والوصول إلى النتائج العلمية.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يعرِّف الآتي: (الحركة الجزيئية، حد المرونة، نقطة الكسر، معامل يونج، نقطة الإذعان، الإجهاد، الانفعال، التوتر السطحي، الخاصية الشعرية، قوة التلاصق، قوة التماسك، الضغط الجوي، الطفو، معامل التوتر السطحي).

٢ – يستنتج العلاقات الرياضية الخاصة بالمرونة والتوتر السطحي، والطفو.

٣ – يتعرف على طريقة استخدام البارومتر المعدني لقياس الضغط الجوي.

٤ – يحلل البيانات التي يحصل عليها من التجارب العملية؛ للتوصل إلى النتائج العلمية.

٥ – يصنف المواد على أساس اختلاف حالاتها: (صلبة، سائلة، غازية).

٦ – يتعرف على بعض التطبيقات العملية لخواص المادة التي يستفاد منها في الحياة.

٧ – يعزز إيمانه بقدرة الخالق من خلال دراسته لخواص المادة.

http://e-learning-moe.edu.ye

خلفية علمية

تعد دراسة تركيب وخواص المادة، من أهم الموضوعات التي يهتم بها علم الفيزياء، والتي شكلت الأساس العلمي لفهم، وتفسير كل ما يتعلق بالظواهر الطبيعية التي يهتم علم الفيزياء بدراستها.

ومن بين الجهود المتتالية والمتعددة التي بُذلت لفهم تركيب المادة، والتي قام بها العلماء المسلمون وغيرهم، كانت النظرية الحركية الجزيئية، والتي سهلت عملية الفهم الدقيق لتركيب المادة وسلوكها، كما ساعدت على تفسير السلوك المتغير للمادة، وخواصها المختلفة الناتجة عن ذلك السلوك، وفي الحالات المختلفة، والظواهر المتعددة الناتجة عنها.

ومن أسس تلك النظرية ما يأتي:

١ – تشترك جميع المواد في هذا الكون بأن وحدة بنائها تكون من الذرات، والجزيئات، وهي جسيمات صغيرة جداً.

٢– تترابط الجزيئات في جميع المواد بمختلف حالاتها، بقوى تماسك تجمع هذه الجزيئات معاً، ويختلف مقدار قوة التماسك باختلاف الظروف المحيطة للمادة، وينتج عن ذلك الاختلاف تعدد لحالات التي توجد عليها المادة: (صلبة، سائلة، غازية).

٣ – الجزيئات في حالة حركة دائمة، وبسرعات مختلفة حسب المسافات بين الجزيئات ودرجة الحرارة، وحالة المادة.

٤ – تفصل بين الجزيئات مسافةٌ جزيئية تكون صغيرة في المواد الصلبة، ومتوسطةً في السوائل، وكبيرةً جداً في الغازات.

وقد استفاد العلماء من هذه النظرية في تفسير خواص المادة، والظواهر المختلفة الناتجة عنها، مثل: تفسير تحول المادة من حالة صلبة إلى حالة سائلة، والحالة السائلة إلى الحالة الغازية (البخارية) بالتسخين؛ حيث تكتسب الجزيئات طاقة حركية فتزداد سرعتها، وتزداد المسافة بين الجزيئات كلما زادت درجة الحرارة، كذلك فإن تغير مقدار قوى التماسك بين الجزيئات عند تأثير قوى خارجية على المادة، يؤدي إلى الخواص المختلفة للمادة.. مثل الصلابة، والتوتر السطحي، والانتشار.. إلخ

● خواص المادة الصلبة:

تشكل المواد الصلبة جزءاً أساسياً من مكونات الطبيعية، ومصدراً هاماً من مصادر احتياجات الإنسان المختلفة في الحياة.

وكلما تمكن الإنسان من معرفة الخواص المختلفة للمواد الصلبة، كلما ساعده ذلك في القدرة على تكييفها مع ظروفه المختلفة، والسيطرة على سلوكها، والاستفادة منها.

وقد تم اختيار خاصية المرونة للدراسة كإحدى أهم الخواص للمواد الصلبة، وذلك لتعدد تطبيقاتها العملية في الحياة، وسهولة فهم الطلاب لقوانينها، وقدرتهم على تنفيذ العديد من الأنشطة، والأبحاث الفردية المتعلقة بها.

وتُعرّف خاصية المرونة، بأنها: (خاصية استعادة المادة لشكلها، وحجمها الأصليين بعد زوال المؤثر الخارجي عليها)، وبناداً على ذلك، يتم تصنيف المواد على أساس خاصية مرونتها.

فإذا أثرنا على قطعة من الإسفنج بقوة ما، فإن شكلها، وحجمها يتغيران طالما استمر تأثير القوة عليها، ولكن عند إزالة تأثير القوة تعود قطعة الإسفنج إلى شكلها، وحجمها الأصليين، أما إذا ضغطنا بقوة على قطعة من الصلصال؛ فإن تغير شكل، وحجم قطعة الصلصال سيستمر حتى بعد زوال المؤثر الخارجي: (القوة).

وقد أُستخدمت نتائج التجارب العملية لدراسة ذلك، ومن بينها جهود العالم «هوك» الذي توصل إلى قانون ينظم العلاقة بين مقدار الاستطالة التي

http://e-learning-moe.edu.ye

حدث في سلك نتيجة تأثير قوة شد عليه، وبين مقدار هذه القوة المؤثرة، وينص هذا القانون على أن: «مقدار الاستطالة في سلك يتناسب تناسباً طردياً مع مقدار القوة المؤثرة على السلك، والمسببة لتلك الاستطالة»، ويعبر عن ذلك رياضياً بالعلاقة الآتية:

$$\text{ق} = -\text{ي} \times \Delta\text{ل}$$

حيث (ق): قوة الشد على السلك، و(ي): مقدار ثابت، و(Δل): مقدار الاستطالة في طول السلك.

تعريف (**ثابت هوك**): هو مقدر الشد اللازم؛ لزيادة طول سلك مرن مسافة (١) متر.

ويستمر تأثير قوة الشد على السلك طبقاً للعلاقة السابقة فترة زمنية محددة، بعدها يصبح التأثير غير خاضع لهذه العلاقة، بل يصبح غير منتظم.

والنقطة التي عندها ينتهي العمل بقانون هوك تسمى (**نقطة الإذعان**)، تعريف نقطة الإذعان: النقطة التي عندها يصبح تغير مقدار استطالة سلك غير خاضع لقانون هوك، ومقدار القوة التي تصل إلى نقطة الإذعان يُسمى (**حد المرونة**).

ولكن مع الاستمرار في زيادة قوة الشد نصل إلى النقطة التي عندها يفقد الجسم مرونته أي لا يعود الجسم إلى وضعه السابق (الأصلي) عند زوال القوة المؤثرة، وتسمى النقطة التي نصل عندها إلى تلك الحالة بنقطة الكسر، أو القطع (حد الانكسار).

■ **الإجهاد والإنفعال** Stress and Strain :

تعلم أن كل شيء في الطبيعة نسبي.. وعليه فإن تعبير قوة الشد المؤثرة على سلك، هو تعبير ضعيف، والتعبير الأكثر دقة عن ذلك، هو: تأثير القوة نسبة إلى مساحة مقطع السلك، ويسمى هذا التعبير (بالإجهاد) الذي يتعرض له السلك أي أن:

الإجهاد هو: «مقدار القوة العمودية المؤثرة بانتظام على وحدة مساحة مقطع السلك»، وهذا يعني أن: مقدار الإجهاد =

$$\frac{\text{مقدار القوة المؤثرة عمودياً على السلك}}{\text{مساحة مقطع السلك}}$$

$$\text{الإجهاد} = \frac{\text{ق}}{\text{س}}$$

ووحدة قياسه $\frac{\text{نيوتن}}{\text{متر}^2}$ (باسكال)

فإذا أثرت بقوتين متساويتين على سلكين مختلفين في مساحة المقطع، فإن نتيجة تأثير القوتين تختلف باختلاف مساحة المقطع، فهي كبيرة في حالة السلك الأقل مساحة في مقطعه.

أما الانفعال (Strain): فهو التعبير النسبي لمقدار الاستطالة الناتجة في طول السلك نسبة إلى الطول الأصلي للسلك، أي أن: «مقدار الانفعال هو مقدار الاستطالة الناتجة في طول وحدة الأطوال (١ متر) من السلك عند تعرضه لإجهاد معين».

$$\text{الانفعال} = \frac{\text{مقدار الاستطالة في طول السلك}}{\text{الطول الأصلي للسلك}}$$

$$\text{الانفعال} = \frac{\Delta\text{ل}}{\text{ل}}$$

وعليه فإن العلاقة السابقة بين قوة الشد المؤثرة على سلك، ومقدار الاستطالة التي تحدثها يمكن التعبير عنها بعلاقة بين الإجهاد والانفعال، كما يلي:

الإجهاد = مقدار ثابت × الانفعال

$$\frac{\text{ق}}{\text{س}} = \text{ي} \times \frac{\Delta\text{ل}}{\text{ل}}$$ ، حيث ي هو مقدار ثابت يسمى (ثابت ينج) = $\frac{\text{الاجهاد}}{\text{الانفعال}}$

$$\therefore \text{ي} = \frac{\text{ق} \times \text{ل}}{\text{س} \times \Delta\text{ل}}$$ ، ليس له وحدة قياس.

■ كيف يمكن تفسير المرونة على أساس النظرية الحركية للجزيئات؟.

● يمكن القول بأن القوة المؤثرة على السلك تعمل على زيادة المسافة بين الجزيئات، وبالتالي يزداد طول السلك، ويتوقف مقدار هذه الزيادة على مقدار القوة المؤثرة.

● خواص الموائع الساكنة :

إن الموائع كما سبق تعريفها هي كل مادة غير صلبة، وهي تتميز عن المواد الصلبة بأن شكلها غير ثابت وذلك بسبب ضعف قوى التماسك بين جزيئاتها.

http://e-learning-moe.edu.ye

وللموائع خواص سكون، وخواص حركة، وقد اكتفينا في هذه الوحدة بدراسة خاصية التوتر السطحي، وخاصية الطفو كمثال عن خواص الموائع الساكنة؛ حيث سيتم دراسة خواص الموائع المتحركة لاحقاً.

وتقوم خاصية التوتر السطحي على أساس أنه عند وضع سائل في أنبوبة؛ فإن هناك قوة تلاصق طبيعية تنشأ بين جزيئات السائل، وبين جزيئات الإناء الحاوي، وكذلك هناك قوى التماسك بين جزيئات السائل نفسها، ويختلف مقدار القوة بين جزيئات السائل نفسه فعند نقاط سطح السائل عنه عند نقاط باطن السائل، ونتيجة لذلك الاختلاف؛ تنشأ قوة الشد بين جزيئات سطح السائل لتبدو وكأنها متوترة ومشدودة فتظهر بأقل سطح ممكن، وهو السطح الكروي، ويظهر ذلك في أنبوبة زجاجية بها زئبق؛ حيث يُظهِرُ سطحُ الزئبق تحدباً واضحاً.

أما في أنبوبة زجاجية بها ماء فإن سطح الماء يُظهِرُ تقعراً واضحاً، ويعبر معامل التوتر السطحي (ϰ) عن اختلاف الظروف التي تنشأ فيها قوة التوتر السطحي؛ حيث إن :

$$ϰ = \frac{\text{نق} \times \text{ل} \times \text{ث} \times \text{ء}}{٢ \text{ جتا}\theta} \quad \text{كجم / ث}^{٢}$$

حيث ϰ = معامل التوتر السطحي.

ل = طول عمود السائل في العمود.

ث = كثافة السائل.

د = عجلة الجاذبية الأرضية.

θ = الزاوية بين اتجاه قوة الالتصاق وسطح السائل.

● ـ الضغط الجوي :

كما تعلم فإن الهواء المحيط بك يتكون من مجموعة من الغازات التي لها كتلة ووزن، وبالتالي فإن لها ضغطاً على أي جسم تحتها، ويسمى مقدار وزن عمود الهواء الممتد رأسياً من نقطة في المكان المحدد إلى نهاية الغلاف الجوي، ومساحة مقطعه (١ متر^{٢}) الضغط الجوي عند تلك النقطة.

ويختلف مقدار الضغط الجوي باختلاف عدة عوامل منها :

١ – **الارتفاع عن سطح البحر** : حيث يزداد مقدار الضغط الجوي عند نقطة كلما قل ارتفاعها عن سطح البحر حيث يزداد طول عمود الهواء، وتزداد كتلته، ووزنه.

٢ – **درجة الحرارة**: فكلما زادت درجة الحرارة في الجو قل، مقدار الضغط الجوي؛ حيث تتباعد جزيئات الهواء، وتقل كثافته ويقل وزن عمود الهواء.

٣ – **درجة الرطوبة**: حيث يزداد مقدار كثافة الهواء، كلمات زادت درجة الرطوبة، أي: زادت نسبة بخار الماء في الهواء، وبالتالي يزداد وزن عمود الهواء، ويزداد الضغط الجوي.

■ قياس الضغط الجوي :

يستخدم جهاز البارومتر في قياس الضغط الجوي، وهناك عدة أنواع من البارومترات :

١ – **البارومتر الزئبقي**: حيث يستخدم وزن عمود من الزئبق في أنبوبة طويلة؛ لمعادلة وزن عمود الهواء المكون للضغط الجوي.

٢ – **البارومتر المعدني**: حيث يستخدمُ ضغطَ غازٍ محصور داخل غرفة معدنية؛ لمعادلة الضغط الجوي، ويُستخدم البارومتر المعدني بشكل أكثر؛ بسبب سهولة حمله، وخفة وزنه.

وتستخدم وحدة قياس الباسكال : (نيوتن / متر٢)، أو البار، والملل بار: في قياس الضغط الجوي.

● ـ الطفو وقاعدة أرشميدس :

الطفو من الظواهر الهامة في حياتنا، فإذا غمرنا جسماً في سائل؛ فإنه يتعرض لقوة دفع من السائل في الاتجاه من أسفل إلى الأعلى، وهذه القوة هي المسئولة عن طفو الأجسام عندما تكون هذه القوة أكبر من وزن الجسم.

http://e-learning-moe.edu.ye

وقد بحث العالم أرشميدس هذه الظاهرة، ووضع حول ذلك قاعدته المشهورة والتي تنص على أنه: «**إذا غُمِر جسم في سائل فإنه يلقى دفعاً من السائل من أسفل إلى أعلى مساوياً لوزن السائل المزاح بواسطة الجسم**».

وقد طبقت هذه الظاهرة في الحياة، وذلك بصناعة السفن التي تطفو على سطح مياه البحار والمحيطات، ويراعى عند صناعتها تحديد الحمولة الممكنة، والمتناسبة مع وزن السفينة، ومساحة السطح الملامس للماء.

خطة توزيع دروس الوحدة

● **مقترح توزيع الدروس والحصص** :

نقترح توزيع دروس هذه الوحدة على النحو الآتي :

الموضوع	عدد الحصص + العملي
– النظرية الحركية للجزيئات.	٢
– خاصية المرونة في الأجسام الصلبة.	٢
– خواص الموائع الساكنة.	٢
– الضغط، والضغط الجوي.	٢
– التوتر السطحي، وتطبيقاته.	٢
– الطفو، وقاعدة أرشميدس.	٢
● **إجمالي عدد الحصص** :	١٠ حصص تتضمن العملي

ويمكن لمدرس المادة أن يعيد توزيع الحصص بحيث تتناسب واحتياج موضوع الدرس، مع مراعاة أن يشتمل هذا التوزيع على الحصص العملية الخاصة بالتجارب، فالدرس الذي يراه لا يحتاج إلى حصتين، يمكن أن تعطى الحصة الزائدة لدرس يحتاج إلى ثلاث حصص مثلاً، أو درس يحتاج إلى تجربة عملية، أو أنشطة عملية.

ملخص القول أن هذه العشر (١٠ حصص) الحصص المقررة لهذه الوحدة، تتوزع بين الدروس؛ بحيث يأخذ كل درس نصيبه الذي يستحقه من الحصص، وكذلك الجانب العملي.

الأجهزة والمواد اللازمة لتنفيذ الوحدة

يلزم لتنفيذ هذه الوحدة ما يأتي:

١ – مادة متطايرة (مثل البنزين)، إناء زجاجي مفتوح (صحن) أو حوض، أنابيب اختبار، ماء، حبر، أنابيب زجاجية مفتوحة الطرفين.

٢ – كرات بلاستيكية صغيرة (حبات مسبحة)، غشاء مطاطي، شوكة رنانة.

٣ – رسومات توضيحية لجزيئات الغاز، والسائل والصلب، ثلج، لهب.

٤ – ثلاثة زمبركات معدنية، حامل رأسي، عدة أثقال مختلفة الوزن.

٥ – قضيب أسطواني من المطاط، طين أو صلصال، منضدة، خيط من المطاط، وعدة خيوط مختلفة في مساحة المقطع، زئبق.

٦ – جهاز بارومتر زئبقي، جهاز بارومتر معدني.

http://e-learning-moe.edu.ye

خطة تنفيذ تدريس الوحدة

قبل البدء بتنفيذ هذه الوحدة، نرى أنه من الأفضل والمستحسن أن تقوم بالآتي :

١ – توضيح أهداف الوحدة للطلاب، التي ينبغي أن تحقق لديهم بعد الانتهاء من تدريسها .

٢ – اطلاع الطلاب على دروس هذه الوحدة حسب توزيعها في جدول توزيع الدروس والحصص السابقة الذكر.

٣ – تكليف الطلاب بالقراءة المسبقة، والتحضير المسبق للدروس، والمواضيع قبل البدء بتدريسها والأنشطة، والتجارب قبل البدء بتنفيذها .

٤ – إرشاد وتوجيه الطلاب مسبقاً بالإعداد، والتجهيز للأنشطة الصفية، واللاصفية، والتجارب العملية بقدر الإمكان .

٥ – قراءة الوحدة كاملة، وكذلك قراءة ما يتعلق بها في دليل المعلم، ودليل التجارب .

عند البدء بتنفيذ هذه الوحدة درساً درساً . . عليك أن تحضر لكل درس تحضيراً كتابياً، وذهنياً، والاستعداد التام لتنفيذ الدرس في جوانبه النظرية، والعملية .

٦ – عند تنفيذ الأنشطة حاول تقسيم الطلاب إلى مجموعات، وذلك بحسب الكثافة الطلابية داخل غرفة الدراسة، بحيث يكون عدد الطلاب في كل مجموعة مناسباً لأداء، وتنفيذ النشاط .

٧ – عند تنفيذ النشاط : (١) نبه الطلاب، وحذرهم إلى أن البنزين مادة متطايرة وقابلة للاشتعال فلا يعبثوا بإعواد الكبريت، أو بأي لهب قريب؛ تفادياً لحدوث حرائق لا سمح الله .

٨ – إذا رأيت أنه من الضروري تدخلك للمساعدة في تنفيذ أي نشاط يصعب تنفيذه من قبل الطلاب لوحدهم؛ تدخل، وساعدهم في إتمام تنفيذه، ولكن بعد محاولاتهم المتكررة، (مع الملاحظة أن تكون تنفيذات جميع الأنشطة تحت إشرافك، وتوجيهك المستمر) .

٩ – عند تدريس المواضيع التي لا تحتوي على أنشطة تعززها، عليك الاستعانة بالصورة، والرسومات التوضيحية، لتوضيح وتعزيز الأفكار، والمفاهيم، والمصطلحات العملية التي يحتوي عليها الموضوع .

١٠ – لابد من طرح أسئلة، أو عبارات إثارة – تثير بها أذهان الطلاب عند تدريس بعض المواضيع المشتملة عليها الوحدة، مثل : الموضوعات الآتية :

- وجود المادة في حالات مختلفة تحت موضوع النظرية الحركية الجزيئية للمادة .
- المرونة في الأجسام الصلبة وحد المرونة .
- التوتر السطحي .
- قوى التلاصق، والتماسك .
- الخاصية الشعرية .
- الضغط في السوائل .
- قاعدة أرشميدس . . . إلخ .

١١ – اربط المواضيع النظرية التي في الوحدة بالمواضيع العملية، وبالتطبيقات الواقعية الموجودة في البيئة، والمستخدمة من قبل الناس، وإظهار فائدة تدريس العلوم (الفيزياء بالذات) بخدمة الإنسان، وتوفير احتياجاته، والمساعدة في تحسين صحته، ونمط حياته اليومية، والمساعدة في تطوير أساليب تفكيره نحو ما يراه من حوله، وفي محيط بيئته .

١٢ – حاول وبقدر الإمكان تنفيذ الرحلات، والزيارات الميدانية العلمية لما لها من مردود إيجابي في رفع معنويات الطلاب للتحصيل العلمي، والاستزادة منه كذلك في تثبيت ما يتلقاه الطلاب من معلومات، ومفاهيم، وحقائق علمية في أثناء الرحلات، والزيارات العلمية .

١٣ – أرشد، ووجه الطلاب إلى اتباع أسلوب البحث العلمي في القضايا العلمية التي تحتاج إلى المزيد

http://e-learning-moe.edu.ye

من البحث والتحقيق.

١٤- حاول وبقدر الإمكانات المتاحة، إجراء التجارب العملية، وذلك بإشراك الطلاب في تنفيذها، وننصح أن يجريها الطلاب بأنفسهم وتحت إشرافك.

١٥- اجعل الطلاب في أثناء وبعد الانتهاء من تنفيذ كل نشاط، أو تجربة عملية أن يعبّروا عما يلاحظونه أو يستنتجوه من النشاط أو من التجربة بأسلوبهم الخاص، وعليك القيام بمساعدتهم في تحسين وتصحيح أسلوب صياغة الملاحظة، أو الاستنتاج.

١٦- أكتب النقاط، والملاحظات، والمفاهيم، والحقائق، والمصطلحات العلمية الهامة أو المستنتجة على السبورة، ومن ثم كلف الطلاب بتسجيلها في كراساتهم الخاصة بالملخصات السبورية.

١٧- حاول بقدر الإمكان، اتباع أسلوب التقويم المستمر في أثناء وبعد اتمام تدريس أي درس أو موضوع، وذلك بتوجيه أسئلة تقويمية تعطيك إجاباتها صورة أو فكرة عما تحقق، أو ما لم يتحقق من أي هدف من أهداف الدرس، وبالتالي يجب عليك أن تحاول تحقيق الأهداف التي لم تتحقق.

١٨- حاول وبقدر الإمكان، أن تراعي الفروق الفردية بين الطلاب عند التدريس، وعند توجيه أسئلة التقويم، وعند وضع أسئلة النشاط المنزلي، وعند تنفيذ الأنشطة، والتجارب العملية.

وقد رأينا هنا أن نقدم مقترح لتحضير درس، وهو بعنوان الضغط؛ والضغط الجوي.. وهذا التحضير كأنموذج، يمكنك أن تسير في منواله، كما يمكنك مخالفته إلى تحضير آخر، فقد تستطيع القيام بتحضير درس أكثر نموذجية منه، والمفروض أن يكون مخطط التحضير بشكل أفقي ولكن قد لا يكفي لاحتواء عناصر التحضير كاملة لذلك سيكون بشكل رأسي كالآتي:

مقترح نموذج درس

(الضغط والضغط الجوي)

- **المفاهيم التي يشتمل عليها الدرس:**

١ – الضغط، والضغط الجوي.
٢ – العوامل التي يتوقف عليها الضغط الجوي.
٣ – وحدة قياس الضغط.
٤ – أثر الحرارة، والرطوبة على كثافة الهواء.
٥ – قياس الضغط الجوي وضغط غاز محبوس في إناءه.
٦ – مقارنة بين الضغط الجوي في المناطق المرتفعة والمناطق المنخفضة.

- **الأهداف التعليمية:**

يتوقع من الطالب بعد تنفيذ هذا الدرس أن:
١ – يعرّف كل من: الضغط بشكل عام، الضغط الجوي.
٢ – يذكر العوامل التي يتوقف عليها الضغط الجوي.
٣ – يستخرج وحدات قياس الضغط من خلال العلاقة الخاصة بالضغط (قانون الضغط).
٤ – يوضح أثر الحرارة، والرطوبة على كثافة الهواء.
٥ – يقارن بين الضغط الجوي في المناطق المرتفعة، والمناطق المنخفضة.
٦ – يقيس ضغط غاز، والضغط الجوي عملياً، (إذ توافرت الأجهزة والمستلزمات).

- **لوازم تنفيذ الدرس:**

ما يلزم من وسائل لتنفيذ الدرس بالإضافة إلى السبورة والطباشير، والكتاب المدرسي، والصور والرسوم التوضيحية وما إلى ذلك من الوسائل المعتادة ما يأتي:
١ – البارومتر الزئبقي، والبارومتر المعدني.
٢ – إناء زجاجي، أنبوبة زجاجية طويلة، مسطرة، حامل.

- **خطوات تنفيذ الدرس:**

- **التمهيد للدرس:** يكون التمهيد على شكل أسئلة استذكارية تقيس مدى تذكر الطلاب لتعريف الضغط بشكل عام، وتربطهم بالدروس السابقة

http://e-learning-moe.edu.ye

المتعلقة بضغط السوائل، وتوجهم إلى موضوع الدرس وإلى تعريف الضغط الجوي، من هذه الأسئلة ما يأتي:

■ ماذا يقصد بالآتي: الضغط بشكل عام، والضغط الجوي بشكل خاص؟

● تناقش إجابات الطلاب بحيث يتم التوصل إلى أن الضغط هو القوة العمودية المؤثرة على وحدة المساحات، أي أن:

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة المؤثرة}}{\text{المساحة}}$$

ويمكن ضرب مَثَل على ذلك، بأنه عند وضع كتاب على اليد تتأثر اليد بضغط الكتاب على اليد، وأن مقدار الضغط، هو وزن الكتاب على مساحة كف اليد، وإذا أضفنا عدة كتب فوق الكتاب الأول؛ يزداد الضغط عند ثبوت مساحة كف اليد. ومن هذا المثال يمكن التوصل مع الطلاب إلى أن لكل مادة ضغط تؤثر به على المساحة التي توضع عليها أو تؤثر عليها.

■ يوجه السؤال الآتي إلى الطلاب: بما أن الهواء مادة لها كتلة ولها وزن فهل للهواء ضغط؟

● من خلال المناقشة يتم التوصل إلى أن للهواء الجوي ضغط، وهذا الضغط عبارة عن وزن عمود الهواء الجوي الممتد من نقطة على سطح الأرض في مستوى سطح البحر إلى نهاية الغلاف الجوي، وهذا العمود مساحة قاعدته (١ متر^{٢})، يمكن الاستعانة لتوضيح ذلك بالصور والرسوم التوضيحية.

■ يُسأل الطلاب السؤال الآتي: هل الضغط الجوي متساوٍ عند جميع النقط على سطح الأرض، أم أنه يختلف من نقطة إلى أخرى أو من مكان إلى آخر؟ وبعد الاجابة عن ذلك يتبع بالسؤال: ما العوامل التي يتوقف عليها الضغط الجوي؟

● استمع إلى إجاباتهم. وفي هذه الأثناء اعرض عليهم صوراً أو رسوماً توضح ذلك، ويمكنك عرض جدول يبين قيم الضغط الجوي في بعض المناطق المرتفعة، والمنخفضة، وعندما يكون الجو بارداً، أوحاراً، وكذلك الرطوبة. اجعل الطلاب يستنتجون ذلك بأنفسهم ويتوصلون إلى أن الضغط الجوي يتغير بتغير العوامل الآتية:

درجة الحرارة، الرطوبة، الارتفاع عن سطح البحر

يمكن في هذا الصدد الاستعانة بالرسومات البيانية الموجودة في الشكل: [١٧-(أ، ب، جـ)] التي توضح أنه: كلما زادت درجة الحرارة للهواء؛ قل الضغط الجوي، والعكس صحيح، وكلما زادت درجة الرطوبة؛ زاد الضغط الجوي والعكس صحيح، وكلما ارتفعنا عن سطح الأرض؛ قل الضغط الجوي والعكس صحيح، ويمكن هنا ربط أثر الحرارة، والرطوبة على كثافة الهواء.

● للتعرف على وحدة قياس الضغط بشكل عام والضغط الجوي بشكل خاص تكتب المعادلة الآتية:

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$$ ، وحيث أن وحدة القوة هي (النيوتن) ووحدة المساحة (المتر^{٢})، فإن وحدة قياس الضغط هي (نيوتن/متر^{٢}) وتسمى هذه (باسكال).

■ فماذا تكون وحدة الضغط، إذا استخدمنا الداين كوحدة للقوة، و (سم^{٢}) للمساحة؟

● اجعلهم يتوصلون إلى أن وحدة الضغط في هذه الحالة، هي (داين/سم^{٢})، وهناك وحدات أخرى هي: (البار، والمللي بار)، و (سم. زئبق)، (ملم. زئبق).

عند التطرق إلى مقارنة الضغط الجوي في المناطق المرتفعة، والمناطق المنخفضة؛ استعن بالصور والرسومات التوضيحية المعززة بالبيانات، وأعرضها على الطلاب، ووجه إليهم السؤال الآتي:

■ في أي المناطق التي تبدو في هذه الصور، أو الرسومات: يكون الضغط الجوي مرتفعاً؟، وفي أي منها يكون منخفضاً؟

● توصل معهم من خلال مناقشة إجاباتهم إلى أن الضغط الجوي في المناطق المرتفعة، يكون منخفضاً، بينما يكون مرتفعاً في المناطق المنخفضة.

http://e-learning-moe.edu.ye

● **ملحـوظـة**: من المستحسن والأفضل أن يكون تنفيذ هذا الدرس بعد القيام برحلة إلى هيئة الأرصاد ما أمكن ذلك، وإذا لم تتسهل الزيارة فيكتفي بالصور، والرسومات التوضيحية والجداول.

● قبل القيام بتنفيذ تجربة قياس الضغط في العمل عملياً؛ وضح لهم تركيب كل من البارومتر الزئبقي، والبارومتر المعدني، وكيفية استخدامهما لقياس الضغط.

(أسئلة تقويم الدرس)

س١: ضع علامة (✓) أمام الإجابة الصحيحة، وعلامة (✗) أمام الإجابة الخطأ مما يأتي :

١ – يزداد الضغط الجوي بازدياد الارتفاع عن سطح البحر ( ).

٢ – من العوامل التي يتوقف عليها مقدار الضغط الجوي درجة الحرارة ( ).

٣ – تكون المناطق الساحلية أكبر ضغطاً جوياً من المناطق الجبلية ( ).

٤ – البارومتر الزئبقي أسهل استخداماً من البارومتر المعدني ( ).

س٢: علِّل ما يأتـــي :

١ – ازدياد مقدار الضغط الجوي بازدياد درجة الرطوبة.

٢ – البارومتر المعدني شائع الاستعمال أكثر من البارومتر الزئبقي.

(الإجـــابـــات)

س١:

١ – (✗) ، ٢ – (✓) ، ٣ – (✓) ، ٤ – (✗).

س٢:

١ – لأن زيادة الرطوبة تعني زيادة نسبة بخار الماء في الهواء، وهو أكثر كثافة من باقي مكونات الهواء.

٢ – لأنه سهل الحمل، ويتحمل الصدمات، وليس فيه زئبق سام وخطر.

اجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي :

جـ ١ : ● **إجهاد الشد**: هو مقدار قوة الشد المؤثرة على وجدة المساحة من مقطع السلك المشدود.

● **معامل المرونة**: هو النسبة بين مقدار الإجهاد الواقع على سلك، ومقدار الانفعال الناتج عنه.

● **نقطة الإذعان**: هي النقطة التي ينتهي عندها العمل بقانون هوك في المرونة.

● **حد المرونة**: هي أقصى مقدار قوة شد عندها ينتهي العمل بقانون هوك.

● **الضغط الجوي**: هو وزن عمود الهواء الرأسي الواقع فوق وحدة المساحة (١متر^{٢}) من سطح الأرض، وطول هذا العمود بطول الغلاف الجوي.

● **الخاصية الشعرية**: هي خاصية ارتفاع سائل في أنبوبة رفيعة عند وضعها في إناء سائل.

جـ ٢ : ١ – المواد الصلبة – ضعيفة جداً.

٢ – الإجهاد والانفعال.

٣ – قوة التوتر السطحي.

٤ – الكسر أو القطع.

جـ ٣ : ١ – ✓ ✗ ✗ ✗

٢ – ✗ ✓ ✗ ✗

جـ ٤ :

١ – ضعف قوى التماسك بين جزئيات الغازات، بينما تكون كبيرة في المواد الصلبة.

٢ – لأن كثافة بخار الماء أعلى من كثافة باقي مكونات الهواء.

٣ – لصعوبة حمله، وقابليته للكسر، وخطورة مادة الزئبق.

٤ – لتأثير قوة التوتر السطحي.

جـ ٥ : أُنظر الكتـــاب.

http://e-learning-moe.edu.ye

- Kinetic theory of Moleuders ---------- النظرية الحركية للجزيئات –
- Moleuders atractive Forces ---------- قوى التماسك بين الجزيئات –
- Elasticity ---------- المـرونة –
- Hook's Law ---------- قـانـون هـوك –
- Strass ---------- الإجهـاد –
- Strain ---------- الإنفعـال –
- Young's Modulus ---------- معامـل يـونـج –
- Statistecal Floids ---------- المـوائـع السـاكنـة –
- Surface tension ---------- التـوتـر السطحـي –
- Surface tension Modulus ---------- معـامـل التـوتـر السطحـي –
- Pressure in Liquids ---------- الضغـط في السـوائـل –
- Atmosphere Pressure ---------- الضغـط الجـوي –
- Hydrolic Break ---------- مكـابـح السيـارة –
- Floating ---------- الطفـو –
- Archemides Principle of Floating ---------- قـاعـدة أرشميـدس –

http://e-learning-moe.edu.ye

الشغل والقدرة والطاقة
Work, Power, and Energy

مقدمة الوحدة

لقد درس الطالب مفهوم كل من الشغل، والقدرة، والطاقة في الصفوف الدراسية السابقة بشكل مبسط. وكان ذلك يتمشى مع أهداف تلك المرحلة ومستواها، أما الآن فإن هذه الوحدة ستمكّن الطالب من الدراسة المتوسعة لمفهوم الشغل بأنواعه المختلفة: كشغل الجاذبية، وشغل الاحتكاك، وشغل قوة المرونة. كما سيدرس الطالب مفهوم القدرة، وتطبيقات رياضية عليه، والعلاقة بين الشغل، والطاقة، وتحول هذه الأخيرة من صورة إلى أخرى، وسيتعرض الطالب لقوانين الدفع، وكمية التحرك والتصادم. وفي كل مرة سيشتق القوانين المتعلقة بالمفاهيم السابقة.

كما ستمكن هذه الوحدة الطالب من حل بعض المسائل المتعلقة بالمفاهيم المختلفة، وستمكنه أيضاً من إجراء بعض الأنشطة العملية.

ولكي نبدأ دراسة هذه الوحدة بشكل متعمق فسننطلق من مناقشة مفهوم الشغل الذي سبق وأن تعرضنا له سابقاً.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يوضح معنى المفهومات الفيزيائية الآتية: (الشغل – القدرة – الطاقة – طاقة الوضع – طاقة الحركة – بقاء الطاقة – الدفع – كمية التحرك – التصادم).

٢ – يوضح العلاقة بين كل من الشغل، والطاقة، والعلاقة بين طاقتي الوضع، والحركة.

٣ – يفرق بين أنواع التصادمات.

٤ – يتحقق من مبدأ كمية التحرك.

٥ – يذكر تحولات الطاقة من حالة إلى أخرى في بعض الأمثلة البسيطة.

٦ – يوضح العلاقة بين الدفع، وكمية التحرك، وبقاء كمية التحرك.

٧ – يستخدم القوانين الواردة في الوحدة بعد اشتقاقها في حل المسائل ذات العلاقة.

خلفية علمية

يستخدم مفهوم الشغل في تداولنا في الحياة اليومية بصيغة معينة، كأن تقول: إن لديَّ شغلاً في هذا المساء، أو تقول لديَّ شغل كثير حيث أريد حل المسائل الرياضية أو النشاط المنزلي، وعندما تريد أن تتعرف على موضوع معين في كتاب، وتقوم بقراءته تقول: بأنك بذلت شغلاً كبيراً في معرفة الموضوع، ولكن من وجهة النظر الفيزيائية، والتي تسمى ذلك بالمفهوم العلمي فإنك لا تبذل شغل لأن المفهوم العلمي للشغل يتقرر من خلال التعريف التالي:

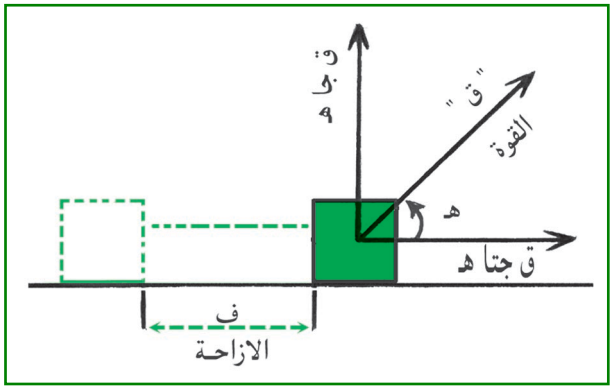
- **الشغل**: هو القوة المؤثرة على جسم لتزيحه مسافة معينة في اتجاهها.

