الوحدة الثالثة 3

المجال الكهربائي والجهد الكهربائي

الأستاذ

محمـــد علي الزلبـــاني

ابتسم فانت تدرس فيزياء

@MAZ_PHYSICS

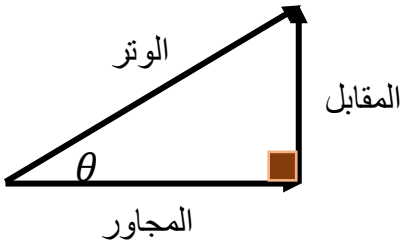
محمد الزلباني

سنتي cm $\xrightarrow{\times 10^{-2}}$ m	
ملي mm $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ m	كيلو km $\xrightarrow{\times 10^{3}}$ m
ميكرو μm $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ m	ميجا Mm $\xrightarrow{\times 10^{6}}$ m
نانو nm $\xrightarrow{\times 10^{-9}}$ m	جيجا Gm $\xrightarrow{\times 10^{9}}$ m
جرام g $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ Kg	km/h $\xrightarrow{\times \frac{5}{18}}$ m/s
شحنة الالكترون $-1.6 \times 10^{-19}\ C$	كتلة الالكترون $9.1 \times 10^{-31}\ kg$
قانون الجذب العام لنيوتن (N) $F = \frac{GMm}{r^2}$	

الوزن الوزن $F_g = mg$ ، حيث الكتلة m (kg) ، تسارع الجاذبية g m/s^2

قانون نيوتن الثاني القوة المحصلة (N) $\vec{F} = m\vec{a}$ ، حيث التسارع a m/s^2 ، الكتلة m (kg)

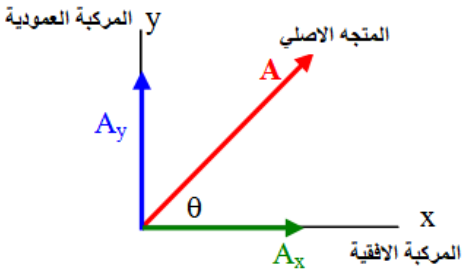
❖ لحساب التسارع نستخدم قانون نيوتن الثاني $a = \frac{\text{القوة } F}{\text{الكتلة } m}$



$\sin\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{وتر}}$

$\cos\theta = \frac{\text{مجاور}}{\text{وتر}}$

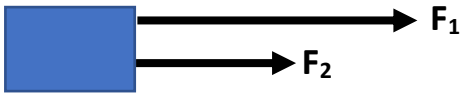
$\tan\theta = \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}}$



$A_{\text{المجاور للزاوية}} = A\ \cos\theta$

$A_{\text{البعيد عن الزاوية}} = A\ \sin\theta$

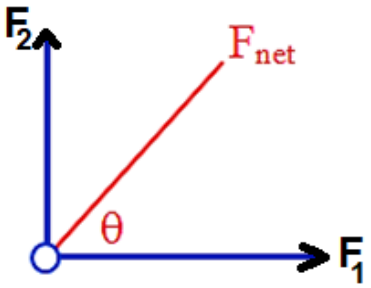
* إذا كانتا القوتان F_1 , F_2 تؤثران على جسم وبينهما زاوية 0° (**لهما نفس الاتجاه**)



$$F_R = F_1 + F_2$$

* إذا كانتا القوتان F_1 , F_2 تؤثران على جسم وبينهما زاوية 180° (**متعاكسين في الاتجاه**)

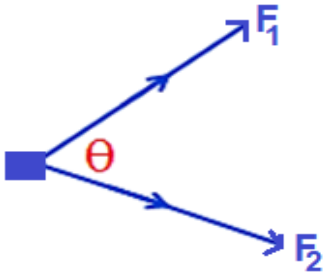
$$F_R = F_1 - F_2$$



* إذا كانتا القوتان F_1 , F_2 **متعامدان** تؤثران على جسم **وبينهما زاوية** 90°

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right)$$



* إذا كانتا القوتان F_1 و F_2 تؤثران على جسم وبينهما زاوية θ

$$f = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + 2f_1 f_2 cos\theta}$$

أنـواع الـكـهـربـاء

ساكنة (إستاتيكية)

تنتج من تراكم الشحنات الكهربائية على أسطح المواد المعزولة

متحركة (تيارية) الديناميكية

تنتج من سريان الشحنات الكهربائية في الموصلات

أمثلة على الكهرباء الساكنة

البرق ينتج من تفريغ الشحنات الكهربائية بين السحب

علل: دلك البالون بالصوف يشحن البالون بشحنة سالبة والصوف بشحنة موجبة؟

ج- لانتقال الشحنات السالبة من الصوف إلى البالون

علل: نشعر بالصعقة عندما نلمس مقبض الباب بعد المشي حافي القدمين على السجاجيد؟

ج- بسبب تفريغ الشحنات الكهربائية من اليد للمقبض[بسبب الكهرباء الساكنة]

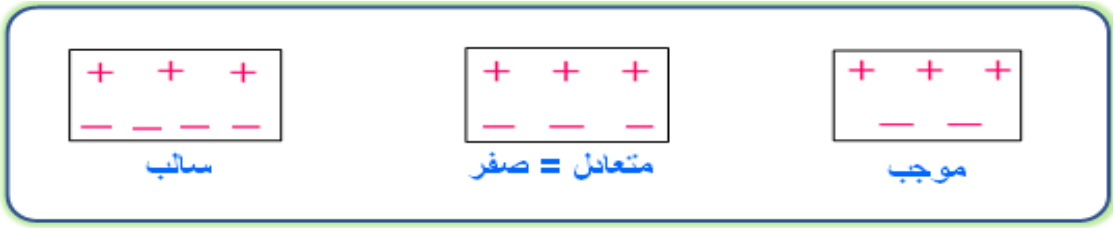
موجبة (بروتونات) — **أنواع الشحنات** — **سالبة (الكترونات)**

وحدة قياس الشحنة الكهربية — **(C)كولوم**

علل: معظم المواد متعادلة كهربائياً؟

ج- عدد الشحنات الموجبة (البروتونات) = عدد الشحنات السالبة (الإلكترونات)

محصلة الشحنة الكهربائية (الفرق بين الشحنة الموجبة الكلية والشحنة السالبة الكلية)



ملاحظة: عندما تتساوي عدد الشحنات الموجبة مع السالبة تكون الشحنة الكلية = صفر **(الجسم متعادل)**

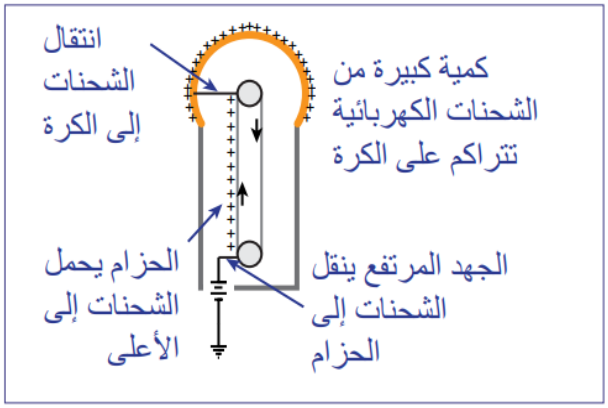
*** قانون الجذب والتنافر في الكهربائية:**

الشحنات المتشابهة **تتنافر** والشحنات المختلفة **تتجاذب**.

* وحدة قياس القوة الكهربائية (الكهروستاتيكية)← **N نيوتن**

* تنشأ بين الاجسام المشحونة قوة (تجاذب أو تنافر)

مولد فان دي جراف: يستخدم لإنتاج كهرباء ساكنة كبيرة



عمل مولد فان دي جراف

1) يولد المصدر العالي الجهد شحنات كهربائية على حزام عازل متحرك
2) عندما يصل الحزام الى القمة يتم نقل الشحنة بواسطة موصل إلى السطح الخارجي للكرة المعدنية

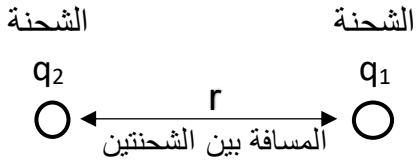
◆ **علل: التيار الناتج من مولد فان دي جراف لا يسبب الأذى لمن يلمسه (لا يسبب صدمة كهربائية كبيرة)؟**

ج- لأن الصدمة الكهربائية المتولدة تمتلك تيار صغير جداً لا يسبب الأذى

قانون كولوم

القوّة الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتين كهربائيّتين نقطيتين تتناسب **طرديًا** مع حاصل ضرب مقدار الشحنتين **وعكسيًا** مع مربع المسافة بينهما

قانون كولوم (حساب القوة الكهربائية الساكنة - القوة الكهروستاتيكية)



$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \qquad (N)$$

$$F = \frac{k\, q_1 q_2}{r^2} \qquad (N)$$

K ثابت كولوم وقيمته للهواء أو الفراغ $9 \times 10^9\ N.m^2/C^2$

الكمية الفيزيائية	الرمز	وحدة القياس
القوة الكهربائية	F	N
ثابت كولوم	K	$N.m^2/C^2$
الشحنة الكهربائية1	q_1	C
الشحنة الكهربائية2	q_2	C
المسافة بين شحنتين	r	m
السماحية الكهربائية	ε	F/m
السماحية النسبية	ε_r	-----
سماحية الفراغ	ε_o	F/m

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon} = \frac{1}{4\,\pi\,\varepsilon_o\,\varepsilon_r}$$

السماحية الكهربائية (ايبسلون) $\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_o$

سماحية الفراغ $\varepsilon_o = 8.85 \times 10^{-12} F/m$

$$K = \frac{9 \times 10^9}{\varepsilon_r}\ N.m^2/C^2$$

السماحية الكهربائية لوسط ε: **قياس لمدى قدرة المادة أو الوسط على تركيز خطوط المجال الكهروستاتيكي.**

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{q_1q_2}{4\,\pi\,\varepsilon_o\varepsilon_r\ r^2} = \frac{9\times10^9\ \times q_1q_2}{\varepsilon_r\quad r^2} \qquad (N)$$

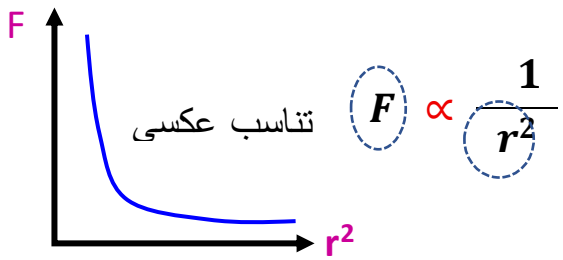
◆ علل: يسمي قانون كولوم بقانون التربيع العكسي؟ $F \propto \frac{1}{r^2}$

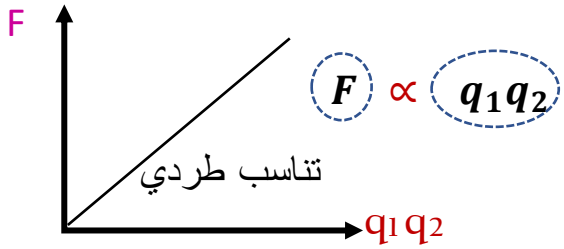
ج- لأن القوة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين

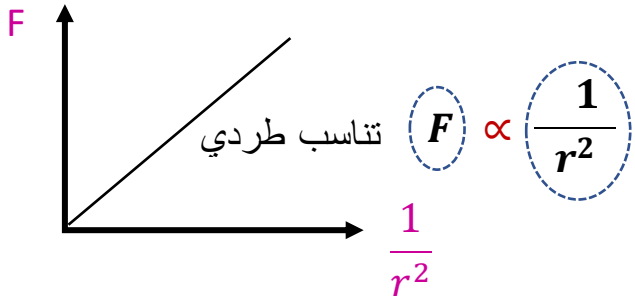
*** انتبه: القوة الكهربائية F وشدة المجال الكهربائي E كميات متجهة لا يلزم كتابة إشارة الشحنة الكهربائية أثناء التعويض و تراعى الاتجاهات عند حساب المحصلة.**

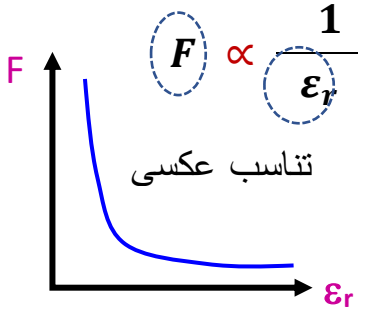
بينما الجهد الكهربائي V وطاقة الوضع الكهربائية Ep كميات عددية قياسية لازم تكتب إشارة الشحنة الكهربائية أثناء التعويض

$$F = \frac{K \times q_1 q_2}{r^2} = \frac{9\times10^9 \times q_1 q_2}{\varepsilon_r \quad r^2} \quad (N)$$







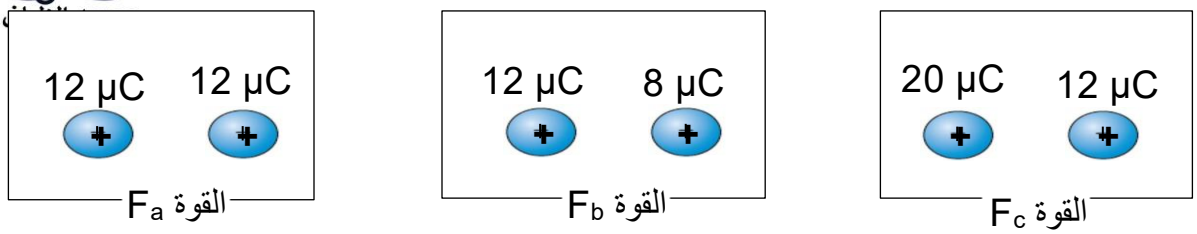


$$\frac{F}{F^-} = \frac{q_1 q_2 \varepsilon_r^- r^{-2}}{q_1^- q_2^- \varepsilon_r r^2} \quad (N)$$

1. أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة للقوة الكهروستاتيكية بين أي شحنتين نقطيتين؟

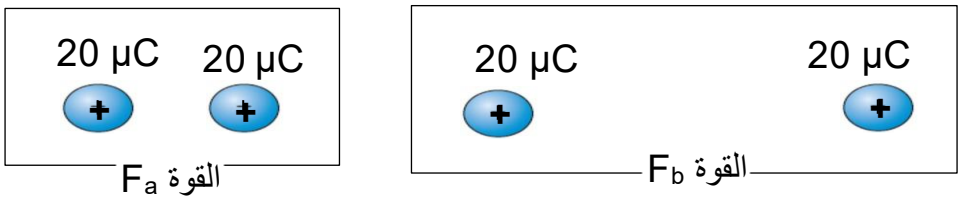
- ☐ تتناسب طردياً مع مربع المسافة بين الشحنتين
- ☐ تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين
- ☐ تتناسب طردياً مع المسافة بين الشحنتين
- ☐ تتناسب عكسياً مع المسافة بين الشحنتين

2. في **الأشكال** الموضحة بالأسفل رتب قيم قوة التنافر تنازليا تبعا لمقدار قوة التنافر الكهربائية إذا كانت جميع الشحنات على نفس البُعد r



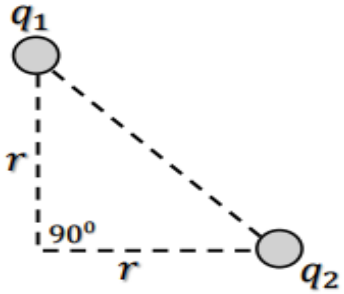
الحل

3. رتب قيم قوة التنافر تنازليا تبعا لمقدار قوة التنافر الكهربائية



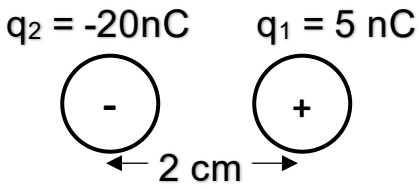
الحل

4. أي مما يلي يُمثّل قيمة القوة الكهربائية المُتبادلة بين الشحنتين (q_1) و (q_2) في الشكل أدناه؟



- ☐ $\frac{k\, q_1\, q_1}{r}$
- ☐ $\frac{k\, q_1\, q_1}{r^2}$
- ☐ $\frac{k\, q_1\, q_1}{2r}$
- ☐ $\frac{k\, q_1\, q_1}{2r^2}$

5. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب مقدار: ($k = 9x10^9 N.m^2/c^2$)



A. القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة q_1 بواسطة الشحنة q_2 وعيّن اتجاهها ؟

.....

