الفيزياء/ 11/ الفصل الدراسي الثاني

إجابات أسئلة المحتوى وأسئلة مراجعة الدروس و الوحدات في كتاب الطالب، وأسئلة التفكير والتحليل والاستنتاج في كتاب الأنشطة

❖ الوحدةالثالثة : الكهرباء السكونية

- **الدرس1: الشحنة الكهربائية وقانون كولوم**

الصفحة 7

إجابة سؤال أتأمل الصورة: مصدر الطاقة الناتجة هو طاقة وضع كهربائية مختزنة في الشحنات الكهربائية، تحررت عند حدوث تفريغ كهربائي للشحنات عبر الهواء.

الصفحة 9

تجربة استهلالية: قياس قوة التنافر الكهربائية بين شحنتين عمليا

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. حتى تحافظ الكرة على شحنتها ولا يحدث لها تفريغ عبر اليد.
2. بما أن قراءة الميزان تزداد عند تأثير القوة الكهربائية، فإن اتجاه هذه القوة يكون نحو الأسفل. ومقدارها يساوي الفرق بين قراءتي الميزان.
3. عند زيادة المسافة الرأسية بين الكرتين، سوف تقل قوة التنافر الكهربائية بينهما، والعكس.
4. لأن تأثير القوة الكهربائية ينتقل إلى الأجسام دون حدوث تلامس أو اتصال مباشر بينها.

الصفحة 10

أتحقّق: يمكن شحن قضيب من البلاستيك بدلكه بقطعة من الصوف، ويمكن شحن قضيب من الزجاج بدلكه بقطعة من الحرير.

الصفحة 12

أتحقّق:

في الشكل (أ): تنتقل الإلكترونات من الزجاج إلى الحرير، فيكتسب الزجاج شحنة موجبة والحرير شحنة سالبة. وفي الشكل (ب): تنتقل الإلكترونات من الصوف إلى البلاستيك، فيكتسب للصوف شحنة موجبة والبلاستيك شحنة سالبة.

أفكر:

لأن البلاستيك مادة عازلة، والمواد العازلة لا تسمح للشحنات بالانتقال عبرها.

الصفحة 14

أتحقق:

أقل كمية شحنة توجد على انفراد $(1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C})$، ويحمل هذا المقدار كل من الإلكترون والبروتون.

الصفحة 15

أفكر:

نستخدم مبدأ حفظ الشحنة: $q = \mp ne$ لحساب (n) المكافئة لهذه الشحنة:

$$n = \frac{q}{e} = \frac{3 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.875$$

لا يمكن لجسم أن يحمل هذه الشحنة، لأن(n) عدد غير صحيح، أي أن هذه الشحنة ليست من مضاعفات شحنة الإلكترون.

الصفحة 17

أفكر:

عند استخدام مادة عازلة سماحيتها $(\varepsilon = 3\varepsilon_0)$، فإن القوة (F') تصبح ثلث القوة (F) في حالة الهواء:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F' = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{1}{4\pi(3\varepsilon_0)}\frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \frac{1}{3}F$$

الصفحة 19

تمرين:

نستخدم الرمز F_{21} لتمثيل القوّة التي تؤثّر بها الشحنة Q_2 في الشحنة Q_1، و الرمز F_{31} لتمثيل القوّة التي تؤثّر بها الشحنة Q_3 في الشحنة Q_1 .

$$F_{21} = k\frac{Q_1 Q_2}{r_1^2}$$

$$F_{12} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-6}}{(0.3)^2} = 3 \times 10^{-1}\ \text{N}$$

بما أنّ الشحنتين (Q_1, Q_2) مختلفتان في النوع؛ فإنّ القوّة الناشئة بينهما تكون تجاذبًا، أي إنّ القوّة F_{21} تكون باتّجاه محور $(-x)$.

$$F_{31} = k\frac{Q_3 Q_1}{r_2^2}$$

$$F_{31} = 9 \times 10^9 \times \frac{1.5 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^{-6}}{(0.9)^2} = 0.5 \times 10^{-1}\ \text{N}$$

وبما أنّ الشحنتين Q_3, Q_1 مختلفتان في النوع؛ فإنّ القوّة الناشئة بينهما تكون تجاذبًا، أي إنّ القوّة F_{31} تكون باتّجاه محور $(-x)$.

$$F_1 = F_{21} + F_{31}$$

$$F_2 = 3 \times 10^{-1} + 0.5 \times 10^{-1} = 3.5 \times 10^{-1}\ \text{N}$$

وتكون القوّة المحصّلة التي تؤثّر في الشحنة الأولى باتّجاه محور $(-x)$.

الصفحة 21

تمرين:

1. القوة المركزية المؤثرة في الإلكترون هي قوة التجاذب الكهربائية، وتحسب من العلاقة :

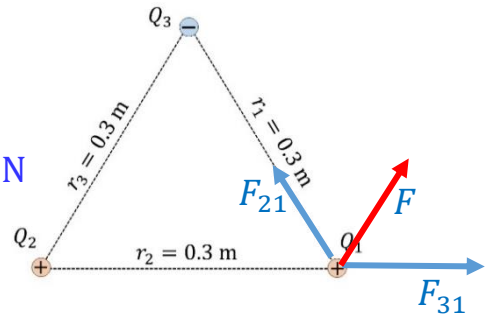
$$F = k\frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

حيث:

$$\left(r = \frac{0.106}{2} = 0.053\text{nm} = 0.053 \times 10^{-9}\text{m}\right)$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{(0.053 \times 10^{-9})^2} = 8.19 \times 10^{-8}\text{N}$$