فإذا قبلنا بهذا التعريف، فإن القوة التي يؤثر بها عمود يحمل ثقلاً لا تبذل شغلاً، لأن الثقل لا يتحرك تحت تأثير القوة، وبالتالي فالمسافة تساوي صفراً، عندما تقرأ في كتاب فإنك لا تؤثر عليه بقوة فتزيحه مسافة معينة، وبالتالي فأنت لا تبذل شغلاً،

http://e-learning-moe.edu.ye

وعليه فإن الرجل الذي يحمل كيساً، ويقف على الطريق، فإنه لا يبذل شغلاً، وكذلك إذا وضع كيساً على كتفه وسار به مسافة في خط أفقي، فإنه لا يبذل شغلاً (المعادلة) .

وللشغل خصائص متعلقة به يمكن أن نذكر بعضها، مثل: إنه ليس كمية متجهة، ولكنه يمكن أن يكون موجباً وسالباً، فيكون موجباً عندما يؤدي إلى سرعة الجسم في حين يكون سالباً عندما يؤدي إلى الإبطاء من سرعة الجسم، وإذا كانت القوة المبذولة على جسم عمودية فإن الشغل يساوي صفراً، لأن مركبة القوة في اتجاه الإزاحة تساوي صفراً .



شكل (١)

ويعتمد الشغل على مقدار القوة المؤثرة والإزاحة، فكلما زادت القوة زاد الشغل ويتحرك الشغل عندما تكون القوة المبذولة صفراً، وعجلة الجاذبية الأرضية . ويتناسب الشغل تناسباً طردياً مع القوة .

ويرتبط بمفهوم الشغل، مفهوم الجول ويعرف بأنه: الشغل الذي تبذله قوة مقدارها واحد نيوتن، لتحريك جسماً مسافة مقدارها (متراً واحداً) في اتجاهها .

وللشغل وحدات مثل: (نيوتن . متر) والتي تساوي الجول وله أيضاً وحدات أصغر في النظام: (سم . جم . ث) كالإرج؛ حيث أن الجول يساوي $١٠^{٧}$ إرج، وفي حالة تحرك الجسم على سطح أملس مائل؛ يصنع زاوية مثل: (هـ) كما في شكل (١)، ولهذا فإن الشغل يحسب من القانون:

الشغل = $\overleftarrow{ق}$ × $\overleftarrow{ف}$ جتاهـ

وهذه هي الصورة العامة لمعادلة الشغل .

أما في الاتجاه العمودي على الجسم فإن مركبة القوة (ق جاهـ) لا تسبب إزاحة للجسم، وبالتالي فإن الشغل الناتج = صفراً .

أما في حالة وجود جسم خشن فإن الشغل يكون أكبر عند إزاحة الجسم بسبب الاحتكاك وتكون قوة الاحتكاك معاكسة للحركة وتصبح معادلة الشغل كالتالي:

الشغل = − $\overleftarrow{ق_ح}$ × $\overleftarrow{ف}$

والإشارة السالبة تعني أن الزاوية تساوي ١٨٠°، وجتا ١٨٠° = − ١ .

ويوجد مفهومات مختلفة من مفهومات الشغل، مثل: شغل قوة الجاذبية: (شغ ر) Gravity Work ، وشغل قوة المرونة: (شغ ر) Elasticity Work، وبالنسبة لشغل قوة الجاذبية، فيحدث عندما نضع في حسباننا قوة الجاذبية الأرضية التي تؤثر على الجسم الساقط أو الصاعد، ويكون الشغل موجباً عندما تكون القوة متطابقة على الإزاحة إذا كان في نفس اتجاهها، كما في حالة السقوط الحر للجسم . كما يكون الشغل سالباً عند رفع جسم عكس اتجاه قوة الجاذبية الأرضية وبحسب الشغل من المعادلة الآتية:

الشغل (شغ ء) = ك × $\overleftarrow{ء}$ × $\overleftarrow{ف}$ ، حيث (ك) كتلة الجسم، (ء) عجلة الجاذبية الأرضية .

وعند حساب شغل قوة الاحتكاك على سطح مستوى مائل خشن، وحساب قوة الجاذبية الأرضية فإن الشغل؛ يصبح كالآتي:

الشغل = $\overleftarrow{ق_ح}$ × $\overleftarrow{ل}$ + ك $\overleftarrow{ء}$ جاهـ × $\overleftarrow{ف}$.

وتحسب المسافة $\overleftarrow{ف}$ هنا كمسافة عمودية عند سطح الأرض، شكل: (٩) كتاب الطالب .

ولحساب شغل قوة المرونة النابض فإننا نستخدم القانون:

شغل قوة المرونة (شغ ر) = $\frac{١}{٢}$ هـ $\Delta ل^{٢}$

حيث (هـ) هو ثابت النابض، و(Δل) مقدار

http://e-learning-moe.edu.ye

e-learning

ستطالة النابض، ويتم ذلك من خلال رسم بياني لمنحنى القوة المؤثرة على النابض بدلالة الاستطالة، وهي تمثل مساحة المثلث ا ب جـ تحت المنحنى، شكل: (١١) كتاب الطالب.

ونلاحظ أننا لا نستطيع أن نعوض مباشرة بقانون الشغل :

شغ = ق ← × ف ←

= Δل × Δل = Δل٢

وهي نتيجة غير صحيحة.

ويرتبط مفهوم القدرة بمفهوم الشغل؛ حيث يعرَّف بأنه: مقدار الشغل المبذول (المنجز) في زمن معين، أي أن القدرة = معدل الشغل المنجز بالنسبة للزمن، وتحسب من المعادلة الآتية:

$$\text{القدرة (قد)} = \frac{\text{الشغل (شغ)}}{\text{الزمن}}$$

وحيث إن وحدة الشغل هي (نيوتن.متر)؛ فإن وحدة القدرة هي: (نيوتن متر/ث). وتسمى هذه الوحدة باسم (وات – Watt) نسبة إلى العالم الإنجليزي (جيمس وات) مخترع الآلة البخارية (١٧٣٦) – (١٨١٩).

وغالباً ما نستخدم مفهوم القدرة عندما نريد أن نقارن بين إنجاز آلتين، إذ لا بد من معرفة الزمن الذي تحتاجه كل آلة لإنجاز الشغل، ومن ثم نستطيع أن نحكم على قدرة الآلة.

وفي بعض الأحيان تستخدم وحدة تعرف بـ (الحصان) وهي تساوي (٤٧٦ وات) وهي وحدة القدرة في النظام الإنجليزي وتساوي واحد جول في الثانية، وهي – أيضاً – وحدة النظام العالمي: (SI)، وهناك معادلة أخرى للقدرة تستخدم عندما تكون سرعة الجسم ثابتة؛ حيث تكتب معادلة القدرة كالآتي:

القدرة = ق × ع .

وهذه المعادلة مشتقة من المعادلة الأولى الأساسية حيث أن وحدة الشغل = ق × ف .

وعند وضع وحدة الشغل، والزمن؛ فإن القدرة

= ف × $\frac{\text{ف}}{\text{ز}}$ = ق × ع .

ومفهوم الشغل –أيضاً– يرتبط بالطاقة؛ حيث تعرف الطاقة بأنها: القدرة على بذل شغل، كما تُعرَّف بأنها: مقدار الشغل الذي تنجزه آلة، وهنا يتضح لنا مدى الترابط، أو العلاقة بين الشغل، والطاقة، إذ أنه لا وجود للشغل بدون وجود طاقة، فالأجسام الساكنة لا يمكنها أن تنجز شغلاً؛ لأنها لا تمتلك طاقة، وإذا أنجز الجسم شغلاً يقال بأنه يمتلك طاقة.

وتنتقل الطاقة من جسم إلى آخر، فعند بذل شغل على جسم؛ فإن جزء من الطاقة الكامنة للجسم الباذل للشغل تنتقل إلى الجسم الأخر، وبذا تقل طاقة الجسم الأول بينما الجسم الذي بُذل عليه الشغل تزداد طاقته، وأن مقدار الطاقة المنتقلة يساوي مقدار الشغل المبذول، ويحدث ذلك عندما لا يوجد هدر أو فقدان للطاقة كأن يُبذل شغل ضد قوة الاحتكاك فإذا حدث ذلك فإن الشغل المبذول، يكون مساوياً للتغيير في طاقة الجسم الذي بذل عليه الشغل، مضافاً إليه الشغل الذي بذل ضد قوة الاحتكاك.

والطاقة كمية قياسية كما في الشغل، أي: ليست متجهة، ووحدتها هي وحدة الشغل، أي: تقدر (بالجول)، وتوجد الطاقة في أشكال عديدة: كالطاقة الحركية، وطاقة الوضع، والطاقة الكيميائية المختزنة، والطاقة الكهربائية، والطاقة النووية، والطاقة المغناطيسية وغير ذلك. وتتحول الطاقة من شكل إلى آخر ومن نوع إلى آخر، ويمكن ملاحظة انتقال الطاقة من جسم إلى آخر من خلال النشاط: (١) من الكتاب المدرسي، فعندما نستخدم مقلاع لقذف الكرات الزجاجية، فإننا نؤثر عليه بقوة شد (سحب)، فإذا تركنا طرفي الوتر فإننا نلاحظ أن الكرة الزجاجية الموضوعة بين طرفي الوتر تنطلق مما يعني أن وتر المقلاع ينجز شغلاً، ويختلف هذا الشغل باختلاف قوة السحب للوتر.

http://e-learning-moe.edu.ye

■ فمن أين جاءت الطاقة التي مكنت وتر المقلاع من إنجاز شغل؟

● إن الطاقة التي اكتسبها الوتر هي طاقة كيميائية مختزنة في أجسامنا انتقلت إلى الوتر عندما قمنا بشده إلى الخلف، وتختلف هذه الطاقة باختلاف قوة الشد.

وللطاقة مبدأ يشير إلى أن الطاقة تتحول من شكل إلى آخر، ولكنها لا تفنى «الطاقة لا تفنى ولا تستحدث، ولكن يمكن تحويلها من شكل إلى آخر، أو من صورة إلى أخرى».

انظر شكل: (٢٩) – كتاب الطالب، ففي الشكل: (أ) توجد في البطارية طاقة مختزنة (كامنة)، حيث تتحول إلى طاقة كهربائية تسير في السلك، وبذلك تفقد البطارية طاقتها، وتكسبها للمصباح فيضيء، ولكن هذه الطاقة الكهربائية يتحول جزء منها في المصباح إلى طاقة حرارية.

أما في الشكل: (ب) فيوجد في البطارية الجافة طاقة كامنة، تنتقل إلى الدينامو، وبالتالي تفقد البطارية هذه الطاقة، ويكتسبها الدينامو فتحول في الدينامو إلى طاقة حركية تدير المروحة، وطاقة حرارية في المحرك.

في الشكل: (جـ) توجد الطاقة الكيميائية في آلة الجازولين، وعندما تعمل الآلة تتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية تكتسبها السيارة على شكل طاقة حركية في السيارة، وطاقة حرارية في إطارات السيارة والوسط المحيط.

● الدفع وكمية التحرك والتصادم :

لقد ناقشنا موضوع الدفع، وكمية التحرك في خطة تدريس درس نموذجي من الوحدة، وبالتالي سوف نناقش هنا موضوع التصادم بشكل مبسط وبعد واحد فقط، كما سنناقش موضوع كمية التحرك.

فمن المشاهدات اليومية حدوث تصادمات مثل تصادم سيارة بأخرى أو تصادم كرة بأخرى، وهناك تصادمات مثل تصادم جزئيات الغاز في إناء مع بعضها، وتصادمها مع جدار الإناء، إلا أن هذه التصادمات تتفرع إلى أنواع: فمنها ما يكون مصحوباً بتشوه الأجسام بعد التصادم، ومنها ما لا تُحدث شيئاً للجسمين المتصادمين، وبعض التصادمات تكون مصحوبة بصوت وبعضها تكون مصحوبة بفقد في طاقة الحركة.

وبالنظر إلى هذه التصادمات فإننا نستطيع أن تقسيمها إلى نوعين هما:

١ – التصادم المرن Elastic Collision :

وفيه يحدث التصادم بين الجسمين دون حدوث تشوه لأحديهما، أو كليهما معاً، ولا يحدث فقد في الطاقة الحركية للجسمين قبل أوبعد التصادم، وبهذا يظل مبدأ (ثبات) حفظ الطاقة ثابتاً، أي: أن الطاقة لا تفنى ولا تستحدث. ومن أمثلة هذا التصادم الآتي:

١ – تصادم كرة بأخرى تسيران في نفس الاتجاه وفي خط واحد، فعندما تتصادمان، أو تلحق إحدى الكرتين بالأخرى؛ فإنهما تسيران في نفس الاتجاه ولكن بشكل منفصل.

قبل التصادم. في أثناء التصادم. بعد التصادم.

٢ – تصادم كرة متحركة بكرة ساكنة، فتسير الكرة الساكنة بينما الكرة المتحركة تقف في مكان الكرة الساكنة.

قبل التصادم. في أثناء التصادم. بعد التصادم.

٣ – كرتان تسيران في خط واحد، ولكن في اتجاهين متضادين، فعندما تتصادمان تسيران في خطين متعاكسين.

قبل التصادم. في أثناء التصادم. بعد التصادم.

http://e-learning-moe.edu.ye

- التصادم غير المرن Inelastic Collision :

يحدث هذا النوع من التصادم عندما يتصادم الجسمان، وبعد التصادم يلتصقان ببعضهما ويصبحان كجسم واحد، ويحدث فقد في طاقة الحركة لكلا الجسمين؛ حيث تكون طاقة الحركة قبل التصادم مباشرة أكبر من طاقة الحركة بعد التصادم، والفاقد في الطاقة يتحول إلى طاقة أخرى كتشوه في شكل الجسم، أو كصورة صوت، أو حرارة.

قبل التصادم. في أثناء التصادم. بعد التصادم.

بملاحظة شكل التصادم نجد أن كمية التحرك في التصادمات تظل ثابتة قبل التصادم وبعدها.

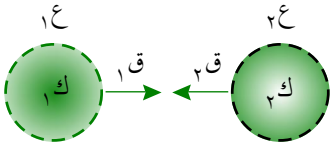
• بقاء كمية التحرك :

Conservation of Momentum :

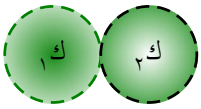
ينص مبدأ بقاء كمية التحرك على أن: «كمية التحرك لجسمين قبل التصادم تساوي كمية التحرك للجسمين بعد التصادم».

ويمكن لنا أن نتحقق من ذلك، بافتراض أن الجسمين معزولان عن الأجسام الأخرى، والنظام المعزول، هو مجموعة من الأجسام تكون محصلة القوة المؤثرة عليها من الخارج تساوي صفراً.

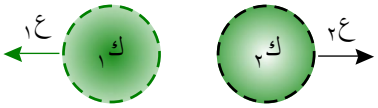
انظر إلى تصادم الجسمين في الشكل لأننا ستعتبر أن هذين الجسمين نظام معزول بذاته.



(قبل التصادم).



(في أثناء التصادم).



(بعد التصادم).

قبل التصادم تكون:

كمية تحرك الكرة الأولى = ك١ ع١ .

وكمية تحرك الكرة الثانية = ك٢ع٢ .

تبعاً لقانون نيوتن الثالث، نجد أنه عند تصادم الجسمين تكون القوة المؤثرة للكرة الأولى على الكرة الثانية مساوية في المقدار، ومضادة في الاتجاه للقوة المؤثرة عليها من الكرة الثانية، ومن ذلك نجد أن كمية التحرك في أثناء التصادم محفوظة، أي أن:

(ق١) وهي القوة التي تؤثر بها الكرة الأولى، و(ق٢) القوة التي تؤثر بها الكرة الثانية (قوة رد الفعل) متساويتان.

لكن كل من (ق١، ق٢) لهما فترة زمنية قصيرة للتصادم بين الكرتين قدرها (ز)، وبهذا يحدث لكل من القوتين دفع متساوي، ولكن في اتجاهين متعاكسين، أي: أن:

ق١ ز = – ق٢ ز ..... (١)

وحيث أن: ق١ = ك١ ع١ – ك١ عَ١

(التغير في كمية التحرك للكرة الأولى)

ق٢ = ك٢ع٢ – ك٢عَ٢

(التغير في كمية التحرك للكرة الثانية)

وبالتعويض في المعادلة (١) عن ق١، ق٢ :

∴ ك١ ع١ – ك١ عَ١ = – (ك٢ع٢ – ك٢عَ٢)

ك١ع١ – ك١عَ١ + ك٢ع٢ – ك٢عَ٢ = صفراً

(التغير في كمية تحرك الكرة الأولى + التغير في كمية تحرك الكرة الثانية = صفراً)

ومنه نجد أن: ك١ع١ + ك٢ع٢ = ك١عَ١ + ك٢عَ٢

أي أن: كمية تحرك الجسمين قبل التصادم = كمية تحرك الجسمين بعد التصادم، وهذا ما يعرف بقانون بقاء كمية التحرك.

http://e-learning-moe.edu.ye

● يجب ملاحظة أنه عند تطبيق قانون بقاء كمية التحرك لجسم ينبغي أن نتذكر أن كمية التحرك، هي كمية متجهة، وبالتالي لا بد من أن يكون أحد الاتجاهات موجباً والآخر سالباً.

خطة توزيع دروس الوحدة

● **مقترح توزيع الدروس والحصص :**

نقترح توزيع دروس هذه الوحدة على النحو الآتي :

الموضوع	عدد الحصص المقترحة
– الشغل. – الشغل تحت تأثير قوة تميل على السطح. – شغل قوة الاحتكاك. – شغل قوة الجاذبية الأرضية.	١
– شغل قوة الاحتكاك لجسم يتحرك على سطح مستوى مائل خشن. – شغل قوة المرونة.	١
– القدرة. – العلاقة بين القدرة والسرعة. – العلاقة بين الشغل والطاقة.	١
– الشغل وطاقة الحركة. – الشغل وطاقة الوضع. – مبدأ بقاء الطاقة. – تحولات الطاقة.	١ ١
– الدفع وكمية التحرك والتصادم. – التصادمات. – بقاء كمية التحرك.	٢
– تقويم الوحدة .	١
– **إجمالي عدد الحصص :**	**٨ حصص**

المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة في الوحدة

– الشغل.	- Work .
– القدرة.	- Power .
– الطاقة.	- Energy.
– طاقة الحركة.	- Kinetic Energy.
– طاقة الوضع.	- Potential Energy.
– مبدأ بقاء الطاقة.	- Conservation . Principle Of Energy
– الدفع.	- Impulse.
– كمية التحرك.	- Momentum .
– قانون بقاء كمية التحرك.	- Conservation Of Momentum.
– التصادمات.	- Collisions.

http://e-learning-moe.edu.ye

خطة تنفيذ تدريس الوحدة

قبل أن يبدأ المدرس تدريس هذه الوحدة؛ فإن عليه أن يطلع على محتواها بشكل عام، ثم يقرأ أهدافها بتمعن؛ ليعرف المطلوب إنجازه عند نهاية هذه الوحدة.

يبدأ المدرس بعدها في التنفيذ تبعاً للخطة المقترحة لتوزيع الدروس الموجودة في هذا الدليل حيث وزع محتوى هذه الوحدة إلى ثمان حصص تدريسية أو حسب ما يراه المدرس مناسباً.

يبدأ المدرس في تدريس المفهوم الأول وهو الشغل بمعناه الفيزيائي، وليس معناه المتداول في الحياة، ولتوضيح الفرق بين المعنيين ينبغي على المدرس أن يضرب أمثلة مختلفة؛ حتى لا يظل لدى الطالب مفهومين مختلفين في ذهنه، ومن ثم يبدأ في حل المسائل المتعلقة بالشغل؛ حتى يثبت المفهوم الصحيح للشغل، وفي النهاية يحاول المدرس أن يربط بين مفهوم الشغل، والجول من خلال حل المسألة ذات العلاقة، وتوضيح العلاقة بين وحدات الشغل والجول، وفي كل مرة يحرص المدرس عند حل أي مسألة، أو مثال على أن يكتب الوحدة المستخدمة في المسألة في أثناء الحل، وليس في نهاية الحل. فمثلاً عند كتابة المعادلة الآتية:

الشغل = القوة المؤثرة X الإزاحة

تكتب :

الشغل = القوة المؤثرة (نيوتن) X الإزاحة (متر)

ومن الملاحظ أن هذه الوحدة تحتوي على مفهوم واحد، وهو الشغل، إلاّ أن هذا المفهوم يرتبط بحالات مختلفة: كشغل قوة الاحتكاك، والمرونة، والجاذبية الأرضية، كما يرتبط مفهوم الشغل بمفاهيم أخرى: كالقدرة، والطاقة، وتحولاتها من شغل إلى طاقة، ومن طاقة إلى نوع آخر من الطاقة، ولذلك ينبغي على المدرس أن يتبع دروس الوحدة بالترتيب؛ حتى يتمكن الطالب من الربط بين المفهومات المختلفة، ووحداتها.

وعند تدريس الوحدة يجب على المدرس أن يربط بين ما يدرسه الطالب منها، وبين الاستخدام في الحياة؛ حتى يشعر الطالب أن ما يدرسه يرتبط في حياته وليس عبارة عن أمثلة، أو مسائل تحل في الحصة فقط.

وعند تدريس الطاقة، وتحولها من شكل إلى آخر حاول أن تثبت مفهوم بقاء حفظ الطاقة، وأخبرهم بأنه في حدود علم الإنسان ينص مبدأ حفظ الطاقة أن: «الطاقة لا تفنى، ولا تستحدث، ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى»، ولتأكيد المعلومة استخدم الأمثلة المذكورة في الكتاب، والتي توضح تحول الطاقة من شكل إلى آخر، ثم عزز هذا الفهم بأسئلة تحث الطلاب على ذكر أمثلة أخرى غير موجودة في الكتاب، وفيها يذكر الطالب شكل الطاقة أولاً، ثم تحولها ثانياً، والآلة المستخدمة في تحويلها من حالة إلى أخرى، ومنها مثلاً: الطاقة الكهربية الآتية من المصدر الكهربي، والتي تسبب عمل التلفاز، فإنها تتحول من طاقة كهربية إلى طاقة صوتية، وطاقة ضوئية، وطاقة حرارية، وهكذا..

بعد الانتهاء من تدريس العلاقة بين الشغل، والطاقة ادخل في موضوع الدفع، وكمية التحرك، والتصادم، وضع في ذهنك أن هذه المفاهيم مترابطة فيما بينها، وتحتاج إلى إبراز مثل هذا الترابط، ولكن بعد شرح كل مفهوم خطوة بخطوة، واستنتاج كل قانون على حدة، ثم باستنتاج الترابط باستخدام القوانين الرياضية.

عند إثبات أي قانون من القوانين، حاول أن تعطي تطبيقات رياضية لكل قانون باستخدام الأمثلة المعطاة لك، ومن ثم أعط واجبات من عندك، كأن تقوم بتغيير المطلوب، مثلاً إذا كان في المثال إيجاد مقدار الدفع؛ فإنك ستطلب في الواجب إيجاد مقدار القوة المؤثرة على الجسم المدفوع.

http://e-learning-moe.edu.ye

مقترح نموذج درس

(الدفع وكمية التحرك)

● **الأهداف التعليمية :**

يتوقع من الطالب بعد تنفيذ هذا الدرس أن :

١ – يعرِّف معنى الدفع .

٢ – يفرِّق بين الدفع، وكمية التحرك .

٣ – يستنتج العلاقة الرياضية بين الدفع، وكمية التحرك .

٤ – يذكر وحدة كل من الدفع، وكمية التحرك .

٥ – يحل المسائل المرتبطة بالدفع، وكمية التحرك .

● **تنفيذ الدرس :**

يبدأ المدرس الدرس بإثارة انتباه الطلاب وذلك بسؤالهم السؤال الآتي :

■ ترى في بعض الأحيان أن الناس يقومون بدفع السيارات التي لم يشتغل محركها، لماذا؟

● يتوقع أن تكون الإجابة : لإدارة محركها حتى تعمل .

اسأل مرة أخرى السؤال الآتي :

■ عندما تبدأ السيارة المعطلة في الحركة تكون بطيئة، لو استمر الناس في الدفع، ماذا يحدث لسرعة السيارة؟

● يتلقى المدرس الإجابات من الطلاب ويتوقع أن تكون الإجابة : إن استمرار الدفع يؤدي إلى زيادة سرعة السيارة .

الآن اكتب عنوان الدرس، وقل لهم أن درسنا اليوم هو الدفع، وكمية التحرك .

■ سل الطلاب عندما ندفع السيارة، بماذا نؤثر عليها؟

● الإجابة المتوقعة . . بقوة .

يشير المدرس بعد ذلك إلى أننا نؤثر على السيارة بقوة يمكن أن نرمز لها (ق)، وأن هذه القوة تستمر لفترة زمنية (ز)، وأننا نستطيع أن نستنتج قانون الدفع، وهو أن :

الدفع = القوة المؤثرة (ق) X زمن التأثير (ز)

يوضح المدرس للطلاب أن القوة كما عُرف من قبل في الدروس السابقة : أنها كمية متجهة، وبالتالي يرسم سهماً فوق رمز الدفع، والقوة، ويبين أيضاً أن الدفع سيكون كمية متجهة، وبالتالي عند حل مسائل متعلقة بهذا المفهوم ينبغي ملاحظة الإشارة .

يطلب المعلم من الطلاب أن ينظروا إلى قانون الدفع على السبورة وأن يحالوا استنتاج تعريف للدفع من القانون ويتوصل معهم إلى أن الدفع عبارة عن حاصل ضرب القوة المؤثرة في زمن تأثير هذه القوة، ثم يكتب المدرس المفهوم باللغة الإنجليزية Impulse .

● ويوضح لهم أن هذا المفهوم، أو المصطلح يطلق عليه باللغة الإنجليزية Impulse .

يثبت المدرس المفهوم بحل مسألة مشابهة للمثال الموجود في كتاب الطالب، عند الحل يحاول المدرس أن يحلل المسألة إلى مكوناتها أولاً، ثم يكتب قانون الدفع، ويكتب في المسألة كل مكون في مكانه مع وحداته؛ حتى يتمكن مع طلابه من اشتقاق وحدة الدفع وهي (نيوتن . ثانية) في النظام الدولي أو (داين . ثانية) في النظام السنتمتري .

ينتقل المدرس بعد ذلك إلى مفهوم كمية التحرك، يبدأ المدرس بالقول : إننا عندما نتكلم عن مفهوم الدفع نجد صعوبة في معرفة متوسط القوة المؤثرة، ومتوسط زمن تأثيرها، ولذلك نهتم بما نسميه كمية التحرك التي تهتم بسرعة الجسم، والتي بدورها ترتبط بالقوة المؤثرة، وزمن تأثيرها .

اسأل السؤال الآتي :

■ ماذا نعني بكمية التحرك لجسم؟

● اكتب القانون الآتي لكمية التحرك :

كمية التحرك لجسم(كت) = كتلة الجسم (ك) X سرعته (ع)

وضح للطلاب أن كمية التحرك تكون متجهة؛ لأن السرعة كمية متجهة، ثم اكتب الأسهم فوق كل من كمية التحرك، والسرعة كما يلي :

http://e-learning-moe.edu.ye

كت = ك × ع

وضح للطلاب أنه عند حل مسائل تتعلق بأي كمية متجهة، فإنه لا بد من مراعاة الإشارات، وجه الطلاب للنظر إلى المعادلة مرة أخرى، واجعلهم وبمساعدتك أن يتوصلوا إلى أن كمية التحرك تزداد، أو تقل بزيادة كتلة الجسم، أو سرعته، أو كليهما معاً، وأنها يمكن أن تكون صفراً إذا كان الجسم واقفاً؛ لأن سرعته تساوي صفراً وحاصل ضرب كمية × صفر = صفراً.

وجه للطلاب السؤال الآتي:

■ إذاً ما كمية التحرك لسيارة واقفة؟

وجه سؤال آخر كالتالي:

■ إذا كانت هناك سيارتان إحداهما شاحنة، والأخرى صغيرة تسيران في نفس السرعة، فهل يكون لهما نفس كمية التحرك؟.

استمع إلى إجابات الطلبة.

● توصل معهم إلى أن الشاحنة كمية تحركها أكبر من كمية تحرك السيارة الصغيرة.

أعط أمثلة رقمية لسرعة الشاحنة، والسيارة وكتلتيهما؛ لتبين أن ما قلته صحيحاً.

وضح الاستفادة من تطبيقات كمية التحرك في الحياة بذكر أمثلة لزيادة، ونقص كمية التحرك بأن تضرب لهم أمثلة كالتالي:

تخيل أنك كنت تسوق دراجة هوائية بسرعة وفجأة فقدت فرامل الدراجة، ووجدت حائطاً من الحجارة وكومة من التبن فأي منها ستختار لترتطم فيه ليساعدك على إيقاف الدراجة؟

حتماً ستكون إجابة للطلاب الاستعانة بكومة التبن، لكن وضح لهم أن كمية تحرك الدراجة ستقل بنفس قوة الدفع رويداً رويداً، ونفس قوة الدفع لا يعني نفس مقدار القوة المؤثرة، ونفس زمن تأثيرها، ولكن تعني نفس حاصل ضرب القوة في الزمن مما يعني امتداد زمن تأثير القوة الذي تصل فيه كمية التحرك إلى الصفر.

أعط السؤال الآتي:

■ علل لماذا إذ سقط كأس زجاجي على سجاد؛ فإنه غالباً لا ينكسر بعكس إذا سقط على أرض صلبة، فإنه ينكسر.

● لاحظ أن التعليل لابد أن يرتبط بامتداد زمن تأثير الصدمة(القوة)؛ حيث أن الكأس لا يصطدم مباشرة، وإنما يأخذ وقتاً مما يؤدي لتخفيف الصدمة.

سل السؤال الآتي:

■ لماذا تستخدم أكياس كبيرة ممتلئة بالهواء؛ ليقفز الناس عليها عند عملية إنقاذهم من المباني التي تشتعل النار في طوابقها العليا؟

● نفس الإجابة السابقة.

الآن انتقل إلى اشتقاق العلاقة بين الدفع وكمية التحرك، بأن تبدأ حديثك بالقول لقد لاحظنا أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين الدفع، وكمية التحرك.

■ ما العلاقة الرياضية بين الدفع وكمية التحرك؟

● نفترض أن جسماً كتلته (ك) قد تغيرت سرعته من:(ع١) إلى (ع٢) ويكون قد اكتسب عجلة (جـ)، وأن جـ = $\frac{ع٢ - ع١}{ز}$.

وبالتعويض عن قيمة (جـ) باستخدام قانون نيوتن الثاني؛ فإن القوة التي دفع بها الجسم عبارة عن:

ق = ك × جـ.

∴ ق = ك × $\frac{ع٢ - ع١}{ز}$.

$\overleftarrow{ق}$ = ك × ($\overleftarrow{ع٢ - ع١}$) أي أن:

الدفع ($\overleftarrow{ق}$ × ز) = ك ($\overleftarrow{ع٢ - ع٢}$).

ولقد اصطلح على تسمية حاصل ضرب كتلة الجسم × التغير في سرعة الجسم بكمية التحرك.

∴ الدفع = كمية التحرك.

فإذا كانت كتلة الجسم بالكيلوجرام والسرعة متر/ث؛ فإن وحدة كمية التحرك هي(كجم. متر/ث) أو (نيوتن /ث).

وضح للطلاب أن السرعة هي كمية متجهة،

http://e-learning-moe.edu.ye

ولذلك يجب مراعاة إشارة كل من ع١، ع٢ عند حل المسائل.

وضح – أيضاً – العلاقة بين كمية التحرك، وسرعة الجسم، وكتلته بأنها علاقة طردية، أي أنه كلما زادت سرعة الجسم، وزادت كتلته؛ زادت كمية التحرك.

وضح للطلاب أن كمية التحرك يمكن أن تنتقل من جسم إلى آخر، إذا حدث تصادم بينهما، ولكنها لا تفقد.

قم بحل أمثلة تتعلق بالعلاقة بين الدفع وكمية التحرك.

(تقويم الدرس)

أجب عن جميع الأسئلة الآتية:

س١ : عرف الدفع.

س٢ : ما الفرق بين الدفع وكمية التحرك؟

س٣ :استنتج العلاقة الرياضية بين الدفع وكمية التحرك.

س٤ : ما وحدة كل من الدفع وكمية التحرك؟

المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة في الوحدة

- **الشغل** Work :

هو القوة المؤثرة على جسم، والتي تزيحه مسافة معينة في اتجاهها.

- **الجول** Joule :

هو مقدار الشغل الذي تبذله قوة مقدارها واحد نيوتن عندما تحرك جسماً مسافة متر واحد في اتجاهها.

- **القدرة** Power :

هي معدل الشغل بالنسبة للزمن.

- **الوات** Watt :

قدرة إنسان، أو آلة تنجز شغلاً مقداره جول واحد في ثانية واحدة.

- **الطاقة** Energy :

هي إمكانية إنجاز شغل، أو هي مقدار الشغل الذي تنجزه آلة.

- **طاقة الحركة** kinetic Energy :

هي طاقة حركة الجسم الناجمة عن حركته.

- **طاقة الوضع** Potemtial Energy :

هي طاقة الجسم الناشئة عن تغيير وضعه.

- **مبدأ بقاء الطاقة** :

Conservation of Energy :

حسب علم الإنسان الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن تحويلها من صورة إلى أخرى.

- **الدفع** Impulse :

عبارة عن حاصل ضرب القوة في معدل الزمن الذي أثرت خلاله القوة.

- **كمية التحرك** Momentum :

هي عبارة عن كتلة الجسم المتحرك مضروبة في سرعته.

- **قانون بقاء كمية التحرك** :

Conservation of Momentum :

كمية تحرك الجسمين قبل التصادم = كمية تحرك الجسمين بعد التصادم.

http://e-learning-moe.edu.ye

إجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي :

● **جـ١** :

أ – (✗) طردياً فكلما زادت القوة زاد الشغل .

ب – (✓) ، جـ (✓) .

د – (✗) عكس اتجاه الإزاحة .

هـ – (✗) $\frac{١}{٢}$ هـ Δ ل^{٢} ، و – (✓) .

ز – (✓) ، ح – (✓) ، ط – (✗) + .

ي – (✗) تزداد بزيادة الكتلة ، ك – (✓) .

● **جـ٢** :

١ – ب ، ٢ – ب ، ٣ – أ

٤ – ء ، ٥ – جـ ، ٦ – جـ

٧ – ب ، ٨ – د ، ٩ – جـ

● **جـ٣** :

العلاقة مستنتجة في موضوع العلاقة بين الشغل، وطاقة الحركة في كتاب الطالب .

● **جـ٤** :

العلاقة مستنتجة في موضوع الدفع وكمية التحرك .

● **جـ٥** :

– **الشغل** : القوة المؤثرة على جسم، والتي تزيحه مسافة معينة في اتجاهها .

– **القدرة** : معدل الشغل بالنسبة للزمن .

– **طاقة الوضع** : هي طاقة الجسم الناشئة عن تغير وضعه .

– **طاقة الحركة** : هي طاقة حركة الجسم الناشئة عن حركته .

– **التصادم** : ارتطام جسمين، أو أكثر ببعضهما، وهونوعان : مرن، وغير مرن .

– **كمية التحرك** : عبارة عن كتلة الجسم المتحرك مضروبة في سرعته .

● **جـ٦** :

تستنتج من مبدأ بقاء الطاقة .

● **جـ٧** :

١ – في التصادم المرن تكون مجموع الطاقة الحركة للأجسام المتصادمة قبل التصادم، تساوي مجموع الطاقة الحركية لها بعد التصادم .

٢ – في التصادم الغير مرن تقل طاقة الحركة بعد التصادم؛ حيث يتحول جزء منها إلى صورة أخرى (تشوه، صوت، حرارة) .

٣ – مجموع كمية التحرك قبل التصادم = مجموع كمية التحرك بعد التصادم .

http://e-learning-moe.edu.ye

الكهـربـاء الساكنـة
Electrostatics

مقدمة الوحدة

تتناول هذه الوحدة بعض مفاهيم الكهرباء الساكنة، استكمالاً لما تعلمه الطالب في مرحلة التعليم الأساسي، وقد قدمت هذه المفاهيم بشكل أكثر عمقاً عما كانت عليه في المرحلة الدراسية السابقة، وقد بحث بالتفصيل في هذه الوحدة المجال الكهربائي، والشحنة الكهربائية، وفرق الجهد مدعمة بالقوانين والعلاقات الرياضية التي تربط هذه المفاهيم العلمية.

وقد سبق للطالب دراسة بعض المفاهيم، والعلاقات في المرحلة الأساسية تمشياً مع تطوير بناء المفاهيم بما يتناسب مع مستوى نمو التفكير العلمي لأبنائنا الطلاب، وتمهيداً للدراسة التخصصية اللاحقة.

وقد درس الطلاب القوى الكهروستاتيكية المتولدة بين الشحنات الكهربائية، وقانون كولوم، وأعطي نبذة مبسطة عن المجال الكهربائي فيما سبق، وفي هذه الوحدة سيدرسون المجال الكهربائي، وشدة المجال مع فرق الجهد الناتج من تحرك الشحنات في هذا المجال، وربطها بالعلاقات الرياضية، ووحدة القياس، والأمثلة المحلولة، وربطت ببعض الأنشطة اللاصفية التي تساعد الطالب على ربط ما تعلمه في المدرسة بحياته اليومية.