.....

.....

.....

B. القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة q_2 بواسطة الشحنة q_1 وعيّن اتجاهها؟

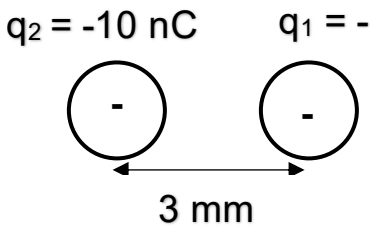
.....

.....

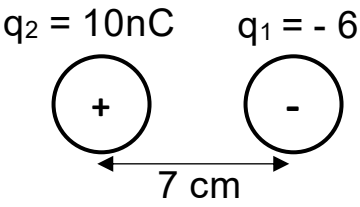
.....

.....

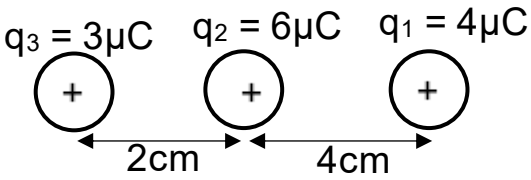
6. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة q_1 واتجاهها $k = 9x10^9 N.m^2/c^2$



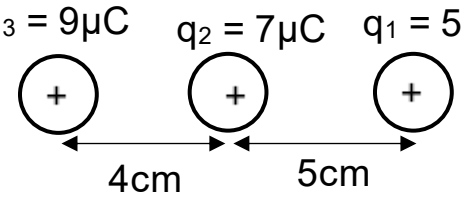
7. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل المجاور احسب القوة الكهربائية المتبادلة بين الشحنتين $k = 9x10^9 N.m^2/c^2$



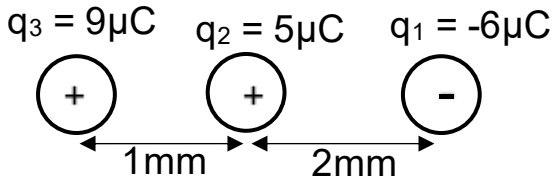
8. احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة $\mathbf{q_2}$ إذا علمت أن $k = 9x10^9 N.m^2/c^2$



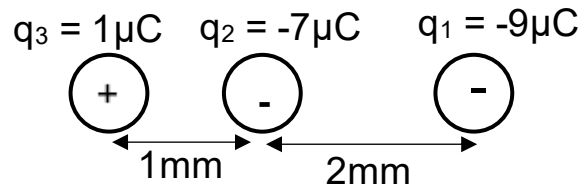
9. احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة $\mathbf{q_2}$ إذا علمت أن $k = 9x10^9 N.m^2/c^2$



10. احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة $\mathbf{q_1}$ إذا علمت أن الشحنات الكهربائية وضعت في التفلون $(\varepsilon_r = 2\ , \varepsilon_0 = 8.85x10^{-12}\ F/m)$

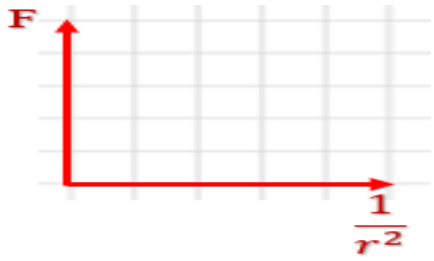


11. احسب القوة الكهربائية المؤثرة على الشحنة $\mathbf{q_1}$ إذا علمت أن الشحنات الكهربائية وضعت في الورق $(\varepsilon_r = 3.5\ ,\ \varepsilon_0 = 8.85x10^{-12}\ F/m)$

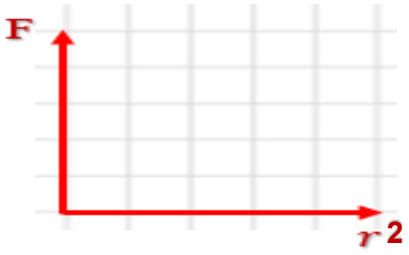


12. ارسم المنحنيات التي تربط بين الكميات الفيزيائية الموضحة في كل حالة من الحالات التالية: (قيمة q_1 و q_2 ثابتة ونوع الوسط المحيط فيهما هو الهواء)

القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين ومقلوب مربع المسافة بينهما

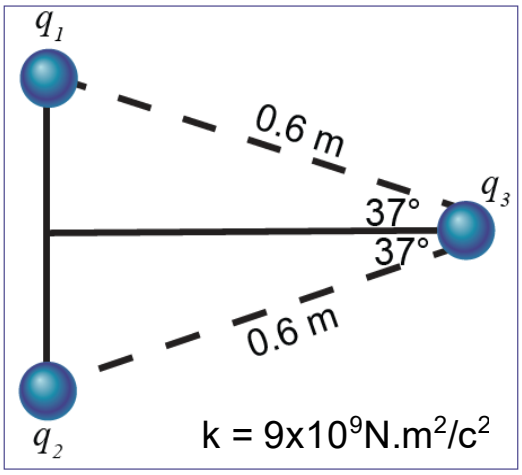


القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين ومربع المسافة بينهما



13. تزداد السماحية النسبية في مادة تحتوي على شحنتين كهربائيتين من 1 إلى 2. كيف تتغير القوة الكهربائية بينهما نتيجة لذلك؟

14. توضع ثلاث شحنات كهربائية كما بالشكل وقيمها $q_1 = -3.5\mu C$ و $q_2 = -3.5\mu C$ و $q_3 = -5\mu C$
أحسب مقدار القوة الكهربائية التي تؤثر في الشحنة q_3



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

15. ما أوجه التشابه وأوجه الاختلاف بين قانون كولوم وقانون الجاذبية لنيوتن؟ (صفحة 53)

16. قارن بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية؟ (صيغة أخرى للسؤال السابق)

.....

.....

.....

.....

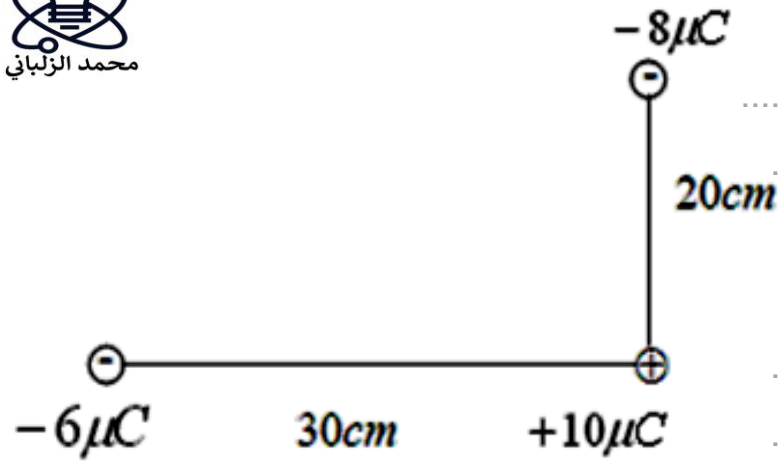
.....

.....

.....

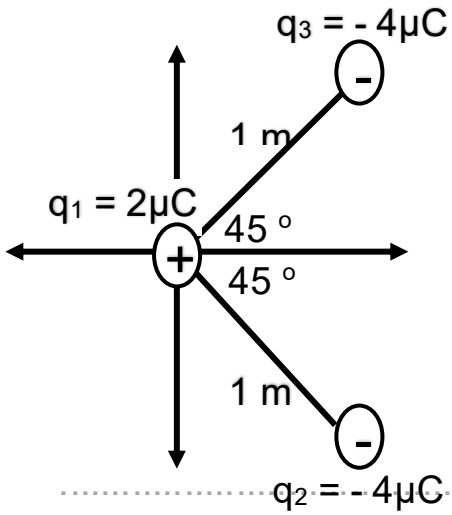
.....

17. في الشكل التالي أوجد القوة المحصلة المؤثرة على الشحنة $+10\mu C$ ($k= 9.0 \times 10^9\ N.m^2/C^2$)

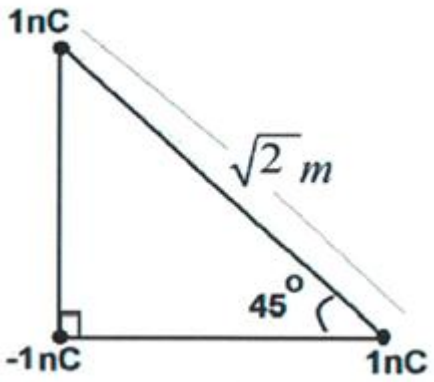


18. يوضح الشكل أدناه ثلاث شحنات نقطية في الهواء احسب مقدار القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة q_1

$k= 9.0 \times 10^9\ N.m^2/C^2$



19.وضعت ثلاث شحنات نقطية مقاديرها 1nC و-1nC و1nC في اركان مثلث قائم الزاوية كما هو موضح في الشكل المقابل أوجد مقدار واتجاه القوة الكهربائية المحصلة المؤثرة على الشحنة -1nC



$k = 9.0 \times 10^9\ N.m^2/C$

20.جسمان A,B مشحونان بشحنتين متماثلتين فإذا زادت الشحنات علي كلا منهما الي الضعف وزادت المسافة بينهم الي الضعف فان القوي الكهروستاتيكية بينهما:

- ☐ تظل ثابته.
- ☐ تقل للنصف.
- ☐ تقل للربع.
- ☐ تزداد للضعف.

21.شحنتان كهربائيتان وضعتا في الفراغ على مسافة معينة من بعضهما. كيف تتغير القوة بين الشحنتين إذا ملئ الفراغ بينهما بمادة ذات سماحية كهربائية أعلى؟

- ☐ القوة تزداد
- ☐ القوة تنخفض
- ☐ تبقى القوة كما كانت
- ☐ ينعكس اتجاه القوة

22. تولدت قوة كهربائية F بين كرتين متماثلتين تحمل كل منهما شحنة مقدارها q والمسافة بين مركزيهما r أي التعبيرات التالية لا ينتج عنه أي تغيير في القوة بين الشحنتين؟

- ☐ مضاعفة الشحنة على أحد الكرتين ومضاعفة المسافة بينهما
- ☐ مضاعفة الشحنة على كلاً من الكرتين ومضاعفة المسافة بينهما
- ☐ مضاعفة الشحنة على أحد الكرتين وتقليل المسافة للنصف
- ☐ مضاعفة الشحنة على كلاً من الكرتين وتقليل المسافة للنصف

23. تمت زيادة المسافة بين شحنتين كهربائيتين q+ و q- من r إلى 4r. بأي معامل يجب تغيير قيمة شحنة واحدة فقط بحيث تبقى القوة الكهربائية بينهما هي ذاتها؟

.....

.....

.....

.....

.....

24. شحنتان، إحداهما موجبة والأخرى سالبة تفصل بينهما مسافة 25cm وتتأثر كل منهما بقوة جذب مقدارها 5N ما هو مقدار القوة الكهربائية واتجاهها التي تؤثر في كل منهما عندما تصبح المسافة بينهما 50cm ؟

.....

.....

.....

.....

.....

25. كرتان مشحونتان، تقع إحداهما على مسافة r من الأخرى في الفراغ، وتتأثر كلتاهما بقوة تنافر مقدارها 125N كم يجب أن تكون المسافة بينهما بحيث تنخفض قوة التنافر إلى 5N؟

.....

.....

.....

.....

.....

26. مقدار القوة الكهربائية في الفراغ بين شحنتين كهربائيتين هو 10N كم سيصبح مقدار هذه القوة إذا وضعت الشحنتان في مادة الجرافيت وقلت المسافة بينهما للنصف علماً بأن السماحية النسبية للجرافيت هي 12 ؟

.....

.....

.....

27. مقدار القوة الكهربائية المتبادلة بين شحنتين في الفراغ 50 N كم سيصبح مقدار هذه القوة إذا:

a) تضاعفت قيمة كلا من الشحنتين .....

.....

.....

b) تضاعفت المسافة بين الشحنتين .....

.....

.....

c) تضاعفت قيمة أحد الشحنتين وقلت المسافة بين الشحنتين للنصف.....

.....

.....

.....

d) وضعت الشحنتين في مادة التفلون $\varepsilon_r = 2$ .....

.....

.....

.....

e) وضعت الشحنتين في مادة الجرافيت $\varepsilon_r = 12$ وتضاعفت المسافة بين الشحنتين .....

.....

.....

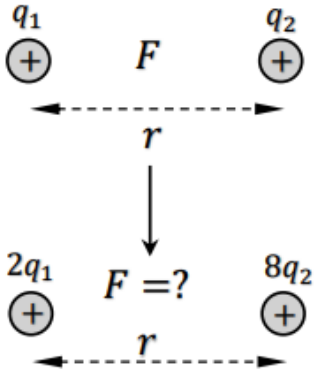
.....

f) وضعت الشحنتين في الماء $\varepsilon_r = 80$ وتضاعفت قيمة كلا من الشحنتين .....

.....

.....

.....



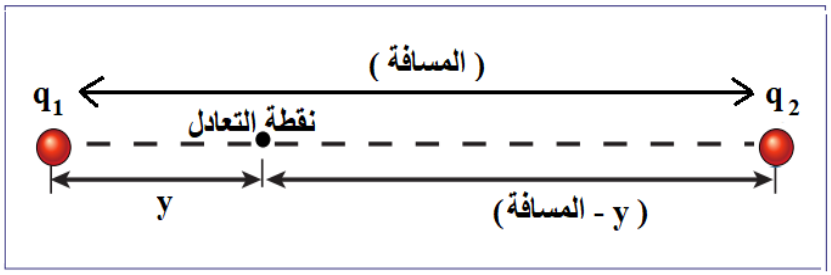
28.شحنتان كهربائيتان (q_1) و (q_2) تفصل بينهما مسافة (r) مما يولّد قوّة مقدارها (F)، تم زيادة (q_1) الى ($2q_1$) و (q_2) الى ($8q_2$) كما هو موّضّح في الشكل مع بقاء المسافة بينهما بدون تغيّر. كم تُصبح القوة الكهربائية المُتبادلة بينهما؟

- 32 F ☐
- 16 F ☐
- 8 F ☐
- 4 F ☐

نقطة الاتزان (نقطة انعدام القوة الكهربائية أو انعدام المجال الكهربائي)

النقطة التي ينعدم عندها القوة المحصلة (محصلة القوة الكهربائي عند النقطة = صفر)

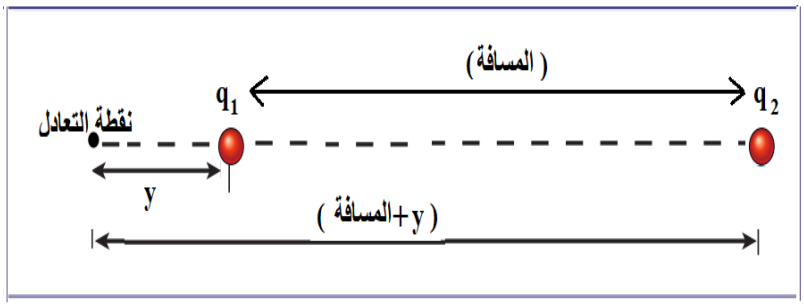
1- اذا كانت **الشحنتان متشابهتان في النوع** (موجبة وموجبة أو سالبة وسالبة) تقع **نقطة الاتزان بين الشحنتين** وأقرب للشحنة الأصغر مقدارًا (القيمة المطلقة).



$$\frac{\sqrt{q_1}}{y} = \frac{\sqrt{q_2}}{(\text{المسافة بين الشحنتين} - y)}$$

2- اذا كانت **الشحنتان مختلفتان في النوع** (موجبة وسالبة) تقع **نقطة الاتزان خارج الشحنتين**

وعلى امتداد الخط الواصل بينهما **وأقرب للشحنة الأصغر مقدارًا (القيمة المطلقة)**



$$\frac{\sqrt{q_1}}{y} = \frac{\sqrt{q_2}}{(\text{المسافة بين الشحنتين} + y)}$$

29.وضعت شحنتان كهربائيتان موجبتان $q_1 = 2\mu C$ و $q_2 = 8\mu C$ على خط مستقيم وعلى مسافة $4cm$ بينهما. ووضعت شحنة كهربائية ثالثة q على الخط نفسه بينهما بحيث تكون محصلة القوة الكهربائية عليها صفراً، احسب المسافة بين q و q_1

.....