2. تؤثر في الشحنة (Q_1) قوتان (F_{21}, F_{31}):



$$F_{21} = k\frac{Q_2 Q_1}{r_2^2}$$

$$F_{21} = 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(0.3)^2} = 1\times10^{-1}\ \text{N}$$

$$F_{31} = k\frac{Q_3 Q_1}{r_1^2}$$

$$F_{31} = 9\times10^9 \times \frac{1\times10^{-6}\times1\times10^{-6}}{(0.3)^2} = 1\times10^{-1}\ \text{N}$$

مقدار القوة المحصلة:

$$F = \sqrt{{F_{21}}^2 + {F_{31}}^2 + 2F_{21}F_{31}cos\theta}$$

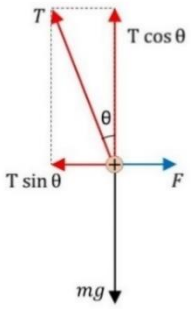
$$F = \sqrt{0.01 + 0.01 + 2\times0.1\times0.1\times\cos120} = 1\times10^{-1}\ \text{N}$$

الصفحة 22

التجربة1 : استقصاء العلاقة بين القوّة الكهربائيّة والبُعد بين الشحنتين في قانون كولوم

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. مخطط الجسم الحر للكرة، حيث تؤثر في الكرة ثلاث قوى:



الوزن (mg)، القوة الكهربائية (F)، والشد(T).

2. من مخطط الجسم الحر، وبما أن الكرة متزنة:

$$F = T\sin\theta$$
$$mg = T\cos\theta$$

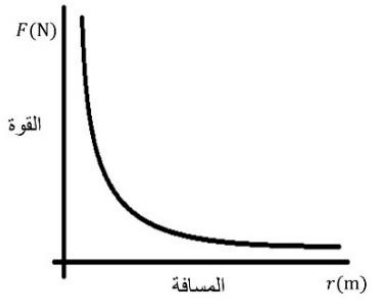
بقسمة المعادلتين:

$$\frac{F}{mg} = tan\theta \rightarrow F = mg\tan\theta$$

$$F = mg\frac{d}{L}$$

بتعويض قيم (mg) و (d) (L) التي تم الحصول عليها من التجربة تحسب القوة.

3. التمثيل البياني للعلاقة بين القوة الكهربائية والمسافة الفاصلة بين الكرتين.



الصفحة 23

مراجعة الدرس (1)

1. ينصّ قانون كولوم على أنّ القوّة الكهربائية الناشئة بين شحنتين نقطيتين في الفراغ تتناسب طرديًّا مع حاصل ضرب الشحنتين، وعكسيًّا مع مربّع البعد بينهما.

$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

2. تكتسب المسطرة عند دلكها بالشعر شحنة سالبة، وعند تقريبها من قصاصات الورق، يحدث استقطاب لذرّات الورقة ينتج عنه إعادة توزيع طفيف لشحنات تلك الذرّات، وهذا يؤدّي إلى شحن سطح الورقة القريب من المسطرة بشحنة كهربائية موجبة، تتجاذب مع الشحنات السالبة على المسطرة البلاستيكية. وعند تلامس قصاصة الورق مع المسطرة ينتقل جزء من شحنة المسطرة إلى الورقة بالتوصيل، فيصبح لهما الشحنة نفسها ويتنافرا.

3. يحسب عدد الشحنات، باستخدام العلاقة:

$$q = \mp ne$$

$$n = \frac{q}{e}$$

$$n_1 = \frac{10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{10}\text{C}$$

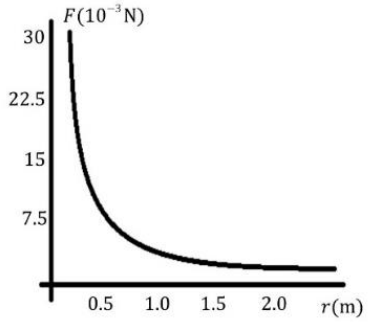
$$n_2 = \frac{20}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.25 \times 10^{20}\text{C}$$

4. أ. يكتسب القضيب الفلزي شحنة مشابهة لشحنة قضيب الزجاج المشحون، وتتوزع الشحنة على السطح الخارجي للقضيب؛ لأن الفلزات تسمح للشحنات بالانتقال عبرها، فتكتسب الكرة الفلزية الملامسة لطرف القضيب شحنة مشابهة لشحنة القضيب الفلزي ، فيتنافرا.

ب. البلاستيك مادة عازلة؛ لا تسمح للشحنات بالانتقال عبرها. لذا لن تتنافر الكرة مع قضيب البلاستيك وتبقى في مكانها.

5. أ. المتغير المستقل : المسافة بين الشحنتين، المتغير التابع: القوة الكهربائية

ب. التمثيل البياني

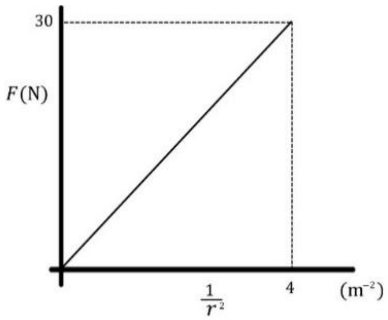


ج.

$$\frac{F}{\frac{1}{r^2}} = Fr^2 = slope$$

$$F = k\frac{Q_2Q_1}{r^2}$$

$$slope = kQ_2Q_1$$



د. تخضع النتائج لقانون كولوم، لكن تنحرف بعض القياسات عن القيم الحقيقية لها، بسبب أخطاء القياس في التجربة.

الدرس 2: المجال الكهربائي

الصفحة 25

أتحقَّق:

- المجال الكهربائي: خاصّية للحيّز المحيط بالجسم المشحون، ويظهر في هذا الحيّز تأثير المجال على شكل قوى كهربائية تؤثّر في الأجسام المشحونة الأُخرى.

- المجال الكهربائي عند نقطة: هو القوّة الكهربائية التي تؤثّر في وحدة الشحنة الموجبة الموضوعة في تلك النقطة.