كما تم تقديم السعة الكهربائية، والمكثفات الكهربائية، وطرق توصيلها في الدوائر الكهربائية، ودعمت –أيضاً– بالعلاقات، والأمثلة الرياضية المحلولة والأنشطة الذاتية التي تزيد من دافعية التعلم للمتعلمين. ولا تعد هذه الوحدة تكراراً لما سبق تدريسه كما يبدو من العنوان؛ ولكنها تعد تطويراً وتوسعاً للمفاهيم التي سبق وأن أشرنا إليها في المرحلة الأساسية، وقد دعمت بالرسومات والأشكال والصور الحية التي تعين الطالب على استيعاب المادة العلمية، وفهمها، والتعرف عليها في البيئة المحيطة به.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يُعَرِّف المفاهيم العلمية الآتية:
(المجال الكهروستاتيكي، الجهد الكهربائي، الشغل الكهربائي، السعة الكهربائية، المكثف الكهربائي).

٢ – يوظف المفاهيم العلمية السابقة في حياته العملية اليومية، والعامة.

٣ – يتعرف على أنواع المكثفات الكهربائية لبعض دوائر الأجهزة الإلكترونية، مثل: المذياع، التليفون، التلفاز ...إلخ، ومصادر الحصول على الشحنات الكهربائية وأجهزة توليدها.

٤ – يطبق العلاقات الرياضية في تعيين شدة المجال الكهربائي، وفرق الجهد، والشغل الكهربائي، والسعة الكهربائية.

٥ – يستنتج وحدات القياس للكميات الفيزيائية التي سيتعلمها في الوحدة.

٦ – يستنتج بطريقة عملية بأن الشحنات لا تستقر في الأجزاء الداخلية للموصل الكهربائي، بل تستقر على السطوح الخارجية لها.

http://e-learning-moe.edu.ye

خلفيـة علميـة

تم سرد المادة العلمية في كتاب الطالب بما يتوافق مع فهمه واستيعابه للمادة العلمية، وهنا سوف نقدم للمدرس ما لم يكن واضحاً في كتاب الطالب؛ حتى يستعين بها وقت الحاجة، ويزيد من فهمه وقدرته على ما قدم للطالب من مفاهيم علمية، وفي المجال الكهربائي المقدم في هذه الوحدة بصورة خاصة.

معروف أن الأجسام تكتسب شحنات كهربائية أو تفقد شحنات، وذلك عندما تحتك مع بعضها البعض، وعند احتكاكها تتولد طاقة حرارية، وكما عرفنا المادة تتكون من جزيئات وذرات، والذرات تتكون من نواة يوجد فيها بروتونات تحمل شحنة موجبة، ونيوترونات متعادلة الشحنة، ويدور حول نواة الذرة إلكترونات في مستويات، وتحمل هذه الإلكترونات شحنة سالبة، وهي مرتبطة بالنواة، ولكنها عندما تمتص كمية من الطاقة الحرارية الناتجة من الاحتكاك، تجعلها قادرة على التحرر من النواة، وتنطلق من الذرة، وفي هذه الحالة تفقد الذرة إلكترونات، وقد تنتقل إلى الجسم الآخر، وعند انتقالها للجسم الآخر يصبح الجسم في هذه الحالة مكتسباً لها، ويصبح الجسم في هذه الحالة سالب الشحنة، أما الذي يفقد الشحنة فيصبح موجب الشحنة.

وعملية التكهرب بين الأجسام يقصد بها: انتقال الإلكترونات بين الجسم الدالك، والمدلوك.

- درس كولوم القوى الكهروستاتيكية المتولدة بين الشحنات والأجسام المشحونة، وتوصل إلى أن: الشحنات الكهربائية المتشابهة ينتج بينها قوى تنافر، والشحنات المختلفة ينتج فيما بينها قوى تجاذب.
- كما توصل كولوم إلى دراسة العوامل التي تتوقف عليها القوة الكهروستاتيكية المتولدة بين شحنتين وهي: مقدار كل من كميتي الشحنتين، وعلى المسافة الفاصلة بينهما، بالإضافة إلى الوسط المحيط بهما كالهواء، أو الفراغ، أو آية مادة عازلة: كالمطاط، والورق، والصوف، والميكا.. إلخ.
- خط المجال الكهروستاتيكي: هو اتجاه القوة الكهروستاتيكية التي تؤثر على شحنة موجبة توضع عند إحدى نقاط الخط.
- الشحنة النقطية الموجبة: هي وحدة الشحنة الموجبة فرضاً، فلا يمكن أن نجد شحنة نقطية موجبة في حالة انفراد، ولكننا نفترضها فرضاً.
- وحدة شدة المجال الكهربائي بالنظام العالمي للقياس (SI) هي: جول/كولوم، واتفق على تسميتها باسم «**فولت** Volt» تسهيلاً لتداولها في الحياة.

وربما قد يسأل بعض الطلاب، لماذا سميت هذه الوحدة بهذا الاسم؟.. ولم تسمى باسم آخر.

يمكن القول أن العالم الإيطالي «فولتا» قد بذل جهداً كبيراً في اكتشاف الكهرباء، وتكريماً لدوره المفيد للبشرية أُطلق على هذه الوحدة اسمه.

- سبب تسمية هذا النوع من الكهرباء بالكهرباء الساكنة.
- لأن الشحنات الكهربائية المتولدة تستقر على السطوح الخارجية للأجسام التي تولدها، وتكون ساكنة غير متحركة، وينشأ فيما بينها قوة كهربائية، أُطلق عليها قوة كهروستاتيكية –أيضاً.
- يكون الجهد موجباً أو سالباً تبعاً للشحنة المولدة للمجال، فالشحنة الموجبة يكون الجهد عند أية نقطة في المجال موجباً، وكذلك الحال بالنسبة للشحنة السالبة.
- المكثفات الكهربائية عدة أنواع، ولكن ما قدم في هذه الوحدة نوعان، والمكثف له استخدامات كثيرة في دوائر الأجهزة الإلكترونية الحديثة، ويقوم بخزن الشحنات الكهربائية لوقت الحاجة عند إدماجه في دوائر الأجهزة الحديثة، مثل: التليفون السيار (النقال)، وأجهزة الاتصالات المختلفة.. إلخ.
- وإذا دعت الحاجة إلى معرفة أنواع المكثفات، ووحدة قياسها يمكنك زيارة ورشة لإصلاح الأجهزة الإلكترونية، أو الحصول على لوحة لجهاز مذياع معطل وغيره، والتعرف عن قرب على أشكالها وأحجامها، وأنواعها، والوحدة الدولية للقياس، والمدونة عليها باللغة الإنجليزية.

http://e-learning-moe.edu.ye

• حساب سعة مكثف كروي :

■ إذا كان الوسط العازل بين الجزيئين الكرويين المكونين للمكثف هو الهواء، أو الفراغ؛ فإن :

فرق الجهد الكهربائي بينهما :

$$جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \text{ س} \left(\frac{\text{نق}_{٢} - \text{نق}_{١}}{\text{نق}_{١} \times \text{نق}_{٢}} \right) ؛$$

حيث (نق) نصف قطر الكرة .

وسعة المكثف الكروي :

$$\text{سع} = \frac{١}{٩ \times ١٠^{٩}} \times \frac{\text{نق}_{١} \times \text{نق}_{٢}}{\text{نق}_{٢} - \text{نق}_{١}} ؛$$

حيث (نق$_{١}$) نصف قطرة الكرة الداخلية، (نق$_{٢}$) نصف قطر الكرة الخارجية .

■ وعندما تكون المسافة بين سطحي الكرتين صغيرة جداً بالنسبة لنصف قطر كل من الكرتين؛ فإننا نعتبر حاصل ضرب نق$_{١}$ × نق$_{٢}$ = نق$_{١}^{٢}$ تقريباً .

وتصبح العلاقة السابقة :

$$\text{سع} = \frac{١}{٩ \times ١٠^{٩}} \times \frac{\text{نق}_{١}^{٢}}{\text{ف}}$$

حيث : (ف) هي المسافة بين سطحي الكرتين المكونتين للمكثف .

ونحسب مساحة سطح الكرة من العلاقة :

٤ ط نق$_{١}^{٢}$ = مساحة سطح كرة .

■ إذا كان المكثف ذو لوحين متوازيين ومتساويين؛ فإن سعته تحسب من العلاقة :

$$\text{سع} = \frac{\text{مساحة سطح كل من اللوحين}}{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \text{ ط ف}}$$

■ إذا كان الوسط العازل بين اللوحين الهواء، أو الفراغ؛ فإن الرمز اللاّتيني لمعامل نفاذية الفراغ، أو الهواء هو ($\varepsilon_{.}$) وتنطق « إسبلون »، ويمكن استنتاج قيمتها من العلاقة :

$$٩ \times ١٠^{٩} = \frac{١}{٤ \text{ ط } \varepsilon_{.}} .$$

$$\therefore \varepsilon_{.} = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \text{ فاراد/م} .$$

$$\therefore \text{سع في الهواء} = \frac{\varepsilon_{.} \times \text{مساحة سطح أحداللوحين}}{\text{ف}} .$$

وهذه العلاقة تطبق عندما يكون الوسط الفاصل، هو الهواء أو الفراغ .

● أما إذا كان الوسط العازل مختلفاً : كالزجاج، أوالمطاط، أو الميكا، أو جرمانيوم، والجدول التالي يوضح ثوابت العازلية لبعض المواد العازلة المستخدمة في المكثفات، والتي يرمز للثابت اللاتيني (δ) أيتا؛ فيكون الثابت مساوياً سماحية الوسط العازل $\varepsilon_{.}$

وتصبح المعادلة السابقة كما يلي :

سعة المكثف عندما يشغل الحيز بين لوحيه أي مادة عازلة أخرى غير الهواء أو الفراغ :

$$= \frac{\delta . \varepsilon_{.} \times \text{س}}{\text{ف}} ؛$$

حيث (س) مساحة سطح أحد لوحي المكثف .

● النسبة بين سعة المكثف عندما يكون الوسط العازل بين لوحيه أية مادة عازلة، وسعته عندما يكون الوسط العازل بين لوحيه هو الهواء، يطلق عليه ثابت المادة العازلة ويرمز له بالرمز (δ) أي أن :

$$\delta = \frac{\text{سع}_{\text{مادة عازلة}}}{\text{سع}_{\text{هواء}}}$$

من هذه العلاقة فإن :

$$\text{سع عند أية مادة} = \delta \text{ سع}_{\text{هواء}} .$$

ومنها سع = $\delta . \varepsilon_{.}$ سع$_{\text{هواء}}$ ؛ حيث قيمة الرمز $\varepsilon_{.}$ = ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$ فاراداً/متر .

وهذا يدل على أن المادة العازلة الموضوعة بين لوحي مكثف تزيد من سعته عدداً من المرات = ثابت المادة العازلة .

● أول من بحث ثابت العازلية، وتأثيره على سعة المكثف هو العالم : (فاراداي)، وأثبت عملياً أن شحنة المكثف الذي يحوي مادة عازلة أكبر منها في حالة المكثف الذي يكون فيه الهواء أو الفراغ هما إحدى المواد العازلة بين لوحيه .

http://e-learning-moe.edu.ye

والجدول التالي يوضح ثوابت العازلية لبعض المواد :

المادة العازلة	درجة الحرارة °C	ثابت العازلية (δ)
الفراغ أو الهواء	٢٠	١
ميكا	٢٥	٦ – ٣
زجاج	٢٥	١٠ – ٥
مطاط	٢٧	٢,٩٤
جليسرين	٢٥	٤٢,٥
جرمانيوم	٢٠	١٦
ماء نقي	٢٥	٧٨,٥٤
بولي إيثيلين	٢٣	٢,٢٥

■ لماذا لا تصلح وحدة قياس السعة الكهربائية « الفاراد » في الاستخدام العملي لصناعات المكثفات الكهربائية التي تدخل في دوائر الأجهزة الإلكترونية الحديثة؟

● للإجابة عن هذا السؤال، ضع المثال التالي لتوضيح ذلك :

■ **مثال** : مكثف ذو لوحين متوازيين تفصلهما مسافة : ١ ملليمتر، وسعته (١) فاراد، ويفصل بين لوحيه الهواء، ما مساحة لوحه؟ . . ثم فسِّر النتائج .

● **الحل** :

بما أن $\text{سع} = \frac{١}{٩ \times ١٠^{٩}} \times \frac{\text{س}}{٤ \text{ ط ف}}$

$\therefore \quad ١ = \frac{١}{٩ \times ١٠^{٩}} \times \frac{\text{س}}{٤ \times ٣,١٤ \times ٠,٠٠١}$

$\therefore$ مساحة أحد لوحي المكثف (س) =

$١١٣,٠٤ \times ١٠^{٦}$ متر مربع .

● **التفسير** : يلاحظ أن مساحة أحد لوحي المكثف إذا كانت سعته واحد فاراد، والمسافة بين لوحيه صغيرة جداً مقدارها واحد ملليمتر، يجب أن تكون مساحة أحد لوحيه أكبر من كيلو متر مربع؛ ولهذا سيكون المكثف كبيراً جداً يحتاج لمساحة كيلومتر مربعاً وأكثر. وهذا المكثف لا يصلح من الناحية العملية باستخدامه في دوائر الأجهزة الإلكترونية صغيرة الحجم كما نراها في حياتنا، مثل : التليفون السيار أو المذياع، أو أي جهاز آخر، ولهذا لا يصلح الفاراد كوحدة قياس للسعة؛ كونها كبيرة جداً، ولهذا نحتاج إلى وحدة صغيرة جداً حتى نحصل على مكثفات صغيرة تناسب الأجهزة الإلكترونية الحديثة التي نستخدمها في حياتنا .

الفاراد = $١٠^{٦}$ ميكروفاراد .

$\therefore$ واحد ميكروفاراد (μF) = $١٠^{-٦}$ فاراد .

وهناك وحدة أصغر هي : ميكرو ميكرو فاراد ($\mu\mu F$) = $١٠^{-١٢}$ فاراد .

● مصادر الحصول على شحنات كهربائية :

توجد عدة مصادر للحصول على شحنات كما مر في المرحلة الأساسية مثل : الدلك، والتأثير، والتلامس، ولكن هذه الشحنات تكون قليلة، وإذا أردنا للحصول على شحنات كهربائية عالية بحيث تولد فَرْقَ جهدٍ كبير جداً قد يصل لاستغلاله في الحياة، وفي الأبحاث العلمية والنووية . فقد اخترع العالم « فان دي جراف »، جهازاً لتحقيق هذا الغرض وسماه باسمه، يمكن الاستفادة منه في الحصول على كهرباء تفي بأغراض الاستخدام في الحياة، ويمكن اعتباره مكثف كروي، وقد يصل فرق الجهد الناتج منه على سطحه الخارجي إلى مئات الآلاف، بل الملايين من الفولتات، وتتراكم الشحنات على سطحه الخارجي .

ويستخدم هذا الجهاز في مختبرات الأبحاث الذرية، والنووية، ويستغل في تسريع وتعجيل الجسيمات النووية المشحونة المستخدمة في قذف أنوية الذرات في المفاعلات النووية، وفي إنتاج المواد المشعة .

كما يوجد جهاز آخر يسمى آلة « ومزهرست »، تستخدم في المختبرات العلمية، والمدرسية لتوليد شحنات كهربائية . .

http://e-learning-moe.edu.ye

• تراكم الشحنات الكهربائية :

تتراكم الشحنات الكهربائية المتولدة على أي جسم على سطحه الخارجي، وقد أثبتت هذه الحقيقة العديد من التجارب التي أجراها علماء الفيزياء، وهذه الشحنات المتراكمة على سطح الموصل، يطلق عليها السعة الكهربائية، والسعة تقاس بوحدة كولوم/فولت طبقاً للعلاقة :

$$\text{سع} = \frac{\text{س كولوم}}{\text{جـ فولت}}$$

وهذه الوحدة مقاسة بالنظام الدولي للقياس (SI) (م. كجم.ث)، وأطلق عليها إسم الفاراد، نسبة للعالم فاراد.

$$\text{والفاراد} = \frac{\text{١ كولوم}}{\text{١ فولت}}$$

ويمكن تعريف الفاراد من هذه العلاقة :

● **الفاراد** : هو سعة موصل يرتفع جهده بمقدار فولت واحد إذا شحن بشحنة كهربائية موجبة مقدارها كولوم واحد.

وهناك تعريف آخر للسعة الكهربائية (سع) من العلاقة السابقة كما يلي :

● **السعة (سع)** : هي كمية الكهرباء اللازمة لتغيير جهد الموصل بمقدار وحدة جهد واحدة.

• أمثلة حسابية لتعيين مقدار سعة مكثف كروي وذو لوحين متوازيين :

■ مثال ١ :

كرة نصف قطرها ١٠سم شحنت بشحنة موجبة مقدارها ٣٣×١٠^{-٧} كولوم، أحسب سعة المكثف؛ وإذا أحيطت الكرة بموصل آخر كروي نصف قطره (١٠,١سم)، بحيث يتحد معه في المركز، ويتصل بالأرض، فما سعته؟

■ الحل :

$$\text{سعة الموصل الأول (سع}_١\text{)} = \frac{\text{نق}}{٩ \times ١٠}$$

$$= \frac{٠,١}{٩ \times ١٠} = ١,١ \times ١٠^{-١١} \text{ فاراداً}$$

سعة المكثف الثاني (سع$_٢$) :

$$= \frac{١}{٩ \times ١٠} \times \frac{\text{نق}_١ \times \text{نق}_٢}{\text{نق}_٢ - \text{نق}_١}$$

$$= \frac{١}{٩ \times ١٠} \times \frac{٠,١ \times ١٠١,٠}{٠,٠٠١}$$

$$= ١٠١ \times ١,١ \times ١٠^{-١١} \text{ فاراداً}$$

(يمكنك استكمال اختصار الأرقام)

■ مثال ٢ :

مكثف ذو لوحين متوازيين مساحة كل منهما ١ م^٢ المسافة الفاصلة بينهما ٠,١ ملم، أحسب :

١ – سعة المكثف الذي يحيط به الهواء.

٢ – مقدار الشحنة على كل لوح، مع العلم أن فرق الجهد بين اللوحين = ١٠٠ فولت، وأن سماحية الهواء $\varepsilon_. = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ فاراد/م.

■ الحل :

١ – سعة المكثف الذي يحيط به الهواء $= \varepsilon_. \times \frac{\text{س}}{\text{ف}}$

بالتعويض .....

$$\text{سع} = \frac{١ \times ١٠^{-١٢} \times ٨,٨٥}{١٠^{-٤}}$$

$$= ٨,٨٥ \times ١٠^{-٤} \text{ فاراد}$$

٢– مقدار الشحنة على كل لوح =

$$= \frac{\text{س}}{\text{جـ}} = ٨,٨٥ \times ١٠^{-٨} = \frac{\text{س}}{١٠٠}$$

∴ الشحنة (س) $= ٨,٨٥ \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

■ مثال ٣ :

مكثف متوازي اللوحين مساحة كل منهما ٠,١ م^٢، المسافة الفاصلة بينهما ٢×١٠^{-٤}م، وثابت العازلين للمادة الموضوعة بين اللوحين٣، فإذا علمت أن شحنة كل لوح = (٦×١٠^{-٦}) كولوم، وسماحية الفراغ = $٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}$ فاراداً، أحسب سعة المكثف، وفرق الجهد بين لوحيه.

http://e-learning-moe.edu.ye

الحـــل :

ثابت المادة العازلة (δ) = $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{.}}$

$\therefore \varepsilon = \delta \times \varepsilon_{.}$

$\therefore$ سعة المكثف الموضوع بين لوحيه مادة عازلة :

$= \frac{س \times \varepsilon_{.}}{ف} = \frac{س \times \delta \times \varepsilon_{.}}{ف}$

وبالتعويض ينتج ما يلي :

$= \frac{٠,١ \times ٣ \times ١٠^{-١٢} \times ٨,٨٥}{٢ \times ١٠^{-٤}}$

$= ١,٣ \times ١٠^{-٨}$ فاراد

(جـ) فرق الجهد بين اللوحين = $\frac{س}{سع}$

$= \frac{٦ \times ١٠^{-٧}}{١,٣ \times ١٠^{-٨}} = ٤٦$ فولتاً .

وهذه الأمثلة سوف يستعين بها المدرس للمزيد من فهم السعة والمكثفات .

• توصيل المكثفات في الدوائر الكهربائية :

ذكرنا طريقتين للتوصيل، ولكن هناك طرق أخرى لا داعي لذكرها، ويهمنا الطريقتين، وللمزيد اطلع على أسس الإلكترونيات إذا حصلت عليه .

عند توصيلها بطريقة التوالي، وفي حالة قفل الدائرة تتساوى الشحنات في كل ألواح المكثفات الموصلة بالطريقة السابقة، أما إذا وصل مكثف مشحون بعدة مكثفات غير مشحونة فإن الألواح الأخرى تشحن بالتأثير، وتتساوى لكل المكثفات الموصلة .

أما في حالة توصيلها على التوازي في الدائرة الكهربائية وبمصدر كهربائي . فإنها تشحن بشحنات تأثيرية مختلفة في المقدار؛ ولهذا فالسعة الكلية لها = مجموع سعة كل مكثف على حدة .

خطة توزيع دروس الوحدة

• **مقترح توزيع الدروس والحصص :**

نقترح لهذه الوحدة (٧ سبع) حصص، وتوزع على النحو الآتي :

الموضوع	عدد الحصص المقترحة
• **المجال الكهربائي :** – تعريفه، شدته، القوة الكهروستاتيكية، أمثلة . • **الجهد الكهربائي :** – مفهومه، تعريفه، تعيين فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين لشحنة كهربائية متحركة في مجال كهربائي . – العلاقة بين شدة المجال المنتظم وفرق الجهد الكهربائي، أمثلة . • **مصادر الحصول على شحنات كهربائية :** – مولد فان دي جراف، السعة الكهربائية . – مفهوم السعة، الفاراد، حساب السعة . – تجربة عملية لاستنتاج أن الشحنات تستقر على السطوح الخارجية للموصلات . • **المكثفات الكهربائية وأنواعها :** – المكثف الكروي المعدني، المكثف ذو اللوحين المعدنيين المتوازيين . – تأثير العازل على سعة المكثف، حساب الطاقة المختزنة في مكثف مشحون . • **طرق توصيل المكثفات في الدوائر الكهربائية :** – طريقة التوصيل على التوالي، وطريقة التوصيل على التوازي، وحساب السعة المكافئة في الطريقتين .	٢ ١ ٣
• **تقويم الوحدة :**	١
• **إجمالي عدد الحصص تقريباً :**	٦ حصص نظري + ١ حصة عملي

http://e-learning-moe.edu.ye

المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة في الوحدة

- المجال الكهربائي - Electrical Field
- الجهد الكهربائي - Electrical Potential
- مولد فان دي جراف - Van DE Graaff Genaerators
- السعة الكهربائية - Capacitance
- المكثف الكهربائي - Potential Energy Condenser

الأجهزة والمواد اللازمة لتنفيذ الوحدة :

يلزم لتنفيذ هذه الوحدة ما يأتي :

١ – ساقين مغناطيسيين، برادة حديد، ورق مقوى، لتوضيح مفهوم المجال الكهربائي لشحنة كهربائية موضوعة في نقطة.

٢ – وعاء مرتفع وإناء آخر منخفض متصلين بأنبوبة مطاطية، ومشبك ملابس، ماء نظيف، لتوضيح معنى فرق الجهد الكهربائي.

٣ – مولد فان دي جراف، صورة ملونة لهذا الجهاز، قطعة من الصوف أو الحرير، وساق من الزجاج، وآخر من الأبونيت، (بلاستيك مقوى) أو مشط بلاستيكي، قصاصات ورق صغيرة، أو نشارة خشب، لتوضيح حدوث عملية التكهرب وعملية التجاذب، والتنافر للشحنات.

٤ – أشكال مختلفة من المكثفات ذات سعات محددة مكتوب عليها تلك السعات، ومكثفات متغيرة السعة، يمكن الحصول على هذه المكثفات من جهاز راديو أو تلفاز معطلة أو من محلات إصلاح الأجهزة الإلكترونية.

٥ – كشافان كهربائيان، كأس معدني، كرة معدنية صغيرة معلقة بخيط عازل؛ لإجراء تجربة للتحقق من أن الشحنات تستقر على السطوح الخارجية للموصلات، لوحات توضيحية تكبر عليها بعض الرسومات الواردة في هذه الوحدة، نحصل عليها من مركز إنتاج الوسائل، أو من أعمال الطلاب.

خطة تنفيذ تدريس الوحدة

يتطرق المدرس إلى المفاهيم التي درسها الطالب في المرحلة الأساسية المتعلقة بالكهرباء الساكنة ونوعا الشحنة الكهربائية، والقوة الناشئة بين الشحنات، بالإضافة إلى قانون جول، وطرق الحصول على الشحنات الكهربائية، والمنبع الرئيس للحصول على الشحنات الكهربائية (وفي الذرات).

ويشير المدرس إلى تلك المفاهيم قبل الشروع في تدريس المجال الكهربائي، والجهد وشدة المجال، وهذه تفيد المدرس في عملية التعليم بطريقة سهلة، كون المعلومات السابقة يربطها بالمعلومات اللاحقة.

● يجب أن يمثل المدرس لمفهوم شدة المجال الكهربائي والجهد بأشياء محسوسة حتى يتمثلها الطلاب، وعلى سبيل المثال عند تدريس المجال الكهربائي يمكن أن يوضح المدرس المجال الكهربائي (الكهروستاتيكي) بمناقشة سريعة لمجال الجاذبية الأرضية، كونه مثالاً محسوساً وفيه تشابه بينه وبين المجال الكهروستاتيكي، ومن المناسب في هذا الموضوع طرح بعض المشكلات على الطلاب، مثل: سبب عودة الأجسام المقذوفة إلى أعلى سطح ا لأرض إلى سطحها مرة أخرى، وسبب سقوط الطائرات عندما تتعطل محركاتها.. والتوصل إلى أن مثل هذه الأجسام تقع ضمن مجال جاذبية الأرض.. وأن هذا المجال هو: الحيز المحيط بالكرة الأرضية من جميع الجهات، ويظهر فيه تأثير قوة الجاذبية الأرضية، وبعد هذا العرض يمكن

http://e-learning-moe.edu.ye

التوصل إلى معنى أو تمثل مفهوم «المجال الكهروستاتيكي» أي المجال الكهربائي الناتج من شحنة كهربائية موضوعة في نقطة، ويمكن العودة إلى كتاب الطالب لتعريف المجال الكهربائي وشدته (مج).

● يوضح المدرس التماثل بين ثبات شدة مجال الجاذبية الأرضية في حيز محدود حيث عجلة الجاذبية الأرضية ثابتة في هذا الحيز، وثبات المجال الكهربائي بين لوحي مكثف مشحون بالكهربية يكون المجال الكهربائي بين اللوحين ثابت ... إلخ.

● يشير المدرس إلى المجال الكهربائي المنتظم وغير المنتظم وذلك من خلال الرسم على السبورة، والمجال الكهربائي المنتظم هو المجال الذي يقع بين لوحي المكثف المشحون لأنه ثابت الشدة والاتجاه عند جميع النقاط الواقعة فيه، أما المجال الكهربائي غير المنتظم فهو المجال الناشئ من شحنة كهربائية وتحيط بها ويختلف في اتجاهه وشدته من نقطة إلى أخرى.

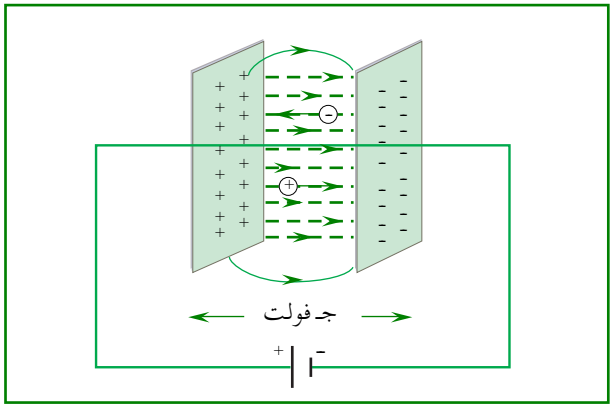
● ورد في كتاب الطالب أن وحدة شدة المجال الكهربائي هي: نيوتن / كولوم

من العلاقة مج = $\frac{\text{ق}}{\text{س}}$ ..... (١)

كما ورد أن قيمة شدة المجال الكهربائي يعين من العلاقة مج = $\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$ ..... (٢)

وهذه الوحدة هي: فولت / متر ، وهذه وحدة أخرى مختلفة عن الوحدة السابقة.

● يجب على المدرس أن يستنتج هذه الوحدة ويقنع بها طلابه وهي كما يلي: من الشكل المقابل:



شكل (١)

نفترض أن المكثف لوحاه (أ ،ب)، وأن المسافة بينهما (ف متر)، وفرق الجهد بينهما (جـ فولت)، عند توصيلهما بقطبي بطارية فإن المكثف يشحن ويصبح فرق الجهد بين اللوحين (جـ) فولت، وينتج بين اللوحين مجال كهربائي منتظم شدته مج، والشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات الموجبة بالقرب من اللوح الموجب يساوي:

وبما أن (ق) على وحدة الشحنة الموجبة هي: مج ، والشغل بين اللوحين هو مقدار فرق الجهد بينهما (جـ)، فإن جـ = مج × ف

ومن هذه العلاقة نحصل على العلاقة الآتية:

مج = $\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$ ووحدة قياس شدة المجال (مج) من هذه العلاقة = فولت / متر ، وهذا إثبات على أن شدة المجال يقاس بوحدة أخرى غير الوحدة السابقة كما في العلاقة (١) السابقة.

ويمكن اشتقاق تعريف آخر لشدة المجال الكهربائي من العلاقة رقم (٢).

● **عند تدريس الجهد الكهربائي:**

أتفق علماء الفيزياء أن جهد الأرض = صفراً، وهذا لا يعني أن الأرض خالية من الكهرباء بل تعتبر مستودعاً كبيراً للشحنات الكهربائية، ويمكن تشبيه ذلك بكتلة ضخمة من الجليد الذي درجة حرارته = صفر مئوية، حيث أن هذه الكتلة الثلجية ليست خالية من الحرارة.

وعلى ضوء اتفاق العلماء (اعتبار جهد الأرض صفراً)، يمكن للمدرس تعليل فقدان شحنة موصلة ما عند توصيله بالأرض، فلو كان الموصل موجب الشحنة واتصل بالأرض فإن الإلكترونات تخرج من الأرض ثم إليه، وتعادل شحنة، ويمكن أن نقول قولاً اصطلاحياً آخر وهو أن الشحنة الموجبة تسربت إلى الأرض

لو كان الموصل سالب الشحنة واتصل بالأرض، فالإلكترونات تخرج من الموصل إلى الأرض وتتعادل شحنته ويمكن القول اصطلاحاً أن شحنة موجبة خرجت من الأرض إلى الموصل.

http://e-learning-moe.edu.ye

(وهذا مقترح يستعين به المدرس عند تدريس الجهد الكهربائي عندما تتطلب الحاجة إليه) .

● عند تدريس مولد فان دي جراف يجب على المدرس أن يتوخى الحذر الشديد، واللازم عند توليد شحنات كهربائية؛ وذلك لتوفير الأمن والسلامة له ولطلابه، أو استخدام آلة أخرى بديلة مثل آلة « ومزهرست » .

● يجب الوقوف على جسم عازل تماماً وليكن لوح خشبي، أو كرس خشبي . . إلخ؛ لتجنب الخطورة الشديدة لما قد يحصل بسبب الصعقة الكهربائية من تراكم الشحنات المتولدة منها، وقد تسبب خطراً مميتاً لكبر (ق . ء . ك) المتولدة من هذا الجهاز .

● عند تنفيذ النشاط يجب أن يوجه المدرس طلابه إلى الاستفادة القصوى من اللوحة الإلكترونية التي أعتمد عليها في تنفيذ النشاط، وهناك العديد من اللوحات الإلكترونية لبعض الأجهزة التالفة كالمذياع، والتلفاز والتليفون . . إلخ، وقد يبادر بعض الطلاب بإحضارها، وإذا لم يتمكن المدرس من الحصول عليها أو طلابه يمكنهم القيام بزيارة لأحد محلات إصلاح الأجهزة الإلكترونية الموجود في البيئة المدرسية .

ومشاهدة المكثفات، وأنواعها، والوحدة المستخدمة في قياس السعة الكهربائية لها وهي « الميكروفاراد » ومدونة على المكثف باللغة الإنجليزية بالرموز (μF)، وفرق الجهد بالرمز (V)، وأيضاً يمكن ملاحظة رمز المكثف المرسوم على اللوحة الإلكترونية، ويطلب من الطلاب كتابة تقرير علمي مصغر عنها، وإلقائه في طابور الصباح ضمن النشاط العلمي للطلاب .

● بالنسبة للخطة المقترحة بعدد الحصص والدروس لهذه الوحدة، فقد تم ذكرها سابقاً، ويستطيع المدرس الاستعانة بها، أو تغييرها بحسب ما يناسبه من الوقت الذي يراه .

مقترح نموذج درس

(السعة الكهربائية والمكثف الكهربائي)

● **تمهيد للدرس (مدخل أو مقدمة الدرس) :**

يمكن للمدرس أن يثير انتباه الطلاب قبل البدء في تدريس الحصة بوضع الأسئلة الآتية :

■ من يذكر أسماء بعض الأدوات التي تستخدم في خزن المواد التالية :

الماء – الغاز المستخدم في طهي الطعام – الحبوب . . . إلخ؟

● بعد الإجابة الصحيحة التي حصل المدرس عليها من الطلاب يطرح السؤال التالي :

■ ما اسم الأداة التي تستخدم في خزن الشحنات الكهربائية؟

■ يلاحظ عند انطفاء الكهرباء العمومية أن بعض الناس يستخدمون أجهزة أخرى تضيء في أثناء انطفاء الكهرباء، ماذا تسمى تلك الأجهزة؟ ومن أين حصلت على الكهرباء؟ وهكذا . .

● يتلقى المدرس الإجابات من الطلاب، وإذا لم يجد الإجابة الصحيحة؛ يقوم بكتابة الإجابة الصحيحة على السبورة، وبعد الانتهاء يكتب على السبورة عنوان الدرس، والذي هو إجابة الأسئلة التمهيدية .

● **لوازم تنفيذ الدرس :**

١ – لوحة توضح بعض أنواع المكثفات، لوحة توضح تركيب مولد فان دي جراف، خازن كهربائي إذا توافر، أو صورة له يمكن الحصول عليها من إحدى المحلات الكهربائية، أو من طالب يمكن أن يكون قد اشترى والده هذا الجهاز .

٢ – لوحة لجهاز مذياع، أو تلفاز أو تليفون تالف فيها مكثفات مختلفة، أو جهاز آخر .

● **أهداف الدرس :**

١ – أن يعرِّف الطالب السعة الكهربائية .

٢ – أن يذكر الطالب اسم وحدة قياس السعة الكهربائية .

http://e-learning-moe.edu.ye

– أن يذكر السبب لعدم استخدام الفاراد في الجانب العملي في صناعة المكثفات، بل يستخدم الصناعيون وحدة الميكروفاراد.

٤ – أن يكتسب الطالب خبرة حسية مباشرة وملموسة للمكثف من خلال مشاهدته عن قرب للوحة إلكترونية فيها مكثفات مختلفة، ويلاحظ وحدة قياس السعة، ورمز المكثف المرسوم على اللوحة الإلكترونية.

٥ – أن يذكر تركيب المكثف الكروي، وذي اللوحين المتوازيين.

٦ – أن يحسب السعة الكهربائية لمكثف.

● **المفاهيم المطلوب تحقيقها في هذا الدرس، هي كما يلي:**

١ – السعة الكهربائية.

٢ – وحدة قياس السعة الكهربائية (الفاراد)، (الميكروفاراد).

٣ – وظيفة المكثف.

٤ – أنواع لمكثفات الكهربائية (كروي، وذو لوحين متوازيين).

٥ – كيفية شحن مكثف، حساب سعة مكثف.

● **طريقة تنفيذ الدرس:**

١ – يبدأ المدرس بتنفيذ المقدمة التي وردت في بداية هذا الدرس.

٢ – يذكر المعلومات، والمعارف التي قدمها عن مولد فان دي جراف في توليد شحنات كهربائية، ويذكر أنه جهاز يمكن أن يستخدم في توليد الشحنات، وخزنها في أجهزة مخصصة.

٣ – إن الشحنات المتولدة تتجمع على سطحه الخارجي فقط، وقد أجريت تجربة لإثبات أن الشحنات تتراكم على السطوح الخارجية للموصلات، وليس على سطوحها الداخلية.

٤ – الشحنات المتجمعة على سطح مولد فان دي جراف الكروي تتراكم ويزداد تراكمها حتى تصل إلى قيمة معينة، ومهما زاد تراكمها فإن قيمتها لا تتغير، والنسبة بين كمية الشحنة المتراكمة وفرق الجهد بين السطحين الكرويين يساوي –دائماً– مقداراً ثابتاً، أي أن:

$$\frac{\text{س}}{\text{جـ}} = \text{مقداراً ثابتاً}$$

المقدار الثابت أطلق عليه اسم «السعة الكهربائية» ويرمز لها بالرمز (سع) والسعة تعين من العلاقة:

$$\text{سع} = \frac{\text{س}}{\text{جـ}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

■ ما وحدة قياس السعة الكهربائية؟

● يمكن اشتقاقها من العلاقة السابقة وهي: $\frac{\text{كولوم}}{\text{فولت}}$، وقد اتفق العلماء على تسمية هذه الوحدة تسهيلاً لتداولها باسم العالم «فاراد» تكريماً لجهوده الكبيرة في علم الفيزياء.

■ كيف يمكننا أن نعرف السعة الكهربائية بالنظر إلى العلاقة السابقة (١)؟.