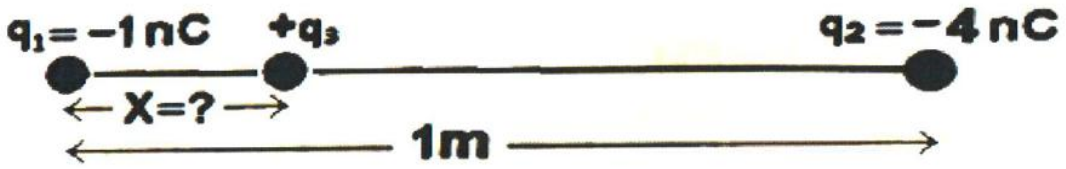
.....

.....

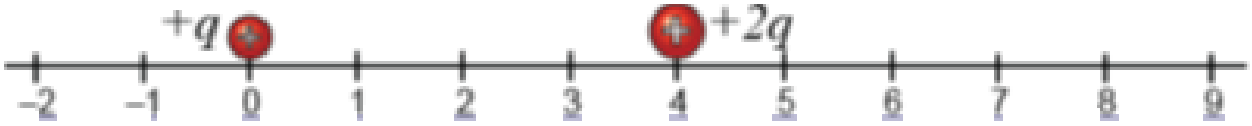
.....

.....

30. شحنتان مقدارهما 1nC- و4nC- موضوعتان على خط مستقيم وتفصل بينهما مسافة 1m عند أي من الشحنة الأولى q_1 توضع شحنة ثالثة q_3 بحيث تكون محصله القوى المؤثرة عليها = 0



31. وضعت شحنتان كهربائيتان على مسافة 4m من بعضهما البعض كما في الشكل أدناه عند أي نقطة تكون محصلة القوى الكهربائية للشحنتين صفراً



32. شحنة موجبة $q_1 = 1\mu C$ عند نقطة الأصل وشحنه $q_2 = -2\mu C$ عند $x = 10cm$
أين يجب أن توضع شحنة ثالثة على المحور x بحيث تكون محصلة القوى المؤثرة فيها صفرا؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

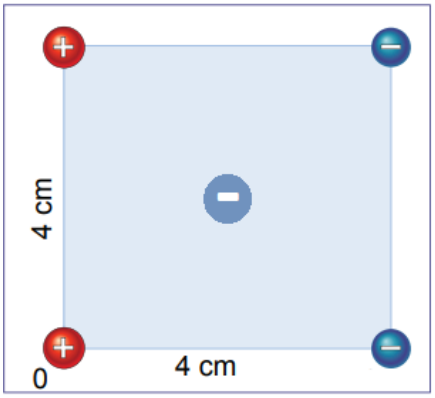
.....

.....

.....

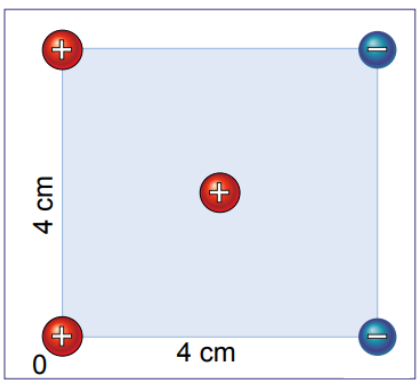
.....

33. وضعت أربع شحنات متساوية على زوايا مربع كما هو مبين في الشكل المجاور، فماذا سيحدث لشحنة سالبة إذا وضعت في مركز المربع بالضبط



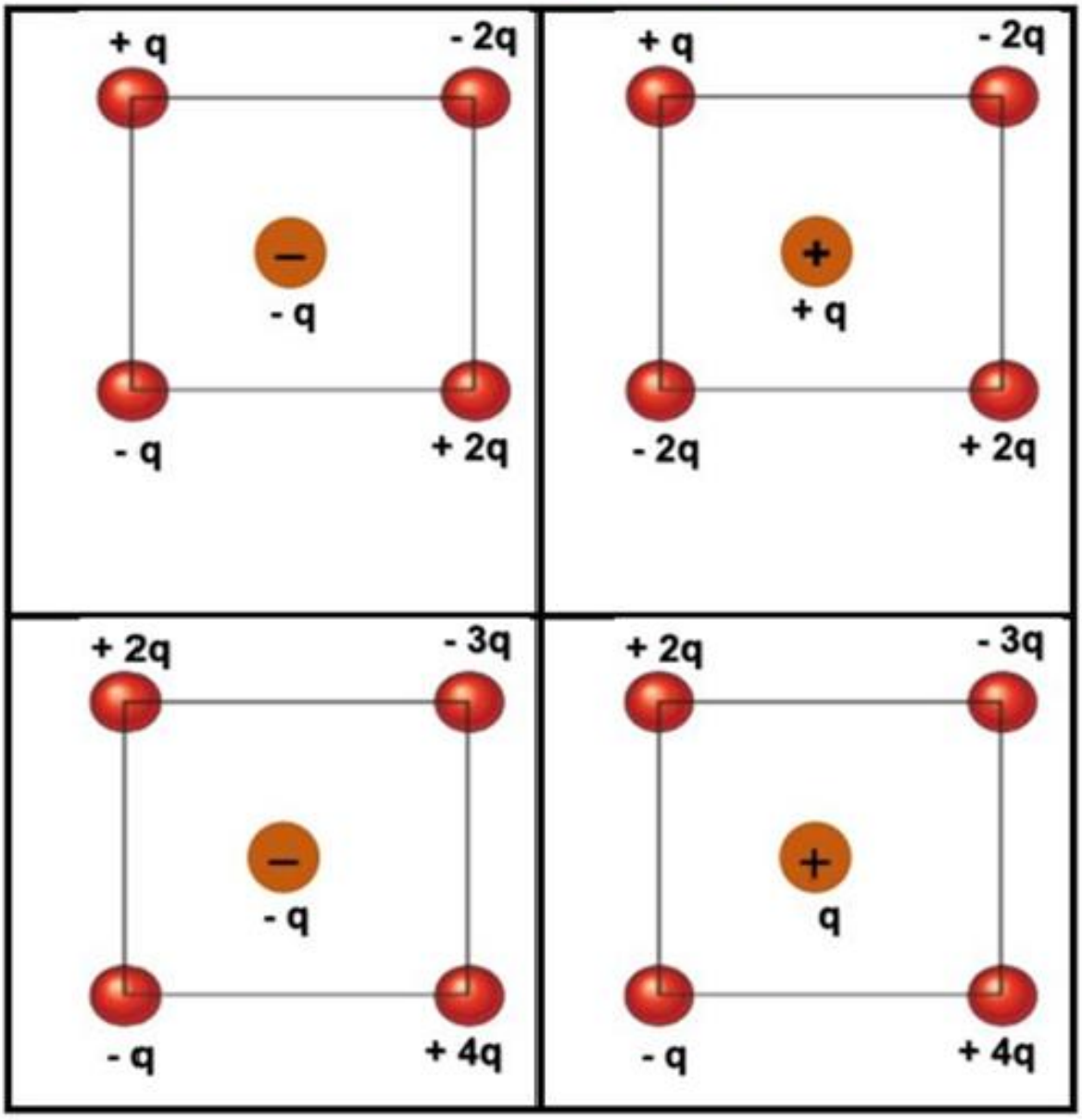
- ☐ لن تتحرك.
- ☐ ستتحرك نحو الأعلى.
- ☐ ستتحرك نحو اليمين.
- ☐ ستتحرك نحو اليسار.

34. وضعت أربع شحنات متساوية على زوايا مربع كما هو مبين في الشكل المجاور، فماذا سيحدث لشحنة موجبة إذا وضعت في مركز المربع بالضبط؟



- ☐ لن تتحرك.
- ☐ ستتحرك نحو الأعلى.
- ☐ ستتحرك نحو اليمين.
- ☐ ستتحرك قطرياً نحو الركن السفلي الأيمن.

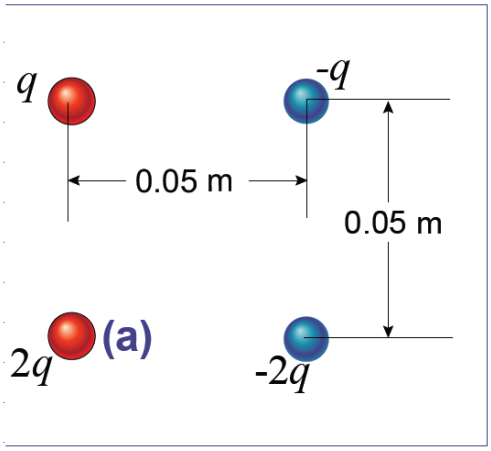
35. وضعت أربع شحنات كهربائية عند رؤوس مربع كما هو موضح بالأشكال التالية ، فماذا سيحدث للشحنة الموضوعة في مركز المربع بالضبط ؟



36. احسب القوة الكهربائية بين شحنتين متماثلتين قيمة كلا منهما 7 μC والمسافة بينهما 3 cm ومعامل النفاذية الكهربائية النسبية للوسط 5 ومعامل النفاذية الكهربائية للفراغ $8.85 \times 10^{-12}\ C^2/Nm^2$

- ☐ 0.03 N
- ☐ 3.00 N
- ☐ 98.0 N
- ☐ $98X10^6$ N

37. وُضِعَت أربع شحنات عند رؤوس مربع طول ضلعه $0.05\ \text{m}$ كما في الشكل حيث $q = 1 \times 10^{-7}\ \text{C}$. احسب محصلة القوى الكهربائية على الشحنة $2q$ عند رأس المربع (a) السفلي إلى اليسار

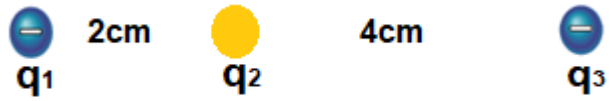


38. ماذا يحدث لقيمة القوة الكهربائية بين شحنتين إذا تضاعفت المسافة بينهما إلى المثلين ونقص حاصل ضرب مقدار شحنتيهما إلى النصف؟

- ☐ تصبح ثمن ما كانت عليه
- ☐ تصبح ربع ما كانت عليه
- ☐ تصبح مثلي ما كانت عليه
- ☐ تصبح أربع أضعاف ما كانت عليه

39. اوجد مقدار ونوع الشحنة q_3 التي تجعل محصلة القوة الكهربائية على الشحنة q_2 تساوي صفراً؟

40. اوجد مقدار ونوع الشحنة q_2 التي تجعل محصلة القوة الكهربائية على الشحنة q_3 تساوي صفراً؟



41. يفصل بين جسمين مسافة 1 cm، كتلة كل منهما 10 g وشحنتاهما 5+ µC و10- µC
($k = 9 \times 10^9\ N.m^2/C^2$)

a. ما اتجاه القوة الكهربائية بينهما؟

.....

b. ما مقدار القوة الكهربائية بينهما (التي توثر بها كل منهما على الأخرى)؟

.....

.....

c. ما تسارع الشحنة الموجبة عند لحظة بداية تأثرها بالقوة؟

.....

.....

.....

d. ما تسارع الشحنة السالبة عند لحظة بداية تأثرها بالقوة؟

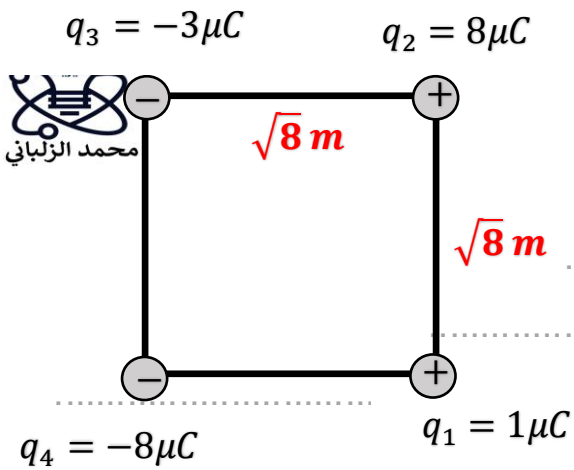
.....

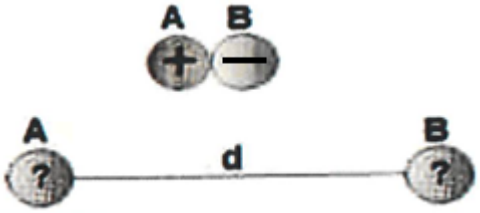
.....

42. شحنتان متماثلتان المسافة بينهما 20 cm والقوة الكهربائية بينهما 0.004N احسب مقدار كل شحنة. علماً بأن ($k = 9\times10^{9}\ N.m^2/C^2$)

- ☐ 1.33×10^{-7} N
- ☐ 2.98×10^{-7} N
- ☐ 1.78×10^{-14} N
- ☐ 8.89×10^{-14} N

43. الشكل المبين بالشكل مربع طول ضلعه $\sqrt{8}$ m وضعت على رؤوسه أربع شحنات كهربائية، احسب القوة الكهربائية المحصلة على الشحنة q_1 ($k = 9x10^9\ N.m^2/C^2$)



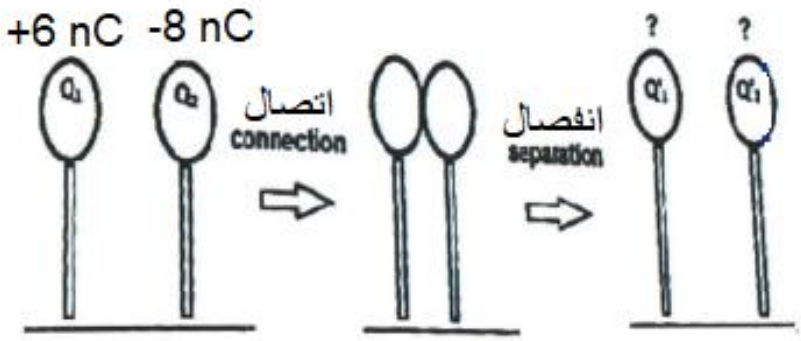


- **معلومات اثرائية (الصفحة كاملة)**

عند تلامس جسمين مشحونين مع بعضهما ثم ابعادهما فان الشحنة على أي منهما

$\mathbf{q^- = \frac{q_1 + q_2}{2}}$ مقدار الشحنة على أي منهما بعد الانفصال

44. كرتان معدنيتان متماثلتان مفصولتان عن بعضهما تم شحنهما بالشحنتين (-8 nC , +6 nC) على التوالي إذا سمح للكرتين بالاتصال ثم الانفصال مرة أخرى ، ما مقدار الشحنة على كل منهما؟



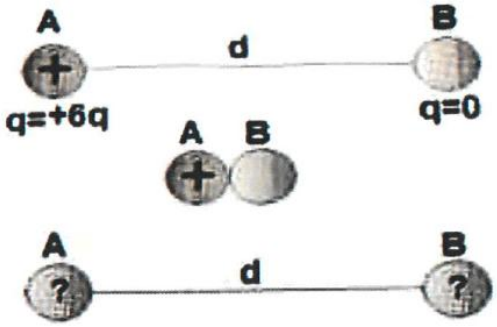
+14 nc ☐

-2 nC ☐

-1 nC ☐

0 nC ☐

45. الشكل يوضح جسم شحنته +6q تلامس مع جسم مماثل له وغير مشحون ثم تم ابعادهما الى نفس موضعهما ما العلاقة المستخدمة لحساب القوة الكهربية المتبادلة بينهما؟



$F = Kq^2/d^2$ ☐

$F = 3Kq^2/d^2$ ☐

$F = 6Kq^2/d^2$ ☐

$F = 9Kq^2/d^2$ ☐

كــرة البــلازمـا: أداة ممتازة لرؤية المجالات الكهربائية

تصنع كرة البلازما من: 1- كرة مصنوعة من زجاج شفاف.