أفكر: تكون شحنة الاختبار صغيرة كي يكون تأثيرها في المجال الكهربائي المحيط بها مهملا.

الصفحة 26

تمرين:

$$F_a = E_a q$$
$$F_a = 3.47 \times 10^{5} \times 3 \times 10^{-9}$$
$$F_a = 1.04 \times 10^{-3}\ \text{N}$$

بما أن الشحنة المتأثرة سالبة، فإن اتجاه القوة المؤثرة فيها يكون عكس اتجاه المجال عند تلك النقطة، أي باتجاه $(-x)$.

الصفحة 29

تمرين:

نحسب مقدار المجال الناشئ عن كل شحنة ، ونحدد اتجاه المجال الناشئ عن كل شحنة بافتراض وجود شحنة اختبار موجبة عند النقطة المطلوب حساب المجال عندها، ثم نحسب المجال المحصل.

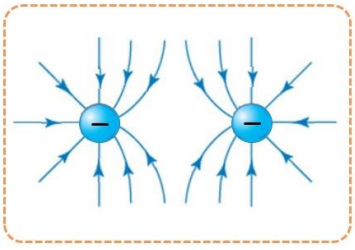
$$E_1 = k\frac{Q_1}{{r_1}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-2}} = 3.3 \times 10^4\ \text{N/C}, -x$$

$$E_2 = k\frac{Q_2}{{r_2}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-2}} = 1.1 \times 10^4\ \text{N/C}, -x$$

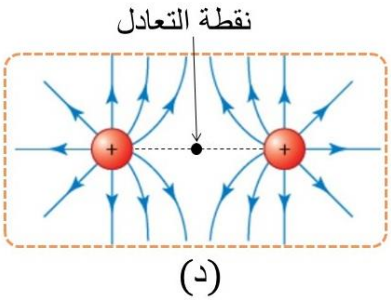
$$E = E_1 + E_2 = 3.3 \times 10^4 + 1.1 \times 10^4 = 4.4 \times 10^4\ \text{N/C}, -x$$

الصفحة 32

أتحقق:



سؤال الشكل(24)



الشكل (د) يحتوي على نقطة تعادل تقع على الخط الواصل بين الشحنتين وفي منتصف المسافة بينهما، حيث يكون المجالان الناتجان عن كلا الشحنتين متساويين مقدارًا ومتعاكسين اتجاهًا، ومحصلتهما صفرًا.

الصفحة 35

مراجعة الدرس 2

1. المجال الكهربائي عند نقطة: هو القوّة الكهربائية التي تؤثّر في وحدة الشحنة الموجبة الموضوعة في تلك النقطة.

يمكن الإفادة من خطوط المجال في معرفة كل من مقدار واتجاه المجال كما يأتي:

- يحدد اتجاه المجال عند نقطة، برسم مماس على خط المجال عند تلك النقطة.
- نستدل على مقدار المجال عند نقطة، من كثافة خطوط المجال، حيث يزداد مقدار المجال حيثما تتزاحم خطوط المجال.

2. المجال الناشئ عن الشحنة الموجبة باتجاه $(+x)$ ومقداره:

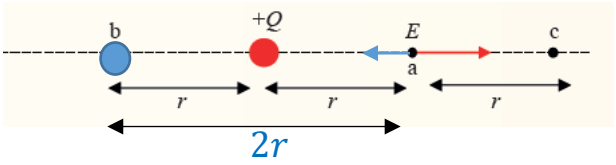
$$E_+ = k\frac{Q}{r^2} = E$$

أ. المجال الناشئ عن شحنة $(-Q)$ توضع عند (b) على بعد $(2r)$ من النقطة:

$$E_- = k\frac{Q}{4r^2} = \frac{1}{4}E$$

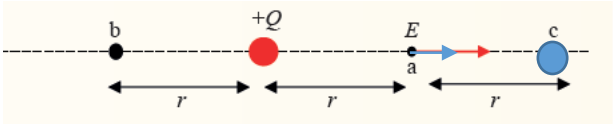
بافتراض شحنة اختبار موجبة عند النقطة (a) نحدد اتجاه (E_-)، فنجد أن النقطة تتأثر بمجالين متعاكسين بالاتجاهات المبينة في الشكل الآتي:

$$E_a = E_+ - E_- = E - \frac{1}{4}E = \frac{3}{4}E, +x$$



ب. المجال الناشئ عن شحنة $(-Q)$ توضع عند النقطة (c) على بعد (r) من النقطة يساوي المجال الناشئ عن الشحنة الموجبة (E) وبالاتجاه نفسه، كما في الشكل الآتي:

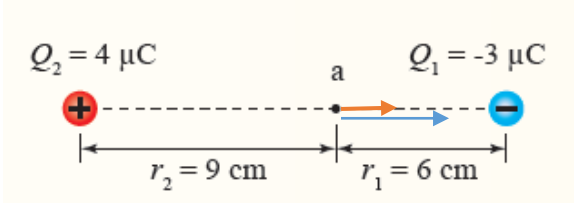
$$E_a = E_+ + E_- = E + E = 2E, +x$$



3. نحسب المجال الناشئ عن كل شحنة، ونحدد اتجاهي المجالين، ثم نحسب المحصلة:

$$E_1 = k\frac{Q_1}{{r_1}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6}}{36 \times 10^{-4}}$$

$$E_1 = 7.5 \times 10^6 \text{ N/C}$$

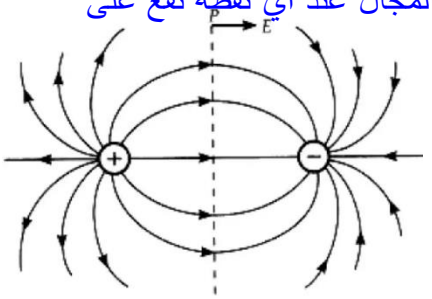


$$E_2 = k\frac{Q_2}{{r_2}^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-6}}{81 \times 10^{-4}}$$

$$E_2 = 4.4 \times 10^6 \text{ N/C}$$

$$E = E_1 + E_2 = 3.5 \times 10^6 + 4.4 \times 10^6 = 7.9 \times 10^6 \text{ N/C}, +x$$