● يستقبل المدرس الإجابات المتوقعة من الطلاب، ويدونها على السبورة؛ حتى يحصل على الإجابة الصحيحة، وإذا تعذر ذلك فالإجابة الصحيحة هي: «كمية الكهرباء اللازمة لتغيير جهد الموصل بمقدار واحد فولت».

■ ما العلاقة التي تستخدم لحساب مقدار السعة الكهربائية لمكثف معدني كروي الشكل ومعزول؟

● تكتب هذه العلاقة على السبورة وهي:

$$\text{سع} = \frac{\text{نق}}{٩ \times ١٠^{٩}}$$ عندما يكون الوسط العازل بين اللوحين الكرويين للمكثف الهواء، أو الفراغ.

والمقدار ٩×١٠^{٩} هو الثابت للوسط العازل للهواء أو الفراغ، وقد استنتجه العلماء بعد إجراء العديد من التجارب العملية في المختبر ومنهم العالم كولوم الذي سبق وأن درس في المرحلة الأساسية.

● يكتب المدرس أحد الأمثلة التي وردت في الخلفية العلمية للدليل، أو من أسئلة تقويم الوحدة، ويعطي للطلاب فرصة لحلها، أو يكلفهم بحلها في المنزل كواجب منزلي (بحسب وقت الحصة والظروف المهيئة).

■ ما العلاقة بين الفاراد والميكروفاراد؟

http://e-learning-moe.edu.ye

● العلاقة تكتب على السبورة وهي:

١ ميكروفاراد = ١٠$^{-٦}$ فاراد.

■ لماذا وحدة الفاراد لا يمكن استخدامها من الناحية العملية في صناعة المكثفات المستخدمة في الدوائر الإلكترونية للأجهزة الحديثة؟

ويمكن طرح هذا السؤال بعد أن يشاهد الطلاب الوحدة المكتوبة على كل مكثف من المكثفات الموجودة على اللوحة الإلكترونية، والتي يرمز لها بالرمز (μF) أي ميكروفاراد.

● لتوضيح الإجابة عن هذا السؤال يقوم المدرس بكتابة المثال الوارد في دليله على السبورة، ويختار عينة من الطلاب لحله على السبورة، وبقية الطلاب يشاهدون، وبعد الانتهاء من حل المثال، يقوم المدرس بالآتي:

١ – من القيمة الناتجة لمساحة أحد لوحي المكثف، يناقش المدرس الطلاب حول المساحة الكبيرة للمكثف المطلوب، ستكون كبيرة جداً والجهاز لمطلوب سيكون كبير جداً يعادل حجم عمارة ضخمة، ومن هنا يمكن للمدرس أن يفسر لطلابه عدم صلاحية وحدة الفاراد من الناحية العلمية، ويمكن أن يورد المدرس مثالاً آخراً باستخدام الفاراد، وباستخدام الميكروفاراد، ويكلف الطلاب بحلها، وتفسير نتائج حلولهم.

٣ – ويضيف المعلومة التالية: العلاقة بين وحدة الفاراد، والميكروفاراد، والوحدة الأصغر من الميكروفاراد وهي: الميكرو الميكروفاراد، وتساوي ١٠$^{-١٢}$ فاراد، ويرمز لها بالرمز ($\mu\mu F$).

٤ – يكرر المدرس السؤال الذي ذكر في مقدمة الدرس والمتعلقة بذكر أسماء أدوات لخزن: الماء، الحبوب .. إلخ، بينما الأدوات التي تستخدم لخزن الشحنات الكهربائية هي: المكثفات ويعلق لوحة توضح تركيب كل منهما، أو يشاهدها الطلاب من الكتاب.

٥ – ومن اللوحة يبين تركيب كل نوع، ويمكن الحصول على مكثف تكون المادة العازلة بين لوحيه غير الهواء، أوالفراغ بل تكون مادة أخرى مثل: المطاط، والزجاج، الأبونيت، والورق .. إلخ.

(أسئلة تقويم الدرس)

١ – ما المقصود بكل من:

(السعة الكهربائية، الفاراد)؟.

٢ – ما المكثف؟.. وما أنواعها؟.. وفيما تستخدم؟

٣ – استنتج وحدة قياس السعة الكهربائية.

٤ – وضح بالرسم تركيب كل من: المكثف الكروي، والمكثف ذي اللوحين المتوازيين.

٥ – لماذا لا تصلح وحدة الفاراد في النواحي العملية لصناعة المكثفات. مدعماً إجابتك بذكر مثال.

٦ – اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس للفقرات الآتية:

أ – مكثف سعته ٥×١٠$^{-٦}$ فاراد، والجهد بين لوحيه ٢٠ فولتاً، فإن مقدار الشحنة المتراكمة على أحد لوحية تساوي: (١٠$^{-٢}$، ١٠$^{-٣}$، ١٠$^{-٤}$، ١٠$^{-٥}$) كولوم، علماً أن الوسط العازل بين لوحيه الهواء.

ب – مكثف ذو لوحين متوازيين متساويين في المساحة. مساحة كل منهما ٠,٥ م^{٢}، والمسافة بينهما ٢×١٠$^{-٤}$ متر، فإن سعة المكثف في الهواء أو الفراغ تساوي (٢٢١٢٥×١٠$^{-١١}$، ٥×١٠$^{-١١}$، ٦×١٠$^{-١١}$ فاراد).

(حلول مسائل الدرس)

● **السؤال رقم (٦):**

(معلومات إضافية للمدرس): الفقرة (أ):

أولاً: ثابت معامل نفاذية الفراغ ($\varepsilon_.$) أبسلون:

Permittivity of Free Space :

$$\varepsilon_. = \frac{١}{٤ \times \pi \times ٩ \times ١٠^{٩}}$$

= ٨,٨٥ × ١٠$^{-١٢}$ فاردا/متر

وعند حساب سعة المكثف سع = $\frac{\varepsilon_. \times \text{س}}{\text{ف}}$

بالنسبة للمكثف ذي اللوحين المتوازيين المتساويين في المساحة.

http://e-learning-moe.edu.ye

أما إذا كان المكثف لوحيه كرويين فإن مساحة الكرة س = ٤ π نق^{٢}

ومن هذه العلاقة؛ فإن: نصف قطر التكور لأحد سطحي المكثف الكروي: نق^{٢} = $\frac{\text{س}}{\text{٤ π}}$

∴ (سع) للمكثف الكروي = $\frac{\text{١}}{\text{ثابت} \times \text{٤ π}} \times \frac{\text{س}}{\text{ف}}$

وهذا الثابت يرمز له بالرمز (k)

∴ (سع) للمكثف الكروي = $\frac{\text{١}}{\text{k ٤ π}} \times \frac{\text{س}}{\text{ف}}$

حيث ثابت معامل نفاذية الفراغ $\varepsilon_{.} = \frac{\text{١}}{\text{k ٤ π}}$

= ٨٫٨٥ × ١٠$^{-١٢}$ فاراد/متر.

أما سعة مكثف ذي اللوحين المتوازيين المستويين = $\frac{\text{١ × س}}{\text{ف × k ٤ π}}$ ؛ حيث (ف) المسافة بين اللوحين، (س) مساحة أحد اللوحين.

وبصفة عامة فإن سعة المكثف، يمكن ايجادها أو حسابها من العلاقة الآتية:

سع = $\varepsilon_{.}\ \delta \times \frac{\text{س}}{\text{ف}}$

حيث الثابت (δ) هو ثابت العازلية للوسط العازل الموضوع بين لوح المكثف سواءاً كان مادة عازلة والتي ذكرت في السابق، أما قيمة الثابت (δ) في الهواء تساوي = ١ وفي حالة الفراغ أيضاً.

(أ) سعة المكثف = $\frac{\text{شـ}}{\text{جـ}}$ ومنها شـ = سع × جـ

= ٥×١٠$^{-٦}$ × ٢٠ = ١٠$^{-٤}$ كولوم

(ب) سع = $\varepsilon_{.}\ \delta \times \frac{\text{س}}{\text{ف}}$ حيث (س) مساحة أحد سطحي اللوحين، وقيمة الثابت للمادة العازلة وهنا في المسألة الهواء قيمته δ = ١ في الهواء أو الفراغ.

∴ سع = $\frac{\text{٨٫٨٥ × ١٠}^{-١٢} \times \text{٠٫٥}}{\text{٢ × ١٠}^{-٤}}$

= $\frac{\text{٤٤٢٥ × ١٠}^{-١٢}}{\text{٢ × ١٠}^{-٤}}$

= ٢٢١٢٥ × ١٠$^{-١١}$ فاراد.

اجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي:

● **جـ ١:**

أ – التوالي، مجموع مقلوبات السعات.

ب – جول / كولوم، فولت.

جـ – السعة الكهربائية، فرق الجهد الكهربائي.

● **جـ ٢:**

أ – (✓) ، ب – (✗) ، جـ (✓) .

د – (✓) ، هـ – (✓)

● **جـ ٣:**

أ – ٠٫٠١٥ نيوتن. ب – خارجاً منها.

جـ – فولت . د – السعة الكهربائية.

● **جـ ٤ : التعليـلات:**

١ – لأن العازل كما نعرف أن الإلكترونات لذراته الخارجية مقيدة بواسطة النواة، وعند وضع المادة العازلة بين لوحي مكثف مشحون فإن ذرات العازل تكتسب شحنات بالتأثير. والجزء من ذرات المادة العازلة المواجهة للوح الذي يحمل شحنات موجبة؛ يجذب نحوه إلكترونات للطبقة المجاورة له، والجزء من المادة العازلة الذي يقابل اللوح السالب يجذب نحوه الأيونات الموجبة؛ ولهذا السبب تتكون طبقات من الشحنات السالبة والموجبة للمادة العازلة بين لوحي المكثف؛ ولهذا تزداد سعة المكثف من الشحنات، ويعمل لهذا السبب بفرق جهد عال، وتزيد من قدرة المكثف.

٢ – لأن المجال الكهربائي تقدر كميته بالقوة الكهروستاتيكية، وهي كمية متجهة، وعليه تعتبر شدة المجال الكهربائي كمية متجهة.

● **جـ ٥:**

شدة المجال الكهربائي: هي القوة المؤثرة على وحدة الشحنة الموجبة.

السعة الكهربائية: هي كمية الكهرباء اللازمة

http://e-learning-moe.edu.ye

لتغيير جهد الموصل بمقدار فولت واحد .

● **جـ ٦ : السعة المكافئة في حالة التوصيل على التوالي :**

$$\frac{١}{سع_ك} = \frac{١}{سع_١} + \frac{١}{سع_٢} + \frac{١}{سع_٣}$$

وبالتعويض بالقيم المعطاة فإن :

$$\frac{١}{سع_ك} = \frac{١}{٤} + \frac{١}{٨} + \frac{١}{١٦} = \frac{١+٢+٤}{١٦} = \frac{٧}{١٦}$$

ومنها السعة الكلية = $\frac{١٦}{٧}$ ميكروفاراد .

السعة الكلية في حالة التوصيل على التوازي :

سع ك = سع ١ + سع ٢ + سع ٣ + ...

∴ السعة الكلية لها = ٤ + ٨ + ١٦

= ٢٨ ميكروفاراد .

● **جـ ٧ :**

∵ ق = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{س_١ س_٢}{ف^٢}$

∴ ق = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{٥ \times ١٠}{(٠,١)^٢}$

∴ القوة المؤثرة بين الشحنتين = ٤٥ × ١٠^٩ × ١٠^٣

∴ ق = ٤٥ × ١٠^١٢ نيوتن .

● **جـ ٨ :**

سع = $\frac{س}{جـ}$ ∴ فرق الجهد (جـ) = $\frac{س}{سع}$

= $\frac{٢٠}{٥ \times ١٠^{-٦}}$ = ٤ × ١٠^٦ فولت

ومنها فرق الجهد (جـ) = ٤٠٠٠٠٠٠ فولت .

● **جـ ٩ :**

مج = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{س}{ف^٢}$ = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{٢٠ \times ١٠^{-٦}}{(٠,٢٥)^٢}$

= ٢٨٨ × ١٠^٤ نيوتن / كولوم .

اتجاهه في اتجاه القوة المؤثرة .

في الشكل الثاني :

مج = ٩ × ١٠^٩ × $\frac{-٥ \times ١٠^{-٦}}{(٠,٢٥)^٢}$ = $\frac{-٤٥ \times ١٠^{-٣}}{٦٢٥ \times ١٠^{-٢}}$

= −٧٢ × ١٠^٤ نيوتن / كولوم .

اتجاهه معاكس لاتجاه القوة المؤثرة .

● **جـ ١٠ :**

ش = جـ × س

ومنها الشغل (ش) = ٢٠ × ٤ × ١٠^−٦

ش = ٨ × ١٠^−٥ جول .

– بعد استبدال الشحنة الأولى بالثانية :

∴ الشغل (ش) = ٤ × ٢٠ = ٨٠ جول .

– المقارنة : قيمة الشغل في الحالة الأولى صغيرة جداً مقارنة بالشغل المبذول في الحالة الثانية؛ لأن الشغل في هذه الحالة بذل بمقدار أكبر لكبر؛ مقدار الشحنة المنقولة، والعكس في الحالة الأولى .

● **جـ ١١ :**

الطاقة المختزنة في المكثف : ط م = $\frac{١}{٢}$ جـ ^٢ × سع

= $\frac{١١٠}{٢}$ × ١١٠ × ٥ × ١٠^−٦

∴ ط م = ٣٠٢,٥ × ١٠^−٦ جول .

● **جـ ١٢ :**

اطلع على الخلفية العلمية الواردة في مقدمة الوحدة .

● **جـ ١٣ :**

انظر إلى دليل التجارب العملية .

http://e-learning-moe.edu.ye

التيـــار الكهـربـائـي
The Electric Current

مقدمة الوحدة

تأتي هذه الوحدة مكملة لبعض المفاهيم المتعلقة بالكهرباء مثل التيار الكهربائي وشدته، وتبين الأسباب التي تجعل التيار الكهربائي يسري خلال الموصلات الكهربائية.

وقد سبق للطالب أن تناول بعض المفاهيم المتعلقة بالدوائر الكهربائية ومصادر التيار المستمر، والمقاومات الكهربائية وطرق توصيلها في الدوائر الكهربائية، بالإضافة إلى الأعمدة الكهربائية التي تناولها الطالب في المرحلة الأساسية، وهنا نعرضها بطريقة ربط هذه المفاهيم في واقع الحياة واكتشاف الغموض عنها للاستفادة منها في حياتهم اليومية وقد دعمت هذه الوحدة بالصور والأشكال التوضيحية وكذلك الأنشطة اللاصفية التي تزيد الدافعية لعملية التعلّم لمادة الفيزياء، واستيعاب المفاهيم الواردة بطرق شيقة وملموسة.

بالإضافة إلى اكتساب ثقافة علمية تفيد الطلاب في حياتهم من خلال تداولهم لبعض الأجهزة الكهربائية وهي كثيرة في البيئة التي يعيشون فيها، بالإضافة إلى التجريب العملي الذي يجعل الطلاب يكتشفون الحقائق العلمية ويفسرونها من ذات أنفسهم كما عمل العلماء السابقون الذين اكتشفوا الظواهر العلمية وفسروها من خلال قيامهم بالتجريب للتحقق من صحتها.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يتعرف على التيار الكهربائي وشدته، مع تحديد اتجاه سريانه في الموصلات المتصلة بالمصدر وفي داخل المصدر نفسه.

٢ – يرسم الدائرة الكهربائية الكاملة ويطبقها في تعيين شدة التيار وفرق الجهد والمقاومة الكهربائية.

٣ – يستنتج بالتجريب العملي قانون أوم وقانون المقاومات الموصلة معاً في دائرة كهربائية بطريقة التوالي، وكذلك الأعمدة الكهربائية.

٤ – يتعرف المقاومات وأنواعها من خلال مشاهدته لبعض اللوحات الإلكترونية لبعض الأجهزة التالفة كالمذياع، والتلفاز، التليفون.. إلخ.

٥ – يحل مسائل حسابية لتعيين المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً في الدوائر الكهربائية بطريقة التوالي والتوازي، وكذلك القوة الدافعة الكهربائية الكلية لتوصيل الأعمدة بطرق مختلفة في الدوائر الكهربائية.

٦ – يكتسب ثقافة علمية يوظفها في حياته اليومية والمستقبلية وفي دراساته اللاحقة.

http://e-learning-moe.edu.ye

خلفيـة علميـة

معـروف أن المادة تتكـون من جـزئيـات وذرات، وأن الذرات هي أصـغـر وحـدة في تركـيـب المادة وتتكـون من نواة تحـوي بروتونات مـوجبـة الشـحنة، ونيـوترونـات مـتـعـادلة لـشـحنة، ويحـيـط بالنواة مـسـتـويات للطاقـة تدور فيـهـا الإلكـترونات وتحـمل شحنة سالبة، وأن الذرة متعادلة كـهـربائياً لأن عـدد الشحنات الموجبة تساوي عدد الشحنات السالبة.

والتيـار الكـهـربائي عبارة عن شحنات كـهـربائية متـحـركة خـلال الموصـلات وتحـرك الشـحنات هي ما يطلق عليه التيار الكـهـربائي. والمصدر الرئيسي لهذه الشحنات هي الذرات.

أما شـدة التيـار الكـهـربائي فهي كـمـية الشـحنات التي تمر في نقطة من موصل في الثانية الواحدة أي:

$$(ت) = \frac{\text{س (كولوم)}}{\text{ز (ثانية)}}$$

وتحرك الشحنات الكـهـربائية سببه قوة محركة لها تسمى القوة الدافعة الكـهـربائية (ق. ء. ك):

Electromotive Force (e. m. f)

وعلى سبيل المثال عند توصـيل بطارية بقطبيـهـا بسلك رفيع من النحاس أو أية مادة موصلة، بعد لحظة عند ملامستك للسلك تشعر بارتفاع درجة حرارة.

■ من أين تولدت هذه الحرارة في السلك؟

● عرفت أن الأجسام عندما تحتك مع بعضـهـا البعض يتولد نتيجة احتكاكها طاقة حرارية، وبالمثل فـإن الشـحنات الكـهـربائيـة عندمـا تمر خـلال الموصل يحـدث احـتـكاك فيـمـا بينـهـا وجزئيات المواد الموصلة التي تمر عبرها، ونتيجة لهذا الاحتكاك بين الشحنات وجزئيات السلك وذراته تتولد حرارة.

لأن الإلكـتـرونات الحـرة في المسـتـوى الخـارجي لـذرات السـلك المتـصـل بقطبي البطارية تـصـطـدم بذرات الموصل وتفـقـد كل أو جزء من طاقة حـركـتـهـا أثناء عـمـلـيـة التـصـادم عـنـد تحـركـهـا في الموصل، وبعـد التصـادم تعـود للحـركـة مـرة أخـرى تحت تأثيـر المجال الكـهـربائي، وتكتـسـب طاقـة حـركـة مـرة أخـرى، ويحـدث التصـادم مرة أخرى وهكذا تستمر العملية طالما وأن المجال الكـهـربائي موجود.

وقـد أثبـتـت التـجـارب العـمـلـيـة أن البطارية الواحـدة تعطي مقـداراً معيناً من الطاقة الحرارية لكل شـحنة أوليـة، وقد أصطلح تسـمـيـة هذا المقـدار من الطاقـة لـكل شـحنة أوليـة بـاسم « **القـوة الدافـعـة الكـهـربائيـة للبطارية** » وتقـاس بوحـدة الفـولت، ويعـرف الفـولت بأنه: « القـوة الدافـعـة الكـهـربائيـة لبطارية تبذل جولاً واحداً لنقل واحد كولوم من أحد قطبيها إلى القطب الآخر ».

● طـرق تـوصـيل المقـاومـات الكـهـربـائيـة :

يتـم توصـيل عـدة مـقـاومـات مـعـاً في الدوائر الكـهـربائية بعدة طرق منها :

١ – طريقة التوصيل على التوالي.

٢ – طريقة التوصيل على التوازي.

أما الأعمدة الكـهـربائية فيتم توصيلها في الدوائر الكـهـربائية بعدة طرق نذكر منها :

١ – طريقة التوصيل على التـوالـي.

٢ – طريقة التوصيل على التـوازي.

٣ – طريقة التوصيل على التضاعف.

● – *الأغـراض من تـوصـيل المقـاومات الكـهـربائية بطـرق مختلـفة* :

الغـرض من توصـيل عـدة مـقـاومـات مـعـاً على التـوالي هو الحـصـول على مـقـاومـة كـبـيـرة من عـدة مـقـاومـات، بيـنـمـا عند تـوصـيلـهـا على التـوازي هو الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات.

أما الغرض من توصيل الأعـمـدة الكـهـربائية على التوالي: هو الحصول على قوة دافعة كـهـربائية كبيرة من عـدة أعـمـدة، والغـرض من توصـيلـهـا على التـوازي هو الحصول على قوة دافعة كـهـربائية صغيرة من عدة أعمدة بحـيث تناسب الأجـهـزة الكـهـربائية والإلكـتـرونيـة في

http://e-learning-moe.edu.ye

تشغيلها، ويمكن لمن يريد المزيد من المعرفة أن يطلع عن قرب لبعض اللوحات الإلكترونية لبعض الأجهزة التالفة مثل المذياع، أو التلفاز أو أي جهاز آخر بحيث يرى بعينيه طرق توصيل المقاومات والأعمدة ... إلخ.

والمقاومات الكهربائية التي يمكن مشاهدتها في اللوحات المذكورة صغيرة جداً لا يمكن أن يكتب عليها قيمة المقاومة التي تدل على كل منها بل يتم وضع خطوط ملونة دائرية عليها وكل خط من الخطوط يدل على قيمة معينة من الأرقام والمحصورة ما بين (الصفر – ١٠)، ومثل هذه الألوان: لون (ذهبي – بني – أحمر – أخضر – أزرق – أصفر ..) وتقرأ قيمها من الجهة اليمنى، أو تبدأ القراءة من اللون الأقرب لطرفها.

المقاومات أنواع عديدة منها الثابتة والتي يتم وضع الألوان عليها على شكل دوائر، ومنها المتغير مثل: الريوستات، ومفاتيح المذياع والتلفاز وغيرها من الأجهزة والتي تستخدم لزيادة شدة الصوت أو خفضه، وذلك لأنها تتحكم بشدة التيار فعند ما يراد زيادة شدة الصوت تزيد من شدة التيار وذلك بتقليل قيمة المقاومة والعكس صحيح، وقد درس هذه العلاقة **أوم** ووضع قانوناً سمي باسمه (م = $\frac{\text{جـ}}{\text{ت}}$).

ومنها: ت = $\frac{\text{جـ}}{\text{م}}$

ومن هذه العلاقة يتحقق ما ذكر عند تطبيق قانون أوم.

خطة توزيع دروس الوحدة

● **مقترح توزيع الدروس والحصص :**

نقترح توزيع دروس هذه الوحدةعلى النحو الآتي:

الموضوع	عدد الحصص المقترحة
– التيار الكهربائي. – الدائرة الكهربائية الكاملة لتعيين القوة الدافعة الكهربائية لمصدر كهربي.	١
– تحديد اتجاه حركة التيار الكهربائي خلال موصل متصل بقطبي مصدر. – استنتاج قانون أوم عملياً.	١
– المقاومة الكهربائية : – مفهومها، طرق توصيلها في الدوائر الكهربائية. ١– طريقة التوالي ٢– طريقة التوازي	١
– تجربة عملية لتعيين المقاومة الداخلية لعمود كهربائي.	١
– تجربة عملية لاستنتاج المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي.	١
– الأعمدة الكهربائية وطرق توصيلها في الدوائر الكهربائية : ١ – التوالي ٢ – التوازي ٣ – التضاعف	٢
● **تقويم الوحدة :**	١
● **إجمالي عدد الحصص :**	٨ حصص

المفاهيم والمبادئ العلمية الواردة في الوحدة

– التيار الكهربائي - The Electical Current

– قانون أوم - Ohm's Law

– المقاومة الكهربائية - The electrical Resistance

– الأعمدة الكهربائية - The electrical Cells

http://e-learning-moe.edu.ye

الأجهزة والمواد اللازمة لتنفيذ الوحدة :

يلزم لتنفيذ هذه الوحدة الأدوات والأجهزة التالية :

١ – أعمدة كهربائية جافة (١,٥ فولت) – بطارية كهربائية، أسلاك توصيل مفاتيح كهربائية، جهاز فولتميتر، جهاز أميتر أو مللي أميتر، لوحة لجهاز، مذياع (راديو) أو تلفاز . . إلخ تالفة فيها مقاومات ومكثفات ومقاومات متغيرة وترانزيستورات لكي يشاهدها الطلاب عن قرب وهي مهمة جداً للطلاب ليدركوا أهميتها في الصناعة الإلكترونية .

٢ – لوحة خشب مصممة لتوصيل الأعمدة الكهربائية بالطرق المذكورة في هذه الوحدة .

٣ – عدة مقاومات كهربائية متساويات في القيم (المقدار) .

٤ – عدة مقاومات مختلفة في قيمها – والمقاومات عليها دوائر ملونة مختلفة الألوان تبين معنى تلك الألوان الدائرية التي على المقاومات .

٥ – جهاز مذياع صغير لتوضيح عمل المقاومة الكهربائية المتغيرة المستخدمة في زيادة أو خفض شدة صوت المذياع، من خلال تحكمها في زيادة شدة التيار أو خفضه المار في دائرته .

خطة تنفيذ تدريس الوحدة

● يجب على المدرس قبل أن يبدأ في تدريس محتوى هذه الوحدة أن يطلع عليها ويستوعب محتواها العلمي قبل البدء في تدريسها بوقت كاف، وأن يلم بالاحتياجات اللازمة من الأدوات والمواد والأجهزة المطلوبة لتنفيذها، ويتعرف على ما هو موجود حتى يستطيع أن يوجد البدائل لها من خامات البيئة المحيطة بالمدرسة، ويكلف بعض الطلاب القادرين والذين يبدون استعدادهم في توفير بعض الأشياء والرخيصة مثل : الأعمدة الجافة، جهاز إلكتروني تالف، أسلاك، قطع خشبية . . إلخ، وهذا لا يتحقق إلا من قبل المدرس الناجح والمحب لعمله ومهنته كمعلم ومربي .

● يجب أن يحاول المدرس الاطلاع على المفاهيم التي درسها الطالب في المرحلة الأساسية بصورة مبسطة وتكررت في هذا الصف بصورة أعمق حتى يتم له ربط المفاهيم الجديدة بالمفاهيم السابقة .

● يجب على المدرس أن يقسم موضوعات هذه الوحدة على شكل دروس ويوزعها بحسب عدد الحصص المقررة لهذه الوحدة، أي يضع خطة تتناسب مع ظروفه وظروف الطلاب والبيئة التي يدرس فيها .

● يقوم المدرس بتحضير الأدوات والأجهزة والمواد واللوحات التوضيحية لتدريس مفاهيم هذه الوحدة، أو البدائل لها حتى يحقق الأهداف التعليمية والتربوية المطلوبة في عملية التعليم والتعلّم .

● بعد قراءته للوحدة يجب أن يحضر المفاهيم العلمية الواردة في الوحدة والمبادئ، حتى يسهل عليه توفير الوسائل المساعدة في عملية التعلم، أو يوفر الوقت للحصول على بدائلها من خامات البيئة، وتقسيم هذه المفاهيم على شكل حصص بحسب الحصص المقترحة وقد تزيد أو تنقص .

● يحاول المدرس بقدر الإمكان أن يحصل على جهاز إلكتروني تالف حتى يتعرف الطلاب عن قرب على بعض مكونات دوائره، وفي هذه الوحدة مطلوب معرفة المقاومات الكهربائية بأنواعها الثابتة والمتغيرة، وكيفية توصيل الأعمدة الكهربائية في هذا الجهاز إذا وجد من البيئة المدرسية عن طريق الطلاب .

● يمكن أيضاً للطلاب التعرف على المقاومات والألوان المختلفة الدائرية المرسومة على تلك المقاومات، ويشاهدون المقاومات المتغيرة والمواد التي تصنع منها، بالإضافة إلى الترانزيستورات . . إلخ، وهذا يتحقق باطِّلاع مدرس المادة وجديته واهتمامه في تنمية مهاراته وقدراته العلمية وتوصيل عملية التعلم بطرق سهلة وميسرة .

http://e-learning-moe.edu.ye

● عند تنفيذ تجربة استنتاج قانون أوم عملياً، واستنتاج قانون توصيل المقاومات الموصلة معاً على التوالي، وكذلك الأعمدة الكهربائية، وتعيين المقاومة الداخلية لعمود كهربائي، يجب إتباع ما يلي:

١ – القيام بإجراء هذه التجارب بصورة منفردة وبمساعدة أمين المختبر إن وجد بوقتٍ كاف من بدء الحصة، للتأكد من نتائج التجربة وصحتها، ويتم بعد ذلك تطبيقها من قبل الطلاب وبمساعدتك، حتى يكون لك تصور صحيح في طريقة التنفيذ ونجاح النتائج المطلوبة.

٢ – إذا لم تتوافر بعض الأجهزة مثل: الفولتيمتر، والأميتر يمكن أن تقوم إدارة المدرسة بشرائهما من محلات بيع الأدوات الكهربائية، وهي متوافرة في معظم مراكز المدن اليمنية.

٣ – أثناء تنفيذ التجارب المتعلقة بالكهرباء التيارية وخاصة استنتاج قانون أوم، وتعيين (م) لعمود كهربائي، يراعى أن تكون قوة المصدر الكهربائي صغيرة وأن لا تبقى الدائرة الكهربائية مغلقة لفترة زمنية حتى، لا ترتفع درجة الحرارة في الأسلاك الموصلة وتكون نتائج التجربة خاطئة، وحتى تكون درجة الحرارة ثابتة، لأن المقاومة تزداد عند ارتفاع درجة الحرارة.

٤ – كلما كانت شدة التيار المار في الدائرة ضعيفة كلما كانت النتائج أفضل وأدق لعدم ارتفاع درجة حرارة الموصل.

٥ – إذ لم يوجد في مختبر المدرسة مقاومات معلومة القيمة فيجب على المدرس بمساعدة أمين المختبر أن يحسب قيم المقاومة المجهولة قبل الشروع بالدرس بوقتٍ كاف، أو يطلب من أمين المختبر أن يقوم بتجهيز مقاومات من خامات البيئة بديلة ويسجل قيمها ويضعها في المختبر لحين استخدامها من قبل المدرسين.

٦ – عند الحصول على لوحة إلكترونية يكلف الطلاب بتنفيذ الأنشطة المرتبطة بالمقاومات، ويوضح للطلاب طرق توصيلها، وكذلك أنواعها وفائدة كل منها في الدائرة الكهربائية.

٧ – إذا تعذر الحصول على لوحة إلكترونية بالإمكان الاستعانة بجهاز مذياع صغير ويتم فتح غلافه أمام الطلاب، وكذلك فتح إحدى المحطات، وزيادة وخفض شدة الصوت باستخدام المقاومة المتغيرة (المفتاح) الذي يتحكم بشدة الصوت، وتشير إلى الطلاب بتطبيق ذلك على الأجهزة المتوافرة في منازلهم، ويطلب من كل طالب كتابة تقرير حول ما عمله.

مقترح نموذج درس

(المقاومة الكهربائية)

● **تمهيد للدرس (مدخل أو مقدمة الدرس):**

١ – يجب أن يطلب المدرس من طلابه فتح الكتاب: الصفحة التي فيها الصورتين تحت عنوان المقاومة الكهربائية،وأن يتأملوا تزحلق الكرات المبينة في الشكل، ويسألهم عن سبب تعرقل تحرك الكرات عند النقطتين (ب، جـ).

٢ – يمكن أن يسألهم عن ظواهر مماثلة تحدث في الواقع مثل السير في مكان مزدحم بالناس، أو أثناء دخولهم الصف بعد الطابور الصباحي، أو المشي على طريق رملية وطريق صلبة . . إلخ.

٣ – يستحسن بل يفضل من المدرس أن يحضر لوحة راديو أو أي جهاز إلكتروني عاطل، أو على الأقل مذياع صغير يعمل على البطارية الجافة، ويقوم بفتحه وسماع صوت أية إذاعة، ثم يقوم برفع شدة الصوت وخفضه، وبعدها يغلق صوت المذياع ويوجه بعض الأسئلة حول هذه الظاهرة مثل:

■ لماذا تزداد شدة الصوت؟ وما سبب انخفاضه عند تحريك مفتاح المذياع؟

http://e-learning-moe.edu.ye

● يتلقى الإجابات المتوقعة من الطلاب حتى يصل إلى الإجابة الصحيحة وهي: المفتاح عبارة عن مقاومة كهربائية تتحكم بشدة التيار فكلما زادت شدته زادت شدة الصوت، وكلما قلت شدة التيار انخفض الصوت أو قلت شدته، لأنه عند كبر قيمة المقاومة تقل شدة التيار، وعندما تقل قيمة المقاومة تزداد شدة التيار ويمكن ربط هذه الحقيقة بقانون أوم.

٤ – يبدأ بعد ذلك بتقديم موضوع الدرس ويكتبه على السبورة، يطرح السؤال المقدم في كتاب الطالب أو أية أسئلة بديلة مناسبة لتحقيق أهداف الدرس.

● لوازم تنفيذ الدرس:

(الوسائل المساعدة في عملية التعليم والتعلّم)

١ – جهاز راديو أو غيره، لوحة إلكترونية لأحد الأجهزة الإلكترونية التالفة.

٢ – مقاومات مختلفة القيم، مقاومة متغيرة.

يمكن للمدرس الحصول عليها من خامات البيئة، أو من أحد محلات إصلاح الأجهزة الإلكترونية، إذا لم تتوافر في مختبر المدرسة.

● أهداف الدرس:

١ – أن يوضح معنى المقاومة الكهربائية.

٢ – أن يذكر العوامل التي تتوقف عليها قيمة مقدار المقاومة الكهربائية.

٣ – أن يكتسب خبرة حسية مباشرة عن المقاومة وأنواعها من خلال مشاهدته للوحة إلكترونية لبعض الأجهزة التالفة.

٤ – أن يذكر طرق توصيل المقاومات في الدوائر الكهربائية موضحاً بالرسم.

٥ – أن يحدد الغرض من توصيل عدة مقاومات معاً على التوالي والتوازي في الدوائر الكهربائية.

٦ – أن يحل تطبيقات رياضية لحساب المقاومة المكافئة لطريقتي توصيلها في الدوائر، وشدة التيار، وفرق الجهد بين أطرافها بحسب نوع الدائرة الكهربائية.

● المفاهيم المراد تحقيق تعلُّمها في هذا الدرس:

١ – المقاومة الكهربائية.

٢ – توصيل المقاومات على التوالي والتوازي.

٣ – تعيين قيمة المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي والتوازي في دائرة كهربائية.

● طريقة تنفيذ الدرس:

١ – يلتزم المدرس بجذب انتباه الطلاب إليه بطرحه الأسئلة المثيرة والمشوقة للدرس والتي ذكرت له في المقدمة.

٢ – يحضر اللوحة المذكورة، أو يكلف الطلاب قبل الشروع في تدريس هذا الموضوع بوقتٍ كاف برسم لوحة مجسمة لمقاومة كهربائية موضحاً عليها الألوان المختلفة المرسومة على المقاومة. وهذا يوضح أكثر بجانب المقاومات التي يشاهدها الطلاب على اللوحة الإلكترونية.

٣ – يربط موضوع المقاومة بالمعلومات السابقة التي درسها الطالب في المرحلة الأساسية.

٤ – يذكر المدرس نوعا المقاومة: الثابتة، المتغيرة، من خلال لوحة الجهاز الإلكتروني، أو المذياع الذي أحضره إلى داخل الصف، ويطلب من الطلاب ذكر مفاتيح مشابهة للمذياع لبعض الأجهزة المستخدمة في المنزل مثل: العصارة، المروحة، المكنسة، ماكينة الخياطة .. إلخ، وهذا يعزز من دافعية التعلم لدى الطلاب وتوظيف معارفهم في حياتهم اليومية.

٥ – يطلب من الطلاب أن يتوصلوا إلى تعريف للمقاومة الكهربائية، ثم يتلقى الإجابات المتوقعة من الطلاب حتى يتوصلوا للإجابة الصحيحة، أو إذا لم يتوصلوا للإجابة الصحيحة يقوم بتدوين الإجابة الصحيحة على السبورة.

٦ – بعد أن يشاهد الطلاب اللوحة الإلكترونية وينظروا إلى شكل المقاومة والألوان المرسومة عليها على شكل دوائر، يستفسر المدرس من طلابه عن سبب وضع تلك الألوان عليها ويقوم بشرحها

http://e-learning-moe.edu.ye

وذكر عملها في المقاومة بعد أن يطلع على الدليل والتي ورد فيه الإجابة على ذلك الاستفسار.

٧ – يقدم بعد ذلك سؤالاً عن كيفية توصيل المقاومات في الدوائر الكهربائية، وإذا توافرت لوحة إلكترونية يسهل على المدرس والطلاب مشاهدة ذلك، وإلا فالرسم هو البديل أو أي شيء آخر يناسب المدرس يمكنه أن يقدمه والمهم هو تحقيق الهدف.

٨ – يكلف بعض الطلاب برسم بعض المقاومات المتصلة معاً في دائرة كهربائية بطريقة التوالي والتوازي، ثم يسألهم عن كيفية ربطها في الحالتين.

٩ – يكتب أمثلة لحساب المقاومة المكافئة بعد تقديم قانون توصيل المقاومة على الطريقتين، واستنتاج القانون في الحالتين.

١٠ – يطلب من الطلاب حل بعض الأمثلة المكتوبة على السبورة بحيث يلاحظ بقية الطلاب خطوات الحل.