2- تحتوى علي مزيج من الغازات النبيلة مثل النيون والأرجون عند ضغط منخفض.

3- تحتوى الكرة في وسطها على ملف ينتج فرق جهد كهربائي عالي جدا.

كيف تعمل كرة البلازمـا ؟

1. ينتج الملف فرق جهد متردد عال في مركز الكرة يتراوح بين 2000 V و5000 V تردده 35 KHz مما ينتج مجالا كهربائيا يتجه اشعاعيا من المركز الى الخارج
2. تتأين بعض الذرات في كل دورة وينطلق الضوء منها عندما تصطدم الإلكترونات بذرات الأرجون وتتسبب في إصدار إلكترونات ضوئية.
3. لان الهواء الموجود خارج كرة البلازما يتصل بالأرض تشكل البلازما شرارات ضوئية من المركز الى الحافة
4. **فسر:** تنتقل الشرارات إلى موضع إصبعك عند لمس كرة البلازما؟

لانه يودي إلى اتصال أفضل بالأرض . (البلازما تسلك المسارات الأقل مقاومة)

5. المجال الكهربائي يتجه لما هو ابعد من الغلاف الزجاجي لكرة البلازما.

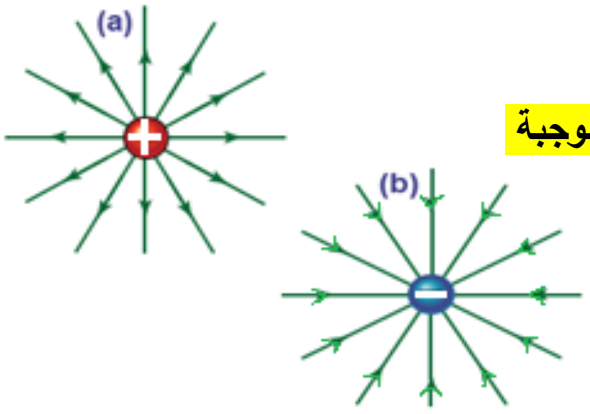
فيديو قصير عن كرة البلازما https://youtu.be/Ohf7RpV7Nrs

المجــال الكهربــائـي

المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية ويظهر فيها تأثير القوة الكهربائية لهذه الشحنة في غيرها من الشحنات الأخرى.

اتجاه خطوط المجال الكهربائي: هو اتجاه القوى المؤثرة في وحدة شحنة اختبار موجبة في كل الاتجاهات.

شحنة الاختبار : شحنة موجبة وهمية تستخدم لوصف القوة عند نقطة معينة



اذكر خواص خطوط المجال الكهربائي ؟

1) يتجه المجال الكهربائي **بعيدًا عن الشحنات الموجبة**

2) يتجه المجال الكهربائي **نحو الشحنات السالبة**

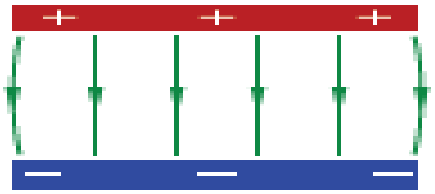
3) تتقارب خطوط المجال في المجال القوى وتتباعد خطوط المجال في المجال الضعيف

أنـواع المجـالات الكـهربـائـيـة

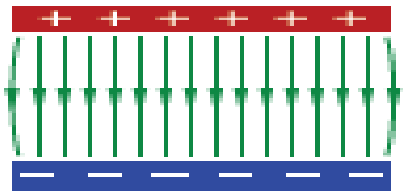
1) المجال الكهربائي المنتظم (ثابت الشدة والاتجاه)

يكون بين لوحين متوازيين وتكون خطوط المجال متوازية وعلى مسافات متساوية من بعضها.

خطوط مجال كهربائي منتظم ضعيف



خطوط مجال كهربائي منتظم قوي

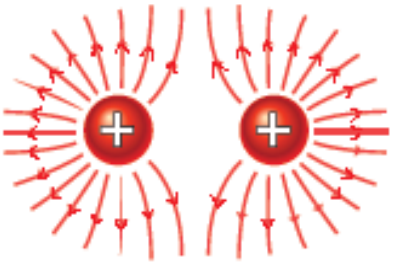
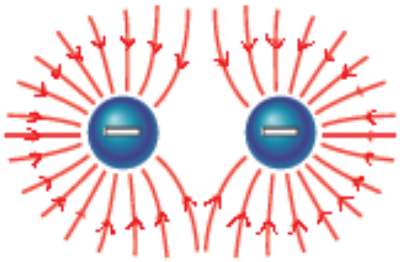


* تكون خطوط المجال متقاربة في المجال القوى ومتباعدة في المجال الضعف.

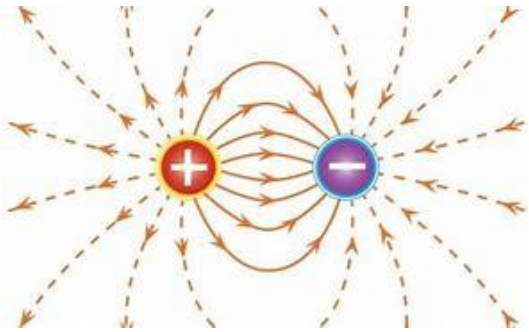
2) المجال الكهربائي غير المنتظم (متغير الشدة والاتجاه)

تكون خطوط المجال الكهربائي **لشحنة نقطية** في الاتجاه الشعاعي

وتتناقص شدته بزيادة نصف القطر (شدة المجال تتغير)

خطوط المجال الكهربائي لشحنتين موجبتين	خطوط المجال الكهربائي لشحنتين سالبتين
	

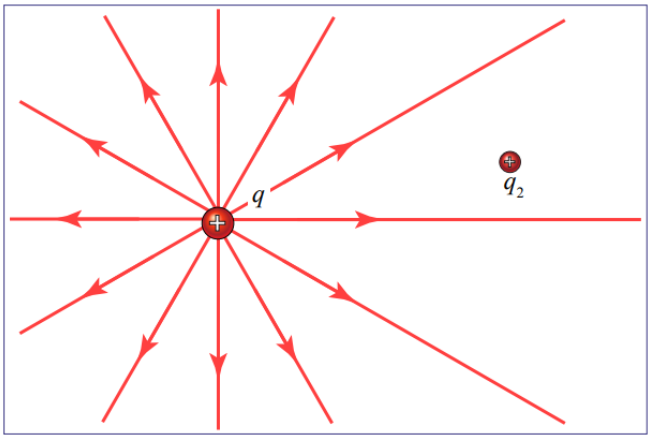
خطوط المجال لشحنتين مختلفتين في النوع



شـدة المجـال الكهربـائـي (E) عند أي موقع في الفراغ

القوة الكهربائية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة

$$E = \frac{F}{q_2} \quad N/C$$



$$E = \frac{kq}{r^2} \quad N/C$$

مربع بعد النقطة عن الشحنة

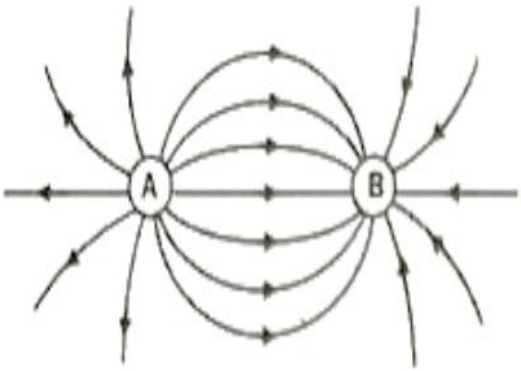
$$K = \frac{9 \times 10^9}{\varepsilon_r} \; N.m^2/C^2$$

اذا كان الجسم متراكم عليه عدد من الالكترونات فان شحنة الجسم $q = n.q_e$ الشحنة الكلية

عدد الالكترونات — شحنة الالكترون

46. أي من التالي يعتبر صحيح لشدة المجال الكهربي عند نقطة؟

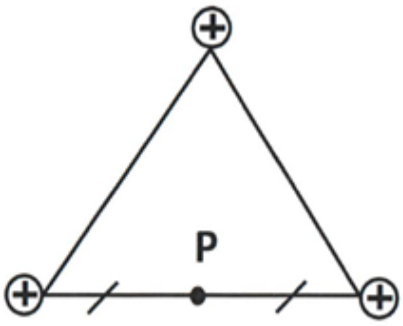
- ☐ كمية متجهه ويقاس بوحدة (N/C).
- ☐ كمية قياسية ويقاس بوحدة (V.m) .
- ☐ كمية متجهه يقاس بوحدة (J/C) .
- ☐ كمية قياسية ويقاس بوحدة (N/m) .



47. في الشكل التالي ما نوع كل من الشحنتين النقطيتين A و B ؟

.....

.....



48. وضعت ثلاث شحنات كهربائية نقطية موجبة متساوية في المقدار في اركان مثلث متساوي الاضلاع كما هو مبين في الشكل التالي أي من الاسم يبيِّن اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة p تقع في منتصف قاعدة المثلث

- ☐ نحو اليمين →
- ☐ نحو اليسار ←
- ☐ للأعلى ↑
- ☐ للأسفل ↓

49. نفخ طالب بالونا مطاطيا وربطه بخيط وعلقه بسقف الغرفة، ثم دلكه بسترة صوفية لنفرض أن تريليون إلكترون $10^{12}\ e^-$ انتقل من السترة إلى البالون؛ ولنفرض أيضا أن هذه الإلكترونات تمركزت في مركز البالون. احسب المجال الكهربائي للبالون على بعد متر واحد من مركزه علماً بان شحنة الالكترون $-1.6 \times 10^{-19} C$

(ملحوظة $q = n\,e$ الشحنة الكلية) $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$

.....

.....

.....

.....

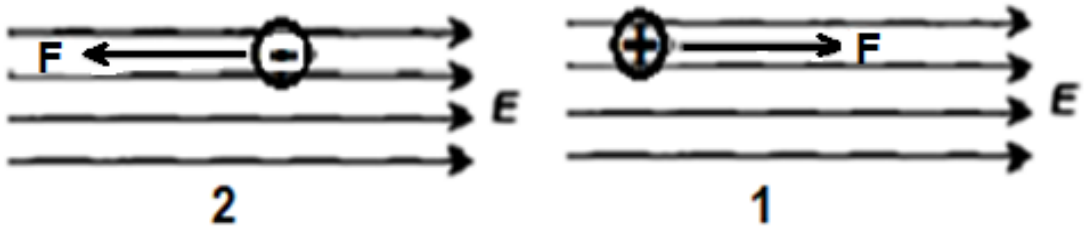
.....

حســاب القـوة المؤثـرة علـى جسيـم مشـحون وموضـوع في مجال كهربائي

عند وضع جسيم مشحون في مجال الكهربائي فانه يتأثر بقوة كهروستاتيكية $F_e = q\,E$

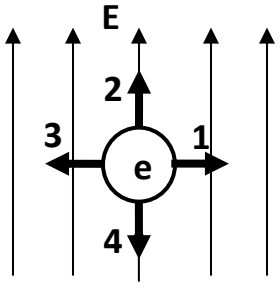
1- اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة الموجبة نفس اتجاه المجال الكهربائي المؤثر

2- اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة السالبة تكون عكس اتجاه المجال الكهربائى المؤثر



← شدة المجال الكهربائي والقوة الكهروستاتيكية كميات متجهة لا يلزم كتابة إشارة الشحنة الكهربائية ويلزم مراعاة الاتجاهات عند حساب المحصلة

50. الكترون (e) موضوع في مجال كهربي خطوط شدته ممثلة كما في الشكل فإن اتجاه حركة الالكترون يكون في الاتجاه؟



1 ☐
2 ☐
3 ☐
4 ☐

.51

a) احسب شدة المجال الكهربائي E واتجاهه عند نقطة تبعد 6 mm من شحنة نقطية 8 nC

$K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$

.....

.....

.....

.....

b) ما القوة الكهربائية الناتجة على شحنة 0.025- µc موجودة عند النقطة المذكورة في الفرع السابق

.....

.....

.52 معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل الموضح جانباً وإذا علمت أن شدة المجال الكهربائي عند النقطة A يساوي 27x10^7 N/C باتجاه الغرب $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$ احسب

a) مقدار الشحنة q

.....

.....

.....

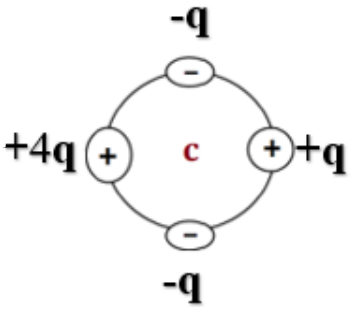
.....

.....

b) نوع الشحنة q

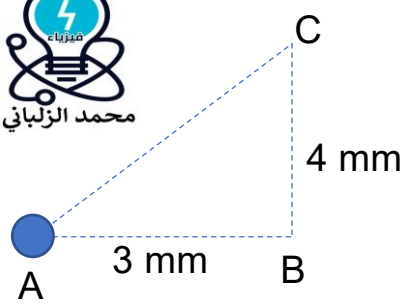
.....

.53 في الشكل المجاور أربع شحنات كهربائية نقطية موضوعة على محيط دائرة نصف قطرها R ما مقدار شدة المجال الكهربائي عند مركز الدائرة C:



- ☐ $\frac{kq}{R^2}$
- ☐ $\frac{2\ kq}{R^2}$
- ☐ $\frac{3\ kq}{R^2}$
- ☐ $\frac{4\ kq}{R^2}$

54. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل الموضح جانباً وإذا علمت أن شدة المجال الكهربائي عند النقطة B يساوي 8x10^3 N/C باتجاه الشرق $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$ احسب:



a) مقدار ونوع الشحنة الموضوعة عند النقطة A

.....

.....

.....

.....

.....

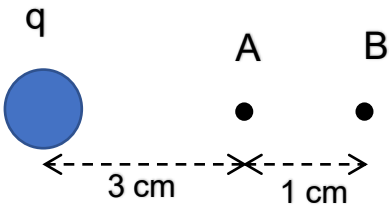
.....

b) شدة المجال الكهربائي عند النقطة C

.....

.....

55. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل الموضح جانباً وإذا علمت أن شدة المجال الكهربائي عند النقطة A يساوي 1.8x10^5 N/C باتجاه الشرق. احسب شدة المجال الكهربائي عند النقطة B ؟ $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$



.....

.....

.....

.....