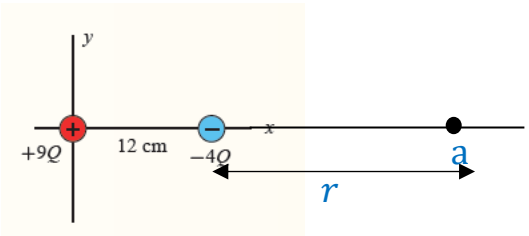
4. أ. عند رسم خطوط المجال، نلاحظ أن المماس المرسوم على خط المجال عند أي نقطة تقع على محور (y) يكون دائما بالاتجاه نفسه؛ باتجاه $(+x)$.



ب. المجال عند النقطة (o):

$$E_o = E_+ + E_-$$
$$= k\left(\frac{Q}{d^2} + \frac{Q}{d^2}\right) = 2k\frac{Q}{d^2}$$

5. ينعدم المجال الكهربائي عند نقطة، عندما تتأثر النقطة بمجالين متساويين مقدارا ومتعاكسين اتجاها. ويتحقق ذلك عند نقطة تقع خارج الشحنتين على امتداد الخط الواصل بينهما، ومن جهة الشحنة الأصغر مقدارا. نفترض أن هذه النقطة(a) وتبعد مسافة (r) عن الشحنة $(-4Q)$:



$$E_+ = E_-$$

$$k\frac{9Q}{(12+r)^2} = k\frac{4Q}{r^2}$$

$$9r^2 = 4\,(12+r)^2$$

$$3r = 2(12+r)$$

$$r = 24\text{cm}$$

الدرس 3: الجهد الكهربائي

الصفحة 37

أتحقق:

طاقة الوضع الكهربائية المختزنة في وحدة الشحنات الموجبة الموضوعة عند تلك النقطة يساوي 5 جول.

الشغل الذي تبذله القوة الخارجية لنقل وحدة الشحنات الموجبة من اللانهاية إلى تلك النقطة بسرعة ثابتة يساوي 5 جول.

الصفحة 38

أفكر:

جهد النقطة لا يتغير؛ لأن الجهد عند نقطة في مجال كهربائي يعتمد على الشحنة المولدة للمجال، ولا يعتمد على الشحنة المضوعة عند النقطة.

طاقة الوضع تتغير؛ لأن طاقة الوضع المختزنة في شحنة تعتمد على الشحنة الموضوعة عند النقطة $(PE = qV)$، وعند مضاعفة الشحنة تتضاعف الطاقة.

الصفحة 39

أتحقق:

يعتمد الجهد الكهربائي على كل من مقدار الشحنة المولّدة للمجال ، ونوعها، وبعد النقطة المطلوب حساب الجهد عندها عن الشحنة.

الصفحة 40

التجربة2 : استنتاج العلاقة بين الجهد بالقرب من شحنة موجبة والبعد عنها

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. لأن محلول كبريتات النحاس يحتوي على أيونات موجبة وسالبة تعمل على تمرير تيار كهربائي بما يسمح بقياس قيم تغير الجهد مع تغير المسافة.
2. يقل الجهد الكهربائي بالابتعاد عن الشحنة الموجبة.
3. إجابة محتملة:

الفرضية: يتناسب الجهد عكسيا مع بعد النقطة عن الشحنة الموجبة.

الحكم على الفرضية: توافقت نتائج التجربة مع الفرضية.

الصفحة 41

تمرين:

أ. نوع الشحنة سالبة؛ لأن الجهد الكهربائي الناشئ عنها سالب (-4.5×10^3 V).

$$V_b = k\frac{Q}{r_b}$$

$$-4.5 \times 10^3 = 9 \times 10^9 \frac{Q}{8 \times 10^{-2}}$$

$$Q = -4 \times 10^{-8} \text{ C}$$

ب. يزداد الجهد الكهربائي بالابتعاد عن الشحنة السالبة المسببة للجهد.

الصفحة 44

أفكر:

التغير في طاقة الوضع لشحنة $(+q)$ منقولة من (b) إلى (a) يعطى بالعلاقة :

$$\Delta PE = q(V_f - V_i) = q(V_a - V_b)$$

بما أن إشارة$(V_a - V_b)$ سالبة، فتكون إشارة التغير في طاقة الوضع (ΔPE) سالبة، هذا يعني أن طاقة الوضع الكهربائية للشحنة قد قلت عند انتقالها من (b) إلى (a).

الصفحة 45

تمرين:

أ. نحسب الشحنة Q من الجهد الناشئ عنها عند b:

$$V_{\mathrm{b}} = k\frac{Q}{r_b}$$

$$360 = 9 \times 10^{9}\frac{Q}{10 \times 10^{-2}}$$

$$Q = 4 \times 10^{-9}\ \mathrm{C}$$

$$2Q = 2 \times 4 \times 10^{-9}\mathrm{C}$$

ب. الجهد عند النقطة b يساوي مجموع الجهود الناشئة عن الشحنات الثلاث:

$$V_{\mathrm{b}} = 360 + 9 \times 10^{9} \times \frac{8 \times 10^{-9}}{8 \times 10^{-2}} + 9 \times 10^{9} \times \frac{-4 \times 10^{-9}}{10 \times 10^{-2}}$$

$$V_{\mathrm{b}} = 360 + 900 - 360 = 900\ \mathrm{V}$$

الصفحة 47

سؤال الشكل(36)

طاقة الوضع تزداد، والطاقة الحركية تبقى ثابتة.