١١ – يكتب مثالين من الأسئلة الواردة في نهاية الوحدة أو ما يشابهها، ويكلف الطلاب بحلها في وقت محدد من زمن الحصة، يطلب: المقاومة المكافئة، وآخر يطلب فيه تعيين إما شدة التيار، أو فرق الجهد . . إلخ.

وفي الدرس اللاحق: يقوم بإجراء التجربة والمذكورة في دليل التجارب والأنشطة العملية لاستنتاج قانون المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً في دائرة كهربائية على التوالي.

١٢ – يكلف المدرس الطلاب بالحصول على اللوحة الإلكترونية وأن يكتبوا تقريراً علمياً عن المقاومة وأنواعها، وكيفية قراءة مقدارها من خلال الدوائر الملونة التي عليها، ثم يُلقى في كلمة طابور الصباح، أو يكتب في المجلة العلمية المدرسية، أو أي نشاط آخر يرى المدرس أنه يحقق الهدف التعليمي والتربوي.

١٣ – يكلف الطلاب بتوضيح تأثير المقاومة زيادتها أو خفضها في الإضاءة على مصباح صغير ١,٥ فولت في المنزل.

(أسئلة تقويم الدرس)

١ – عرِّف المقاومة الكهربائية، ثم اذكر العوامل التي تتوقف عليها.

٢ – ما وظيفة المقاومة الكهربائية الموجودة في الأجهزة الإلكترونية التي نتداولها في حياتنا كالمذياع والتليفون،وغيرها.

٣ – كيف يتم معرفة قيمة مقدار المقاومة الكهربائية التي تشاهدها في بعض دوائر الأجهزة الحديثة؟ ولماذا لا يكتب مقدارها بالأرقام كما في حالة المكثفات؟

٤ – عدِّد أنواع المقاومات الكهربائية، ولماذا لا يكتب المقدار على المقاومة المتغيرة كما في حالة المقاومة الثابتة؟

٥ – وضح بالرسم طرق توصيل المقاومات الكهربائية في الدوائر الكهربائية، وما الغرض من هذين التوصيلين؟

٦ – اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس للفقرات التالية:

أ – مقاومتان وصلتا في دائرة كهربائية على التوالي قيمها (٥ ، ١٠) أوم، فإن المقاومة المكافئة لهما تساوي :

(٥ ، ١٠ ، ١٥ ، ٢٠) أوم.

ب – ثلاث مقاومات قيمها (٢ ، ٣، ٦) أوم، وصلت على التوازي في دائرة كهربائية، فإن المقاومة المكافئة لها تساوي:

(٥ ، ٤ ، ٣ ، ١) أوم.

جـ – في الفقرة (أ) السابقة، إذا كان فرق الجهد الكهربائي للمصدر المتصل مع المقاومتين مقداره (٦٠فولت)، فإن شدة التيار المار في الدائرة تساوي:

(٥ ، ٤ ، ٣ ، ٢) أمبير.

د – في الفقرة (ب)، إذا كانت شدة التيار

http://e-learning-moe.edu.ye

الكهربائي المار في الدائرة (٠,٥) أمبير، فإن فرق الجهد المار في الدائرة (بعد إهمال المقاومة الداخلية للمصدر) يساوي : (١,٠ ، ٠,٣ ، ٠,٤ ، ٠,٥) فولت .

● **ملحوظة :**

(الإجابة الصحيحة هي التي تحتها خط) .

إجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي :

● **جـ ١ :**

أ – مجموع المقاومات ، مقلوب مجموعها .

ب – مجموع قوة كل عمود ، قوة عمود واحد .

● **جـ ٢ :**

أ – (✓) ، ب – (✗) ، جـ (✗) ، د – (✓) .

● **جـ ٣ :**

أ) ١ – ق = جـ . ، ب) ٢ – ثابتة .

جـ) ٣ – التوالي . ، د) – (٢١) فولت .

● **جـ ٤ :**

أ – للحصول على قوة دافعة كهربائية كبيرة من عدة أعمدة .

ب – للتحكم في شدة التيار ومن ثم التحكم بشدة الصوت .

● **جـ ٥ : القوة الدافعة الكهربائية :** هي القوة التي تدفع الشحنات الكهربائية لتحركها بين نقطتين في موصل كهربائي .

المقاومة الكهربائية : هي الإعاقة التي تعيق مرور التيار الكهربائي عندما يمر في الموصلات الكهربائية بسبب جزيئاته وذراته .

شدة التيار الكهربائي : هي كمية الكهرباء التي تمر عند نقطة في موصل في الثانية الواحدة .

● **جـ ٦ : الحـــل :**

أولاً : المقاومات المتصلة معاً على التوالي :

م$_{ك}$ = م$_{١}$ + م$_{٢}$ + م$_{٣}$ + . . ، المقاومة المكافئة لها :

= ٣ + ٢ + ٥ + ١٠ = ٢٠ أوم .

ثانياً : المقاومة المكافئة لها عند توصيلها على التوازي :

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}} + \ldots .$$

وبالتعويض بالقيم المعطاة فإن :

$$\frac{١}{م_{ك}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٢} + \frac{١}{٥} + \frac{١}{١٠}$$

$$= \frac{١٠+١٥+٦+٣}{٣٠} = \frac{٣٤}{٣٠}$$

ومنها م$_{ك}$ = $\frac{٣٠}{٣٤}$ أو = ٠,٨٨ أوم .

∴ شدة التيار في الحالة الأولى المار في الدائرة :

ت = $\frac{٢٠}{٢٠}$ = ١ أمبير .

∴ شدة التيار في الحالة الثانية المار في الدائرة :

ت = $\frac{٢٠ \times ٣٤}{٣٠}$ = ٢٢,٧ أمبير .

● **التفسير :**

في الحالة الأولى تكون شدة التيار صغيرة لكبر مقاومة الدائرة أما في الحالة الثانية فتكون شدة التيار كبيرة لأن المقاومة للدائرة صغيرة .

● **جـ ٧ :**

القوة الدافعة المكافئة للأعمدة عندما وصلت على التوالي = مجموع قوة كل عمود

= ٤ × ١,٥ = ٦,٠ فولت ، لأنها متماثلة .

∴ شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة عند توصيل معها مقاومة خارجية :

ت = $\frac{ق}{م_{خ}}$ = $\frac{٦}{١٠٠}$ = ٠,٠٦ أمبير .

∴ شدة التيار المار في الدائرة عندما وصلت معاً على التوازي :

= $\frac{١,٥}{١٠٠}$ = ٠,٠١٥ أمبير .

http://e-learning-moe.edu.ye

جـ٨ : الحـــــل :

عدد الأعمدة في كل صف (س) = ٣ أعمدة

عدد الصفوف (ص) = ١٥ صفاً

م$_{خ}$ = ٠٫٥ أوم

م$_{ء}$ = ٢٫٥ أوم

$$ت = \frac{س \times ص \times ق}{ص \times م_{خ} + س \times م_{ء}} = \frac{٣ \times ١٥ \times ١٫٥}{١٥ \times ٠٫٥ + ٣ \times ٢٫٥}$$

ومنها شدة التيار (ت) = $\frac{٦٧٫٥}{١٥}$ = ٤٫٥ أمبير

● جـ٩ :

أ – استنتاج قانون أوم عملياً، أنظر دليل التجارب العملية .

ب – استنتاج القوة الدافعة الكهربائية لعدة أعمدة متصلة معاً في دائرة كهربائية على التوالي تساوي مجموع قوة كل عمود، (الإجابة أنظر لها في دليل التجارب العملية) .

جـ – استنتاج المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة معاً على التوالي تساوي مجموعها، الإجابة : (ارجع إلى دليل التجارب العملية) أيضاً .

http://e-learning-moe.edu.ye

القيـاسـات الحـراريـة
Heat Measurements

مقدمة الوحدة

سبق للطالب أن درس بعض مواضيع الحرارة في الصفوف الدراسية السابقة، وتعرف من خلال ذلك على بعض المفاهيم، والمصطلحات، والحقائق العلمية المتعلقة بموضوع الحرارة بشكل مبسط تحقيقاً لأهداف تلك المرحلة من التعليم الأساسي، ولكن في هذا الصف توسعت الأهداف قليلاً. وانطلاقاً من ذلك توسعت المفاهيم، والمصطلحات، والمبادئ والحقائق العلمية المرتبطة بموضوع الحرارة، فالطالب سيدرس في هذه الوحدة كمية الحرارة، ودرجة الحرارة، وسيطلع على التمييز بين هذين المفهومين، كذلك سيتعرف على العلاقات الرياضية، التي تربط بينهما، وبين الحرارة النوعية، وبينهما وبين السعة الحرارية، كما سيتمكن الطالب من التفريق بين الحرارة النوعية للمادة، والسعة الحرارية للجسم.

كما تهدف هذه الوحدة إلى تمكين الطالب من تفسير انتقال الحرارة خلال الأوساط المختلفة المادية منها، والفراغ ومن حل بعض المسائل التطبيقية المتعلقة بإيجاد كمية الحرارة التي يفقدها، أو التي يكتسبها الجسم، والحرارة النوعية، والسعة الحرارية للأجسام (للمواد) وعلى سبيل المثال المواد الصلبة، كما سيتعلم الطالب في هذه الوحدة الطرق المتبعة عملياً في إيجاد قيم بعض المفاهيم مثل الحرارة النوعية لمادة جسم صلب (معدني)، ومعامل التوصيل الحراري لساق معدنية.

وقد رأينا أنه من الضروري في بداية هذه الوحدة إعطاء لمحة أو فكرة مبسطة، ومتواضعة عن تصور (النظرية الذرية – الجزيئية لتركيب المادة) لحركة الذرات، والجزيئات المكونة للمادة (الجسم)؛ ليتضح ارتباط زيادة، أو نقصان سرعة حركة الذرات أو الجزيئات، وبالتالي زيادة أو نقصان الطاقة الحركية للذرات، أو الجزيئات بكمية الحرارة التي يكتسبها الجسم، أويفقدها، وأيضاً ارتباط ذلك بدرجة حرارة الجسم.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يعرّف الآتي: كمية الحرارة، درجة الحرارة، الحرارة النوعية، السعة الحرارية، الصفر المطلق، السعر، معامل التوصيل الحراري.

٢ – يميِّز بين كل من: كمية الحرارة، ودرجة الحرارة، الحرارة النوعية، والسعة الحرارية.

٣ – يستنبط العلاقات الرياضية التي تربط بين الكميات الآتية:

- كمية الحرارة التي يكتسبها أويفقدها الجسم، وكتلته، والحرارة النوعية لمادته.
- الحرارة النوعية والسعة الحرارية وكتلة الجسم.
- درجات الحرارة في التدريج المئوي، والتدريج المطلق، والتدريج الفهرنهايتي.

٤ – يقارن بين درجات حرارة انصهار الجليد، ودرجات حرارة غليان الماء في الثلاثة التداريج.

٥ – يفسِّر طرق انتقال الحرارة في الأوساط المختلفة (صلبة، سائلة، غازية، فراغ).

http://e-learning-moe.edu.ye

٦ – يصف تطبيقات، وظواهر كل من : التوصيل بالحمل، والتوصيل بالاشعاع.

٧ – يشتق وحدات قياس الكميات الفيزيائية المختلفة التي لها صلة بموضوع الحرارة من العلاقات الرياضية التي تربط بينها.

٨ – يجري تجارب عملية لتعيين قيم بعض المفاهيم المصطلحات العلمية، مثل: قيم الحرارة النوعية لمادة صلبة (معدنية)، ومعامل التوصيل لساق معدنية.

٩ – يقدِّر الخالق –سبحانه وتعالى – من خلال ما يدرسه في الحرارة وفوائدها في الحياة.

١٠– يقدِّر جهود العلماء المسلمين وغيرهم.

خلفية علمية

ظل الالتباس قائماً بين مفهومي كمية الحرارة (الحرارة Heat ، ودرجة الحرارة Temperature حتى القرن الثامن عشر حين ميِّز العالم جوزيف بلاك (١٧٢٨م–١٧٩٩م) بينهما، فأصبح اليوم معروفاً بدقة وفقاً للنظرية الذرية –الجزيئية لتركيب المادة، ذلك أن درجة حرارة جسم هي مقياس لمتوسط طاقة ذراته أو جزيئاته. أما كمية الحرارة فإنها مقياس لطاقته الإجمالية الداخلية Internal Energy ؛ لهذا السبب لا تخضع درجة الحرارة لكمية مادة الجسم بعكس كمية الحرارة نفسها التي ترتبط بكمية مادة الجسم ارتباطاً وثيقاً، وكلنا يعلم أن الشرارة المتوهجة الصادرة من حجر الرحى لا تتمكن من حرق جلد الإنسان إذا وقعت عليه؛ لأنها لا تحتوي إلا على قدر ضئيل من الكتلة مقابل ذلك يستطيع جبل من الجليد توليد كمية كبيرة من الحرارة، وذلك بسبب كتلته الهائلة.

ولتعيين درجات الحرارة اخترعت الترمومترات المختلفة (السائلة والمعدنية، والغازية) فالترمومترات الزئبقية تعتمد في عملها على أساس التمدد المنتظم للزئبق عند تغير درجة الحرارة في حدود واسعة؛ حيث وجد أن درجة تجمد الزئبق : (–٣٩مْ)، وأن درجة غليانه: (٣٥٧مْ). وبالإضافة إلى هذه الميزة التي يتمتع بها الزئبق، وجد أيضاً مميزات أخرى تجعل الزئبق المادة الترمومترية الأساسية في صناعة الترمومترات الزئبقية، وهذه المميزات هي :

- أنه معدن سائل جيد التوصيل للحرارة.
- يمكن رؤية سطحه من خلال الزجاج بوضوح، لأنه لامع وغير شفاف.
- لا يلصق بجدار الغشاء الحاوي له.

إن تعيين درجات الحرارة باستخدام الترمومترات الزئبقية يتم بواسطة تداريج ثلاثة مختلفة هي :

١ – التدريج المئوي :

Celsius Scale Or Centigrade:

وصفه العالم السويدي سيلسيوس Celsius، وقد اتخذت في هذا التدريج درجة انصهار الجليد كنقطة بداية، واتخذت درجة غليان الماء كنقطة نهاية، الضغط الجوي الاعتيادي (٧٦سم. زئبق) كنقطة نهاية فيه، ثم قسمت المسافة بين هاتين النقطتين إلى مائة قسم، ودعى كل قسم منها بدرجة مئوية Centigrade degree C.° (مْ).

٢ – التدريج المطلق :

Kelvin Scale أو Absolute Scale:

وضعه العالم البريطاني وليم طومسون William Thomson ، والذي سُمي أخيراً باللورد كيلفن Lord Kelvin، وهذا التدريج يستخدم في تقدير أو تعيين درجة الحرارة في الأغراض العلمية (التكنولوجيا)، وهو مبني على النظرية الحركية للمادة ، وقد اتخذت درجة الصفر المطلق كنقطة بداية فيه ، ودرجة (٣٧٣°K) كنقطة نهاية فيه ، وسمي كل قسم من أقسامه بدرجة مطلقة Absolute degree (°K).

http://e-learning-moe.edu.ye

٣ - التدريج الفهرنهايتي Fahrenheit :

وضعه العالم فهرنهايت واتخذت درجة انصهار الجليد (٣٢ F°) كنقطة بداية في هذا التدريج، أو درجة غليان الماء (٢١٢ F°) كنقطة نهاية فيه، وقد قسم هذا التدريج إلى (١٨٠)، وكل قسم يدعى درجة فهرنهايت Fahrenheit degree (F°)، وهناك ترمومتر سائل يستخدم الكحول كمادة ترمومترية هو ثرمومتر النهاية الصغرى .

ومن الترمومترات المعدنية ما يلي :

- **ترمومتر المزدوج المعدني :**

وهو يتكون من صفحتين معدنيتين مختلفتين في معاملات تمددها الطولي مثل : (النحاس الأصفر، والحديد) .

- **الترمومتر البلاتيني :**

مادته الترمومترية هي البلاتين المصنوع منها الملف، والخاصية الفيزيائية هي تغير المقاومة بانتظام مع تغير درجة الحرارة .

ومن الترمومترات الغازية :

- **الترمومتر الغازي (ثابت الحجم) :**

مادته الترمومترية هي غاز ثابت الحجم، والخاصية الفيزيائية هي التغير المنتظم لضغط الغاز مع تغير درجة الحرارة .

عندما نسخن جسم معين، تكتسب ذراته وجزيئاته طاقة حركية ترفع درجة حرارته، ولكن لا تسلك جميع المواد هذا السلوك نفسه، فبعضها ترتفع درجة حرارتها أكثر من البعض الآخر بالرغم من إعطائها كمية الحرارة نفسها، ذلك لأن لكل مادة حرارة نوعية Specific Heat ، خاصة بها والحرارة النوعية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنوع مادة الجسم، بينما السعة الحرارية ترتبط بالجسم ولا ترتبط بنوع مادته، إننا حينما نتحدث عن السعة الحرارية فإننا نتحدث عن السعة الحرارية لكتلة الجسم، وحينما نتحدث عن الحرارة النوعية؛ فإننا نتحدث عن الحرارة النوعية لمادة الجسم .

إن الحرارة النوعية تبيّن لنا كم من الجولات أو السعرات الحرارية التي تزداد فيها الطاقة الداخلية لواحد كيلوجرام من المادة عند تسخينها؛ لترتفع درجة حرارتها درجة واحدة مئوية، ولأن الحرارة النوعية للماء عالية لهذا فمياه البحار والمحيطات عند تسخينها في الصيف، تمتص كمية كبيرة جداً من الحرارة، لذلك لا يكون الجو في الصيف في المناطق الساحلية حاراً بالنسبة للمناطق البعيدة عن الساحل،وفي الشتاء تبرد مياه البحار، والمحيطات لفقدها كمية كبيرة من الحرارة؛ لذلك فالشتاء في المناطق الساحلية يكون معتدلاً .

وبسبب كبر الحرارة النوعية للماء، فإنه يعد من أفضل السوائل استعمالاً للتدفئة المنزلية .

إن الحرارة النوعية للمادة الواحدة لا تعد مقداراً ثابتاً ثبوتاً مطلقاً، فهي تعتمد على درجة حرارة المادة، وعلى حالتها، وكمثال لذلك نجد أن الحرارة النوعية للثلج أقل من الحرارة النوعية للماء .

■ ما الذي يجعل ذرات أو جزيئات الجسم تكتسب طاقة حركة أكبر عند تسخينها؟

● يتضح من أسس النظرية الذرية الجزيئية للمادة أنه توجد مسافات بين هذه الذرات أو الجزيئات المكونة للمادة (الجسم)، كما توجد فيها قوى ترابط، وتكون هذه المسافات وقوى الترابط محددة وثابتة في الظروف الاعتيادية وعند التسخين تزداد الحركة العشوائية للذرات، أو الجزيئات وبالتالي تتباعد عن بعضها البعض ،أي: تزداد المسافات فيما بينها، وتضعف تبعاً لذلك قوى الترابط، وتزداد سرعتها، وبالتالي تزداد طاقتها الحركية .

لقد عرفنا بأنه يمكن للحرارة أن تنتقل خلال الأوساط المختلفة من هذه الأوساط المواد الصلبة المعدنية (الفلزات)، ولكن هل تنتقل في المواد الصلبة بسرعة واحدة؟ .

http://e-learning-moe.edu.ye

بما أن لكل مادة صلبة معامل توصيل حراري خاص بها تختلف قيمته عن المعاملات التوصيلية للمواد الأخرى، فإن درجة، أو سرعة التوصيل، أو سرعة الانتقال لابد أن تختلف من مادة لأخرى، وكذلك تتفاوت مقادير الحرارة المنقولة عبر جزيئات المادة الصلبة من مادة لأخرى، فالفلزات (المعادن) أجود المواد توصيلاً للحرارة، ويعود ذلك إلى معامل التوصيل الحراري وإلى سرعة الحركة التذبذبية للجزيئات وكذلك إلى وجود الإلكترونات الحرة، وأفضل المواد توصيلاً للحرارة بين الفلزات : (المعادن) الفضة، ويليه النحاس، ثم الألومنيوم، والحديد .

والجدير بالذكر أن معامل التوصيل الحراري للفلزات يزداد مع انخفاض درجة الحرارة، وتكبر هذه الزيادة عندما تقترب درجة الحرارة من درجة الصفر المطلق .

يبين الجدول التالي قيم معامل التوصيل الحراري لبعض المواد :

المـــادة	معامل التوصيل الحراري (جول / ث متر .مْ)	المـــادة	معامل التوصيل الحراري (جول / ث متر .مْ)	المـــادة	معامل التوصيل الحراري (جول / ث متر .مْ)
الفضـــة	٤١٨	الحـديـد	٧٢	الخـرسـانة	٠,١
النحاس الأحمر	٣٦٥	الـزجـاج	١	الميكـــا	٠,٠٦
الألـومنيوم	٢٠٩	الطـــوب	٠,٦	نشارة الخشب	٠,٠٧
النحاس الأصفر	١١٠	الخشـــب	٠,١٥	الفليـــن	٠,٠٥
الصفوف الزجاجي	٠,٠٤٦	الصوف الصخري	٠,٠٤٢	الهـــواء	٠,٠٢٤
الصلـــب	٤٦	الـرصـاص	٣٥	الجليـــد	١,٧

كما يوضح الجدول الآتي قيم معامل التوصيل الحراري لبعض المواد عند درجات حرارة مختلفة :

المـــادة	معامل التوصيل الحراري عند درجة ٢٧٣ Kْ .. (صفر مئوي)	عند درجة ١٩٤ Kْ = (-٧٩ مْ)	عند درجة ٢٠ Kْ = (-٢٥٣ مْ)
الفضـــة	٣١٨ جول / ث متر .مْ	٤٣٠	٥١٠٠
النحـــاس	٣٦٥	٤١٩	١٠٥٠٠
الألـومنيوم	٢٠٩	٢٣٨	١١٥٠٠
الحـديـد	٧٢	٩٥	١٥٠٠

http://e-learning-moe.edu.ye

عرفنا من قبل بأن الحرارة تنتقل في الفراغ بالإشعاع دون الحاجة إلى وسط مادي، وعرفنا كذلك أن هذا يتم عن طريق أشعة حرارية Thermal Rays .

فما طبيعة الأشعة الحرارية؟ إن الأشعة الحرارية عبارة عن أشعة غير مرئية تقع في منطقة الطيف غير المرئي من الطيف الشمسي، ومن أمثلة هذه الأشعة ، الأشعة تحت الحمراء Infra red Rays، وهي تصاحب الأشعة الضوئية، وتنتشر في الفراغ في خطوط مستقيمة بسرعة الضوء (٣×١٠٨ م/ث)، ولقد وجدأن طبيعة الأشعة الحرارية هي طبيعة الأشعة الضوئية نفسها، وأنهما تشتركان في كثير من الخواص مثل الانعكاس والانكسار، ولكنهما تختلفان في كون الأشعة الحرارية غير مرئية، وفي قدرتها على النفاذ في الضباب وفي تأثيرها على ألواح فوتوغرافية تختلف عن الألواح التي تتأثر بالأشعة الضوئية، كما أن الأشعة الحرارية يمكن لها أن تصدر من الأجسام الساخنة جداً .

خطة توزيع دروس الوحدة

● **مقترح توزيع الدروس والحصص :**

نقترح توزيع دروس هذه الوحدة على النحو الآتي :

الموضوع	عدد الحصص النظري	عدد الحصص العملي
● تصور النظرية الذرية – الجزيئية لحركة جزيئات المادة . ● ما المقصود بكمية الحرارة Heat ؟ وما علاقتها بدرجة الحرارة؟ ● علاقة كل من كمية الحرارة ودرجة الحرارة بالطاقة الداخلية لجزيئات الجسم .	١	
● تعريف درجة الحرارة لجسم Temperature Definition . ● قياس (تعيين) درجة الحرارة Temperature Determination .	١	
● حساب كمية الحرارة التي يكتسبها أويفقدها الجسم . ● وحدات قياس كمية الحرارة Units of Heat . ● الحرارة النوعية للمادة Specific Heat of Matter . ● السعة الحرارية للجسم Heat Capacity، وعلاقتها بالحرارة النوعية لمادة الجسم .	٢	١
● تفسير انتقال الحرارة بالتوصيل . ● تغير درجة الحرارة على طول ساق معدنية . ● تفسير انتقال الحرارة بتيارات الحمل . ● تفسير انتقال الحرارة بطريقة الإشعاع .	٢	١
● **التقـــويـــم :**	١	
● **إجمـالـي عـدد الحصص للوحـدة (٩ حصص) :**	٧	٢

http://e-learning-moe.edu.ye

المفاهيم والمصطلحات العلمية

طاقة الحركة	- Kinematic Energy
طاقة الوضع	- Potential Energy
الطاقة الداخلية	- Internal Energy
كمية الحرارة	- Quantity of Heat
درجة الحرارة	- Temperature
التدريج المئوي	- Centigrade Scale
التدريج المطلق	- Absolute Scale
التدريج الفهرنهايتي	- Fahrenheit Scale
الصفر المطلق	- Absolute Zero
السعر	- Calorie
المسعِّر	- Calorimetr
الجـــول	- Joule
الحرارة النوعية للمادة	- Specific Heat
السعة الحرارية للجسم	- Heat Capacity
التوصيل الحراري	- Thermal Conduction
تيـــارات الحمـــل	- Convection Current
الاشعاع الحراري	- Thermal Radiation
الاتزان الحراري	- Thermal Equalibrium
منحدر درجة الحرارة	- Temperature Gradient
معامل التوصيل الحراري	- Thermal Conduction Coefficient

١٠٠٠ملليتر = ١٠٠٠جم من الماء = ١كجم

= ١لتر من الماء.

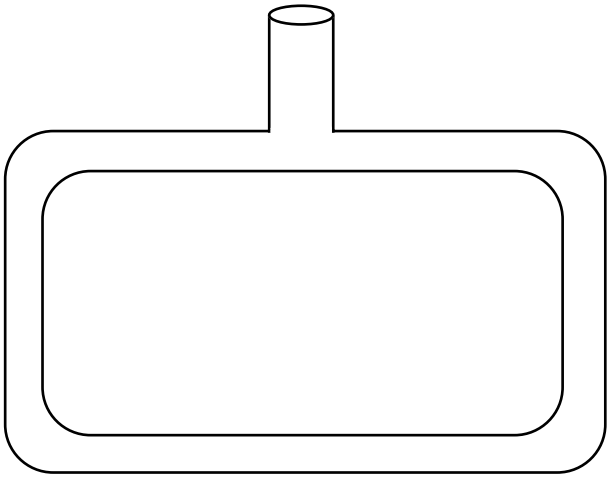
الضغط الجوي المعتاد = ٧٦سم.زئبق.

الأجهزة والمواد اللازمة لتنفيذ الوحدة

تحتاج لتنفيذ هذه الوحدة ما يلي:

- كأسان زجاجيان متماثلان تماماً سعة كل واحدة منهما (١٠٠٠ مللتر).
- لهب بنزن، ماء، خمسة ثرمومترات زئبقية مئوية.
- إناءان معدنيان، أو زجاجيان متماثلان عميقان نوعاً ما سعة كل منهما ٣ لتر تقريباً.
- قطعة ولتكن من الحديد، أو النحاس، أو أي معدن آخر متوافر في البيئة كتلتها (٥٠٠ جم).
- ساعة إيقاف Stop Watch.
- عدد من الحوامل المعدنية المثلثية الشكل توضع فوق لهب بنزن.
- أشباك معدنية لتوزيع اللهب.
- ساق معدنية من أي معدن متوافر في البيئة المحلية طولها بين ٣٠ سم و٤٠ سم.
- لباد كمادة عازلة للحرارة.
- غرفة معدنية لإمرار بخار الماء فيها (يمكن استخدام جالون معدني فارغ، ويُعمل فيه فتحتين علوية وسفلية).
- مصدر لبخار الماء.
- أنبوبة زجاجية على شكل مستطيل توجد بها فتحة في أحد ضلوعها أُنظر الشكل: (١).
- صندوق تجربة تيارات الحمل في الغازات، والمحتوى على فتحتين لدخول، وخروج الدخان.
- قطعة من القطن.
- حوامل أنابيب زجاجية كبيرة.
- أنبوبة زجاجية، أو معدنية، أو مطاطية ملتوية.
- مصباح كهربائي صالح للإضاءة.
- نماذج أو صور، أو رسومات تمثل التدريج المطلق والتدريج المئوي، والتدريج الفهرنهايتي.
- جداول لقيم الحرارة النوعية لبعض المواد وقيم معامل التوصيل الحراري لبعض المواد.

http://e-learning-moe.edu.ye



شكل (١)

خطة تنفيذ تدريس الوحدة

نرى أنه من الضروري قبل البدء بتنفيذ هذه الوحدة أن تقوم بالآتي :

- تُطلع الطلاب على الأهداف التي ينبغي عليهم أن يكتسبوها بعد الانتهاء من دراسة الوحدة .
- تقسيم الوحدة إلى عدة دروس كما هو موضح في بند خطة تنفيذ الوحدة (مقترح توزيع الدروس والحصص) .
- تكليف الطلاب بقراءة الوحدة كاملة، وأن يحضروا، ويجهزوا مطالب الأنشطة الواردة فيها، قبل البدء بتنفيذها بفترة زمنية مناسبة .

وعند البدء بتنفيذ الوحدة درساً درساً – اتبع ما يأتي :

١ – وضح للطلاب المواضيع التي سيدرسونها في الدرس الأول، ثم مهّدْ لهذا الدرس بإعطائهم نبذة مختصرة عن أسس النظرية الذرية –الجزيئية لتركيب المادة، وناقشها معهم مركزاً في ذلك على الحركة العشوائية للجزيئات وقوى الترابط بينها يمكنك أن تطلب منهم العودة إلى هذه الأسس المذكورة في الوحدات السابقة، اسألهم في أثناء النقاش عن الطاقة التي تكتسبها الجزيئات من جراء حركتها، وعن الطاقة التي تمتلكها نتيجة تغير أوضاعها . ناقش إجاباتهم، وتوصل معهم إلى أن جزيئات المادة تمتلك طاقة حركة ناشئة عن حركتها، وأنها تمتلك –أيضاً– طاقة وضع (طاقة كامنة) ناشئة عن تغير أوضاعها، وأن مجموع هاتين الطاقتين : تسمى الطاقة الداخلية لجزيئات المادة، اكتب لهم المعادلة الآتية على السبورة :

طاقة حركة الجزيئات + طاقة وضع الجزيئات (الطاقة الكامنة) = الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم

٢ – وجه للطلاب السؤالين الآتيين :

■ ماذا يقصد بكمية الحرارة؟ وما علاقتها بدرجة حرارة الجسم؟

● استمع إلى إجاباتهم، ولكن قبل مناقشتها معهم، وتثبيت الإجابات الصحيحة، قسمهم إلى عدة مجموعات، واطلب من كل مجموعة اختيار طالب يمثلها ويتكلم باسمها، بعد ذلك وجههم لتنفيذ النشاط : (١)، متبعين التعليمات، والإرشادات الخاصة به .

نبههم إلى أهمية قياس زمن التسخين بدقة تامة تجنباً للخطأ الذي قد ينتج عن عدم قياس هذا الزمن بدقة، وما يترتب عليه من أخطاء في النتائج، كلف كل مجموعة بتسجيل درجتي حرارة كل كأس، واتبع ذلك بالاستفسار الآتي :

■ على الرغم من أن الكأسين أعطيت لهما كمية الحرارة نفسها؛ فإنه يوجد تباين بين درجتي حرارة الكأسين . أيهما درجة حرارته أعلى؟ . . ولماذا؟

● ناقش إجاباتهم دون التأكيد على الإجابات الصحيحة إلا بعد أن تسألهم :

■ ما الذي نعمله لكي ترتفع درجة حرارة الكأس التي تحتوي على (٥٠٠مللتر) من الماء حتى تكون درجة حرارته مساوية لدرجة حرارة الماء في الكأس التي تحتوي على (٣٠٠مللتر) من الماء؟ ما معنى أن الكأس (٥٠٠ مللتر) تحتاج إلى المزيد من كمية الحرارة؟

http://e-learning-moe.edu.ye

● استقبل إجاباتهم، وناقشها حتى تتوصل معهم إلى: أنه بالرغم من إعطاء الكأسين كمية من الحرارة نفسها، إلا أن الكأس (٣٠٠مليلتر) ارتفعت درجة حرارته أكثر (أعلى) من درجة حرارة الكأس (٥٠٠مللتر)، وهذا يعني أن كمية الحرارة رفعت درجة حرارة الكأس الأقل في الكتلة أعلى من رفعها درجة حرارة الكأس الأكثر (الأكبر) في الكتلة. أي: أن كمية الحرارة التي تعطى للجسم (والتي تسبب ارتفاعاً في درجة حرارته) ترتبط بكتلة الجسم، كذلك كمية الحرارة التي تؤخذ من الجسم (والتي تسبب في انخفاض درجة حرارته) ترتبط بكتلة الجسم، فإذا كانت كتلة الجسم صغيرة، فإن درجة حرارته ترتفع أكثر مما لو كانت كتلته كبيرة، ولكي نجعل درجة حرارة الجسم ذي الكتلة الكبيرة ترتفع؛ لتتساوى مع درجة حرارة الجسم ذي الكتلة الصغيرة فلابد من إعطاء الجسم ذي الكتلة الكبيرة كمية زائدة من الحرارة (أي زيادة زمن تسخينه).

يتضح من هذا أن كمية الحرارة التي تعطى للجسم أوتؤخذ منه مرتبطة بدرجة حرارته، أو من ناحية أخرى: أن درجة حرارة الجسم مرتبطة بكمية الحرارة التي تعطى للجسم، أو تؤخذ منه. ولكي يتضح هذا الموضوع للطلاب اشرح لهم المثال الآتي:

افترضوا أن لديكم وعاء يحتوي على ٢٠ لتر ماء (أي ٢٠ كجم ماء)، حيث اللتر الواحد من الماء يساوي واحد كيلوجرام من الماء، وأنكم أخذتم منه واحد لتر في وعاء صغير، فإذا قستم درجة حرارة اللتر الماء، وقستم درجة حرارة الكمية المتبقية من الماء في الوعاء الكبير ومقدارها ١٩ لتراً، فإنكم ستجدونها متساويتين، بالرغم من أن كمية الحرارة للكمية ١٩ لتراً من الماء أكبر من كمية حرارة اللتر الواحد من الماء، لأن كتلة ١٩ لتراً من الماء أكبر من كتلة (اللتر الواحد منه)، و أضف إلى ذلك أنه إذا بردنا اللتر الواحد من الماء وبردنا ١٩ لتر منه، فسنجد أن تبريد اللتر الواحد من الماء يستغرق زمن أقل من الزمن الذي يستغرقه تبريد ١٩ لتر من الماء؛ حيث إن كمية الحرارة الذي سيفقدها اللتر الواحد من الماء (أي التي تؤخذ منه)، أقل من كمية الحرارة التي سيفقدها ١٩ لتراً من الماء.

٣ – وجّه للطلاب السؤال الرئيسي الآتي:

■ ما علاقة كل من كمية الحرارة التي تُعطى أو التي تُؤخذ من الجسم، ودرجة حرارته بالطاقة الداخلية لجزيئاته؟

في أثناء توجيهك لهذا السؤال، اكتب على السبورة العلاقة الآتية، واطلب من الطلاب توقيف النظر إليها:

طاقة حركة جزيئات الجسم + طاقة وضع جزيئات الجسم = الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم

ثم اتبعها بالأسئلة الآتية:

■ ماذا يحدث لمقدار الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم عندما تزداد طاقة حركة جزيئاته؟ هل تزيد، أم تقل؟

■ وماذا يحدث لمقدار الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم عندما تقل طاقة حركة جزيئاته؟ هل تزيد أم تقل؟

■ إذا أعطي الجسم كمية من الحرارة هل تزيد طاقة حركة جزيئاته أم تقل؟

■ وإذا أخذ من الجسم كمية من الحرارة، هل تزيد طاقة حركة جزيئاته أم تقل؟

أعطِ وصفاً للعلاقة بين كمية الحرارة المعطاة للجسم، أو المأخوذة منه، والطاقة الداخلية لجزيئاته.. أعطِ كذلك وصفاً للعلاقة بين درجة حرارة الجسم والطاقة الداخلية لجزيئاته.

● استمع إلى إجابات الطلاب، وناقشها، دون أن تعطي الإجابات الصحيحة أو تؤكد عليها إلا بعد أن تكلفهم كمجموعات لتنفيذ النشاط (٢)، متبعين في ذلك تعليمات تنفيذ هذا النشاط، اجعل الطلاب يعبرون بأسلوبهم الخاص عما توصلوا إليه. استمع إلى ما توصلوا إليه من استنتاجات، (إذا وجدت لديهم صعوبة في التعبير، تدخل، وساعدهم) ومن ثم توصل معهم إلى الآتي:

http://e-learning-moe.edu.ye

● عند تسخين إناءين يحتوي كل منهما على كمية الماء كتلتها: (٥٠٠جم) بحيث تصل درجة حرارة أحدهما إلى (١٠٠مْ)، وتصل درجة حرارة الآخر إلى (٥٠مْ) فإن الإناء الذي يكتسب كمية أكثر من الحرارة وهو الإناء الذي وصلت درجة حرارته إلى (١٠٠مْ)، وبالتالي تكون حركة جزيئاته أعلى من الآخر وتبعاً لذلك تزداد الطاقة الداخلية لجزيئاته، أي: أنه عندما يكتسب الجسم كمية من الحرارة تزداد طاقة حركة جزيئاته، وبالتالي تزداد الطاقة الداخلية لجزيئاته ويصاحب هذا التغيير ارتفاع في درجة حرارة الجسم، ويحدث العكس –تماماً – في حالة فقدان الجسم كمية من الحرارة.