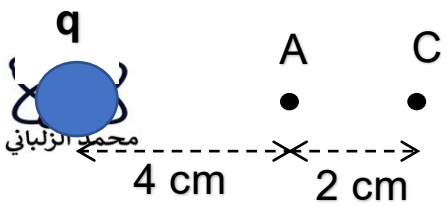
.....

.....

.....

.....

56. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل الموضح جانباً وإذا علمت أن شدة المجال الكهربائي عند النقطة C يساوي $8x10^3$ N/C باتجاه الشرق



$q_e = -1.6 \times 10^{-19} C$ ، $K = 9 \times 10^9 \, Nm^2/C^2$

a) احسب مقدار ونوع الشحنة q

.....

.....

.....

.....

.....

b) احسب القوة المؤثرة على الكترون موضوع عند النقطة A ؟

.....

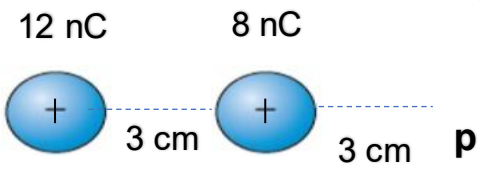
.....

.....

.....

.....

57. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل الموضح جانباً احسب: $K = 9 \times 10^9 \, Nm^2/C^2$



a) شدة المجال الكهربائي عند النقطة p

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

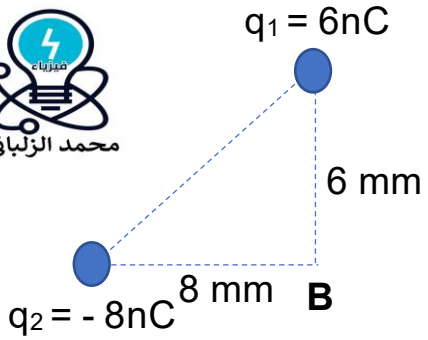
b) القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة ثالثة q_3= 6 µC عند وضعها عند النقطة **p**

.....

.....

محمد الزلباني

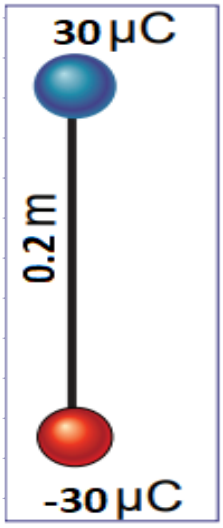
58. معتمدا على البيانات المثبتة على الشكل الموضح جانباً
احسب: $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$



a) شدة المجال الكهربائي عند النقطة B

b) القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة ثالثة q_3= -5 µC عند وضعها عند النقطة B

59. المسافة بين الشحنتين في الشكل المجاور هي 0.2m ،
$K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$ ، $q_e = -1.6 \times 10^{-19}\ C$



a) احسب شدة المجال الكهربائي وحدد اتجاهه عند منتصف المسافة بين الشحنتين.

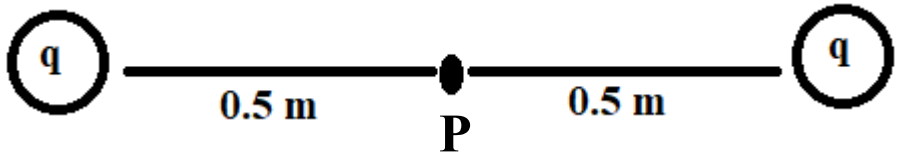
b) احسب مقدار واتجاه القوة الكهربائية التي تؤثر في إلكترون وضع عند منتصف المسافة الوسط بين الشحنتين (شحنة الالكترون $-1.6 \times 10^{-19}\ C$)

60. شحنتان نقطيتان متساويتان في المقدار الأولى سالبة والثانية موجبة، إذا كانت شدة المجال الناتج عن الشحنة الأولى عند النقطة A يساوي 40 N/C، احسب شدة المجال الكهربائي المحصل عند النقطة A؟ $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$

61. شحنتان نقطيتان الأولى $q_1 = 2 \times 10^{-6}\ C$ والثانية $q_2 = 4 \times 10^{-6}\ C$ المسافة بينهما 12 cm في الهواء احسب مقدار محصلة شدة المجال الكهربائي عند نقطة تقع في منتصف المسافة بينهما. علماً بأن ثابت كولوم $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$

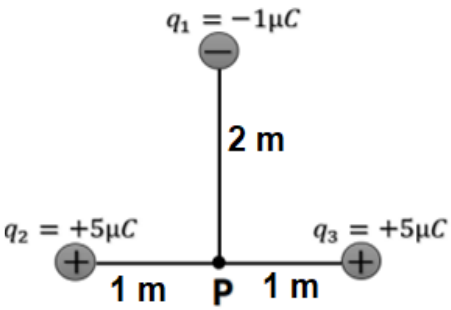
62. كتلة الإلكترون $9.1 \times 10^{-31}\ kg$ وشحنته $-1.6 \times 10^{-19}\ C$ افترض أنك تستطيع عزل إلكترون واحد في فراغ تام ثم أنشأت مجال كهربائيا لشد الإلكترون نحو الأعلى. ما شدة المجال الكهربائي اللازم لمعادلة وزن الإلكترون؟ (بمعنى آخر وضع الإلكترون في حالة اتزان قوى) $K = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$

63. في الشكل أدناه شحنتان نقطيتان متساويتان في المقدار الأولى موجبة والثانية سالبة، إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنة الأولى عن النقطة p يساوي 10 N/C فما قيمة شدة المجال الكهربائي المحصل عن النقطة P



- 0 N/C ☐
- 10 N/C ☐
- 15 N/C ☐
- 20 N/C ☐

64. وضعت ثلاث شحنات كهربائية نقطية كما في الشكل، ادرس الشكل ثم أجب عمّا يلي:



a) احسب مقدار شدة المجال الكهربائي المُحصل عند النقطة P

.....

.....

.....

.....

.....

.....

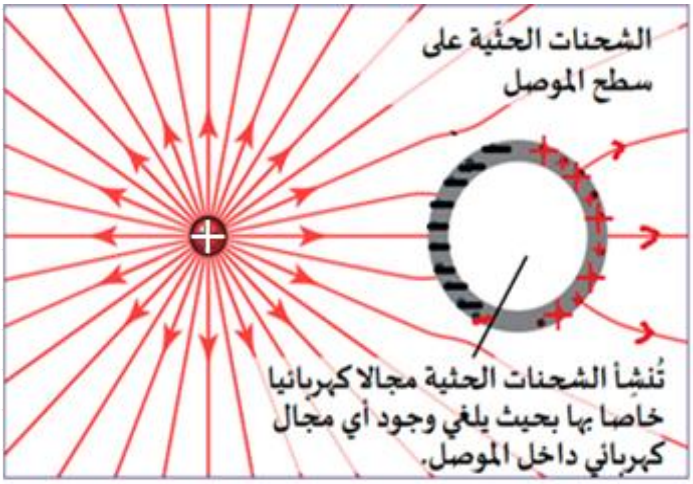
.....

.....

.....

b) ارسم سهماً على الشكل يُوّضح اتجاه المجال الكهربائي عند النقطة P ؟

قفص فارادي



قفص فارادي عبارة عن هيكل فلزي مصنوع من مادة موصلة تستخدم لحماية كل ما بداخل القفص من تأثير المجالات الكهربائية الخارجية.

المجال الكهربائي داخل الموصل صفرا

المبدأ: أي مادة فلزية تشتمل على شحنات حرة تتحرك بسهولة وتتأثر الشحنات الحرة بسرعة بالمجال الكهربائي وتعيد ترتيب أماكنها بحيث يصبح المجال الكهربائي داخل الموصل الكروي **صفرًا** ، **فالمجال الكهربائي يساوي صفر في جميع الأماكن الموجودة داخل الجسم** عند تعرض قفص فارادي للبرق، يبقى الإنسان بداخله بمأمن من أي خطر.

* **في حالة استثنائية،** لا يكون المجال الكهربائي داخل المادة الموصلة صفرًا، وذلك عند مرور تيار كهربائيا بداخلها، ولا يكون الموصل في هذه الحالة درعاً كهربائيا.

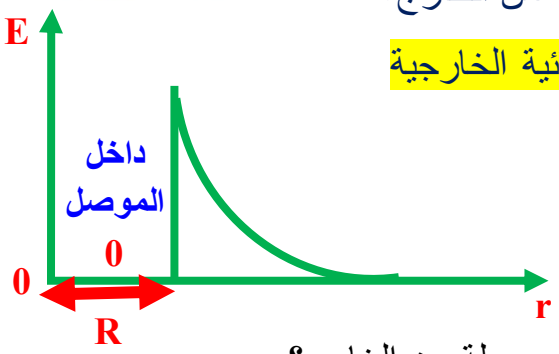
وقاية أسلاك الحاسوب:

يُمكن لإشارات شبكات الحاسوب أن تتأثر سلبياً بالمجالات الكهربائية، وضح كيف يمكن منع ذلك؟

فسر: تُغلف كافة أسلاك الحواسيب بمادة فلزية موصلة من الخارج؟

لحماية الأسلاك الداخلية من تأثيرات المجالات الكهربائية الخارجية

$E = \frac{kq}{r^2}$ حيث r بُعد النقطة عن مركز الكرة



65. **بم تفسر /** تغلف كافة أسلاك الحواسيب بمادة معدنية موصلة من الخارج؟

.....

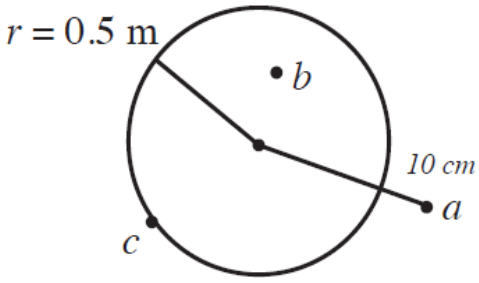
.....

66. تزداد السماحية النسبية في مادة تحتوي على شحنة كهربائية من 1 إلى 4 كيف يتغير شدة المجال الكهربائي لها عند نقطة نتيجة لذلك؟

.....

.....

67. كرة موصلة موضوعة في الهواء مشحونة بشحنة كهربائية 3C ونصف قطرها 0.5 m ، احسب شدة المجال الكهربائي عند النقاط الآتية:



a) نقطة خارج الكرة وتبعد 10 cm عن سطحها.

.....

.....

.....

b) نقطة تقع داخل الكرة.

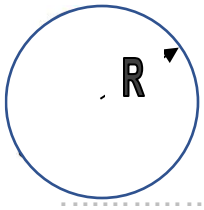
.....

.....

c) نقطة تقع خارج الكرة وقريبة جدًا من سطحها.

.....

.....



68. موصل كروي مشحون بشحنة مقدارها $Q = 9\ \mu C$ ونصف قطره $3\ cm$
احسب شدة المجال الكهربائي الناشئ عن الموصل الكروي عند النقاط التالية:

a) نقطة تقع على بعد $2\ cm$ عن مركز الموصل

.....

b) نقطة تقع على بعد $3\ cm$ عن مركز الموصل

.....

.....

c) نقطة تقع على بعد $9\ cm$ عن مركز الموصل

.....

.....

d) نقطة تقع على بعد $1\ cm$ من سطح الموصل للخارج.

.....

.....

69. كرة موصلة، نصف قطرها $15\ cm$ ، مشحونة بشحنة موجبة مقدارها $4\mu C$ موزعة على سطحها. ما شدة المجال الكهربائي الناتج عن تلك الشحنة عند الأبعاد الآتية من مركز الكرة:

a) $0\ cm$

.....

b) $5\ cm$

.....

c) $15\ cm$ خارج الكرة وعلى مقربة من سطحها

.....

.....

d) $20\ cm$

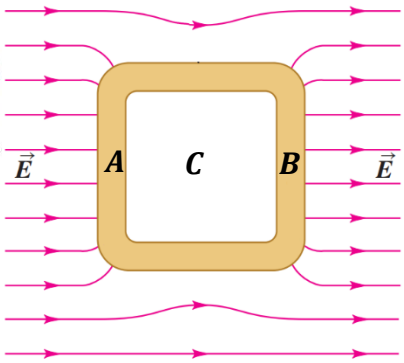
.....

.....

70. ما بعد نقطة عن سطح موصل كروى مشحون شدة المجال عندها ربع قيمتها عند السطح؟

- ☐ R/2
- ☐ R
- ☐ 2R
- ☐ 3R

71. **ادرس الشكل المقابل جيداً ثم أجب**



a) ما نوع الشحنة عند الضلع (A) للموصل؟ .....

b) ما نوع الشحنة عند الضلع (B) للموصل؟ .....

c) ما قيمة شدة المجال عند (C)؟ .....

d) اذكر أحد التطبيقات العملية لهذا الشكل؟

....

e) متى لا يساوي المجال الكهربائي داخل موصل صفر؟

....

72. ما بعد نقطة عن سطح موصل كروي مشحون شدة المجال عندها نصف قيمتها عند السطح؟

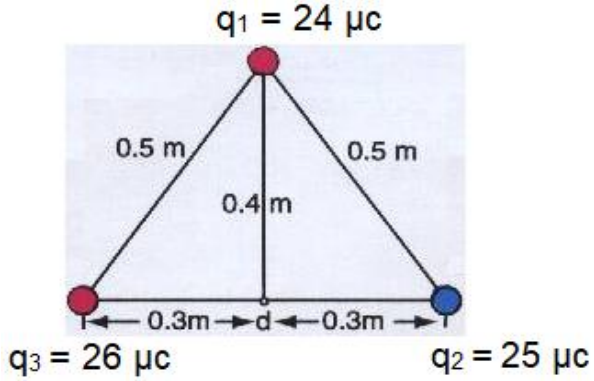
0.414 R ☐

R ☐

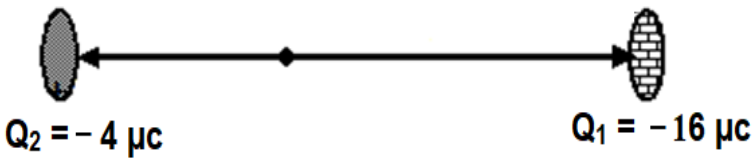
1.414 R ☐

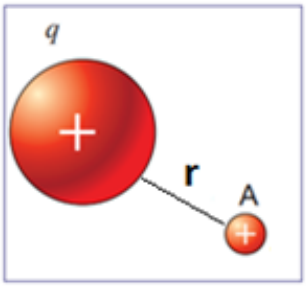
2 R ☐

73. في الشكل المقابل، احسب محصلة شدة المجال الكهربائي عند النقطة d $(k = 9x10^9\ N.m^2/c^2)$ ؟



74. شحنتان نقطيتان المسافة بينهما 5 cm كما بالشكل، عند أي بعد من الشحنة الثانية تكون محصلة المجال الكهربائي تساوي صفر $(k = 9x10^9\ N.m^2/c^2)$ ؟





الجهد الكهربائي: هو طاقة الوضع الكهربائية لكل وحدة شحنات.