الصفحة 49

مراجعة الدرس 3

1. جهد نقطة في مجال كهربائي: الشغل الذي تبذله قوّة خارجية لنقل وحدة الشحنة الموجبة بسرعة ثابتة، من اللانهاية إلى تلك النقطة في المجال الكهربائي.

فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي: التغيّر في طاقة الوضع الكهربائية للشحنة q؛ عند انتقالها من نقطة إلى أخرى في المجال الكهربائي مقسومًا على الشحنة q.

2. نعم. بما أن النقطتان متساويتان في الجهد فإن فرق الجهد بينهما يساوي صفرًا $(\Delta V = 0)$، وبتطبيق العلاقة($W = q\Delta V = 0$) فإن الشغل يساوي صفرًا؛ أي لا يلزم بذل شغل.

3. أ.

$$V_a - V_b = k\left(\frac{Q}{r_a} - \frac{Q}{r_b}\right)$$

$$V_a - V_b = 9\times10^9\left(\frac{-4\times10^{-9}}{5\times10^{-2}} - \frac{-4\times10^{-9}}{3\times10^{-2}}\right)$$

$$= 9\times10^9(-8\times10^{-8} + 13\times10^{-8}) = 450\ \text{V}$$

ب.

$$W_{a\to b} = -q(V_b - V_a) = -1.6\times10^{-19}\times -450 = 7.2\times10^{-16}\ \text{J}$$

4. أ. المسافة بين الشحنة $2Q$ والنقطة b:

$$r = \sqrt{5^2+5^2} = \sqrt{50}\ \text{cm}$$

الجهد الكهربائي عند النقطة (b) يساوي مجموع الجهود الناتجة عن الشحنات الثلاث:

$$400 = 9\times10^9\left(\frac{Q}{5\times10^{-2}} + \frac{2Q}{\sqrt{50}\times10^{-2}} + \frac{-Q}{5\times10^{-2}}\right)$$

$$400 = 9\times10^9\left(\frac{2Q}{\sqrt{50}\times10^{-2}}\right)$$

$$Q = 3.1\times10^{-9}\ \text{C}$$

5. بما أن جهد النقطة (a) يساوي صفر $(V_a = V_1 + V_2 = 0)$، وكي تحقق ذلك فإن:

$$V_1 = -V_2 \to \frac{Q_2}{r_2} = -\frac{Q_1}{r_1}$$

$$\frac{-12}{60} = -\frac{4}{r_1} \to r_1 = 20\text{cm}$$

لحساب جهد النقطة (b)، نحدد بعدها عن كل من الشحنتين، فنجد أن بعدها عن (Q_1) يساوي $(r_{b1} = 20\text{cm})$ ونحسب بعدها عن الشحنة (Q_2):

$$r_{b2} = \sqrt{80^2+20^2} = 82.5\text{cm}$$

جهد النقطة (b):

$$V_b = k\left(\frac{Q_1}{r_{b1}} + \frac{Q_2}{r_{b2}}\right)$$

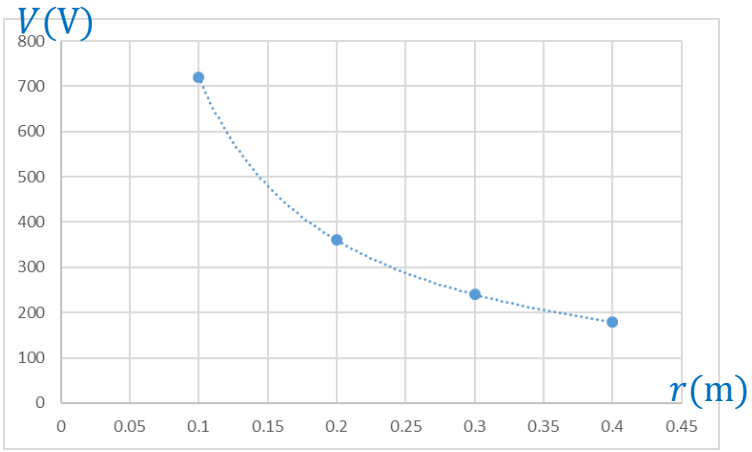
$$V_b = 9 \times 10^9 \left(\frac{4 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-2}} + \frac{-12 \times 10^{-9}}{82.5 \times 10^{-2}} \right) = 5.4\text{V}$$

جهد النقطة (c):

$$V_c = 9 \times 10^9 \left(\frac{4 \times 10^{-9}}{40 \times 10^{-2}} + \frac{-12 \times 10^{-9}}{100 \times 10^{-2}} \right) = 18\text{V}$$

6. أ. المتغير المستقل: بعد النقطة، المتغير التابع: الجهد الكهربائي، المتغيرات المضبوطة: الشحنة المولدة للمجال، الوسط المحيط بالشحنة.

ب.



ج. يقل الجهد الكهربائي بالابتعاد عن الشحنة الموجبة.

الصفحات (51–54)

مراجعة الوحدة الثالثة

1.

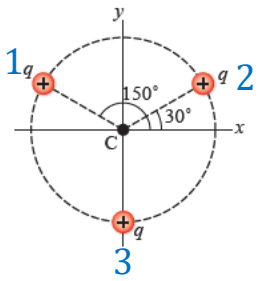
الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الإجابة	ب	ج	ب	د	د	أ	ب	د	ج	ب

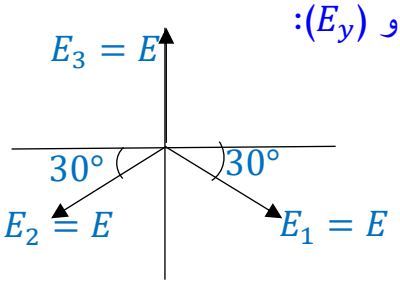
2. تبقى الكرة في مكانها؛ بسبب التماثل في تأثير القضيبين الفلزيين على جانبي الكرة.