مما سبق يتضح أن كمية الحرارة هي مقياس للطاقة الداخلية لجزيئات الجسم، وأن درجة الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم.

٤ – اعمل تقويماً لهذا الدرس، وذلك بتوجيه عدد من الأسئلة الشفهية (الشفوية) من واقع المواضيع المتعلقة بهذا الدرس، كذلك كلِّف الطلاب بحل أو بالإجابة عن أسئلة تكتبها لهم كنشاط منزلي، وهكذا بعد كل درس تنتهي من تدريسه.

٥ – عند الانتقال لتدريس الدرس الثاني، وضح للطلاب المواضيع التي سيدرسونها في هذا الدرس، ثم مهِّد للدرس بأن توجه إليهم ما يأتي:

عرفتم مما سبق أنه عندما يكتسب جسم كمية من الحرارة، تزداد حركة جزيئاته، ويصاحب هذا ارتفاع في درجة حرارة الجسم، ويحدث العكس عندما يفقد الجسم كمية من الحرارة، وبأن درجة حرارة الجسم هي مقياس لمتوسط الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم.

■ فهل يوجد تعريف آخر لدرجة حرارة الجسم؟ ماذا يحدث إذا جعلنا جسم درجة حرارته عالية يلامس جسماً آخر درجة حرارته منخفضة، أي من الجسمين تنتقل الحرارة منه إلى الآخر؟

● استمع إلى ردودهم، وفي هذه الأثناء اعرض عليهم، أو ارسم على السبورة الشكل: (٢) الذي يوضح انتقال الحرارة من جسم إلى آخر، ثم أسألهم الأسئلة المتصلة بهذا الشكل، ناقش إجاباتهم واجعلهم من خلال ذلك أن يتوصلوا إلى أن درجة حرارة الجسم الذي انتقلت منه الحرارة، تكون أعلى من درجة حرارة الجسم الذي انتقلت إليه، أو بمعنى آخر أن الحرارة تنتقل من الأجسام ذات درجة الحرارة العالية، إلى الأجسام ذات درجة الحرارة المنخفضة عند اتصال، أو تلامس هذه الأجسام مع بعضها البعض.

من هذا يمكن تعريف درجة حرارة الجسم بأنها:

« **حالة الجسم الحرارية التي تسبب سريان الحرارة منه، أو إليه عند اتصاله، أو تلامسه بجسم آخر** ».

ويمكنك تعزيز هذه الحقيقة بتكليف الطلاب تنفيذ نشاط إضافي، وذلك بأخذ إناءين معدنيين، أو صفيحتين معدنيتين من الحديد، أومن الألومنيوم مثلاً. وتسخين إحداهما إلى درجة حرارة عالية نسبياً، وتقريبها من الصفيحة الباردة حتى تتصل بها، أو تلامسها، فسيجدون بعد فترة زمنية مناسبة أن الصفيحة الباردة قد سخنت، وهذا دليل على أن كمية من الحرارة انتقلت من الصفيحة الساخنة (التي درجة حرارتها عالية) إلى الصفيحة الباردة (التي درجة حرارتها منخفضة)، وهذا يؤكد التعريف السابق.

٦ – عند تدريس موضوع تعيين درجة الحرارة، اتبع الآتي:

في حالة وجود ثرمومترات في معمل المدرسة خذها واعرضها على الطلاب، ووجه إليهم الأسئلة الآتية:

■ ما هذه الأدوات ؟ وفيم تستخدم؟

■ ماذا يستخدم الطبيب لقياس، أو لتعيين درجة حرارة المريض؟

اجعلهم يميّزون الفروق بين هذه الترمومترات، وأن يتعرفوا على تداريج هذه الثرمومترات.

● ناقش إجاباتهم، ثم اشرح لهم كيف تستخدم في تعيين درجات حرارة انصهار الجليد ودرجة غليان الماء في التداريج الثلاثة.

في حالة عدم وجود ثرمومترات عليك عرض صور، أو رسومات توضيحية مكبرة للأشكال: (٤)،(٥) التي توضح التداريج الثلاثة (التدريج

http://e-learning-moe.edu.ye

...وي، والتدريج المطلق، والتدريج الفهرنهايتي)، ومن خلال هذه الرسومات دع الطلاب يحددون درجة انصهار الجليد، ودرجة غليان الماء في التداريج الثلاثة. اجعلهم كذلك يتعرفون على وحدات قياس درجة الحرارة في هذه التداريج، وأن يستنتجوا بأن الدرجة الواحدة المطلقة تساوي الدرجة الواحدة المئوية.

■ اطلب منهم تحديد درجة الصفر المطلق، وماذا يقصد بها؟ دع الطلاب يبينون ما إذا كانت هذه الدرجة (درجة الصفر المطلق) درجة عالية جداً أم أنها درجة منخفضة جداً.

● بعد مناقشتك معهم لإجاباتهم، توصلوا جميعاً إلى أن درجة الحرارة المطلقة تتناسب طردياً مع متوسط الطاقة الحركية لجزيئات المادة، وهي درجة منخفضة جداً تساوي (-٢٧٣°م)، عندها تبرد جزئيات المادة فتفقد جزءاً كبيراً من طاقتها وبالتالي تقل سرعتها وحركتها.

٧ – اطلب إلى الطلاب أن يذكروا العلاقات الرياضية التي تربط بين درجات الحرارة في التداريج الثلاثة، ومن ثم يستنتجون هذه العلاقات من العلاقة العامة الآتية:

$$\frac{C^\circ\,(°م)}{١٠٠} = \frac{F^\circ - ٣٢}{١٨٠} = \frac{K^\circ - ٢٧٣}{١٠٠}$$

وتكون الاستنتاجات على النحو الآتي:

من المعادلة السابقة العامة نجد أن :

$$\frac{C^\circ\,(°م)}{١٠٠} = \frac{K^\circ - ٢٧٣}{١٠٠} \quad \ldots\ldots (١)$$

وبضرب طرفي هذه المعادلة (١) بالعدد (١٠٠) نجد أن:

$$C^\circ\,(°م) = K^\circ - ٢٧٣ \quad ، \text{ومنها :}$$

$$K^\circ = C^\circ\,(°م) + ٢٧٣ \quad \ldots\ldots (٢)$$

كذلك : $\frac{C^\circ\,(°م)}{١٠٠} = \frac{F^\circ - ٢٣}{١٨٠}$ ..... (٣)

وبضرب طرفي المعادلة (٣) × (١٠٠) نجد أن:

$$C^\circ\,(°م) = \frac{(F^\circ - ٢٣) \times ١٠٠}{١٨٠} \quad ، \text{ومنها نجد أن :}$$

أي أن : $C^\circ\,(°م) = \frac{٥\,(F^\circ - ٣٢)}{٩}$

$$C^\circ\,(°م) = \frac{٥}{٩}(F^\circ - ٣٢) \quad \ldots\ldots (٤)$$

كما نجد من المعادلة العامة أن :

$$\frac{F^\circ - ٣٢}{١٨٠} = \frac{K^\circ - ٢٧٣}{١٠٠} \quad \ldots\ldots (٥)$$

وبضرب طرفي هذه المعادلة (٥) بالعدد (١٨٠) نجد أن :

$$F^\circ - ٣٢ = \frac{١٨٠}{١٠٠}(K^\circ - ٢٧٣) \quad ، \text{ومنها نجد أن :}$$

$$F^\circ = \frac{١٨٠}{١٠٠}(K^\circ - ٢٧٣) + ٣٢ \quad \ldots\ldots (٦)$$

وحيث إن : $C^\circ\,(°م) = K^\circ - ٢٧٣$

وبالتعويض عن ($K^\circ - ٢٧٣$) في المعادلة (٦) بـ($C^\circ\,(°م)$) ينتج أن :

$$F^\circ = \frac{١٨٠}{١٠٠} C^\circ\,(°م) + ٣٢ \quad ، \text{ومنها :}$$

$$F^\circ = \frac{٩}{٥} C^\circ\,(°م) + ٣٢ \quad \ldots\ldots (٧)$$

بعد ذلك حل –بمشاركة – الطلاب الأمثلة التي تلي هذا الموضوع، وبإمكانك إضافة أمثلة أخرى تراها مناسبة، وحلها بالاشتراك مع الطلاب.

٨ – اذكر للطلاب في بداية الدرس الثالث المواضيع التي سيدرسونها في هذا الدرس، ثم مهد له بإعطاء فكرة مختصرة عن علاقة كمية الحرارة التي تُعطى للجسم، أو التي تؤخذ منه بالتغيّر في درجة حرارة الجسم، –وأيضاً– عن علاقة كمية الحرارة التي تُعطى للجسم، أو تؤخذ منه بكتلة الجسم،ثم تطرق إلى الموضوع الأول في الدرس وذلك بأن تسأل الطلاب السؤال الآتي :

■ ما علاقة كمية الحرارة التي تُعطى للجسم، أو التي تؤخذ منه بنوع مادة الجسم؟

● استمع إلى إجاباتهم، وتوقعاتهم، وآرائهم، وناقشها معهم ولكن دون التأكيد على الإجابات الصحيحة إلا بعد أن تكلفهم بتنفيذ النشاط: (٣). نبه الطلاب في هذا النشاط إلى الاهتمام بزمن

http://e-learning-moe.edu.ye

التسخين للإناءين بأن يكون واحداً (أي زمن التسخين هو نفسه للإناءين)، وبالتالي تحديد أي من محتويات الإناءين تسخن أسرع، وأي منها تبرد أسرع وذلك من خلال قراءات الترمومترين، اطلب منهم كذلك تعليل سرعة سخونة الإناء الذي يحتوي على قطعة الحديد، أي سرعة ارتفاع درجة حرارة محتوياته، أكبر من سرعة ارتفاع درجة حرارة محتويات الإناء الذي يحتوي على الماء فقط.

■ هل لوجود قطعة الحديد في الإناء الثاني دور في الإسراع في ارتفاع درجة حرارة محتوياته؟ وهل لوجودها دور في الإسراع في انخفاض درجة حرارة محتويات الإناء الثاني؟

● اجعل الطلاب يعللون ذلك بأسلوبهم الخاص وأن يعبروا عما استنتجوه من هذا النشاط. ناقش تعليلاتهم واستنتاجهم وإجاباتهم، وتوصل معهم إلى أنه يلاحظ في هذا النشاط ما يلي:

● أن كمية المادة التي يحتويها أحد الإناءين (وليكن الإناء الأول) (١٠٠٠جم) تساوي كمية المادة التي يحتويها الإناء الآخر، (وليكن الإناء الثاني) (١٠٠٠جم).

● أن الإناء الأول، يحتوي على (١٠٠٠جم) ماء فقط، بينما الإناء الثاني، يحتوي على (٥٠٠جم) ماء و(٥٠٠جم) حديد، (أي أن نوعي مادتي محتويات الإناءين مختلفين).

● كمية الحرارة التي اكتسبتها محتويات الإناء الأول تساوي كمية الحرارة التي اكتسبتها محتويات الإناء الثاني.

● بالرغم من اكتساب محتويات الإناءين كميتين متساويتين من الحرارة، إلا أن محتويات الإناء الثاني الذي يحتوي على الماء والحديد، تسخن أسرع من محتويات الأول الذي يحتوي –فقط– على الماء، (أي أن درجة حرارة محتويات الإناء الثاني أعلى من درجة حرارة محتويات الإناء الأول)، ولكي تتساوى درجتا حرارة محتويات الإناءين، يلزم تسخين محتويات الإناء الأول فترة زمنية أطول، أي يلزم إكسابها كمية حرارة أكبر.

● كما يلاحظ أن محتويات الإناء الثاني (ماء + حديد) تبرد أسرع من محتويات الإناء الأول (ماء فقط).

يستنتج من هذا النشاط أن كمية الحرارة التي تُعطى للجسم بالتسخين، أو كمية الحرارة التي تؤخذ منه بالتبريد تتوقف على نوع مادة الجسم المصنوع منها، وقد وجد من خلال الدراسات، والبحوث، والتجارب أن لكل جسم خاصية حرارية ترتبط بنوع مادته، تسمى الحرارة النوعية لمادة الجسم Specific Heat of Matter.

٩ – اكتب على السبورة الاستفسار الآتي:

■ ما هي وحدات قياس كمية الحرارة؟ ثم اذكر للطلاب ما درسوه في السنوات السابقة بهذا الخصوص، وذلك بتوجيه أسئلة تمهيدية إليهم، يتبينون من خلال إجاباتهم عن هذه الأسئلة بأن الحرارة نوع من أنواع الطاقة، ثم أسألهم: ما الوحدات التي تستخدمها لتمييز (أو لقياس) الطاقة؟ وبما أن كمية الحرارة (الحرارة Heat) هي طاقة، فما وحدات قياسها؟

● استمع إلى إجاباتهم، وردودهم، وناقشها وأكد على الإجابات الصحيحة، وهي أن وحدات قياس الطاقة هي: الجول Joule، والإرج Erg والسعر Calorie، وبما أن كمية الحرارة أو الحرارة نوع من أنواع الطاقة، فإن وحدات قياسها هي الجول والإرج والسعر، وعليك بعد ذلك أن تتوصل معهم إلى تعريف السعر، وتبين لهم أن هناك وحدات أكبر من الجول، وهي الكيلو جول، الذي يساوي ١٠٠٠جول، ووحدات أكبر من السعر، وهي الكيلو سعر، الذي يساوي ١٠٠٠سعر، ثم بيّن لهم العلاقة بين كل من الجول والإرج وبين كل من السعر والجول وهي:

الجول = $١٠^{٧}$ إرج

$1\ Joule = 10^{7}\ Erg$

http://e-learning-moe.edu.ye

والسعر = ٤,١٨ جول، ويساوي بالتقريب ٤,٢ جول والكيلوسعر = ٤,٢ كيلوجول بالتقريب

1 Calorie = 4.18 Joule ≃4.2 Joule

كلف الطلاب بحل مسائل عديدة كتطبيقات؛ لتحويل وحدات إلى وحدات أخرى مثلاً:

■ حول ١٠ سعر إلى جول.

● ويكون الحل:

∵ ١ سعر = ٤,٢ جول.

∴ ١٠ سعر = س جول.

∴ س = ١٠ × ٤,٢ جول = ٤٢ جول.

∴ ١٠ سعر = ٤٢ جول.

■ حول ٨٤ جول إلى سعر.

● الحـــل:

∵ ١ سعر = ٤,٢ جول.

∴ س سعر = ٨٤ جول.

∴ س = $\frac{٨٤}{٤,٢}$ = $\frac{٨٤٠}{٤٢}$ = ٢٠ سعراً

أي أن: ٨٤ جول = ٢٠ سعراً ، وهكذا ...

١٠- الفت انتباه الطلاب بما قلته في الفقرة السابقة، بأن كمية الحرارة التي تُعطَى للجسم أو تُؤخذ منه؛ تتوقف على نوع مادة الجسم،وأن هذا يرتبط بخاصية حرارية تُسمى الحرارة النوعية لمادة الجسم، ثم اسألهم:

■ ماذا يقصد بالحرارة النوعية لمادة الجسم؟

● استمع إلى إجاباتهم، وفي هذه الأثناء اعرض عليهم الجدول الذي يبين قيم الحرارة النوعية لبعض المواد، وأخبرهم بأن هذا الجدول يوضح مقدرا كمية الحرارة (بالجول) التي يحتاجها الواحد كيلو جرام من المادة؛ لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية أو (بالسعر) التي يحتاجها الواحد جرام من المادة لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، كذلك يبين وحدات قياس الحرارة النوعية.

■ كلف أحد الطلاب أن يقرأ هذا الجدول، أو إقرأه أنت، بعد ذلك اسألهم الأسئلة المتعلقة بهذا الجدول والموجودة في كتاب الطالب، ناقش إجاباتهم.

● عزّز الإجابات الصحيحة وثبتها وهي:

أن المادة التي يحتاج الواحد كيلوجرام منها إلى كمية حرارة أكبر لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية هي الماء. وأن مقدار الحرارة إلي يحتاجها الواحد كيلوجرام من الرصاص لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية هي ١٣٠ جول. وأن الحرارة النوعية للمادة تعرف بأنها «كمية الحرارة اللازمة لتسخين واحد كيلوجرام من المادة لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية».

اضرب لهم مثلاً من واقع هذا الجدول، ولتختار الألومنيوم، فمن الجدول يتضح أن الحرارة النوعية للألومنيوم هي (٩٢٤ جول/كجم.مْ) أو (٠,٢٢ سعر/جم.مْ)، وهذا يعني أنه لكي تسخن واحد كيلو جرام من الألومنيوم لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، فإنه يلزم كمية الحرارة مقدارها (٩٢٤ جول)، ويعني كذلك أنه لكي نسخن واحد جرام من الألومنيوم لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، فإنه يلزم كمية من الحرارة مقدارها (٠,٢٢ سعر)، اطلب منهم إعطاء تعريف للحرارة النوعية بدلالة وحدة السعر: ويكون على النحو الآتي:

تعرف الحرارة النوعية أيضاً بأنها: كمية الحرارة اللازمة لتسخين واحد جرام من المادة لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية.

بيّن للطلاب العلاقة الرياضية التي تستخدم لحساب كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم عند تسخينه، أو التي يفقدها الجسم عند تبريده، وهي:

$$حر = ك \times ح_{ن} \times \Delta T$$

حيث (حر) كمية الحرارة التي يكتسبها، أو يفقدها الجسم، (ك) كتلة الجسم، و($ح_{ن}$) الحرارة النوعية لمادة الجسم، و (ΔT) التغير في درجة الحرارة (أو الفرق في درجة الحرارة).

ويمكن للعلاقة هذه أن تتخذ الصور الآتية:

$$ح_{ن} = \frac{حر}{ك \times \Delta T}$$

أو $\Delta T = \frac{حر}{ك \times ح_{ن}}$ أو $ك = \frac{حر}{ح_{ن} \times \Delta T}$

http://e-learning-moe.edu.ye

١١- عند حل الأمثلة التي تلي موضوع الحرارة النوعية، إشـــرك الطلاب في الحل، على أن يكون الحل متسلسلاً خطوة بخطوة موضحاً في أثناء ذلك ما الذي تعمله، وحاول ربط خطوات الحل بعضها ببعض مبيناً كيفية اشتقاق وحدات قياس الكميات الناتجة من وحدات الكميات المستخدمة في العلاقة الرياضية، أو في المعادلة الرياضية التي استخدمت في حل المثال. كما يجب عليك توضيح كيفية إيجاد الفرق في درجات الحرارة في حالة اكتساب الجسم كمية من الحرارة (أي في حالة تسخينه)، وفي حالة فقدانه لكمية من الحرارة (أي في حالة تبريده).

■ **ملحـــوظـة:**

● يوجد في دليل التجارب والأنشطة تجربة عملية لتعيين الحرارة النوعية لمادة معدنية صلبة، ولتكن من الحديد، أو الألومنيوم، أو مما هو متوافر في معمل المدرسة، أو البيئة المحلية، كلف (تحت إشرافك) الطلاب بأن ينفذوها في المعمل، بعد الدراسة النظرية للحرارة النوعية.

● عند حل المثال الثاني أعط الطلاب تعريفاً مختصراً للمسعر الحراري Calorimeter. يمكنك بهذا الخصوص الرجوع إلى دليل التجارب التجربة الأولى؛ حيث يوجد التعريف بالمسعر الحراري.

١٢- في بداية تدريسك لموضوع السعة الحرارية وعلاقتها بالحرارة النوعية، مهد له بتوجيه الأسئلة الآتية:

■ ماذا تسمى كمية الحرارة اللازمة لتسخين واحد كيلوجرام من المادة؛ لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية؟ ماذا تسمى كمية الحرارة اللازمة لتسخين كتلة الجسم كلها لترتفع درجة حرارة الجسم بكاملة درجة واحدة مئوية؟ ما العلاقة بين هاتين الكميتين أو الخاصيتين؟

● استمع إلى ما سيقولونه، وعندئذ اعرض عليهم جدولاً يبيّن قيم السعات الحرارية لبعض الكتل المختلفة (أو الأجسام) المصنوعة من مادة النحاس كالذي يبدو أمامك.

كتلة الجسم (ك) كجم	الحرارة النوعية للنحاس جول/كجم.مْ	ك × حـن	السعة الحرارية جول/مْ
١ كجم	٣٩٩	٣٩٩ × ١	٣٩٩
٢ كجم	٣٩٩	٣٩٩ × ٢	٧٩٨
٣ كجم	٣٩٩	٣٩٩ × ٣	١١٩٧
٤ كجم	٣٩٩	٣٩٩ × ٤	١٥٩٦
٥ كجم	٣٩٩	٣٩٩ × ٥	١٩٩٥

دع الطلاب يمعنون النظر في الجدول، ويتعرفون على الكميات التي يحتويها، ثم وجه إليهم الأسئلة الآتية:

■ كم قيمة السعة الحرارية لجسم من النحاس كتلته واحد كيلوجرام؟

■ كم قيمة السعة الحرارية لجسم من النحاس كتلته ٢ كيلوجرام؟.. وهكذا حتى تصل إلى الجسم الذي كتلته (٥ كجم).

■ كيف يمكن حساب السعة الحرارية لجسم معين بدلالة كتلته، وحرارته النوعية؟

■ ما العلاقة الرياضية التي تربط بين السعة الحرارية لكتلة الجسم، والحرارة النوعية لمادته؟

■ متى تتساوى السعة الحرارية لكتلة الجسم والحرارة النوعية لمادته؟

■ هات تعريفاً للسعة الحرارية، كتلة الجسم مستعيناً بالجدول.

■ استخرج من الجدول وحدة قياس السعة الحرارية.

● استمع إلى إجابات الطلاب، وافتح حواراً ونقاشاً تتوصلون - جميعاً- من خلاله إلى الآتي:

إن قيمة السعة الحرارية لجسم من النحاس كتلته (واحد كيلو جرام) تساوي ٣٩٩جول/مْ، وقيمة السعة الحرارية لجسم من النحاس كتلته (٢كجم) تساوي ٧٩٨ جول/مْ، وهكذا حتى تصل إلى أن

http://e-learning-moe.edu.ye

قيمة السعة الحرارية لجسم من النحاس كتلته (٥ كجم) تساوي ١٩٩٥ جول / مْ .

يمكن حساب السعة الحرارية للجسم وذلك بضرب كتلة الجسم (ك) في الحرارة النوعية لمادة الجسم (حن)، أي أن :

سعح = ك × حن ..... (١)

وهذه هي العلاقة التي تربط بين كتلة الجسم والحرارة النوعية لمادته .

وتتساوى السعة الحرارية لكتلة الجسم مع الحرارة النوعية لمادته عندما تكون كتلة الجسم واحد كيلوجرام أو واحد جم، ويتضح من الجدول أن السعة الحرارية للجسم تعرف بأنها : « **كمية الحرارة اللازمة لتسخين الجسم بكاملة لترتفع درجة حرارته درجة واحد مئوية** »، أي أن :

$$\text{سعح} = \frac{\text{حر}}{\text{T}\Delta} \quad \ldots\ldots (٢)$$

حيث $\text{T}\Delta$ = درجة واحدة مئوية .

ولكي تجعل الطلاب يستخرجون وحدة قياس السعة الحرارية من الجدول، اطلب إليهم النظر إلى الوحدة الموجودة بجانب السعة الحرارية في الجدول .

ولكي تجعل الطلاب يستنبطون وحدة السعة الحرارية من العلاقة الرياضية، اطلب إليهم استخدام أي من العلاقتين السابقتين .

فمثلاً من العلاقة الأولى (١) نجد أن :

$$\text{سعح} = \text{كجم} \times \frac{\text{جول}}{\text{كجم . مْ}} = \text{جول / مْ}$$

من العلاقة الثانية (٢) نجد أن :

$$\text{سعح} = \frac{\text{جول}}{\text{مْ}}$$

∴ وحدة قياس السعة الحرارية للجسم هي : جول / مْ .

عند حل الأمثلة أشرك الطلاب في الحل، وحاول في أثناء ذلك أن تربط الكميات الفيزيائية الحرارية بوحداتها، درب الطلاب وعوِّدهم على اشتقاق الوحدات من الكميات، واشتقاق العلاقات الرياضية بين الكميات من وحدات قياس هذه الكميات، كما يمكنك إضافة أمثلة تراها مناسبة ومفيدة .

١٣- في بداية تنفيذ الدرس الرابع . . اكتب للطلاب المواضيع التي سيدرسونها في هذا الدرس، ثم مهد للدرس، وذلك من خلال تذكيرهم بما درسوه في السنوات الدراسية السابقة عن طرق انتقال الحرارة خلال الأوساط المختلفة، ثم اسألهم السؤال الآتي :

■ هل من الممكن نقل الطاقة الحرارية من جسم إلى آخر، أم أنه من غير الممكن؟

● استمع إلى إجابات الطلاب، اسأل الطلاب الذين يجيبون بالإيجاب، كيف يتم نقلها؟ لا تعلق على الإجابات، ولا ترد عليها، إلا بعد تكليف الطلاب وبشكل مجموعات بتنفيذ النشاط (٤)، ثم وجه إليهم الاستفسار الآتي :

■ علام يدل وصول الحرارة من الماء ثم إلى الملعقة ثم إلى أيدكم؟

● ناقشهم وتوصل معهم إلى أن : الطاقة الحرارية تنتقل من جسم إلى آخر، أو من وسط إلى آخر عبر طرق الانتقال المختلفة وهي :

- **طريقة الانتقال بالتوصيل الحراري** :

Thermal Conduction :

وهذه تتم خلال الأجسام الصلبة .

- **طريقة تيارات الحمل الحراري** :

Convection Current :

وهذه في السوائل والغازات .

- **طريقة الإشعاع الحراري** :

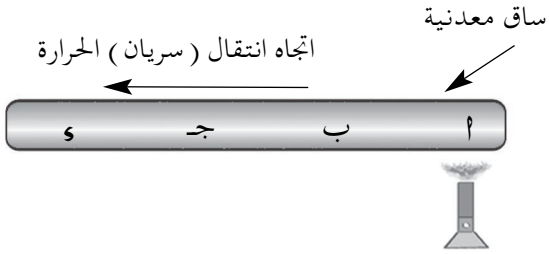
Thermal Radiation :

وهذه في الفـــــراغ .

١٤- فسر للطلاب انتقال الحرارة بطريقة التوصيل في ضوء النظرية الذرية الجزيئية للمادة، وكيف أن إستمرار انتقال (أو سريان) الحرارة خلال الأجسام الصلبة الموصلة للحرارة يكون على

http://e-learning-moe.edu.ye

شكل انتقال لطاقة الحركة الاهتزازية للجزيئات، أي أن الجزيئات الساخنة تهتز حول مواضع إتزانها، وبالتالي تنتقل الحرارة إلى الجزيئات المجاورة، في أثناء ذلك، وجه الأسئلة الآتية، ولكن بعد رسمك للشكل الموضح أدناه:



■ في أية نقطة خلال الساق المعدنية الموضحة في الشكل المقابل تكون درجة الحرارة أعلى ما يمكن؟ وفي أي نقطة تكون درجة الحرارة صغيرة؟

ثم ألحق هذا بالسؤال الآتي:

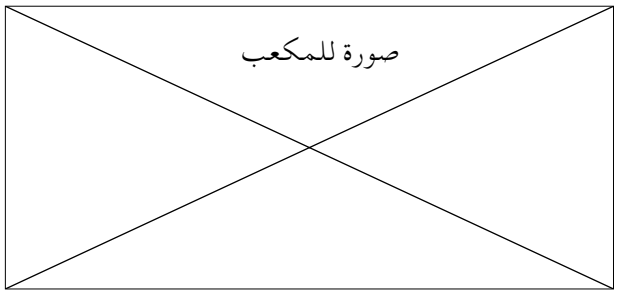
■ كيف تتغير درجة الحرارة على طول الساق المعدنية التي تسخن من أحد طرفيها؟

● اطلب منهم النظر إلى الشكل: (٦) والإجابة عن الأسئلة المتعلقة به، افتح معهم حواراً ونقاشاً تتوصل معهم إلى أن درجة حرارة الساق تقل تدريجياً من طبقة إلى أخرى في اتجاه انتقال الحرارة خلالها، ويستمر هذا حتى تصل الساق إلى حالة الاتزان الحراري Thermal Equilibrium.

ويقصد بحالة الاتزان الحراري بأنها: « **الحالة التي تكون فيها كمية الحرارة المكتسبة تساوي كمية الحرارة المفقودة** »، ووضح لهم أن الخط المستقيم الذي يمر بمستويات الزئبق في الثرمومترات، يسمى منحدر درجة الحرارة على طول الساق، وأن كمية الحرارة خلال الساق بالنسبة للزمن ($\frac{\text{حر}}{\text{ز}}$)، تتناسب طردياً مع كل من مساحة مقطع الساق (س)، ومنحدر درجة الحرارة على طول الساق، أي أنه كلمات زادت مساحة مقطع الساق زاد مقدار كمية الحرارة التي تمر خلال الساق في الثانية، وتقل مقدار كمية الحرارة التي تمر خلال الساق في الثانية، عندما تقل مساحة مقطع الساق وكذلك بالنسبة للمنحدر الحراري للساق، أي أن:

$$\frac{\text{حر}}{\text{ز}} = \text{م}_{\text{تح}} \times \text{س} \times \frac{\Delta \text{T}}{\text{ف}} \quad .$$

وعند تعريفك لمعامل التوصيل الحراري (م$_{\text{تح}}$) وضح هذا التعريف برسم مكعب كالذي يبدو في الشكل أدناه، طول ضلع المكعب واحد متر، وفرق درجتي الحرارة بين وجهين فيه وليكن الوجه (ا ب و ز) والوجه المقابل له (جـ ء هـ ح) مقداره درجة واحدة مئوية، فتكون كمية الحرارة (الطاقة الحرارية) التي تمر خلال هذا المكعب في الثانية الواحدة هي معامل التوصيل الحراري.



اكتب المعادلة السابقة بالصورة الآتية:

$$\text{م}_{\text{تح}} = \frac{\text{حر} \times \text{ف}}{\text{س} \times \text{ز} \times \Delta \text{T}} \quad .$$

ثم اطلب من الطلاب أن يستخدموها في استنباط وحدة قياس معامل التوصيل الحراري (م$_{\text{تح}}$)؛

حيث وحدة قياس م$_{\text{تح}}$ = $\frac{\text{جول} . \text{متر}}{\text{متر}^{٢} . \text{ث} . \text{م}^{\circ}}$.

إذاً وحدة قياس (م$_{\text{تح}}$) هي جول / متر. ث. م$^{\circ}$

أو جول / ث. متر. م$^{\circ}$

١٥- عند انتقالك إلى تدريس موضوع (تفسير انتقال الحرارة بتيارات الحمل)، ذكر الطلاب بأنهم قد درسوها في السنوات الدراسية السابقة، ولكن في هذا العام الدراسي سيتعرفون على تفسير انتقالها خلال السوائل، والغازات، اعرض عليهم في هذه اللحظة الرسم الموضح في الشكل: (٩)، والذي يبين انتقال الحرارة في

http://e-learning-moe.edu.ye

السوائل (مثل الماء)، وفي الغازات (مثل الهواء أو الدخان)، ووجه إليهم الأسئلة الآتية :

■ لماذا ترتفع جزيئات السائل الساخن إلى أعلى، بينما تنخفض جزيئاته الباردة؟

■ لماذا ترتفع جزيئات الغاز الساخن إلى أعلى، بينما تنخفض جزيئاته الباردة؟

■ لماذا يوضع مجمد الثلاجة (الفريزر) أعلى الثلاجة، ولا يوضع في أسفلها؟ لماذا توضع فتحات أعلى الأفران؟

● ناقش إجاباتهم، وعزز، وثبت الإجابات والتفسيرات الصحيحة: وهي أنه عندما يسخن السائل أو الغاز، تزداد حركة جزيئاته، وبالتالي يزداد حجمه، وتقل كثافة جزيئاته، فترتفع إلى أعلى، ويحل محلها جزيئات باردة (التي تعتبر أثقل من الجزيئات الساخنة) وهذه بدورها تسخن، وتقل كثافتها فترتفع إلى أعلى وهكذا..، وهذا يوضح أن الحرارة تنتقل في السوائل والغازات عن طريق انتقال الجزيئات نفسها المكونة للسوائل، أو الغازات حاملة معها الطاقة الحرارية.

١٦- وجه للطلاب الاستفسارات الآتية :

■ بالرغم من عدم وجود وسط مادي يفصل بين الشمس، والأرض إلا أن حرارة الشمس تصل إلى الأرض، كما أن الحرارة تصل إلى أيدينا عن تقريبها من مصباح كهربائي مضيء بالرغم من أن المصباح مفرغ من الهواء، ما تفسيرك لذلك؟

● اجعل الطلاب يتحاورون فيما بينهم حول هذه الاستفسارات، وتحت إشرافك، ومساعدتك؛ حتى يتوصلون إلى أن الجسم عندما يسخن إلى درجات حرارة عالية، تنبعث منه أشعة حرارية غير مرئية تنتشر في الحيز المحيط به، وهذه الأشعة لا تحتاج لوسط مادي لتنتقل خلاله، بل يمكنها الانتقال في الفراغ.

● **تنبيهات :**

١ – عند حل الأمثلة حاول إشراك أكبر عدد ممكن من الطلاب في الحل، ويكون الحل في خطوات متسلسلة منتظمة، مترابطة تتضح فيها تفاصيل كل خطوة مع التركيز على الوحدات.

٢ – بعد الانتهاء من تدريس الدرس لابد من تقويم الدرس، ولابد من واجب منزلي يربط الطلاب بما درسوه في الفصل، ويربطهم كذلك بالكتاب المدرسي.

٣ – يمكنك إضافة أمثلة من عندك تراها مناسبة للموضوع

٤ – كما يمكنك كذلك إضافة أنشطة تعزيزية، أو استبدال نشاط بنشاط تراه أكثر ملاءمة، ومناسبة مما هو موجود في كتاب الطالب، أو ترى سهولة في تنفيذه.

٥ – حتى تكون الاستفادة أكبر، نرى أن تكلف الطلاب بتحضير الدروس، والتجهيز للأنشطة مسبقاً، وأولاً بأول.

٦ – حاول وبقدر الإمكان أن تمكن الطلاب من تنفيذ الأنشطة، ويمكنك مساعدتهم إذا رأيت ذلك ضرورياً.

٧ – اقرأ الوحدة كاملة، وكذلك دليل الوحدة الموجود في كتاب دليل المعلم قبل تنفيذ أي درس.

٨ – بعد الانتهاء من تدريس الوحدة، كلف الطلاب أن يحلوا جميع أسئلة تقويم الوحدة.

http://e-learning-moe.edu.ye

مقترح نموذج درس

(مواضيع الدرس الأول)

- **تصور النظرية الذرية (الجزيئية) لحركة جزيئات المادة.**
- **ما المقصود بكمية الحرارة Heat ؟ وما علاقتها بدرجة الحرارة Temperature ؟**
- **علاقة كل من كمية الحرارة ودرجة الحرارة بالطاقة الداخلية Internal Energy لجزيئات الجسم.**

- **أهداف الدرس الأول :**

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من الدرس أن يكون قادراً على أن :

١ – يُميِّز بين كل من كمية الحرارة ودرجة الحرارة.

٢ – يصف العلاقة كمية ودرجة الحرارة.

٣ – يوضح علاقة كمية الحرارة ودرجة الحرارة بالطاقة الداخلية للجزيئات.

- **وسائل تنفيذ الدرس :**

الأدوات والمواد اللازمة لتنفيذ الدرس :

١ – كأسان زجاجيتان متماثلتان سعة كل منهما (١٠٠٠ مليلتر).

٢ – ثرمومتران مئويان .

٣ – ساعة إيقاف Stop Watch .

٤ – موقدان متماثلان .

٥ – ماء.

٦ – حوامل كوؤس مثلية الشكل.

٧ – أشباك موزعة للهب.

- **مناشط تنفيذ الدرس :**

- **التمهيد للدرس :**

١ – ويكون على هيئة حوار ونقاش مع الطلاب حول ما درسوه في الوحدات السابقة من هذا الكتاب عن أسس النظرية الذرية–الجزيئية لتركيب المادة، مع التركيز على الحركة العشوائية للجزيئات، والتوصل معهم من ذلك إلى أن الجزيئات المكونة للجسم تمتلك طاقة حركة ناشئة عن حركة الجزيئات، وتمتلك كذلك طاقة وضع (طاقة كامنة) ناتجة عن تغير وضع الجزيئات، وأن مجموع هاتين الطاقتين يساوي الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم.

٢ – قيام الطلاب بتنفيذ النشاط : (١)، ولكن بعد فتح حوار، ونقاش حول السؤال الآتي الذي يوجه للطلاب، وهو : صِف كمية الحرارة وعلاقتها بدرجة حرارة الجسم.

٣ – بعد الانتهاء من تنفيذ النشاط : (١) : يطلب استنتاج الطلاب، ويناقش جماعياً معا لتأكيد على الاستنتاج الصحيح السليم، وتعزيزه، وهو : أن كمية الحرارة التي تزود بها الأجسام، أو تؤخذ منها تقاس بدلالة ارتفاع، وانخفاض درجة حرارة الجسم إذ كلما كان التغير في درجة حرارة جسم ما أكبر؛ كانت كمية الحرارة اللازمة لإحداث هذا التغير أكبر.