الجهد الكهربائي		
$V = \frac{E_P}{q}$ J/C	V	الجهد الكهربائي (Vأو J/C)
	E_P	طاقة الوضع الكهربائية C
	q	الشحنة الكهربائية المتأثرة J

الجهد الكهربائي لشحنة نقطية q عند نقطة A تبعد مسافة r

V	جهد كهربائي (V)
k	ثابت كولوم 9×10^9 (Nm^2/C^2)
q	الشحنة الكهربائية (C)
r	المسافة بين الشحنة والنقطة (m)

$$V = \frac{K\,q}{r} \quad (V)$$

$$V = E\,r \quad (V)$$

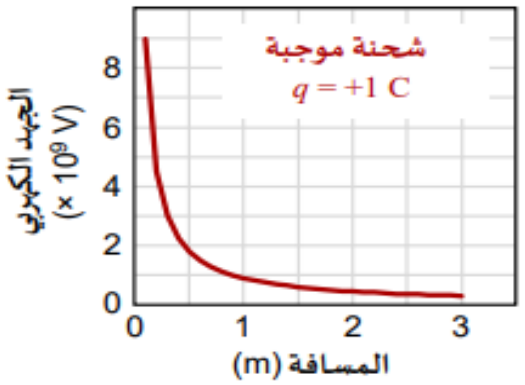
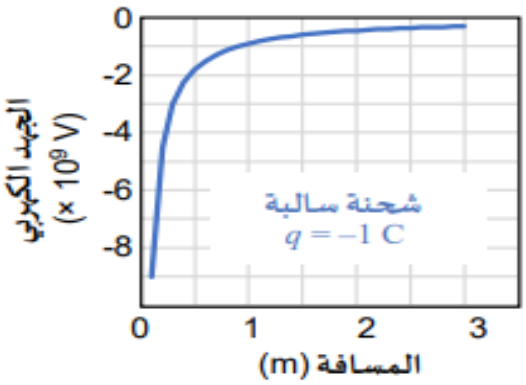
شدة المجال الكهربائي

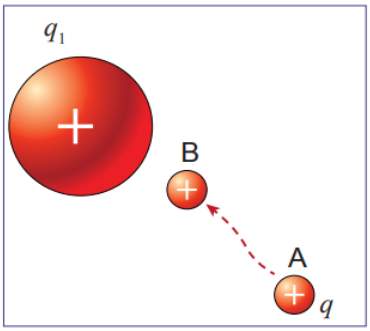
فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين

$$\Delta V = V_f - V_i = \frac{\Delta E_P}{q} = \frac{E_{p(f)} - E_{p(i)}}{q}$$

* الجهد الكهربائي وطاقة الوضع كميات قياسية **لازم** تكتب إشارة الشحنة الكهربائية أثناء التعويض

يكون الجهد الكهربائي موجباً بالقرب من شحنة موجبة وسالباً بالقرب من شحنة سالبة.

جهد الشحنة الموجبة موجب	جهد الشحنة السالبة سالب
الناتج موجب $V = \frac{K\,q}{r}$	الناتج سالب $V = \frac{K(-q)}{r}$
	
جهد الشحنة الموجبة ينخفض بشكل سريع **مع ازدياد المسافة** بينما	**جهد الشحنة السالبة يزداد** بشكل سريع **مع ازدياد المسافة.**



طاقة الوضع الكهربائية لشحنة عند نقطة E_p

* طاقة الوضع الكهربائية لشحنة عند نقطة $E_p = q\ V$

* التغير في طاقة الوضع (الشغل المبذول في نقل شحنة كهربائية)

$$\Delta E_P = q\,\Delta V = q\,(V_f - V_i)$$

$W = -\Delta E_P$ الشغل المبذول بواسطة المجال الكهربائي على الشحنة

*** تقاس الطاقة بوحدة الجول وهي وحدة كبيرة جدا بالنسبة للجسيمات الذرية ولتمثيل طاقة الجسيمات الصغيرة نستخدم وحدة الإلكترون فولت eV**

عرف الإلكترون فولت eV؟ الطاقة التي يكتسبها أو يفقدها إلكترون واحد عندما يتحرك خلال فرق جهد قدره 1V

$$eV \xrightarrow[\times(1.6\times10^{-19})]{\text{شحنة الالكترون}} J$$

1 eV = 1.6x10^{-19} J

عند حساب الطاقة بوحدة الالكترون فولت نعوض بعدد الالكترونات بدلا من شحنتهم.

75. احسب الجهد الكهربائي على بعد $0.5 \times 10^{-10}\ m$ من بروتون. شحنة البروتون $1.6 \times 10^{-19}\ C$

.....

.....

.....

76. حركت شحنة نقطية مقدارها $2.0\ \mu C$ من النقطة X إلى النقطة Y ، النقطة X جهدها $+6.0\ V$ والنقطة Y جهدها $+9.0\ V$ ما طاقة الوضع التي تكتسبها الشحنة النقطية؟

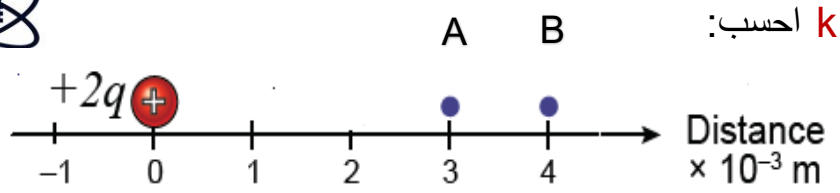
- ☐ $0.02\ \mu J$
- ☐ $0.03\ \mu J$
- ☐ $3.00\ \mu J$
- ☐ $6.00\ \mu J$

77. حركت شحنة نقطية موجبة مقدارها $3.0\ n\ C$ بسرعة ثابتة من نقطة إلى أخرى. كان الشغل المبذول على الشحنة النقطية $12\ nJ$ ما فرق الجهد بين النقطتين؟

- ☐ 0V
- ☐ 25.0V
- ☐ 4V
- ☐ 36V

78. معتمداً على البيانات المثبتة على الشكل الموضح أدناه، وإذا علمت أن q=3nC

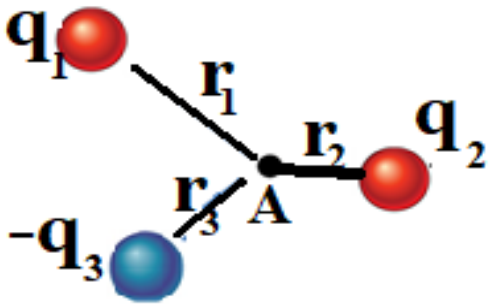
احسب: $k = 9x10^9 N.m^2/c^2$



a) جهد النقطة A

b) جهد النقطة B

c) التغير في طاقة وضع شحنة 5nC عند نقلها من النقطة B إلى النقطة A.



الجهد الكهربائي عند نقطة لعدد من الشحنات النقطية:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

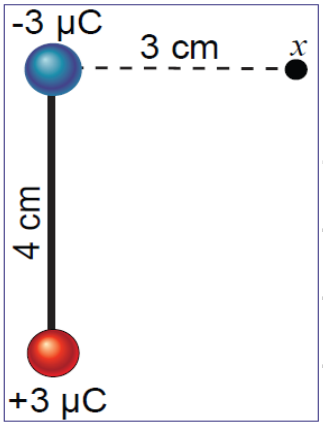
$$V = K\left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3} + \ldots\ldots\right)$$

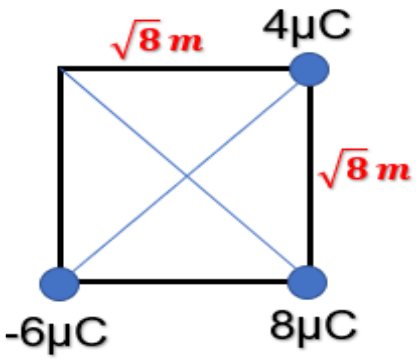
الجهد الكهربائي الناتج عن مجموعة من الشحنات هو الجمع الجبري لجهود الشحنات، كلٌ على حدة .

يجب وضع إشارة الشحنة الكهربائية عند حساب الجهد الكهربائي أو الطاقة. **الجهد الكهربائي (كمية قياسية)**

79. احسب الجهد الكهربائي عند النقطة x الناتج عن الشحنتين الموضحتين.

$k = 9x10^9\ N.m^2/C^2$





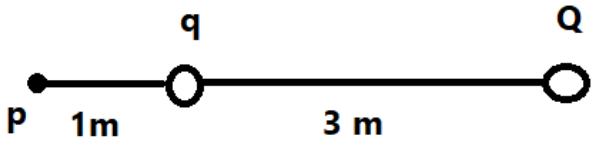
80. مربع طول ضلعه $\sqrt{8}\ m$ وضعت على ثلاث من رؤوسه ثلاث شحنات كما هو مبين في الشكل أدناه، ما مقدار الجهد الكهربائي عند مركز المربع. ($k = 9x10^9\ N.m^2/C^2$)

- $8x10^3$ V ☐
- $16x10^3$ V ☐
- $27x10^3$ V ☐
- $37x10^3$ V ☐

81. إذا كان مقدار شدة المجال الكهربائي في مجال شحنة نقطية سالبة عند نقطة تبعد عن الشحنة مسافة 0.1 m يساوي 5.4 N/C ، فما جهد تلك النقطة؟

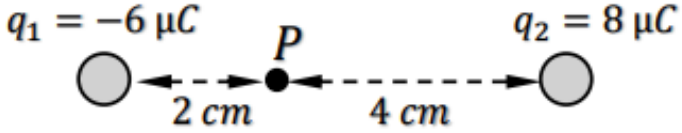
- 0.54 V ☐
- -0.54 V ☐
- 54 V ☐
- -54 V ☐

82. في الشكل التالي إذا كان الجهد الكهربائي للنقطة P يساوي صفرا ما مقدار ونوع الشحنة Q ؟



- 2q ☐
- -2q ☐
- 4q ☐
- -4q ☐

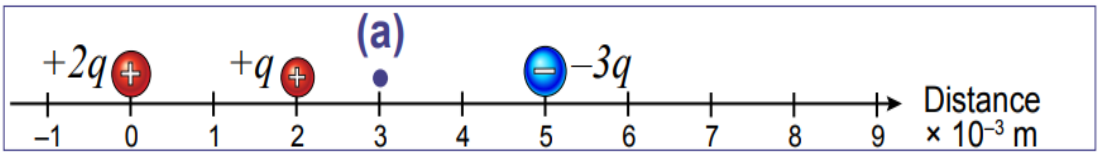
83. في الشكل أدناه ما قيمة الجهد الكهربائي عند النقطة (P)؟ (علماً بأن $k = 9x10^9\ N.m^2/C^2$)



- $-9 \times 10^5\ V$ ☐
- $-37 \times 10^5\ V$ ☐
- $45 \times 10^5\ V$ ☐
- $60 \times 10^5\ V$ ☐

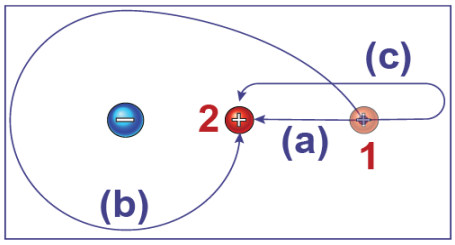
84. احسب الجهد الكهربائي عند النقطة (a) إذا كانت $q = 5 \times 10^{-10}\ C$

$k = 9x10^9\ N.m^2/C^2$

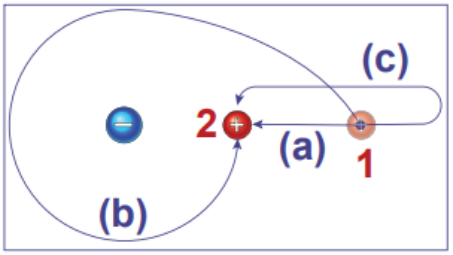


الفرق أو التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔE_P أو الشغل W أوفرق الجهد الكهربائي ΔV بين نقطة وأخرى لا يعتمد على المسار المتبع بين هاتين النقطتين.

85. يمكن لشحنة موجبة ان تسلك ثلاث مسارات مختلفة بين الموقعين 1،2 أي المسارات يحقق أكبر فرق في الجهد بين الموقعين وأيها يحقق اقل فرق؟

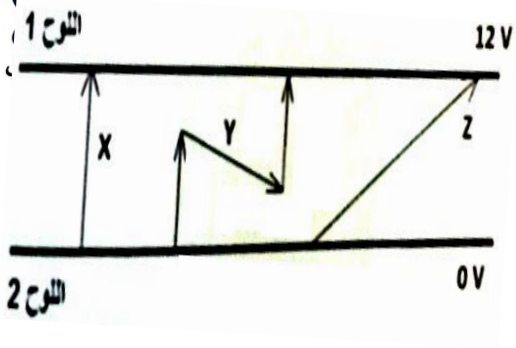


86. يمكن لشحنة موجبة ان تسلك ثلاث مسارات مختلفة بين الموقعين 1، 2 أي العبارات التالية صحيحة بالنسبة لفرق الجهد بين الموقعين؟



- ☐ المسار a يحقق أكبر فرق جهد
- ☐ المسار b يحقق أكبر فرق جهد
- ☐ المسار c يحقق أكبر فرق جهد
- ☐ فرق الجهد في المسارات الثلاثة متساوي

87. لوحان معدنيان متوازيان مشحونان بجهد كهربي كما هو موضح بالشكل التالي:



فان الشغل المبذول لتحريك شحنة موجبة صغيرة من اللوح 2 الى اللوح 1 يكون:

- ☐ أكبر ما يمكن في المسار X
- ☐ أكبر ما يمكن في المسار Y
- ☐ أكبر ما يمكن في المسار Z
- ☐ متساوي في جميع المسارات

88. تحتاج المصابيح الأمامية ذات القدرة 30 W لكي تضيء إلى بطارية سيارة جهدها 12 V
احسب عدد الإلكترونات التي تمر عبر المصابيح الأمامية في كل ثانية
($q_e = -1.6 \times 10^{-19}\ C$)

.....

.....

.....

.....

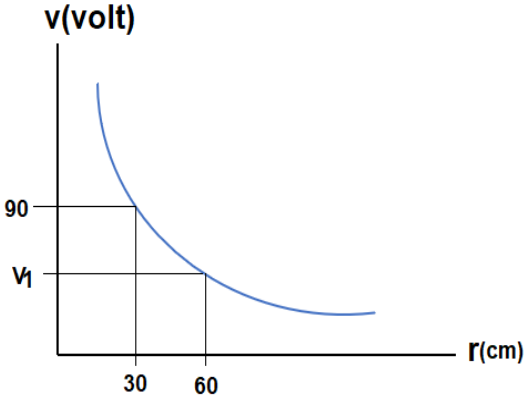
.....

.....

.....

.....

89. الرسم البياني التالي يمثل العلاقة بين الجهد الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية وبعد النقطة عنها، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب ما يلي:



(K=9×10^9 N.m^2/c^2)

a) مقدار ونوع الشحنة الكهربائية.

.....

.....

.....

.....

.....

b) مقدار الجهد الكهربائي V_1 في الرسم البياني.

.....

.....

التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة عند نقلها بين نقطتين

$$\Delta E_p = E_{p(f)} - E_{p(i)} = q\,(V_f - V_i)$$

عند نقل شحنة موجبة من b إلى a

$\Delta E_p = q\,(V_a - V_b)$

لاحظ أن ΔV ينشأ من الشحنة المؤثرة ، q الشحنة المتأثرة

$\Delta E_p = (+)\,(+) = +$

تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتقل طاقة الحركة لنقصان السرعة

شغل المجال سالب

عند نقل شحنة موجبة من a إلى b

$\Delta E_p = q\,(V_b - V_a)$

$= (+)\,(-) = -$

تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتزداد طاقة الحركة لزيادة السرعة

شغل المجال موجب

عند نقل شحنة موجبة من b إلى a

$\Delta E_p = q\,(V_a - V_b)$

$\Delta E_p = (+)\,(-) = -$

تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتزداد طاقة الحركة لزيادة السرعة

شغل المجال موجب

عند نقل شحنة موجبة من a إلى b

$\Delta E_p = q\,(V_b - V_a)$

$= (+)\,(+) = +$

تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتقل طاقة الحركة لنقصان السرعة

شغل المجال سالب

عند نقل شحنة سالبة من b إلى a

$\Delta E_p = q\,(V_a - V_b)$

$= (-)\,(+) = -$

تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتزداد طاقة الحركة لزيادة السرعة

شغل المجال موجب

عند نقل شحنة سالبة من a إلى b

$\Delta E_p = q\,(V_b - V_a)$

$= (-)\,(-) = +$

تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتقل طاقة الحركة لنقصان السرعة

شغل المجال سالب

عند نقل شحنة سالبة من b إلى a

$\Delta E_p = q\,(V_a - V_b)$

$= (-)\,(-) = +$

تزداد طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتقل طاقة الحركة لنقصان السرعة

شغل المجال سالب

عند نقل شحنة سالبة من a إلى b

$\Delta E_p = q\,(V_b - V_a)$

$= (-)\,(+) = -$

تقل طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

وتزداد طاقة الحركة لزيادة السرعة

شغل المجال موجب

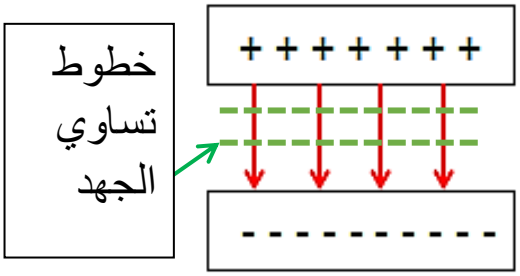
الشغل المبذول بواسطة المجال الكهربائي على الشحنة = سالب التغير في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

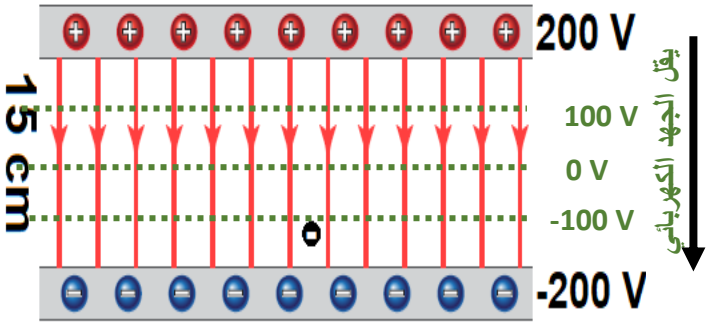
90. أي العبارات التالية صحيحة عند حركة شحنة سالبة في مجال شحنة سالبة أخرى مقتربة منها؟

- ☐ شغل القوة الكهربية موجبا والتغير في طاقة الوضع سالباً.
- ☐ شغل القوة الكهربية موجبا والتغير في طاقة الوضع موجباً.
- ☐ شغل القوة الكهربية سالبا والتغير في طاقة الوضع موجبا.
- ☐ شغل القوة الكهربية سالبا والتغير في طاقة الوضع سالبا.

خطـــوط تســاوي الجــهد الكـهربائـي

- **تعريفها**: هي خطوط وهمية تصل بين نقاط متساوية في قيمة الجهد.
- **خطوط تساوي الجهد**
- الخط الذي يكون الجهد الكهربائي ثابتا عند جميع النقاط الواقعة عليه





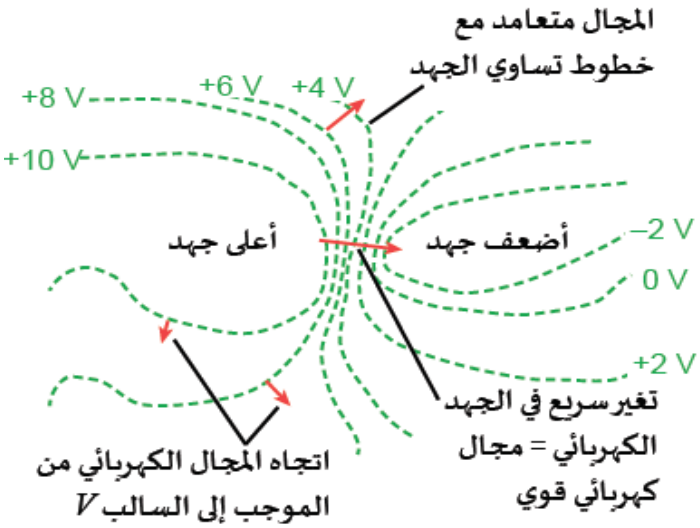
(a)

خطوط تساوي الجهد في المجال المنتظم

1. تكون مستقيمة ومتوازية لها نفس التباعد فيما بينهما.
2. متعامدة على خطوط المجال وتقل قيمة الجهد كلما اتجهنا من اللوح الموجب الى اللوح السالب.

خصائـص خطـوط تساوي الجـهد الكهربائـي

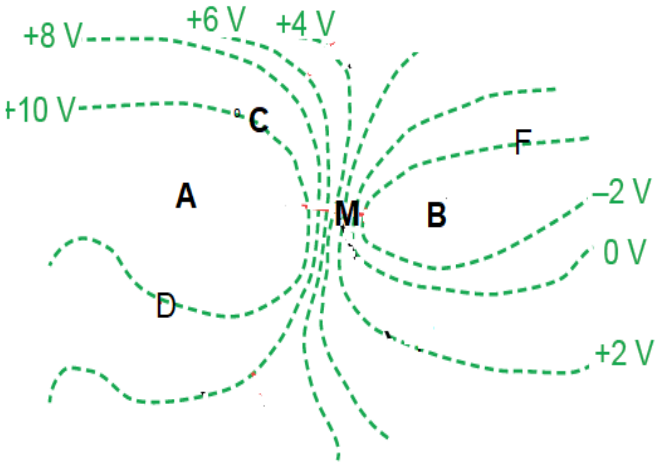
1. خطوط تساوي الجهد الكهربائي **دائماً متعامداً** على اتجاه خطوط المجال الكهربائي.
2. **اتجاه** خطوط المجال الكهربائي من الجهد الكهربائي **(الاعلى)** أو الموجب الى الجهد **(الأقل)** أو السالب.
3. المواقع التي يكون فيها خطوط تساوي الجهد كثيفة تمثل منطقة مجال كهربائي قوي.



91. **اذكر خاصية واحدة من خصائص الجهد الكهربائي ؟**

.....

92. **<u>من الشكل</u>** الذي أمامك أجب عن الأسئلة التالية:



من الشكل الذي أمامك أجب عن الأسئلة التالية:

1- ماذا تسمى هذه الخطوط؟

2- احسب فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين C و D؟

3- ماذا يعني تركيز الجهد الكهربائي عند النقطة M؟

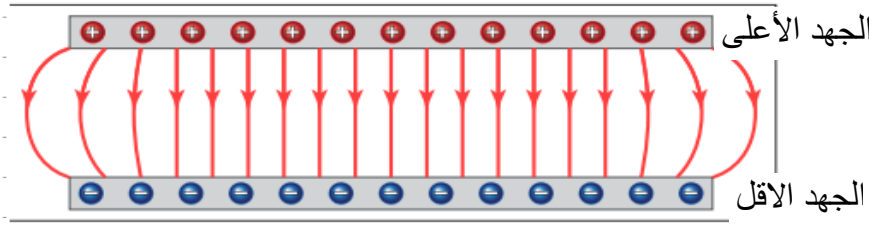
4- احسب التغير في طاقة الوضع عند نقل شحنة كهربائية سالبة مقدارها 2 µC من النقطة C إلى النقطة F ؟

5- ماذا تمثل النقطتين A و B بالنسبة للجهد الكهربائي؟

6- ارسم سهما عند النقطة C يوضح اتجاه المجال الكهربائي؟

المجـال الكهربـائـي المنتـظم

المجال الكهربائي المنتظم



الشكل 3-31 المجال الكهربائي بين لوحين فلزّيين مشحونين

- **يكون ثابت الشدة وثابت الاتجاه**
- **يحدث في** الفراغ الناشئ بين لوحين متوازيين وكبيرين ومشحونين بشحنتين مختلفتين
- خطوط المجال المنتظم تكون (متوازية - وعلى مسافات متساوية من بعضها)
- خطوط المجال تنتقل من **الجهد الأعلى أو الموجب الى الجهد الأقل أو السالب**

شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين		
$E = \frac{\Delta V}{d}$	E	شدّة المجال الكهربائي (N/C) أو (V/m)
	ΔV	فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين (V أو J/C)
	d	المسافة بين اللوحين (m)

$$\Delta V = \left(V_{\text{الاعلى أو الموجب}} - V_{\text{الاصغر أو السالب}}\right)$$

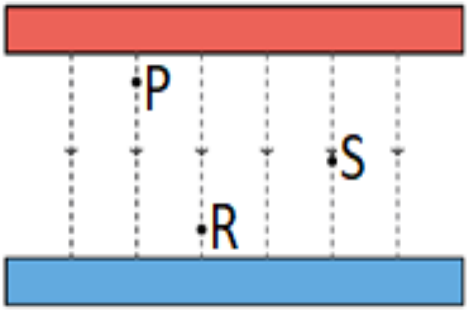
$$\Delta V = E\,d = \left(V_{\text{الاعلى أو الموجب}} - V_{\text{الاصغر أو السالب}}\right)$$

93. احسب شدة المجال الكهربائي الناتج بين لوحين مشحونين تفصل بينهما مسافة $6\ mm$ وفرق الجهد بينهما يساوي $300\ V$

.....

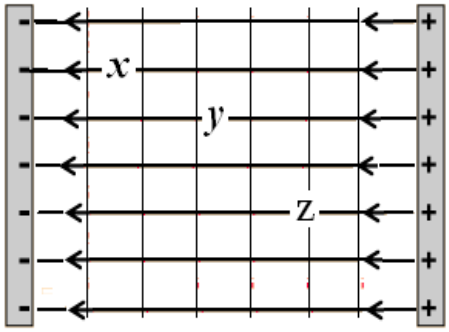
.....

94. يوضح الشكل التالي المجال الكهربي الناتج عن زوج من الألواح المشحونة المتوازية. يمثل اللوح العلوي الجهد الموجب ويمثل اللوح السفلي الجهد السالب، أي العبارات التالية تصف بشكل صحيح شدة المجال الكهربائي عند أي نقطة من النقاط P، R، S



- ☐ P عندها أكبر شدة المجال الكهربائي
- ☐ R عندها أكبر شدة المجال الكهربائي
- ☐ S عندها أكبر شدة المجال الكهربائي
- ☐ المجال له نفس الشدة عند كل النقاط

95. ثلاث نقاط وضعت بين لوحين مشحونين كما في الشكل. ما علاقة الجهد الكهربائي عند النقاط الثلاث؟



- ☐ أقلها عند x وأكبرها عند z.
- ☐ أكبرها عند x وأقلها عند z.
- ☐ متساوية عند z و y وأقل عند x.
- ☐ متساوية عند x و y و z.

96. ما الفرق بين المجال الكهربائي المنتظم والمجال الكهربائي غير المنتظم؟

.....

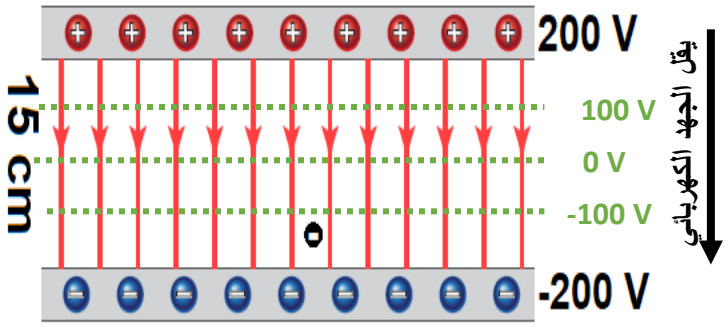
.....

.....

97. لوحين معدنيين متوازيين، المسافة بينهما 2 cm ، ومتصلين ببطارية جهدها 12 V كم تكون شدة المجال الكهربي بين اللوحين؟

- ☐ 140 N/C
- ☐ 240 N/C
- ☐ 300 N/C
- ☐ 600 N/C

**** معرفة جهد أي خط معين في المجال المنتظم**



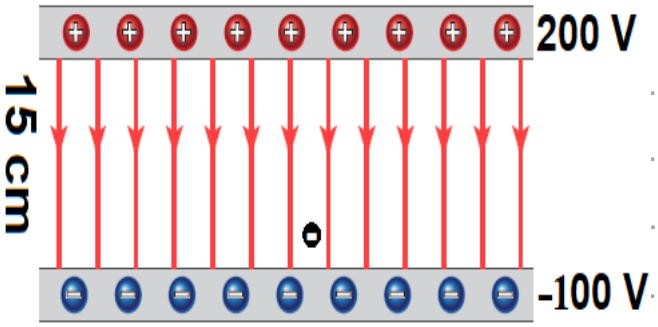
1. يتم حساب شدة المجال المنتظم من العلاقة $E = \frac{\Delta V}{d}$ بمعلومية قيمة أي خطين معلومين للجهد والمسافة بينهما مع ملاحظة أن **شدة المجال ثابتة في المجال المنتظم.**
2. استخدام القانون التالي مع اخذ اللوح المراد تعين جهده كأحد الجهدين (يفضل يكون هو الجهد الأعلى)

$$V_{\text{المجهول}} - V_{\text{الاصغر أو السالب}} = E\,d$$

d المسافة بين خطين تساوي الجهد، **E** شدة المجال الكهربي.

3. **لحساب طاقة الوضع الكهربائية لشحنة** عند خط تساوي جهد $E_P = q\,V$

98. لوحان معدنيان متوازيان وأفقيان تفصل بينهما مسافة 15 cm. وُضع اللوح السفلي عند جهد 100 V- واللوح العلوي عند جهد 200 V+. وُضعت شحنة مقدارها 2μC - عند نقطة بين اللوحين تبعُد عن اللوح السفلي مسافة 3cm احسب طاقة الوضع الكهربائية للشحنة عند تلك الموضع



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

99. تفصل بين لوحين موصلين ومتوازيين مسافة $4\ Cm$ ،وشدة المجال الكهربائي بين اللوحين $7.5 \times 10^4\ V/m$

a) احسب فرق الجهد بين اللوحين

.....

.....

.....

.....

b) إذا افترضنا أن جهد اللوح ذي الجهد المنخفض هو 0V ، فما هو جهد نقطة تبعد 1cm عن هذا اللوح و 3cm عن اللوح الآخر؟

.....

.....

.....

.....

.....

التغير فى الجهد $\Delta V = E\,d$

التغير فى طاقة الوضع $\Delta E_P = q\,\Delta V = q\,E\,d \quad (J)$

100. لوحان متوازيان وأفقيان تفصل بينهما مسافة $10\ cm$ وصل اللوح السفلي مع $-200\ V$ وصل اللوح العلوي مع $200\ V$ ووضعت شحنة مقدارها $-5\mu C$ عند نقطة بين اللوحين وتبعد عن اللوح السفلي $6\ cm$

a) ما طاقة الوضع الكهربائية للشحنة؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) ما طاقة الوضع الكهربائية للشحنة إذا تحركت الشحنة رأسيا إلى أعلى إلى أن وصلت إلى نقطة تبعد $3\ cm$ من اللوح العلوي؟

.....

.....

.....

.....

.....

.....

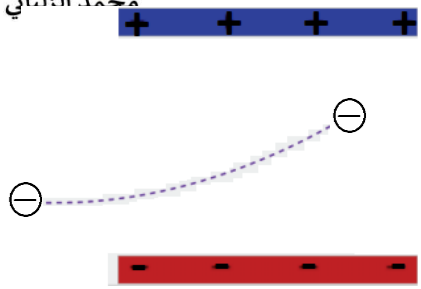
c) ما مقدار الشغل المبذول على الشحنة؟

.....

.....

.....