3. المجالات الناتجة عن الشحنات تكون متساوية في المقدار:

$$E_1 = E_2 = E_3 = E = k\frac{Q}{r^2}$$

لحساب المجال المحصل، نحدد اتجاهات المجالات الناشئة عن الشحنات الثلاث كما في الشكل، ثم نحسب (E_x) و (E_y):





$$E_x = E_{1x} - E_{2x} = 0$$
$$E_y = E_3 - (E_{1y} + E_{2y})$$
$$= E - 2(E\sin 30°) = 0$$
$$E = 0$$

لحساب الجهد عند النقطة:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$
$$= 3 \times k\frac{q}{r} =$$
$$= 3 \times 9 \times 10^9 \times \frac{5 \times 10^{-3}}{2} = 6.75 \times 10^7 \text{V}$$

4. أ. نحسب المجال الناشئ عن كل شحنة من العلاقة:

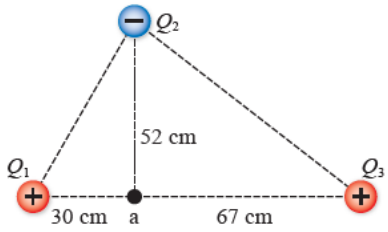
$$E = k\frac{Q}{r^2}$$

$$E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{0.2 \times 10^{-6}}{(30 \times 10^{-2})^2} = 2 \times 10^4 \text{N/C}, +x$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{0.2 \times 10^{-6}}{(67 \times 10^{-2})^2} = 0.4 \times 10^4 \text{N/C}, -x$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{1.8 \times 10^{-6}}{(52 \times 10^{-2})^2} = 6 \times 10^4 \text{N/C}, +y$$

$$E_x = 2 \times 10^4 - 0.4 \times 10^4 = 1.6 \times 10^4 \text{N/C}, +x$$



$$E_a = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{(1.6)^2 + (6)^2} \times 10^4 = 6.2 \times 10^4 \text{N/C}$$

ب. الجهد الكهربائي:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$
$$= 9 \times 10^9 (\frac{Q_1}{r_1} + \frac{Q_2}{r_2} + \frac{Q_3}{r_3})$$
$$= 9 \times 10^9 \times \frac{10^{-6}}{10^{-2}} (\frac{0.2}{30} + \frac{0.2}{67} + \frac{-1.8}{52})$$
$$= 9 \times 10^5 (0.038) = 3.41 \times 10^4 \text{V}$$

5. نحسب جهد النقطتين المطلوب نقل الشحنة بينهما:

$$V_c = k\frac{Q}{r_c} = 9 \times 10^9 \frac{-2 \times 10^{-6}}{10 \times 10^{-2}} = -1.8 \times 10^5 \text{ V}$$

$$V_d = k\frac{Q}{r_d} = 9 \times 10^9 \frac{-2 \times 10^{-6}}{4 \times 10^{-2}} = -4.5 \times 10^5 \text{ V}$$

ثم نحسب الشغل:

$$W_{d \to c} = -q(V_c - V_d)$$
$$= -(-1.6 \times 10^{-19}) \times (-1.8 \times 10^5 - (-4.5 \times 10^5)$$
$$= 4.32 \times 10^{-14} \text{ J}$$

6.

أ. الشحنة Q_2 سالبة ومقدارها:

$$V_1 + V_2 = 0 \Rightarrow V_1 = -V_2$$
$$k\frac{Q_1}{r_1} = -k\frac{Q_2}{r_2}$$
$$\frac{4}{8} = -\frac{Q_2}{2} \Rightarrow Q_2 = -1.0 \text{ nC} = -10^{-9} \text{ C}$$

ب. نحسب أولا بعد النقطة (c) عن الشحنة (Q_1):

$$r_c = \sqrt{3^2 + 10^2} = 10.4 \text{ cm}$$

ثم نحسب الجهد:

$V_c = V_1 + V_2$

$$V_c = 9 \times 10^9 \left(\frac{4 \times 10^{-9}}{10.4 \times 10^{-2}} + \frac{-10^{-9}}{3 \times 10^{-2}}\right) = 46\text{V}$$

7. أ. الشحنة السالبة تتأثر بقوة كهربائية بعكس اتجاه المجال، فتتحرك نحو النقطة (a). وحركة الشحنة تحت تأثير القوة الكهربائية تؤدي إلى نقصان طاقة الوضع مقابل زيادة مساوية في الطاقة الحركية.

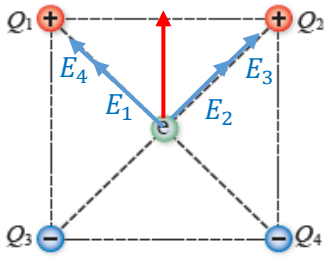
ب. تتأثر الشحنة بقوة خارجية باتجاه الحركة فتبذل شغلا موجبا، وقوة كهربائية باتجاه المجال تبذل شغلا سالبا؛ لأنها عكس اتجاه الحركة.

8. نحسب المجالات الناشئة عن الشحنات، حيث $(E_1 = E_2)$ و $(E_3 = E_4)$:

$$E_1 = E_2 = 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-2})^2} = 18 \times 10^7 \text{N/C}$$

$$E_3 = E_4 = 9 \times 10^9 \times \frac{3 \times 10^{-6}}{(1 \times 10^{-2})^2} = 27 \times 10^7 \text{N/C}$$

$$E = \sqrt{(45)^2 + 45)^2} \times 10^7 = 63 \times 10^7 \text{N/C}, +y$$



القوة المؤثرة في الإلكترون، بعكس اتجاه المجال وتحسب من العلاقة:

$$F = qE = 1.6 \times 10^{-19} \times 63 \times 10^7 = 1 \times 10^{14}\text{N}, -y$$

9. أ. إجابة محتملة: يزداد انفراج ورقتي الكشاف عند تقريب قضيب شحنته مشابهة لشحنة الكشاف.