٤ – يقوم الطلاب بتنفيذ النشاط : (٢) والتوصل بمساعدة المدرس إلى أن كمية الحرارة هي مقياس للطاقة الداخلية للجسم، وأن درجة الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم.

٥ – ضرب أمثلة عديدة تؤكد ذلك.

- **التقويم :**

س١ : اذكر علاقة تربط بين طاقة حركة، وطاقة وضع جزيئات الجسم والطاقة الداخلية لجزيئاته.

س٢ : أي من الجسمين التاليين يحتاج إلى تسخين أكثر لتصل درجة حرارتهما إلى درجة واحدة جسم من الحديد كتلته ١٠٠٠ جم، أم جسم من الحديد كتلته ٥٠٠ جم؟

يترتب على التمدد الطولي للجسم تمدد حجمي.

س٣ : اذكر علاقة كمية الحرارة بالطاقة الداخلية للجسم، وكذلك علاقة درجة الحرارة بالطاقة الداخلية للجسم.

http://e-learning-moe.edu.ye

الإجـابـات :

جـ١ : العلاقة هي :

طاقة حركة الجزيئات + طاقة الوضع = الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم

جـ٢ : الجسم ١٠٠٠جم يحتاج إلى تسخين أكثر من الجسم ٥٠٠جم.

جـ٣ : كمية الحرارة: هي مقياس للطاقة الداخلية لجزيئات الجسم، ودرجة الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الداخلية لجزيئات الجسم.

● النشاط المنزلي :

س ١ : ضع علامة (✓) أما العبارة الصحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة الخطأ فيما يلي :

أ – كلما كان التغير في درجة حرارة الجسم أكبر، كانت كمية الحرارة اللازمة لإحداث هذا التغير أقل ( ).

ب – عندما يكتسب الجسم كمية من الحرارة تزداد حركة جزيئاته ( ).

س ٢ : أكمل الفراغ فيما يلي :

أ – تقاس كمية الحرارة التي تزود بها الأجسام بدلالة ارتفاع ..... حرارة الجسم.

ب – تكون حركة الجزيئات عشوائية في الأجسام .....، وانتقالية دورانية في الأجسام .....، واهتزازية في الأجسام .....

س ٣ : إذا سخن جسم بحيث ترتفع درجة حرارته إلى ٨٠مْ ، وسخن جسم آخر مماثل للجسم الأول تماماً بحيث ترتفع درجة حرارته إلى ٥٠مْ ، فأي منهما اكتسب كمية من الحرارة أكبر ، ولماذا ؟

أجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي :

● **جـ ١** : ١ – طاقة حركة ، الطاقة ، درجة.

٢ – كمية الحرارة، درجة الحرارة.

٣ – التدريج المئوي، التدريج المطلق، التدريج الفهرنهايتي.

٤ – مادة ، كتلة.

● **جـ ٢** :

١– (✗) ، ٢– (✓) ، ٣– (✗) ، ٤– (✓).

● **جـ ٣** :

١ – (د) ٣٧٣ درجة مطلقة.

٢ – (ب) الصفر المطلق.

٣ – (جـ) النحاس.

٤ – (جـ) جول / ث . متر.مْ.

٥ – (ب) ٩٢٤٠ جول.

● **جـ ٤** : **درجة الحرارة الجسم**: هي حالة الجسم الحرارية التي تبين (أو تسبب) اتجاه سريان الحرارة منه أو إليه عند اتصاله، أو ملامسته لجسم آخر.

الصفر المطلق: هو درجة الحرارية التي عندها تنخفض كثيراً الطاقة الحركية لجزيئات الجسم.

السعر: كمية الحرارة اللازم صرفها لتسخين واحد جرام من الماء لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، أو هي كمية الحرارة التي يفقدها واحد جرام من الماء عندما تنخفض درجة حرارته درجة واحدة مئوية.

الحرارة النوعية للمادة: كمية الحرارة بالجول اللازمة لتسخين واحد كيلوجرام من المادة؛ لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية.

السعة الحرارية للجسم: كمية الحرارة اللازمة؛ لتسخين الجسم بكامله؛ لترتفع درجة حرارته درجة واحدة مئوية.

الثرمومتر: أداة لقياس، أو لتعيين درجات الحرارة (ميزان حراري).

http://e-learning-moe.edu.ye

منحدر درجة الحرارة على طول ساق معدنية :
حاصل قسمة الفرق بين درجتي الحرارة عند أي مقطعين على طول الساق على المسافة بين المقطعين.

● **جـ ٥ :**

أ – لأن كثافة جزيئات الماء، والهواء الساخنة خفيفة (أي أقل كثافة)؛ لذلك ترتفع إلى أعلى بينما جزيئاتهما الباردة كثافتها أكبر (أي ثقيلة)؛ ولذلك تهبط إلى أسفل.

ب – لأن الحرارة تنتقل من فتيلة المصباح إلى زجاج المصباح عن طريق الإشعاع الحراري الذي لا يحتاج إلى وسط مادي بل يمكنه ا لانتقال في الفراغ.

● **جـ ٦ :**

التطبيق : التدفئة.

الظاهرة : ظاهرة نسيم البر ونسيم البحر.

● **جـ ٧ :**

العلاقة هي :

$$\frac{C^\circ\ (\text{م})}{١٠٠} = \frac{F^\circ - ٢٣}{١٨٠} = \frac{K^\circ - ٢٧٣}{١٠٠} .$$

● **جـ ٨ :**

عندما يكتسب أحد طرفي جسم صلب موصل للحرارة كمية من الحرارة بالتسخين فإن الطاقة الحركية الاهتزازية لجزيئات هذا الطرف تزداد؛ فترتفع درجة حرارته ويصحب ذلك زيادة في سعة الاهتزاز لجزيئاته، فتصدم هذه الجزيئات جزيئات الطبقة المجاورة لها من الجسم، وتنقل إليها جزءاً من طاقة حركتها، فترتفع درجة حرارة هذه الطبقة، وتزداد سعة اهتزاز جزيئاتها، وتقوم هذه الجزيئات بدورها في نقل بعض من طاقة حركتها إلى الطبقة التي تليها، فترتفع درجة حرارة هذه الطبقة – أيضاً – وهكذا يستمر انتقال الحرارة من طبقة إلى أخرى في الجسم على شكل انتقال الطاقة الحركة الاهتزازية لجزيئات حتى تصل إلى الطرف الآخر للساق.

وعندما يسخن السائل أو الغاز تزداد حركة جزيئاته، فتزداد المسافات فيما بينها، وبالتالي يزداد حجمه، وتقل كثافة جزيئاته، فترتفع إلى أعلى، وتحل محلها جزيئات باردة وهذه بدورها تسخن، وتقل كثافتها؛ فترتفع إلى أعلى وهكذا، ويتضح من هذا أن الحرارة تنتقل في السوائل والغازات عن طريق انتقال الجزيئات المكونة للسوائل والغازات.

● **جـ ٩ :**

أ) :١– على التدريج المئوي :

$\therefore K^\circ = C^\circ + ٢٧٣$.

$\therefore C^\circ + ٢٧٣ = ٧١٧,٦$.

$\therefore C^\circ = ٧١٧,٦ - ٢٧٣ = ٤٤٤,٦$ م .

٢ – على التدريج الفهرنهايتي :

$\therefore F^\circ = \frac{٩}{٥} C^\circ + ٣٢$.

$\therefore F^\circ = \frac{٩}{٥} ٤٤٤,٦ + ٣٢$.

$\therefore F^\circ = ٨٣٢,٢٨^\circ F$.

ب) :١– على التدريج المئوي :

$\therefore K^\circ = C^\circ + ٢٧٣$.

$\therefore C^\circ + ٢٧٣ = ٣٨٨,٧$.

$\therefore C^\circ = ٣٨٨,٧ - ٢٧٣ = ١١٥,٧$ م .

٢ – على التدريج الفهرنهايتي :

$\therefore F^\circ = \frac{٩}{٥} C^\circ + ٣٢$.

$\therefore F^\circ = \frac{٩}{٥} ١١٥,٧ + ٣٢ = ٢٠٨,٢٦ + ٣٢$.

$\therefore F^\circ = ٢٤٠,٢٦^\circ F$.

جـ) :١– على التدريج المئوي :

$\therefore K^\circ = C^\circ + ٢٧٣$

$\therefore C^\circ + ٢٧٣ = ٦٩٢$

$\therefore C^\circ = ٦٩٢ - ٢٧٣ = ٤١٩$ م

http://e-learning-moe.edu.ye

– على التدريج الفهرنهايتي :

∵ $\frac{٩}{٥}$ °C + ٣٢ = °F .

∴ $\frac{٩}{٥}$ ٤١٩ + ٣٢ = °F .

∴ °F ٧٨٦,٢ = °F .

د) :١– على التدريج المئوي :

∵ °K = °C + ٢٧٣ .

∴ °C + ٢٧٣ = ٣٤٤٢ .

∴ °C = ٣٤٤٢ – ٢٧٣ = ٣١٦٩ °م .

٢ – على التدريج الفهرنهايتي :

∵ $\frac{٩}{٥}$ °C + ٣٢ = °F .

∴ $\frac{٩}{٥}$ ٣١٦٩ + ٣٢ = ٥٧٠٤,٢ + ٣٢ = ٣٢ °F .

∴ °F ٥٧٣٦,٢ = °F .

درجة الحرارة على التدريج المطلق	درجة الحرارة على التدريج المئوي	درجة الحرارة على التدريج الفهرنهايتي
°K ٧١٧,٦	°م ٤٤٤,٦	°F ٨٣٢,٢٨
°K ٣٨٨,٧	°م ١١٥,٧	°F ٢٤٠,٢٦
°K ٦٩٢	°م ٤١٩	°F ٧٨٦,٢
°K ٣٤٤٢	°م ٣١٦٩	°F ٥٧٣٦,٢

● جـ١٠ :

∵ كمية الحرارة التي يفقدها الجسم (حر) :

حر = ك × حن × Δ T .

∴ كمية الحرارة التي تفقدها قطعة النحاس =

حر = ١٠٠٠ × ٠,٠٩٥ × (٢٥–٦٥) .

= ١٠٠٠ × ٠,٠٩٥ × (–٤٠) = –٣٨٠٠ سعراً .

∴ كمية الحرارة التي تفقدها قطعة النحاس = ٣٨٠٠ سعراً، والإشارة السالبة تدل على أن هناك فقدان للحرارة، ولا تؤثر على قيمة كمية الحرارة .

● جـ١١ :

∵ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الإناء الحديدي (حر١) = كللحديد × حنللحديد × Δ T

∴ حر١ = ٤٠ × ٤٧٨,٨ × (١٠٠–١٠)

= ٤٠ × ٤٧٨,٨ × ٩٠

∴ حر١ = ١٧٢٣٦٨٠ جول .

∵ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الإناء الحديدي (حر٢) = كللماء × حنللماء × Δ T

∴ حر٢ = ٢٠ × ٤٢٠٠ × (١٠٠–١٠)

= ٢٠ × ٤٢٠٠ × ٩٠

∴ حر٢ = ٧٥٦٠٠٠٠ جول .

∴ كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الإناء ومحتوياته = حر١ + حر٢ .

∴ حر الكية = ١٧٢٣٦٨٠ + ٧٥٦٠٠٠٠

= ٩٢٨٣٦٨٠ جول .

● جـ١٢ :

كمية الحرارة التي يكتسبها النحاس (حر١) :

حر١ = ك١ × حن١ × Δ T

∴ حر١ = ٢٠ × ٠,٠٩٥ × ٥٠ = ٩٥ سعر .

كمية الحرارة التي يكتسبها الرصاص (حر٢) :

حر٢ = ك٢ × حن٢ × Δ T

∴ حر١ = ٢٠ × ٠,٠٣ × ٥٠ = ٣٠ سعر .

∴ جسم النحاس هو الذي يكتسب كمية حرارة أكثر من جسم الرصاص .

● جـ١٣ :

∵ $\frac{\text{حر}}{\text{ز}}$ = مـتـ × س × $\frac{\Delta T}{\text{ف}}$

∴ $\frac{٨٥٠}{٦٠}$ = $\frac{\text{مـتـ} \times ٤ \times ١٠^{-٤} \times (\text{صفر} - ١٠٠)}{١٠٠ \times ١٠^{-٢}}$

∴ $\frac{٨٥}{٦}$ = $\frac{\text{مـتـ} \times ٤ \times ١٠^{-٤} \times ١٠٠}{١٠٠ \times ١٠^{-٢}}$

∴ مـتـ = $\frac{٨٥ \times ١٠٠ \times ١٠^{-٢}}{٦ \times ٤ \times ١٠^{-٤} \times ١٠٠}$ = $\frac{٨٥٠٠}{٢٤}$

= ٣٥٤,٢ جول / متر . ث . °م .

http://e-learning-moe.edu.ye

● **جـ ١٤** :

∵ المنحدر الحراري = $\frac{\text{فرق درجات الحرارة بين الهواء المحيط والإناء}}{\text{المسافة التي تفصل بين الهواء وجدار الإناء الداخلي (سمك الإناء) بالمتر}}$

∴ المنحدر الحراري = $\frac{٨٥-٢٥}{٣-١٠\times ١٫٥}$

$= \frac{٦٠-}{٣-١٠\times ١٫٥} = \frac{٦٠- \times ١٠٠٠٠}{١٥}$

∴ المنحدر الحراري = − ٤ × $١٠^{٤}$ مْ / متر.

● **جـ ١٥** : الحل : في الحالة الأولى :

كمية الحرارة التي سيفقدها الجسم عندما يصل إلى درجة حرارة الغرفة (حر١) :

حر١ = ك × حن × Δ٣

= ك × حن × (٢٠−٦٠)

= −٤٠ ك حن جول.

كمية الحرارة التي سيفقدها عندما يصل إلى (٥٠ مْ) (حر٢) :

حر٢ = ك × حن × Δ٣

= ك × حن × (٥٠−٦٠)

= −١٠ ك حن جول.

∴ = −١٠ ك حن − (−٤٠ك حن)

= −١٠ك حن + ٤٠ ك حن

= ٣٠ ك حن جول.

في الحالة الثانية :

كمية الحرارة التي سيفقدها الجسم عندما يصل إلى درجة حرارة الغرفة (حر٣) :

حر٣ = −٤٠ ك حن جول.

كمية الحرارة التي سيفقدها عندما يصل إلى (٢٥ مْ) (حر٤) :

حر٤ = ك × حن × (٢٥−٦٠)

= −٣٥ ك حن جول.

∴ −٣٥ ك حن − (−٤٠ ك حن)

= −٣٥ ك حن + ٤٠ ك حن = ٥ ك حن جول.

∴ النسبة بين كميتي ا لحرارة التي يفقدها الجسم هي : $\frac{\frac{\text{حر١}}{\text{ز١}}}{\frac{\text{حر٢}}{\text{ز٢}}} = \frac{\text{حر١}}{\text{ز١}} \times \frac{\text{ز٢}}{\text{حر٢}}$

وحيث أن ز = ١ ثانية ، أي ز١ = ز٢

∴ $\frac{\text{حر١}}{\text{ز١}} = \frac{٣٠ \text{ ك حن}}{٥ \text{ ك حن}}$ = ٦

∴ النسبة هي ٦ .

● **جـ ١٦** :

يتجمد الماء الذي في الألومنيوم أسرع من الماء الذي في الزجاج، والسبب أن معامل التوصيل الحراري للألومنيوم أكبر من معامل التوصيل الحراري للزجاج.

http://e-learning-moe.edu.ye

أثـــر الحـــرارة على الأجســـام
Thermal effect upon Bodies

مقدمة الوحدة

عرف الطالب من خلال دراسته السابقة أن الأجسام إذا اكتسبت كمية من الحرارة (أي سخنت) تزداد أبعادها، فيحصل لها تمدد طولي، ونتيجة لذلك تتمدد حجومها، وإذا فقدت كمية من الحرارة (أي بردت) تقصر أبعادها، فيحصل لها تقلص طولي، ونتيجة لذلك تنكمش حجومها، كما أنه قد عرف بطريقة وصفية أن الأجسام تختلف مقادير تمددها باختلاف عدة عوامل منها نوع مادة الجسم، وحالته، فمثلاً: تمدد الغازات أكبر من تمدد السوائل، وتمدد السوائل أكبر من تمدد المواد الصلبة، ولكن لم تمكنه دراسته السابقة من حساب مقدار الزيادة في الطول، وحساب الطول النهائي وحساب مقدار الزيادة في الحجم نتيجة التسخين، كذلك لم يتعرف على العلاقات الرياضية التي بواسطتها يستطيع حساب تلك الكميات، أو حساب معامل التمدد الطولي ومعامل التمدد الحجمي، والعلاقة بينهما؛ لذلك رأينا أن تحتوي هذه الوحدة في هذا الصف على طرق حساب مقادير الزيادة في أطوال الأجسام وفي حجومها نتيجة اكتسابها كمية من الحرارة، كما سيدرس الطالب في هذه الوحدة ظاهرة التمدد الشاذ للماء وفائدتها للكائنات الحية المائية في المناطق الباردة.

إن هذه الوحدة تهدف إلى تكوين أساس لدى الطالب لما سيدرسه مستقبلاً في موضوع الديناميكا الحرارية – إن شاء الله – في الصف الحادي عشر، وذلك من خلال تضمن هذه الوحدة لقوانين الغازات التي تربط بين حجم كمية معينة من الغاز وضغطه ودرجة حرارته مثل قانون بويل وقانون شارل وغيرها، ونرجو أن تحقق هذه الوحدة أهدافها بإذنه تعالى.

أهداف الوحدة

نتوقع من الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة أن يكون قادراً على أن:

١ – يعرِّف الآتي: التمدد الطولي، معامل التمدد الطولي، التمدد الحجمي، معامل التمدد الحجمي، الغاز المثالي.

٢ – يميّز بين كل من: التمدد الطولي والتمدد الحجمي، معامل التمدد الطولي ومعامل التمدد الحجمي.

٣ – يحسب من خلال العلاقات الرياضية ما يلي: الزيادة في الطول، الزيادة في الحجم، الطول النهائي، الحجم النهائي الناتج بسبب التسخين.

٤ – يستنبط العلاقات الرياضية التي تربط بين الكميات الآتية:

- الزيادة في الطول، والطول الأصلي، وفرق درجات الحرارة.
- الزيادة في الحجم، والحجم الأصلي، وفرق درجات الحرارة.
- معامل التمدد الطولي ومعامل التمدد الحجمي.
- الحجم، والضغط، ودرجة الحرارة لكمية معينة من الغاز.

٥ – يوضح أثر الحرارة على أبعاد وحجوم الأجسام الصلبة والسائلة والغازية.

٦ – يذكر تطبيقات على كل من: التمدد الطولي والتمدد الحجمي.

٧ – يصف القوانين التي توضح العمليات الحرارية التي تحدث للغاز مثل: قانون بويل، وقانون شارل، والقانون العام للغازات.

http://e-learning-moe.edu.ye

٨ – يجرى تجارب عملية لتعيين قيم بعض المفاهيم، والمصطلحات، مثل: معامل التمدد الطولي لمادة صلبة، تحقيق قوانين الغازات سابقة الذكر.

٩ – يحل مسائل تطبيقية على قوانين الغازات.

١٠– يبحث في بعض المواضيع، مثل : المزدوج المعدني، الأثر الإيجابي للتمدد الشاذ للماء، وتغير كثافة كمية معينة من الغاز بتغير حجمه وضغطه.

خلفية علمية

كل مادة (صلبة أو سائلة، أو غازية (بخارية)) تتكون من جزيئات، يوجد بين هذه الجزيئات مسافات صغيرة تسمى المسافات الجزيئية (فراغات)، وجزيئات المادة في حركة مستمرة، فعند إعطاء جسم كمية من الحرارة، تزداد درجة حرارته، وهذا يؤدي إلى زيادة متوسط الطاقة الداخلية لجزيئاته، وهذا يعني زيادة متوسط الطاقة الحركية التي تمتلكها جزيئات الجسم مما يؤدي إلى زيادة سرعة الجزيئات وتباعدها عن بعضها البعض، وهذا يؤدي بدوره إلى تمدد الجسم عند ارتفاع درجة حرارته، أما إذا انخفضت درجة حرارته، فيكون العكس تماماً مما يؤدي في الأخير إلى انكماشه.

إن الجسم الساخن يتمدد في جميع الاتجاهات، فإذا ركزنا على بعد الطول وأهملنا لأبعاد الأخرى، نقول في هذه الحالة أن الجسم تمدد طولياً، أما إذا أخذنا بعدين بعين الاعتبار كأن نسخن صفيحة معدنية مستوية فإننا نقول أن الصفيحة تمددت سطحياً، وإذا أخذنا الأبعاد جميعها بعين الاعتبار نقول أن الجسم تمدد حجمياً، والأجسام المتماثلة في أبعادها وكتلها وحجومها تختلف في تمددها باختلاف نوع مادتها عند درجة الحرارة نفسها.

والمعروف أن الأجسام الصلبة تتمدد طولياً وحجمياً، بينما الأجسام السائلة، والغازية تتمدد فقط حجمياً ويصاحب تمددها تمدد الإناء الحاوي لها، وتمدد الإناء يسبق دائماً تمدد السائل.

● أهمية تمدد المواد بالتسخين في كل من الطبيعة والتكنولوجيا :

إن عدم التسخين المتساوي للمياه يسبب اختلاف كثافتها من مكان إلى آخر والذي بدوره يكون أحد ا لأسباب في جريان مياه البحار والمحيطات، كما أن تذبذب درجة الحرارة على مدى اليوم، والشهر، والفصل، والسنة، يؤدي إلى تمدد الصخور والتربة، كما يؤدي كذلك إلى تقلصها الأمر الذي يسبب حدوث تشققات فيها، وأحياناً يؤدي إلى تحطيم الكتل الصخرية.

وفي التكنولوجيا يحظى تمدد الأجسام بزيادة درجة الحرارة، أو انكماشها عند انخفاضها بأهمية كبيرة، فعند بناء الجسور أو مد خطوط السكك الحديدية يستلزم حساب مقدار الزيادة أو النقصان المحتمل في أطوالها عند تغير درجة الحرارة على مدى اليوم والشهر والفصل والسنة، وفي صناعة أسلاك (خيوط) مصابيح الإضاءة الكهربائية التي تسخن في أثناء الإضاءة إلى درجات حرارة عالية جداً، فإن جزءها المار خلال الزجاج يصنع من مادة يكون تمددها مماثلاً للتمدد الحجمي للزجاج، كذلك يستعمل الشريط المعدني المزدوج في الدوائر الكهربائية للثلاجات والسيارات لتنظيم درجة حرارتها (ثرموستات Thermostate)، فهذا الشريط يكون جزءاً من الدائرة الكهربائية بحيث يعمل على قطع الدائرة الكهربائية للجهاز عند زيادة درجة الحرارة عن حد معين، إذ أن زيادة درجة الحرارة، يؤدي إلى انحناء الشريط المزدوج (المعدني)

http://e-learning-moe.edu.ye

فيقطع الدائرة الكهربائية (أي يفتحها) فلا يمر تيار كهربائي، وعندئذ لا ترتفع درجة الحرارة عن الحد المعين لها، وعندما تنخفض درجة الحرارة يعود الشريط إلى حالته الأولى؛ فيسري التيار الكهربائي في الدائرة، ويبيّن الجدول الآتي قيم معامل التمدد الطولي لبعض المواد:

المـــادة	معامل التمدد الطولي (م°)$^{-1}$
الألـومنيـوم	٠,٠٠٠٠٢٤
النحاس الأصفر	٠,٠٠٠٠١٩
الإسمنـت	٠,٠٠٠٠١٢
النحاس الأحمر	٠,٠٠٠٠١٧
البـرونـز	٠,٠٠٠٠١٨
الثلـج	٠,٠٠٠٠٥١
الحـديـد	٠,٠٠٠٠١١
الـرصـاص	٠,٠٠٠٠٢٩
البـلاتيـن	٠,٠٠٠٠٠٩
الأبـونـايت	٠,٠٠٠٠٧
الـزجـاج (البايركس)	٠,٠٠٠٠٠٣٦
الكـوارتـز	٠,٠٠٠٠٠٠٤
الفضـة	٠,٠٠٠٠١٧
القصـديـر	٠,٠٠٠٠٢٧

■ كيف تتغير كثافة كتلة معينة من غاز مع كل من حجمه، وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة؟

● لقد وجد من خلال التجارب العملية إنه إذا كان لدينا حالتين، في الأولى: إذا كانت كثافة الغاز هي (ث١)، وحجمه (ح١)، وضغطه (ض١)، وفي الحالة الثانية: كثافته (ث٢)، وحجمه (ح٢)، وضغطه (ض٢)، فإن:

$$\frac{\text{ث}_1}{\text{ث}_2} = \frac{\text{ح}_2}{\text{ح}_1} = \frac{\text{ض}_1}{\text{ض}_2} .$$

ومعنى هذا أن:

كثافة كمية الغاز هذه تتناسب عكسياً مع حجمه وطردياً مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة الحرارة.

وقد وجد كذلك أن كثافة المادة تقل بزيادة درجة الحرارة، وتزداد في حالة انخفاض درجة الحرارة.

ولإيجاد كثافة المادة، أو الجسم عند أية درجة حرارة، تستخدم العلاقة الآتية:

$$\text{الكثافة عند أية درجة حرارة} = \frac{\text{الكثافة الأصلية}}{١ + (\text{معامل التمدد الحجمي للمادة} \times \text{فرق درجة الحرارة})}$$

http://e-learning-moe.edu.ye

خطة توزيع دروس الوحدة

● **مقترح توزيع الدروس والحصص :**

نقترح توزيع دروس هذه الوحدة على النحو الآتي :

الدرس	المواضيع التي يشتمل عليها الدرس	عدد الحصص النظري	عدد الحصص العملي
الأول	● التمدد الطولي للأجسام الصلبة Linear Expansion . ● التمدد الحجمي للأجسام الصلبة Volume Expansion . ● العلاقة بين معاملي التمدد الطولي والحجمي للأجسام .	٢	١
الثاني	● تمدد السوائل (التمدد الحجمي للسوائل) Expansion of Liquids . ● التمدد الشاذ للماء Unusual Expansion of Water . ● تمدد الغازات Expansion of Gases .	١	
الثالث	● قانون بويل Boyle's Law (العملية الأيزوثرمية) . ● الغاز المثالي Ideal Gas .	١	١
الرابع	● قانون شارل Charle's Law (العملية الأيزوكورية) . ● القانون العام للغازات Univers Law of Gases .	١	٢
	● **التقويم :**	١	
	● **إجمالي عدد الحصص للوحدة (١٠ حصص) :**	٦	٤

المفاهيم والمصطلحات العلمية

التمدد الطولي - Linear Expansion

معامل التمدد الطولي - Coefficient Of Linear Expansion

التمدد الحجمي - Volume Expansion

معامل التمدد الحجمي - Coefficient of Volume Expansion

منظم الحرارة (الثرموستات) - Thermostate

القانون العام للغازات - Univers Law of Gases

قانون بويل (العملية الأيزوثرمية) - Boyle's Law

الغاز المثالي - Ideal Gas

قانون شارل (العملية الأيزوكورية) - Charle's Law

معامل الضغط الحراري - Coefficient of Thermal Pressure

قانون جاي – لوساك - Gay - Lussac's Law

http://e-learning-moe.edu.ye

الأجهزة والمواد اللازمة لتنفيذ الوحدة

تحتاج لتنفيذ هذه الوحدة ما يلي :

- دورق زجاجي، سداد مطاطي به فتحتان، أنبوبة زجاجية ضيقة مفتوحة الطرفين.
- أنبوبة اختبار مع سداد تنفذ منه أنبوبة زجاجية ضيقة مفتوحة الطرفين، ماء ملون، شمعة، كأس سعة (٥٠٠ مللتر).
- جهاز تحقيق قانون بويل، جهاز تحقيق قانون شارل، جهاز تحقيق القانون العام للغازات (قانون الضغط).
- جداول تبين قيم معاملات التمدد الطولي ومعاملات التمدد الحجمي لبعض المواد.
- رسومات بيانية تبين العلاقة بين حجم وكثافة الماء في درجات حرارة مختلفة من صفر درجة مئوية إلى مثلاً ١٠ درجة مئوية.

خطة تنفيذ تدريس الوحدة

يستحسن قبل البدء بتنفيذ هذه الوحدة أن تقوم بالآتي :

- تُطلع الطلاب على الأهداف التي ينبغي عليهم أن يكتسبوها بعد الانتهاء من دراسة الوحدة.
- تقسيم الوحدة إلى عدة دروس كما هو موضح في بند خطة تنفيذ الوحدة (مقترح توزيع الدروس والحصص).
- تكليف الطلاب بقراءة الوحدة كاملة، وأن يحضروا، ويجهزوا للأنشطة الواردة فيها قبل البدء بتنفيذها بفترة زمنية مناسبة.

وعند البدء بتنفيذ الوحدة درساً درساً – اتبع ما يأتي :

١ – أعط الطلاب لمحة مختصرة للمواضيع التي سيدرسونها في الدرس الأول، ومن ثم مهّد له بتذكير الطلاب ما درسوه في السنوات الدراسية السابقة عن أثر ارتفاع درجة الحرارة (أي أثر التسخين)، وأثر انخفاض درجة الحرارة (أي أثر التبريد) على أبعاد وحجوم الأجسام. وجه للطلاب ضمن هذا التمهيد الاستفسارات الآتية :

■ علامَ تدل الشواهد والظواهر الآتية ؟ :

– ترك مسافات بين قضبان السكك الحديدية.

– جعل أسلاك الكهرباء والتليفونات متدلية في فصل الصيف.

– تسخين الإطارات الحديدية قبل تركيبها على عجلات الخيول، وتبريدها بعد تركيبها.

– تفريغ سائقي السيارات جزء من هواء عجلات سياراتهم عند السير مسافات طويلة وخاصة أيام الصيف.

– ظاهرة تفتت الصخور.

● ناقش معهم إجاباتهم، واجعلهم يتوصلون إلى أن الزيادة في درجة حرارة الجسم تسبب زيادة متوسط طاقة حركة جزيئاته، مما تؤدي إلى تمدد الجسم، وأن انخفاض درجة حرارة الجسم يؤدي إلى انخفاض متوسط طاقة حركة جزيئاته، وبالتالي ينكمش وهذا ينطبق على جميع الأجسام (الصلبة، والسائلة، والغازية) تقريباً، ولكن تمدد السوائل أقل من تمدد الغازات وتمدد المواد الصلبة أقل من تمدد السوائل.

٢ – عند تدريس موضوع التمدد الطولي للأجسام الصلبة، واستنتاج العلاقات الرياضية التي تربط بين الكميات الفيزيائية المستخدمة في هذه العلاقات؛ ينبغي أن توضح معاني الرموز المستخدمة في هذه العلاقات مثل (ل١) يرمز إلى الطول الأصلي للجسم، (ل٢) يرمز إلى الطول النهائي للجسم بعد التسخين، و(T_1) درجة الحرارة التي عندها يكون طول الجسم (ل١)، و(T_2) درجة الحرارة التي يكون عندها طول الجسم (ل٢) أي الطول النهائي، $T\Delta$ يرمز إلى فرق درجات الحرارة أو (التغير في درجات الحرارة $T\Delta = T_1 - T_2$.

http://e-learning-moe.edu.ye

كلف الطلاب كنشاط منزلي استنتاج العلاقة :

$$ل_{٢} = ل_{١} [١ + م_{ط} (T_1 - T_2)]$$

من العلاقة :

$$م_{ط} = \frac{\Delta ل}{T\Delta \times ل_{١}}$$

ويكون الاستنتاج على النحو الآتي :

$$\because م_{ط} = \frac{\Delta ل}{T\Delta \times ل_{١}} .$$

وحيث أن : $\Delta ل = ل_{٢} - ل_{١}$ و $T_1 - T_2 = T\Delta$

$$\therefore م_{ط} = \frac{ل_{٢} - ل_{١}}{(T_1 - T_2) \times ل_{١}} .$$

$$ل_{٢} - ل_{١} = ل_{١} م_{ط} (T_1 - T_2)$$

$$\therefore ل_{٢} = ل_{١} + ل_{١} م_{ط} (T_1 - T_2)$$

نأخذ ($ل_{١}$) مشترك :

$$\therefore ل_{٢} = ل_{١} [١ + م_{ط} (T_1 - T_2)]$$

اطلب من الطلاب استنباط تعريفاً لمعامل التمدد الطولي ($م_{ط}$) من العلاقة :

$$م_{ط} = \frac{\Delta ل}{T\Delta \times ل_{١}} .$$

بحيث يكون التعريف كالآتي :

معامل التمدد الطولي ($م_{ط}$) : هو نسبة الزيادة الحاصلة في طول الجسم إلى طوله الأصلي عند ارتفاع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، (أي عندما يكون $\Delta T = ١$ م°) .

● عند تعرضك لموضوع تطبيقات التمدد الطولي في الحياة، يمكنك إضافة تطبيقات أخرى تراها مناسبة إلى ما هو موجود في الوحدة .

● كلف الطلاب ضمن الواجبات المنزلية كتابة مقالٍ علمي مختصرٍ عن المزدوج المعدني، تركيبه، وفكرة عمله، واستعمالاته في الحياة، أرشدهم في كيفية كتابة ذلك، وبين لهم الوسائل التي عليهم اتباعها أو استخدامها .

● عند حل الأمثلة التي تتبع موضوع التمدد الطولي أشرك الطلاب في حلول هذه الأمثلة .

٣ – عند تدريس التمدد الحجمي للأجسام، مهد لهذا الموضوع بتوجيه الأسئلة الآتية :

■ ماذا يحدث لأبعاد الجسم (الطول، العرض، الارتفاع) إذا ارتفعت درجة حرارته (أي إذا سخن)؟

■ ماذا يحدث لأبعاد الجسم؟ إذا انخفضت درجة حرارته (أي : إذا برد)؟

■ ما الذي يترتب عليه زيادة أبعاد الجسم؟ . وما الذي يترتب عليه نقصان أطوال أبعاد الجسم؟

● ناقش إجاباتهم عن الأسئلة السابقة، موضحاً بالرسم، وبالمشاهدات، وبالأمثلة، أنه عندما يسخن الجسم فإنه يتمدد طولياً، ويترتب على هذا زيادة في أبعاده، وبالتالي زيادة حجمه (أي يحصل له تمدد حجمي)، ونوّه إلى أنه يحصل قبل التمدد الحجمي تمدد سطحي، وعند تبريد الجسم فإن أبعاده تقل؛ وبالتالي يحدث له انكماش حجمي، عند قيامك باستنتاج العلاقات الرياضية المتعلقة بهذا الموضوع أشرك الطلاب في هذه الاستنتاجات موضحاً لهم معاني الرموز المستخدمة، اطلب منهم استنباط تعريفاً لمعامل التمدد الحجمي ($م_{ح}$) من العلاقة :

$$م_{ح} = \frac{\Delta ح}{T\Delta \times ح_{١}} ؛$$

بحيث يكون التعريف كالآتي :

معامل التمدد الحجمي : هو نسبة الزيادة الحاصلة في حجم الجسم إلى حجمه الأصلي، عند ارتفاع درجة حرارته درجة واحدة مئوية، (أي عندما يكون $\Delta T =$ درجة واحدة مئوية) .

كلف الطلاب استنتاج العلاقة الآتية :

$ح_{٢} = ح_{١} [١ + م_{ح} (T_1 - T_2)]$ من العلاقة السابقة؛ بحيث يكون الاستنتاج كالآتي :

http://e-learning-moe.edu.ye

$$\therefore م_{ح} = \frac{\Delta ح}{T\Delta \times ح_{١}} ؛$$

وحيث أن: $\Delta ح = ح_{٢} - ح_{١}$ و $T_1 - T_2 = T\Delta$

$$\therefore م_{حـ} = \frac{ح_{٢} - ح_{١}}{(T_1 - T_2) \times ح_{١}} .$$

ومنها: $ح_{٢} - ح_{١} = ح_{١} م_{حـ} (T_1 - T_2)$.

$$\therefore ح_{٢} = ح_{١} + ح_{١} م_{حـ} (T_1 - T_2) .$$

وبأخذ ($ح_{١}$) مشترك ينتج أن :

$$\therefore ح_{٢} = ح_{١} [١ + م_{حـ} (T_1 - T_2)]$$

● اجعل الطلاب يستنتجون العلاقة التي تربط بين معامل التمدد الطولي ومعامل التمدد الحجمي للجسم الواحد.

● عند حل المثال الذي يتبع هذا الموضوع أشرك الطلاب في الحل.

٤ – في بداية تنفيذ الدرس الثاني بيِّن للطلاب المواضيع التي سيدرسونها في هذا الدرس، ثم مهد للدرس بأن تقول للطلاب بأنهم قد تعرفوا على تمدد الأجسام تمدداً طولياً وتمدداً حجمياً..

■ فهل السوائل تتمدد بالحرارة، وتنكمش بالبرودة؟ وكيف يكون تمدد السوائل؟ هل يكون تمدداً طولياً، أم تمدداً حجمياً؟ ما أثر تمدد الإناء الذي يحتوي على السائل على تمدد السائل؟

● استمع إلى إجاباتهم دون مناقشتها أو الرد عليها، واطلب منهم في هذه الأثناء تنفيذ النشاط المتعلق بتمدد السوائل، نبه الطلاب إلى الملاحظة الدقيقة لمستوى الماء الملون في الأنبوبة الزجاجية (أي إلى ارتفاعه داخل الأنبوبة الزجاجية المتصلة بالدورق).