القوة المؤثرة على جسيم مشحون موضوع في مجال كهربائي منتظم



عند وضع جسيم مشحون في مجال الكهربائي فانه يتأثر بقوة كهروستاتيكية ثابتة $F_e = q\,E$

اتجاه القوة في اتجاه المجال أو عكسه (حسب نوع الشحنة)

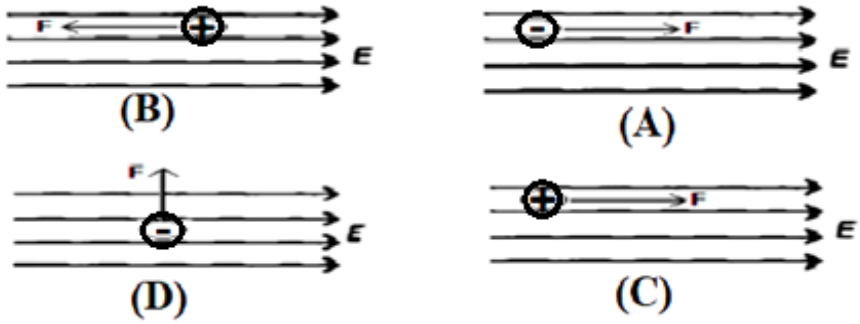
* القوة تتناسب طرديا مع كل من (شدة المجال ومقدار الشحنة)

* حساب التسارع الثابت الناشئ عن القوة من قانو ن نيوتن الثاني $a = \frac{F}{m}$

1- اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة الموجبة نفس اتجاه المجال الكهربائي المؤثر

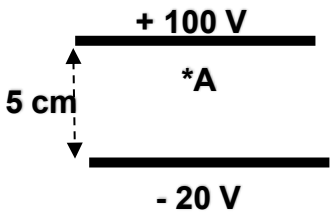
2- اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة السالبة تكون عكس اتجاه المجال الكهربائي المؤثر

101. أي من الأشكال التالية يمثل الاتجاه الصحيح للقوة الكهربية المؤثرة على جسيم مشحون وضع في مجال كهربائي؟



A ☐
B ☐
C ☐
D ☐

102. استخدم البيانات على الشكل المجاور لحساب ما يلي:



a) شدة المجال الكهربائي بين اللوحين.

.....

.....

.....

.....

b) القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة (- 5 nC) عند وضعها عند النقطة A التي تبعد 2cm عن اللوح العلوي

.....

.....

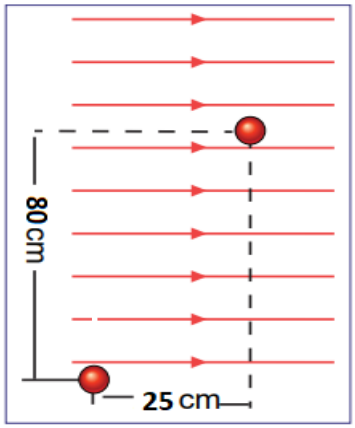
103. أوجد فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين إذا كانت المسافة بين اللوحين 0.04 m والقوة المؤثرة على شحنة مقدارها 3.2×10^{-19} C عند انتقالها بين لوحين تساوي 16×10^{-17} N

.....

.....

.....

104. شدة المجال الكهربائي المنتظم في الشكل التالي تبلغ 250V/m تتحرك شحنة كهربائية مقدارها 50 μC مسافة 25 cm في اتجاه المجال ومسافة 80 cm إلى أعلى.



(انتبه: المجال الكهربائي يعمل على تحريك الشحنة في اتجاهه (شحنه موجبة) أو عكس اتجاهه (شحنة سالبة) وليس للمجال تأثير في المسافة العمودية عليه)

a) احسب التغير في الجهد الكهربائي بين النقطتين

.....

.....

.....

.....

b) احسب التغير الناتج في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة

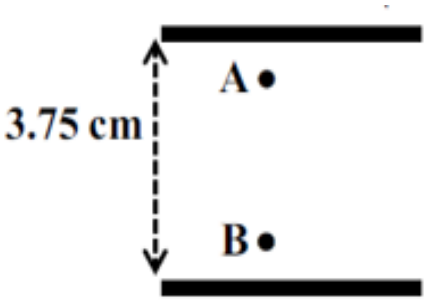
.....

.....

.....

.....

105. لوحان معدنيان متوازيان المسافة بينهما (3.75 cm) والنقطتان A و B تقعان بين اللوحين والمسافة بينهما 1.1cm وفرق الجهد بينهما $V_{AB} = 6V$ احسب ما يلي:



a) شدة المجال الكهربائي بين اللوحين.

.....

.....

.....

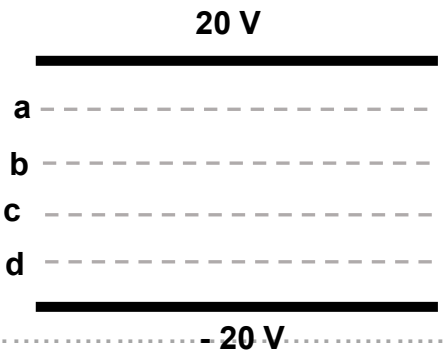
b) فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين.

.....

.....

.....

106. الشكل التالي يوضح لوحان معدنيان متوازيان المسافة الفاصلة بينهما d، احسب:



a) جهود الأسطح (a,b,c,d).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

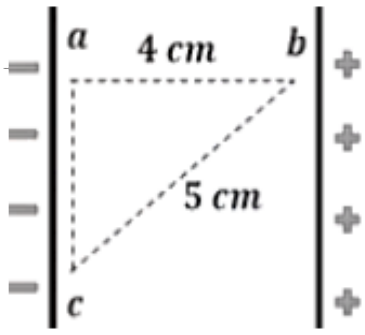
b) التغير في طاقة الوضع عند نقل شحنة مقدارها -6μC من a إلى c

.....

.....

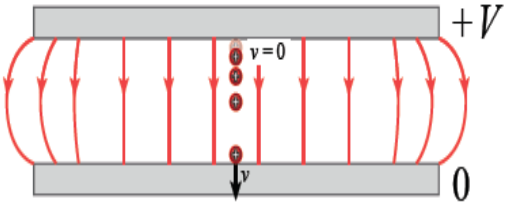
.....

107. إذا كان الشغل المبذول لنقل أيون موجب من النقطة a الى النقطة b الموضحة بالرسم يساوي 6 جول، فما مقدار الشغل المبذول لنقل هذا الايون من النقطة c الى النقطة b مباشرة بوحدة الجول؟



- ☐ 0 J
- ☐ 4.5 J
- ☐ 6 J
- ☐ 9 J

حساب السرعة النهائية لجسيم مشحون داخل مجال كهربائي منتظم



إذا أُطلق جسيم موجب الشحنة بالقرب من اللوح الموجب فكم تبلغ سرعة حركته عندما يصل إلى اللوح السالب؟

أو إذا أُطلق جسيم سالب الشحنة بالقرب من اللوح السالب فكم تبلغ سرعة حركته عندما يصل إلى اللوح الموجب؟

لحساب السرعة النهائية نستخدم **مبدأ حفظ الطاقة**:

	طاقة الوضع	طاقة الحركة
الطاقة الابتدائية	$E_p = q\Delta V$	$E_k = 0$ بدأ الحركة من السكون
الطاقة النهائية	$E_p = 0$ لان الجهد المرجعي السالب صفر	**طاقة الحركة** $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

من مبدأ حفظ الطاقة بمساوة معادلة الطاقة الابتدائية والنهائية $\Delta E_{tot} = q\Delta V = \frac{1}{2} m v^2$

ومما سبق يمكن حساب السرعة النهائية لجسيم مشحون داخل مجال كهربائي منتظم من العلاقة الأخيرة ونحصل على:

سرعة الجسم المشحون $v = \sqrt{\frac{2\,q.\,\Delta V}{m}}$, $v = \sqrt{\frac{2.E_k}{m}}$ m/s

الكمية الفيزيائية	الرمز	الوحدة
السرعة النهائية للجسيم المشحون	v	m/s
شحنة الجسيم المشحون	q	C
فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين	ΔV	V
كتلة الجسيم المشحون	m	kg

108. جد سرعة إلكترون طاقته الحركية 200×10^{-19} J علمًا أن كتلة الالكترون تساوي 9.1×10^{-31}kg ؟

.....

.....

.....

.....

109. وُضع لوحان متوازيان مشحونان بشحنتين مختلفتين تفصل بينهما مسافة 5 cm أُنشئ مجال كهربائي منتظم بين اللوحين المتوازيين، شدته 3000 V/m أحسب:

($q_e = -1.6 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

a) احسب محصلة القوة الكهربائية التي يتعرض لها إلكترون موضوع داخل المجال الكهربائي المنتظم؟

.....

.....

b) السرعة النهائية للإلكترون؟

.....

.....

.....

.....

.....

c) الطاقة الحركية للإلكترون؟

.....

.....

.....

110. تم تعجيل إلكترون من السكون بواسطة فرق جهد 2000V بين لوحين متوازيين المسافة بينهما 5cm **أحسب**: علمًا بان: ($q_e = -1.6 \times 10^{-19}$ C و $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

a) شدة المجال الكهربائي بين اللوحين؟

.....

.....

.....

b) السرعة النهائية للإلكترون؟

.....

.....

c) طاقة حركته النهائية بوحدة الجول وبوحدة إلكترون فولت؟

.....

.....

.....

.....

مقارنة بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية

أوجه التشابه: اذكر أوجه **التشابه** بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية؟

1. تخضع القوة في كلا المجالين لقانون التربيع العكسي. $F \propto \frac{1}{r^2}$
2. كلا المجالين (الكهربائي E والجاذبية g) كمية فيزيائية متجهة.
3. الطاقة المختزنة في النظام الناتج عن وجود (شحنة أو كتلة) في المجال تتناسب عكسيًا مع المسافة.
4. الجهد الكهربائي وجهد الجاذبية كلاهما كميات عددية.

أوجه الاختلاف: اذكر أوجه **الاختلاف** بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية؟

الكهربائية	الجاذبية
1. القوة التي يؤثر بها تنتج عن الشحنة. $f = \frac{k\, q_1\, q_2}{r^2}$	القوة التي يؤثر بها تنتج عن الكتلة. $f = \frac{G\, M\, m}{r^2}$
2. ثابت التناسب K يختلف من وسط لآخر.	ثابت التناسب G هو نفسه لجميع الأوساط
3. اتجاه القوة قد يكون تجاذب أو تنافر حسب نوع الشحنات.	اتجاه القوة دائمًا يكون تجاذب.
4. الجهد الكهربائي يكون موجب أو سالب حسب نوع الشحنة.	جهد الجاذبية يكون دائمًا سالب.

*** **طابعات الليزر تستخدم** **مبدأ الكهروستاتيكية** حيث تستخدم قوى التجاذب والتنافر بين الشحنات لتثبيت الحبر والطباعة على الورق.

111. **طابعة الليزر تعتبر من التطبيقات العملية على أي مما يأتي؟**

- ☐ قوي التجاذب الكتلي
- ☐ القوي الكهروستاتيكية
- ☐ الرنين المغناطيسي
- ☐ لا يوجد اجابة صحيحة

❖ عدد مثالين للتطبيقات العملية على المجالات الكهربائية مع التفسير؟

a) **كرة البلازما:** تعمل على إمكانية رؤية المجال الكهربائي عن طريق الالكترونات الضوئية من الغازات النبيلة تحت فرق جهد عالي.

b) **طابعة الليزر:** نستخدم المجالات الكهربائية وقوى التجاذب والتنافر بين الشحنات لتثبيت الحبر والطباعة على الورق.

112. اذكر اثنين من أوجه التشابه بين المجال الكهربائي ومجال الجاذبية؟

.....

.....

.....

عند حساب الطاقة بوحدة الالكترون فولت نعوض بعدد الالكترونات بدلا من شحنتهم.

113. يتعرض إلكترون لتسارع في مجال كهربائي منتظم شدته $2x\ 10^6\ V/m$
$1eV = 1.6\ x10^{-19}\ J$,

a) ما الطاقة التي تعطى للإلكترون بوحدة keV إذا تسارع خلال مسافة 4cm ؟

.....

.....

.....

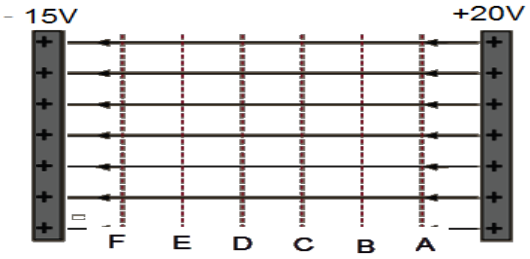
.....

b) ما البُعد الذي يجب أن يسرّع إليه الإلكترون لزيادة طاقته بمقدار 50GeV ؟

.....

.....

.....



114. الشكل المقابل يمثل ستة أسطح من أسطح تساوي الجهد رسمت بالتساوي بين لوحين متوازيين مشحونين. احسب الجهد الكهربي عند السطح (E)؟

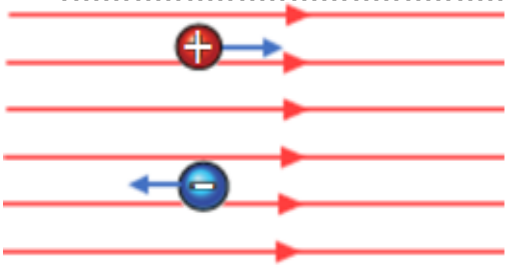
.....

.....

.....

.....

.....



115. يبين الشكل المجاور مجالا كهربائيا منتظما يتحرك فيه إلكترون وبروتون، فإذا كانت كتلة الإلكترون تعادل $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون تقريبا، فما العبارة التي تنطبق بشكل صحيح على الإلكترون والبروتون

- ☐ القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون أكبر من الإلكترون.
- ☐ القوة الكهربائية المؤثرة في الإلكترون أكبر من البروتون.
- ☐ الإلكترون والبروتون سيتأثران بنفس القوة لان لهما نفس الشحنة.
- ☐ تسارع الإلكترون أقل من تسارع البروتون لأن كتلة الإلكترون أقل.

116. يوضح الشكل أدناه لوحين متوازيين مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار إحداهما موجبة والأخرى سالبة، احسب التغير في طاقة الوضع الكهربائية لبروتون عندما يتحرك بينهما من اللوح الموجب إلى اللوح السالب مستخدماً المعلومات الموجودة على الشكل، علماً بأن شحنة البروتون $q_P = 1.6 \times 10^{-19}\ C$

.....

.....

.....

.....

.....

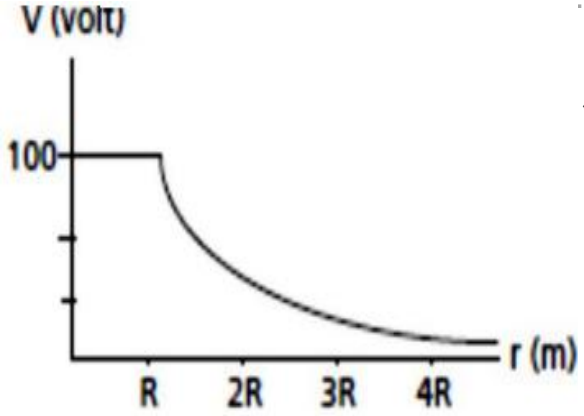
.....

.....

.....

.....

117. الرسم البياني التالي يوضح العلاقة بين الجهد الكهربائي لجسم كروي مشحون والبعد عند مركزة ما مقدار الجهد الكهربائي عند مسافة (2R) من السطح الخارجي للجسم الكروي المشحون.



- ☐ 25 V
- ☐ 33.3 V
- ☐ 50 V
- ☐ 100 V

118. أي من العبارات التالية حول المجالات الكهربائية **غير** صحيحة؟

- ☐ يكون اتجاه خطوط المجال الكهربائي دائمًا بعيداً عن الشحنات الموجبة.
- ☐ تكون خطوط المجال الكهربائي أقرب إلى بعضها البعض حيث يكون المجال أضعف.
- ☐ المجال الكهربائي داخل الموصل دائماً يكون صفراً.
- ☐ تكون خطوط المجال متوازية ومستقيمة في المجال المنتظم.