ب. لاختبار صحة الفرضية:

- أشحن كشافا كهربائيا بشحنة سالبة عن طريق ملامسته مع قضيب بلاستيك مشحون بشحنة سالبة والاحظ انفراج الورقتين.
- أقرب من قرص الكشاف قضيب آخر مشحون بشحنة سالبة، وألاحظ مايحدث لانفراج الورقتين. فإذا زاد انفراج الورقتين؛ فهذا يعني صحة الفرضية.
- يمكن أن أكرر المحاولة بتقريب قضيب مشحون بشحنة موجبة، من كشاف مشحون بشحنة سالبة وملاحظة ما يحدث لانفراج الورقتين.

إجابات كتاب التجارب والأنشطة العملية

الوحدة3: الكهرباء السكونية

الصفحة 17

تجربة إثرائية: اكتشاف الإلكترون

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. تكون الظل على نهاية الانبوب يشبه في شكله شكل القطعة الفلزيّة، يثبت أن الأشعة المهبطية تسير في خطوط مستقيمة.
2. انحراف الأشعة المهبطية عن مسارها المستقيم واتخاذها اتجاهًا مختلفًا، يثبت أن الأشعة المهبطية تحمل شحنات كهربائية تتأثر بالمجال المغناطيسي عندما تكون متحركة.
3. دوران الدولاب عند سقوط الأشعة المهبطية عليه، يثبت أن دقائق الأشعة المهرطية تمتلك طاقة حركية ولها كتلة.
4. انحراف الأشعة المهبطية عن مسارها المستقيم وتغيير اتجاهها، يثبت أنها تحمل شحنة كهربائية سالبة، تنحرف بعكس اتجاه خطوط المجال الكهربائي المنتظم.

الصفحات(18–19)

إجابة أسئلة تفكير

1. 1. (ب) 2. (د) 3. (أ)

2. نحسب الطاقة اللازمة لانتقاله بين هاتين النقطتين من العلاقة:

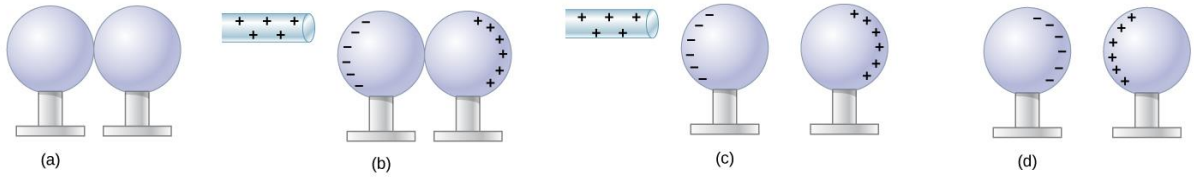
$$\Delta PE = q\Delta V = 2 \times 10^{-6} \times (640 - 80) = 1.12 \times 10^{-3}\text{J}$$

بما أن الطاقة الحركية التي يمتلكها $(1.2 \times 10^{-3}\text{J})$؛ إذا سيتمكن من الوصول.

3.لا تكون طاقة الوضع متساوية؛ حسب العلاقة $(PE = qV)$ فإن طاقة الوضع المختزنة في شحنة تعتمد على مقدار الشحنة الموضوعة عند النقطة .

4. خطوات الشحن بالحث:

1. يدلك قضيب البلاستيك بقطعة الصوف، فيكتسب قضيب البلاستيك شحنة سالبة.



2. تقريب قضيب البلاستيك المشحون (المؤثر) من الكرتين المتلامستين الموضوعتين على قاعدتين عازلتين، فتشحن الكرتان بالحث، كما يبين الشكل.

2. إزاحة الكرة البعيدة تدريجيا مع بقاء المؤثر.

3. تكتسب إحدى الكرتين شحنة موجبة والكرة الأخرى شحنة سالبة.

إجابات كتاب الطالب/ الفيزياء 11/ جزء ثاني

الوحدة الرابعة: الحركة التذبذبية والحركة الموجية

الصفحة 55

مقدمة الوحدة:

تخمد الكرة الاهتزازات التي قد يتعرض لها البرج عند حدوث الأعاصير، أو الزلازل؛ إذا أن الزلزال أو هبوب الرياح تؤثر بقوة جانبية في البرج حتى يميل، والبرج ينقل التأثير إلى الكرة، هنا يأتي دور الكرة الثقيلة بالتأثير في البرج بقوة رد فعل باتجاه معاكس؛ بسبب قصورها الذاتي، بذلك تعمل الكرة على تخميد الاهتزازات التي ستحدث للبرج، بنظام ماص الصدمات، حيث تتصل مجموعة من مكابس بالكرة من جهة وبجسم البرج من جهة أخرى. فلا يشعر أي شخص موجود داخل البرج بتلك الاهتزازات.

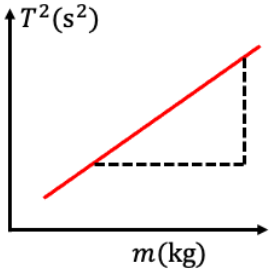
الصفحة 57

تجربة استهلالية: دراسة الحركة التذبذبية لجسم معلق بنابض

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج:

1. المتغير المستقل (الكتلة)، المتغير التابع (الزمن الدوري)، متغيرين مضبوطين (ثابت مرونة النابض، السعة)

2. تمثيل البيانات:



3.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \longrightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{m}{k}$$

$$\frac{T^2}{m} = \frac{4\pi^2}{k} = slope. \longrightarrow k = \frac{4\pi^2}{slope}$$

4. إن كانت الفرضية إيجابية فلا بد أن النتائج سوف تؤكدها.