اطلب من الطلاب أن يعرضوا ملاحظاتهم واستنتاجاتهم بأسلوبهم الخاص، استمع إلى ملاحظاتهم واستنتاجاتهم، ومن ثم افتح حواراً تتوصل معهم إلى أنه عند تسخين سائل موضوع في إناء يتأثر حجم كل من الإناء والسائل بالتسخين، ولكن تأثر الإناء يسبق تأثر السائل، وبما أن السوائل لها حجوم ثابتة، وليس لها أشكال ثابتة، فهي لا تتمدد تمدداً طولياً ولا تمدداً سطحياً، ولكنها تتمدد تمدداً حجمياً، وبما أن السائل يكون موضوع في إناء فإنه ينشأ عن ذلك تمدد حجمي حقيقي، وتمدد حجمي ظاهري للسائل، ويكون للسائل كذلك معامل تمدد حجمي حقيقي، ومعامل تمدد حجمي ظاهري.

أطلب من الطلاب إعطاء تعريف لكل من معامل التمدد الحجمي الحقيقي، ومعامل التمدد الحجمي الظاهري للسائل، ولاحظ أن تكون التعريفات الصحيحة على النحو الآتي:

معامل التمدد الحجمي الحقيقي: هو نسبة الزيادة الحقيقية في حجم السائل إلى الحجم الأصلي عندما ترتفع درجة حرارة السائل بالتسخين درجة واحدة مئوية.

معامل التمدد الحجمي الظاهري: هو نسبة الزيادة الظاهرية في حجم السائل إلى الحجم الأصلي عندما ترتفع درجة حرارة السائل بالتسخين درجة واحدة مئوية.

والتمدد الحقيقي = التمدد الظاهري + تمدد الإناء

أشرك الطلاب في حل الأمثلة..، وراعِ أن تكون خطوات الحل متسلسلة.

كما يمكن تعريف **التمدد الحجمي الحقيقي** للسائل بأنه: الزيادة الحقيقية في حجم وحدة الحجوم من السائل إذا رفعت درجة حرارته درجة واحدة مئوية درجة ابتداء من الصفر المئوي.

و**التمدد الحجمي الظاهري** للسائل يمكن تعريفه بأنه: الزيادة الظاهرية في حجم وحدة الحجوم من السائل إذا رفعت درجة حرارته درجة واحدة مئوية إبتداء من درجة الصفر المئوي.

٥ – عندئذ يتم تدريس موضوع التمدد الشاذ للماء، ذكِّر الطلاب بأن معظم السوائل تتمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة، ثم وجه لهم الاستفسار الآتي:

■ هل يسلك الماء سلوك معظم السوائل؟ أي: هل يتمدد بالحرارة، وينكمش بالبرودة، أم أنه يسلك

http://e-learning-moe.edu.ye

سلوكاً آخر؟

● استمع إلى إجاباتهم دون الرد عليها أو مناقشتها، في هذه اللحظة اعرض الرسمين اللذين في الشكل: (٥)، اطلب من الطلاب النظر إلى الرسمين بتمعن وبدقة، وأجعلهم يقرؤون هاذان الرسمين البيانيين وبعد ذلك يبينون ما الذي يتضح لهم منهما، مثلاً يبيِّنون :

■ عند أي من درجات الحرارة يسلك الماء سلوك السوائل الأخرى؟ وعند أي منها يشذ؟ ماذا يحدث لحجم وكثافة الماء عند هذه الدرجات من الحرارة؟

● استمع إلى إجاباتهم، وتناقش معهم، بحيث يتوصلون إلى أن الماء يشذ عن سلوك معظم السوائل في التمدد والانكماش، فالماء عندما يبرد من درجة حرارة ٤ مْ إلى درجة حرارة الصفر المئوية يتمدد، ويزيد حجمه، وتقل كثافته، وعندما يسخن من درجة حرارة الصفر المئوي إلى درجة حرارة ٤ مْ فإنه ينكمش، ويقل حجمه، وتزيد كثافته، كلف الطلاب في هذا الصدد بكتابة تقرير علمي يبينون فيه الأثر الإيجابي للتمدد الشاذ للماء على حياة الكائنات الحية المائية وخاصة في المناطق الباردة أيام الشتاء.

٦ – في بداية تدريس موضوع تمدد الغازات وجه للطلاب العبارة الآتية: لقد عرفتم أن الأجسام الصلبة تمدد طولياً وحجمياً عند تسخينها وتنكمش عند تبريدها وكذلك السوائل تتمدد حجمياً، ثم اتبع ذلك بالأسئلة الآتية:

■ فهل الغازات تتمدد بالتسخين، وتنكمش بالتبريد مثلها مثل الأجسام الصلبة والسائلة؟ أم أنها لا تتأثر بذلك؟

● ناقش إجاباتهم ولكن دون التأكيد على الإجابات الصحيحة إلا بعد تنفيذهم للنشاط المتعلق بهذا الموضوع، اسألهم في أثناء تنفيذ النشاط:

■ ماذا لاحظوا عند تسخين أنبوبة الاختبار؟ ما سبب ظهور الفقاعات عند فوهة الأنبوبة الموجود داخل الماء؟ علامَ يدل ذلك؟ ماذا لاحظوا عند أبعاد اللهب عن الأنبوبة وتبريدها بالماء البارد؟ ما سبب ارتفاع الماء الملون داخل الأنبوبة الضيقة؟ علامَ يدل ذلك؟

● اجعلهم يتوصلون من خلال الحوار والنقاش إلى أن الغازات مثلها مثل المواد الصلبة والسائلة تتمدد بالتسخين، وتنكمش بالتبريد.

٧ – قبل انتقالك إلى الدرس الثالث بيِّن للطلاب المواضيع التي سيدرسونها في هذا الدرس، ثم مهِّد له بأن تذكر للطلاب أن لكل كمية معينة من غاز موضوع في إناء، أو في حيز معين، حجم، وكتلة، ودرجة حرارة، وضغط، وكثافة وأن هذه الخواص تترابط فيما بينها ترابطاً وثيقاً، وبعد ذلك تسألهم:

■ كيف يتغير حجم كمية محددة من الغاز بتغير ضغطه عند ثبوت درجة حرارته؟

● **ملحوظة**:

من وجهة نظري.. أرى أنه من المستحسن والأفضل تنفيذ هذا الدرس في معمل المدرسة – في حالة وجود المعمل–.

● للإجابة على السؤال السابق كلف الطلاب – وتحت إشرافك المباشر– بتنفيذ التجربة العملية الخاصة بتحقيق قانون بويل (Boyle's Law) –الموجودة في دليل التجارب – متبعين في ذلك التعليمات الخاصة بخطوات تنفيذ هذه التجربة كما هي مكتوبة في دليل التجارب، ونبههم إلى إجراء التجربة عدة مرات وفي كل مرة يوجدون الضغط، والحجم، عند درجة حرارة ثابتة(درجة حرارة الغرفة (أو المعمل)، وجه – أيضاً – انتباههم إلى ملاحظة أن ضغط الغاز (الهواء) المحبوس في الأسطوانة يتغير بتغير حجم الغاز(الهواء) عند ثبوت درجة حرارة الغاز (الهواء) (أي أن الظغط يتناسب مع الحجم).

■ ولكن ما نوع هذا التناسب؟

http://e-learning-moe.edu.ye

● دع الطلاب يقسموا قيمة (ض١) على قيمة (ض٢) اللتين حصلوا عليهما من التجربة، ثم يقسموا قيمة (ح٢) على قيمة (ح١).

ثم دعهم يقارنوا بين ناتج $\frac{ض١}{ض٢}$ وناتج $\frac{ح٢}{ح١}$، وبالتالي يستنتجوا نوع العلاقة التناسبية بين ضغط كمية من الغاز وحجمه عند ثبوت درجة حرارته.

ناقشهم في استنتاجاتهم، وتوصل معهم إلى أن: $\frac{ض١}{ض٢} = \frac{ح٢}{ح١}$ ، وأن التناسب بين كل من ضغط الغاز (الهواء) في هذه التجربة وحجمه تناسب عكسي، أو أن : ض١ × ح١ = ض٢ × ح٢ عند ثبوت درجة حرارة الغاز، وأذكر لهم أن هذه العلاقة أو السابقة تعبران رياضياً عن قانون بويل، ثم اطلب منهم وبأسلوبهم الخاص أن يذكروا نص قانون بويل (شفهياً).. استمع إلى ما يقولونه في ذلك، وأكد على النص الصحيح لقانون بويل وهو أن: « **حاصل ضرب حجم كمية معينة من غاز في ضغطه عند ثبوت درجة حرارته هي كمية ثابتة** »، أي أن ض × ح = كمية ثابتة (أو مقدار ثابت).

● **ملحوظة:**

وضح للطلاب أنه عند دراسة علاقة معينة بين عاملين(أو خاصيتين)، أو كميتين متعلقتين بالغاز مثل دراسة العلاقة بين (الحجم والضغط) لابد أن نثبت بقية العوامل، أوالخواص الأخرى مثل: درجة الحرارة، وعند دراسة العلاقة بين (الحجم، ودرجة الحرارة) مثلاً نثبت الضغط، وهكذا.

تطرق بعد ذلك إلى أن الغاز الذي يخضع لقانون بويل يُعرف بأنه غاز مثالي (Ideal Gas).

■ اسألهم ما المقصود بالغاز المثالي؟

● وبعد الاستماع إلى تعريفاتهم، ناقشها معهم وثبِّت التعريف الصحيح الآتي: « أن الغاز المثالي هو الغاز الذي حجمه يتناسب تناسباً عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته »، مثل غاز الأكسجين، وغاز الهيدروجين، وغاز النيتروجين، وغاز الهيليوم.

٨ – مهد للدرس الرابع – ولكن بعد أن تبيّن للطلاب المواضيع التي يحتويها– وذلك بتوجيه الاستفسار الآتي:

■ لقد مرّ عليكم أنه عند ثبوت درجة حرارة كمية معينة من الغاز، فإن ضغطه يتناسب عكسياً مع حجمه، فما هي العلاقة بين ضغط كمية معينة من الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت حجم الغاز؟

● استمع إلى إجاباتهم، وناقشها، ولكن بعد تكليفهم القيام بإجراء التجربة العملية المتعلقة بتحقيق قانون شارل (Charle's Law)، – من المستحسن إجراء هذه التجربة في معمل المدرسة إذا كان يوجد بها معمل ساعد الطلاب حيثما كانت المساعدة ضرورية ولازمة – اطلب منهم في أثناء إجراء هذه التجربة أن يلاحظوا العلاقة بين تغير ضغط الغاز وتغير درجة الحرارة عند ثبوت حجم الغاز، وتوصل معهم إلى أن تغير ضغط كمية معينة من الغاز يتناسب طردياً مع التغير في درجة حرارة الغاز عند ثبوت حجم الغاز.. أشرك الطلاب في استنتاج العلاقة الرياضية التي توضح قانون شارل، وهي العلاقة الآتية:

$$ض = ض_{.}(١ + \frac{١}{٢٧٣}\,م^{\circ})$$

١٠– بإمكانك إضافة حصة إذا رأيت أن الحصص المقررة لهذه الوحدة لا تكفي واستغلها في تنفيذ تجربة تحقيق القانون العام للغازات، ولكن بإشراك الطلاب متبعين في ذلك الإرشادات والتعليمات الخاصة بتنفيذها والموجودة في دليل التجارب العملية، واجعل الطلاب يتوصلون إلى أن :

$$\frac{ض_{١} \times ح_{١}}{T_1} = \frac{ض_{٢} \times ح_{٢}}{T_2} = \frac{ض_{٣} \times ح_{٣}}{T_3}$$

وهذا حسب عدد مرات تكرار التجربة (أي عدد التكرارات)، وبالتالي يكون:

http://e-learning-moe.edu.ye

$$\frac{ح_1 \times ض_1}{T_1} = \frac{ح_2 \times ض_2}{T_2} \quad \text{أو}$$

$$\frac{ح_2 \times ض_2}{T_2} = \frac{ح_3 \times ض_3}{T_3}$$

وتسمى هذه المعادلة بالمعادلة العامة للغازات.

● **ملحـوظـة:**

عند حل الأمثلة أو المسائل المتعلقة بهذه القوانين لابد من تحويل درجات الحرارة من التدريج المئوي إلى ما يعادلها بالتدريج المطلق.

■ **حتى تكون الاستفادة أفضل راعِ ما يلي:**

● يكون تنفيذ التجارب العملية مباشرة بعد دراسة المواضيع النظرية المتعلقة بها.

● تكليف الطلاب بالواجب المنزلي بعد كل درس.

● الإكثار من الأمثلة والمسائل التطبيقية العددية وكذلك الأسئلة والتمارين.

● استمرار التقويم لمواضيع الدروس في كل حصة.

● استغلال البيئة المحلية في إجراء الأنشطة البديلة على أن تكون هذه الأنشطة مناسبة، ومحققة للغرض.

● يمكنك إضافة أنشطة تراها ملائمة إلى الأنشطة الموجودة في الوحدة، وكذلك إضافة أمثلة ومسائل، وتمارين إلى ما هو موجود في الوحدة.

مقترح نموذج درس

(مواضيع الدرس الأول)

- **التمدد الطولي للأجسام الصلبة.**
- **التمدد الحجمي للأجسام الصلبة.**
- **العلاقة بين معاملتي التمدد الطولي، والتمدد الحجمي للأجسام.**

● **أهداف الدرس الأول:**

يتوقع من الطالب بعد الانتهاء من الدرس أن يكون قادراً على أن:

١ – يصف التمدد الطولي، والتمدد الحجمي للأجسام الصلبة.

٢ – يميز بين التمدد الطولي، والتمددالحجمي للأجسام الصلبة.

٣ – يعرف كل من معامل التمدد الطولي، ومعامل التمدد الحجمي.

٤ – يكتب العلاقة بين معامل التمدد الطولي، ومعامل التمدد الحجمي.

٥ – يحل مسائل عددية تطبيقاً لإيجاد الزيادة في الطول، الزيادة في الحجم، الطول النهائي، الحجم النهائي للأجسام الصلبة عند ارتفاع درجة حرارتها.

● **وسائل تنفيذ الدرس:**

تحتاج لتنفيذ هذا الدرس ما يلي:

١ – مزدوجات معدنية مصنوعة من معدني النحاس والحديد.

٢ – جهاز البيرومتر (أُنظر كتاب العلوم الصف السابع).

٣ – مكواة كهربائية تبدو أجزائها الداخلية ومن ضمنها المنظم الحراري.

٤ – جهاز تمدد الأجسام الصلبة (صورته أو رسمه موجود في دليل التجارب العملية).

٥ – صور أو رسومات، توضح أثر ارتفاع درجة

http://e-learning-moe.edu.ye

حرارة الجسم في زيادة طوله وحجمه وصور توضح أثر انخفاض درجة حرارة الجسم في انكماش طوله وحجمه.

- **مناشط تنفيذ الدرس:**
- **التمهيد للدرس:**

١ – ويكون على هيئة أسئلة حوارية ونقاشية يتوصل الطلاب من خلالها إلى أن الأجسام تمدد بالحرارة وتنكمش بالبرودة.

٢ – في حالة توفر نماذج لمزدوجات المعدنية يمكنك توجيه الطلاب القيام بتنفيذ نشاط عملي يسخنون فيه مزدوج معدني؛ حتى تتمدد صفحيتان المعدنيتين وتنثني–وعند تبردها تعود إلى حالتها السابقة.

٣ – توضح المنظم الحراري المستخدم في المكواة الكهربائية ويمكنك توضيح كيفية عمل المنظم الحراري في تنظيم حرارة المكواة.

٤ – إجراء تجربة عملية لتعيين معامل التمدد الطولي لساق معدنية، وبإشراك الطلاب في هذه التجربة.

٥ – استنباط العلاقات الرياضية التي بواسطة يمكن للطلاب إيجاد الزيادة الحاصلة في طول ساق معدنية عند ارتفاع درجة حرارتها، وكذلك إيجاد الزيادة الحاصلة في حجم جسم صلب نتيجة ارتفاع درجةحرارته.

٦ – استنباط العلاقات التي بواسطتها يمكن للطلاب إيجاد الطول النهائي لساق معدنية، وإيجاد الحجم النهائي لجسم صلب.

٧ – حل الأمثلة التطبيقية على التمدد الطولي، والحجمي.

٨ – توضيح العلاقة التي تربط بين معامل التمدد الطولي، ومعامل التمدد الحجمي.

- **التقويم:**

س١ : عرِّف الآتي: التمدد الطولي، التمدد الحجمي، معامل التمدد الطولي، معامل التمدد الحجمي.

س٢ : علل :

يترتب على التمدد الطولي للجسم تمدد حجمي.

س٣ : اكتب العلاقات الرياضية الآتية :

أ – العلاقة التي توجد بها الزيادة في طول الجسم.

ب – العلاقة التي توجد بها الزيادة في حجم الجسم.

جـ – العلاقة التي توجد بها معامل التمدد الطولي للجسم.

د – العلاقة التي توجد بها معامل التمدد الحجمي لجسم.

هـ – العلاقة التي تربط بين معامل التمدد الطولي ومعامل التمددالحجمي لجسم واحد.

و – العلاقة التي توجد بها الطول النهائي للجسم مباشرة.

ز – العلاقة التي توجد بها الحجم النهائي للجسم مباشرة.

- **الواجب :**

أسئلة الواجب يمكن أن تكون أسئلة التقويم جميعها، أو بعضها بالإضافة إلى المسائل الآتية:

- **مسألة (١):**

ساقان من الفضة والحديد طول كل منهما (٢٠٠سم) في درجة الصفر المئوي، سخنتا إلى درجة حرارة (٥٠مْ)، فما الفرق بين طوليهما بعدالتسخين إذا علمت أن معامل التمدد الطولي للفضة ٠,٠٠٠٠١٩ (درجة)$^{-١}$ ومعامل التمدد الطولي للحديد ٠,٠٠٠١١ (درجة)$^{-١}$؟

- **مسألة (٢):**

احسب معامل التمدد الحجمي لجسم من النحاس طوله ٢متر، ارتفعت درجة حرارته من (٢٠مْ) إلى درجة حرارة (٧٠مْ) فأصبح طوله ٢٠,٠٠١٧ متر.

http://e-learning-moe.edu.ye

أجابات تقويم الوحدة

نتوقع من الطالب أن تكون إجاباته الصحيحة على النحو الآتي :

● **جـ ١** : ١ – منظمات ، السخان .

٢ – معامل التمدد الحقيقي ، الفرق .

٣ – $\frac{١}{٢٧٣}$.

● **جـ ٢** :

١– (✗) ، ٢– (✓) ، ٣– (✗) ، ٤– (✓) .

● **جـ ٣** :

١ – (ب) معامل التمدد الطولي .

٢ – (د) قانون شارل .

٣ – (ب) التمدد الحجمي للسوائل .

● **جـ ٤** :

١ – لأنه عند تسخين السوائل يحدث تمددين تمدد للإناء، وتمدد للسائل .

٢ – لأن الماء عندما يبرد من درجة حرارة ٤ مْ إلى درجة الصفر المئوي، يتمدد ويزداد حجمه، وعندما لا يجد حيزاً في القارورة الزجاجية، فإنه يضغط على جدرانها فتنكسر .

٣ – لأن الماء عندما يتحول إلى ثلج يزداد حجمه وتقل كثافته فيرتفع إلى سطح الماء، ويبقى الماء في عمق البحيرة سائلاً ودافئاً – وذلك لأن الثلج يشكل طبقة تحمي الماء تحت السطح من البرودة .

٤ – لأن المسافات الجزيئية بين جزيئات الغازات كبيرة نسبياً أكبر من المسافات الجزيئية بين جزيئات السوائل، وكذلك المسافات الجزيئية بين جزيئات السوائل أكبر منهما في المواد الصلبة، وبالتالي تكون قوى الترابط بين جزيئات الغازات أضعف منها في السوائل، وفي السوائل أضعف منها في المواد الصلبة؛ فإذا سخنت الغازات والسوائل والمواد الصلبة يكون التمدد أكبر في الغازات منه في السوائل، وفي السوائل أكبر منه في المواد الصلبة نتيجة التماسك (أو الترابط) القوي بين جزيئات المواد الصلبة .

● **جـ ٥** :

التمدد الطولي : يعرف بأنه الزيادة الحاصلة في طول الجسم نتيجة تسخينه .

التمدد الحجمي : يعرف بأنه الزيادة الحاصلة في حجم الجسم نتيجة تسخينه .

معامل التمدد الطولي : هو نسبة الزيادة الحاصلة في طول الجسم إلى طوله الأصلي عندما ترتفع درجة حرارته بالتسخين درجة واحدة مئوية .

معامل التمدد الحجمي : هونسبة الزيادة الحاصلة في حجم الجسم إلى حجمه الأصلي عندما ترتفع درجة حرارته بالتسخين درجة واحدة مئوية .

الغاز المثالي : هو الغاز الذي يتناسب حجمه عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .

● **جـ ٦** : **التمدد الطولي** : المزدوجات المعدنية أو المنظم الحراري .

التمدد الحجمي للغازات : انفجار بالونات الأطفال عند تعرضها لأشعة الشمس، أو انفجار إطارات السيارات عند السير لمسافات طويلة وخاصة أيام الصيف .

● **جـ ٧** :

١ – العلاقة التي توضح قانون بويل هي :

ض × ح = كمية ثابتة،

أو $\frac{ض_١}{ض_٢} = \frac{ح_٢}{ح_١}$ = كمية ثابتة .

أو $ض_١ \times ح_١ = ض_٢ \times ح_٢$ = كمية ثابتة .

٢ – العلاقة التي توضح قانون شارل هي :

$ض = ض_. (١ + \frac{١}{٢٧٣} م^\circ)$.

٣ – العلاقة التي توضح القانون العام للغازات هي :

http://e-learning-moe.edu.ye

$$\frac{ح_1 \times ض_1}{T_1} = \frac{ح_2 \times ض_2}{T_2}$$

٤ – العلاقة التي توضح معامل التمدد الطولي هي :

$$م_ط = \frac{\Delta ل}{T\Delta \times ل_1} .$$

٥ – العلاقة التي توضح معامل التمدد الحجمي هي :

$$م_ح = \frac{\Delta ح}{T\Delta \times ح_1} .$$

٦ – العلاقة التي توضح الطول النهائي هي :

$$ل_2 = ل_1 [1 + م_ط (T_1 - T_2)] .$$

٧ – العلاقة التي توضح الحجم النهائي هي :

$$ح_2 = ح_1 [1 + م_ح (T_1 - T_2)] ،$$

أو $ح_2 = ح_1 [1 + 3 م_ط (T_1 - T_2)] .$

● **جـ ٨ :**

١ – خذ أنبوبة اختبار، وسدها بسداد تنفذ منه أنبوبة زجاجية ضيقة .

٢ – نكس طرف الأنبوبة الزجاجية الضيقة في إناء به ماء ملون، ثم سخن أنبوبة الاختبار .

٣ – لاحظ ما يحدث عند فوهة الأنبوبة الزجاجية الضيقة داخل الماء .

٤ – تلاحظ حدوث فقاعات عند فوهة الأنبوبة، يدل هذا على أن الهواء الذي في أنبوبة الاختبار تمدد نتيجة التسخين، فيزداد حجمه ويخرج جزء منه محدثاً فقاعات .

٥ – أبعد اللهب عن أنبوبة الاختبار، ثم بردها بصب ماء بارد ولاحظ ما يحدث، تلاحظ ارتفاع الماء الملون في الأنبوبة الزجاجية الضيقة، دليل على أن الهواء الموجود داخل أنبوبة الاختبار انكمش؛ فقل حجمه وبالتالي، ونتيجة الضغط الجوي اندفع الماء داخل الأنبوبة، نستنتج من هذا أن الهواء (الغازات) تتمدد بالحرارة، وتنكمش بالبرودة، (انظر الرسم في الوحدة تحت عنوان تمدد الغازات) .

● **جـ ٩ :**

$ل_1 = ١٠٠$سم ، $ل_2 = ١٠٠٫٩٦$ سم ،

$T_1 = ٢٥$ م° ، $T_2 =$ درجة حرارة الفرن .

∵ $\Delta ل = ل_2 - ل_1$

∴ $\Delta ل = ١٠٠٫٩٦ - ١٠٠ = ٠٫٩٦$ سم

∵ $م_ط = \frac{\Delta ل}{T\Delta \times ل_1}$

∴ $٠٫٠٠٠١١ = \frac{٠٫٩٦}{(٢٥ - T_2) \times ١٠٠}$

ومنها نجد أن : $١١ T_2 - ٢٧٥ = ٩٦٠٠$

∴ $١١ T_2 = ٩٨٧٥$

∴ $T_2 = \frac{٩٨٧٥}{١١} = ٨٩٧٫٧٣$ م°

هذه هي درجة حرارة الفرن .

● **جـ ١٠ :**

$ح_1 = ٥٠$ سم^3 ، $ح_2 = ٥٠٫١٦٥$ سم^3 ،

$T_1 =$ صفر م° ، $T_2 = ١٠٠$ م° .

∵ $\Delta ح = ح_2 - ح_1$

∴ $\Delta ح = ٥٠٫١٦٥ - ٥٠ = ٠٫١٦٥$ سم^3

∵ $م_ح = \frac{\Delta ح}{T\Delta \times ح_1}$

وحيث أن : $T_1 - T_2 = T\Delta$

∴ $م_ح = \frac{٠٫١٦٥}{٥٠ \times (١٠٠ - صفر)}$

∴ $م_ح = \frac{٠٫١٦٥}{١٠٠ \times ٥٠} = ٠٫٠٠٠٣٣$ (درجة)$^{-١}$

∴ معامل التمدد الحجمي للحديد = ٠٫٠٠٠٣٣ (درجة)$^{-١}$

● **جـ ١١ : (أ) :**

∵ $ل_2 = ل_1 [1 + م_ط (T_1 - T_2)]$

∴ $ل_2 = ٣٠ [1 + ١٠ \times ١٫٧ ^{-٥} (١٧٥ - ٢٥)]$

∴ $ل_2 = ٣٠ [1 + ١٠ \times ١٫٧ ^{-٥} \times ١٥٠]$

∴ $ل_2 = ٣٠ [1 + ٠٫٠٠٢٥٥]$

∴ $ل_2 = ٣٠ \times ١٫٠٠٢٥٥ = ٣٠٫٠٧٦٥$ سم

http://e-learning-moe.edu.ye

∴ الزيادة في طول الساق (Δل) = ل٢ – ل١

∴ Δل = ٣٠,٠٧٦٥ – ٣٠ = ٠,٠٧٦٥ سم

ب) :

∵ س٢ = س١ [١ + م٢ط ($T_1 - T_2$)]

حيث م٢ط = معامل التمدد السطحي

∴ س٢ = ٢٠ [١ + ٢ × ١,٧ × ١٠$^{-٥}$ (١٧٥ – ٢٥)]

∴ ل٢ = ٢٠ [١ + ٣,٤ × ١٠$^{-٥}$ × ١٥٠]

= ٢٠ [١ + ٠,٠٠٥١]

∴ ل٢ = ٢٠ × ١,٠٠٥١ = ٢٠,١٠٢٠ سم^{٢}

∴ الزيادة في مساحة مقطع السلك (Δس) :

Δس = س٢ – س١

∴ Δس = ٢٠,١٠٢٠ – ٢٠ = ٠,١٠٢ سم^{٢}

جـ) :

∵ ح٢ = ح١ [١ + م٣ط ($T_1 - T_2$)]

وحيث أن حجم الساق = مساحة مقطعه × ارتفاعه (الذي يعتبر هنا طوله)

∴ ح٢ = ٦٠٠ [١ + ٣ × ١,٧ × ١٠$^{-٥}$ (١٧٥ – ٢٥)]

∴ ح٢ = ٦٠٠ [١ + ١,٥ × ١٠$^{-٥}$ × ١٥٠]

= ٦٠٠ [١ + ٠,٠٠٧٦٥]

∴ ح٢ = ٦٠٠ × ١,٠٠٧٦٥ = ٦٠٤,٥٩ سم^{٣}

∴ الزيادة في حجم الساق (Δح) = ح٢ – ح١

∴ Δح = ٦٠٤,٥٩ – ٦٠٠ = ٤,٥٩ سم^{٣}

● جـ ١٢ :

∵ الزيادة الحقيقية = الحجم الأصلي × معامل التمدد الحقيقية × فرق درجات الحرارة

∴ الزيادة الحقيقية في حجم السائل

= ٧٠ × ٠,٠٠٠١٨ × (٧٥ – ٢٥)

∴ الزيادة الحقيقية في حجم السائل

= ٧٠ × ٠,٠٠٠١٨ × ٥٠ = ٠,٦٣ سم^{٣}

∵ الزيادة الظاهرية = الحجم الأصلي × معامل التمدد الظاهري × فرق درجات الحرارة

∴ الزيادة الظاهرية في حجم السائل

= ٧٠ × ٠,٠٠٠٢ × ٥٠ = ٠,٧ سم^{٣}

● جـ ١٣ :

حجم القنينة = ٤٠٠ سم^{٣}

الزيادة الظاهرية لحجم الزئبق = ٦,١٢ سم^{٣}

م حـ للزجاج = ٣ × م ط للزجاج

= ٣ × ٠,٠٠٠٠٠٩

= ٠,٠٠٠٠٢٧ (درجة)$^{-١}$

وحيث أن الزيادة الحقيقية = الزيادة الظاهرية + الزيادة في حجم القنينة

∵ م حـ للزئبق = $\frac{\text{الزيادة الظاهرية + الزيادة في حجم القنينة}}{\text{الحجم الأصلي} \times \text{فرق درجات الحرارة}}$

∴ م حـ للزئبق = $\frac{٦,١٢ + ٠,٠٠٠٠٢٧ \times ٤٠٠ \times ١٠٠}{٤٠٠ \times (\text{صفر} - ١٠٠)}$

∴ م حـ للزئبق = $\frac{٦,١٢ + ١,٠٨}{٤٠٠ \times ١٠٠} = \frac{٧,٢}{٤٠٠٠٠٠}$

∴ م حـ للزئبق = ٠,٠٠٠١٨ (درجة)$^{-١}$

أو الزيادة في حجم القنينة = ٤٠٠ × ٠,٠٠٠٠٢٧ × (١٠٠ – صفر) = ١,٠٨ سم^{٣}

الزيادة الظاهرية في حجم الزئبق = ٦,١٢ سم^{٣} .

∴ الزيادة الحقيقية في حجم الزئبق =

٦,١٢ + ١,٠٨ = ٧,٢ سم^{٣} .

∵ الزيادة الحقيقية في حجم الزئبق = الحجم الأصلي × معامل التمدد الظاهري × فرق درجات الحرارة

∴ ٧,١٢ = ٤٠٠ × م حـ × ١٠٠

∴ م حـ = $\frac{٧,٢}{٤٠٠ \times ١٠٠}$

∴ م حـ للزئبق = ٠,٠٠٠١٨ (درجة)$^{-١}$

● جـ ١٤ :

∵ $\frac{ح_١ \times ض_١}{T_1} = \frac{ح_٢ \times ض_٢}{T_2}$

http://e-learning-moe.edu.ye

وحيث أن الحجم ثابت، أي أن : ح١ = ح٢

∴ $\frac{ض_1}{T_1} = \frac{ض_2}{T_2}$

∴ $\frac{١١٤}{٢٧٣+٣-} = \frac{ض_2}{٢٧٣+٥١}$

∴ $\frac{١١٤}{٢٧٠} = \frac{ض_2}{٣٢٤}$

∴ ض٢ = $\frac{١١٤ \times ٣٢٤}{٢٧٠}$ = ١٣٦٫٨ سم.زئبق

● **جـ١٥ :**

∵ $\frac{ح_1 \times ض_1}{T_1} = \frac{ح_2 \times ض_2}{T_2}$

وحيث أن الضغط ثابت، أي أن : ض١ = ض٢

∴ $\frac{ح_1}{T_1} = \frac{ح_2}{T_2}$

∴ $\frac{١}{٢٧٣+١٠} = \frac{ح_2}{٢٧٣+٢٩٣}$

∴ $\frac{١}{٢٨٣} = \frac{ح_2}{٥٦٦}$

∴ ح٢ = $\frac{٥٦٦}{٢٨٣}$ = ٢ لتر.

● **جـ١٦ :**

∵ $\frac{ح_1 \times ض_1}{T_1} = \frac{ح_2 \times ض_2}{T_2}$

∴ $\frac{٦٤ \times ٧٥}{٢٧٣+٢٧} = \frac{ح_2 \times ٥٦}{٢٧٣+ ٧}$

∴ $\frac{٦٤ \times ٧٥}{٣٠٠} = \frac{ح_2 \times ٥٦}{٢٨٠}$

∴ ح٢ = $\frac{٦٤ \times ٧٥ \times ٢٨٠}{٣٠٠ \times ٥٦}$ = ٨٠ لتراً.

http://e-learning-moe.edu.ye

المراجع العربية

١ – الفيزياء العامة، الجزء الأول، د.خليل وشاح وآخرون ١٩٩٠م.

٢ – الضوء في تجارب – السلسلة العلمية (١٨) – كامل أدهم الدباغ.

٣ – الكهرباء في تجارب – السلسلة العلمية – كامل الدباغ.

٤ – د. علم الدين فرغلي و د. أحمد فؤاد باشا، فيزياء الصف الأول الثانوي، وزارة التربية والتعليم – صنعاء / اليمن (١٩٩٤).

٥ – أ.د عمر صالح بابقي ورفاقه: الميكانيكا والظواهر الموجية، وزارة التربية والتعليم– صنعاء (٢٠٠١)

٦ – آلان اسحاق وفاليري بيث (١٩٨٠) . الفيزياء ، ترجمة محمد دبس . معهد الإنماء العربي: مكتبة الثقافة العلمية الميسرة للكبار . طرابلس ، الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى.

٧ – ب – يافورسكي ، وبتلاف (١٩٧٦) . المرجع في الفيزياء ، ترجمة فريد يوسف حنا : دار مير للطباعة والنشر . روسيا ، موسكو.

٨ – جيمس أ . ريتشارد وزملاؤه (بدون). الفيزياء الحديثة للجامعات، ترجمة عبد الرزاق قدورة وزملاؤه : جامعة دمشق – الجزء الأول.

٩ – عبد الجوادة أبو الهيجاء (١٩٩٨) . الفيزياء الكلاسيكية : بيروت ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، الطبعة العربية .

١٠– ف . بوش (١٩٩٥) أساسيات الفيزياء ، ترجمة سعيد الجزير ومحمود سليمان : القاهرة ، الدار الدولية للنشر والتوزيع.

http://e-learning-moe.edu.ye

المراجع الأجنبية

1 - Physics (Volume : 2), Electricity magnetism and Optics ARNOLP L. Reimann

2 - University Physics fifth edition Francis W. Sears , Mark W. Zemnsky.

3 - Silver Burdett & Ginn - Physical Science.

4 - Programes Officiels de 1'Enseignment Secondaire Sciences Physiques.

5 - Advanced Physics Tom Dun Can.

6 - New School Physics K Ravi - Ko George.

7 - Gcse Physics Tom Dun Can..

8 - D.C. Agarwal Text Book of Physics Wheeler publishing - Allahabad - india 1992

9 - R.A. Serway Physics For Scientists and Engineers Saunders college publishing- London (1996)

10 - University Physics F.W. Seras
Addison - wesley publishing company London 1982.

11 - Agarwad, D.C. Text Book of Physics.
India : Allahabad, Division of A.H.W. and Co. Ltd. , volume 1.

12 - Frank L. VerWiebe, Gordon E. Van Hooft and BrYant W. Saxon (1970). Physics. A Basic-Sciencs. 5'th Edition, Philipines: Liton Educational Publishing, Inc.

13 - R.A. Serway. Physics. London. Saundres College Publishing.

14 - Physics, Second Edition , For Second Three Normal (1990). Curriculum Development Institute of Singapore.

15 - See T.W. fong and Loo W. Yong (1993). Science for Secondery School Physics: Singapore: Longman Singapore publishers (Pte) Limited.

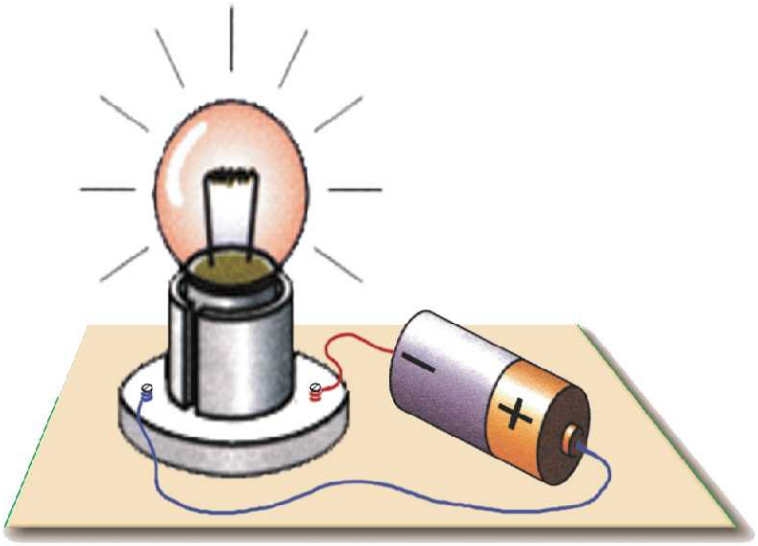
16 - Joseph M. Oxenhorn (198). Physics2. Matter and Energy. New York : Globe Book Company Inc.

http://e-learning-moe.edu.ye

تم بحمد الله

http://e-learning-moe.edu.ye

http://e-learning-moe.edu.ye



http://e-learning-moe.edu.ye