الصفحة 58

أتحقق:

الحركة الدورية تكرر نفسها على المسار نفسه في فترات زمنية متساوية، مثل دوران الأرض حول الشمس. الحركة التذبذبية هي حركة دورية تكرر نفسها على المسار نفسه حول موقع اتزان، مثل حركة الأرجوحة. كل حركة تذبذبية هي دورية، لكن ليست كل حركة دورية تكون تذبذبية.

الصفحة 60

أتحقق:

الكميتان اللتان يكون لهما الاتجاه نفسه دائمًا: هما (القوة المعيدة، التسارع)، في حين يكون اتجاه الإزاحة معاكسة لاتجاههما.

الصفحة 65

تمرين:

أ. لحساب التردد الزاوي نحسب الزمن الدوري أولا:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{32}} = \frac{2\pi}{4}\ \text{s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi \times 4}{2\pi} = 4\ \text{rad/s}$$

ب. معادلة تغير الإزاحة مع الزمن:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \Phi)$$

$$x(t) = 0.04\cos(4t)$$

الصفحة 66

أتحقق:

يتأثر البندول بالقوى الآتية: قوة الشد في الخيط، قوة الجاذبية الأرضية، وتكون القوة المحصلة باتجاه محور (y) تساوي صفر، وهي: $\sum F_y = T - mg\cos\theta = 0$، والقوة المحصلة على المحور (x) تساوي: $\sum F_x = mg\sin\theta$.

الصفحة 67

أفكر:

الزمن الدوري للبندول لا يتغير بتغير أيّ من سعة الذبذبة، أو كتلة البندول؛ وإنما يتغير بتغيّر كل من طول الخيط وتسارع السقوط الحرّ حسب العلاقة:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

الصفحة 68

أفكر:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 1\text{ s}$$

عند مضاعفة طول البندول أربع مرات $4L$ فإن الزمن الدوري T' يساوي:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{4L}{g}} = \sqrt{4}\left(2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\right) = 2(1) = 2\text{ s}$$

أي أن البندول يكمل ذبذبة واحدة في زمن 2 s وهذا يعني أن البندول يكمل نصف ذبذبة في الثانية الواحدة.

الصفحة 68

تمرين:

الزمن الدوري:

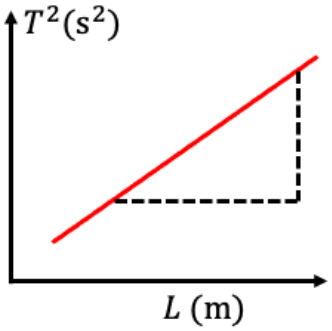
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \times 3.14\sqrt{\frac{0.171}{1.62}} = 2.04\ \text{s}$$

الصفحة 70

التجربة (1): استخدام البندول البسيط لإيجاد تسارع السقوط الحر عمليا

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج:

1. يُحسب المتوسط الحسابي للزمن (t) بقسمة مجموع الفترات الزمنية الثلاث (t_1, t_2, t_3) على عدد الفترات (3). من المتوقع أن يزداد الزمن الدوري T بزيادة طول الخيط.
2. العلاقة البيانية بين مربّع الزمن الدوري (T^2) على محور y وطول الخيط L على محور x هي علاقة خطية (خط مستقيم)



تسارع السقوط الحر يرتبط بميل (slope) الخط على النحو الآتي:

$$g = \frac{4\pi^2}{slope}$$

3. من المتوقع أن تكون النتائج قريبة من القيمة $g = 9.8\ \mathrm{m/s^2}$ والأخطاء المحتملة في هذه التجربة التي تؤثر سلبًا في النتائج قد تنتج عن قياس كل من طول الخيط والزمن الكلي للذبذبات.

4. من المتوقع أن لا يتغير ولكن ربما يتغير عند بعض المجموعات نتيجة أخطاء القياس.

5. كلما ارتفعنا لأعلى يقل تسارع السقوط الحر وبالتالي سيزداد الزمن الدوري للبندول.

الصفحة 71

أفكر:

تنشأ القوة المعيدة من مرونة الحبل المطاطي عند استطالته.

الصفحة 72

أتحقق:

من الناحية العملية تخضع الأجسام المتذبذبة إلى قوى معيقة، فهي ليست أنظمة معزولة، تؤثر هذه القوى في الجسم المتذبذب بحيث يخسر من طاقته الميكانيكية، فتقل سعة التذبذب، حتى يتوقف عن الحركة.

الصفحة 74

مراجعة الدرس 1

السؤال الأول:

- تتناسب القوّة المُعيدة طرديًّا مع مقدار الإزاحة x حسب العلاقة: $F = -kx$.
- اتّجاه القوّة المُعيدة باتّجاه معاكس لاتّجاه الإزاحة x (باتّجاه موقع الاتّزان دائمًا)، وذلك في حالة الزوايا الصغيرة $(\sin\theta \approx \theta)$.

السؤال الثاني:

أ. التردد:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3.4} = 0.29 \text{ Hz}$$

ب. التردد الزاوي:

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 0.29 = 1.82 \text{ rad. s}^{-1}$$

ج. معادلة الإزاحة:

$$x(t) = A \cos\ (\omega t)$$

$$x(t) = 0.15 \cos\ (1.82 \times 3) \text{ rad} = 0.15 \cos\ (5.46 \times 57.3^{o})$$

$$= 0.15 \cos\ (312.8^{o}) = 0.15 \times 0.68 = 0.1 \text{ m}$$

السؤال الثالث:

أ. السعة: $A = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$

الزمن الدوري = زمن دورة ذبذبة كاملة = 0.8 s

ب. نحسب أولًا التردد الزاوي:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{0.8} = 7.85 \text{ rad/s}$$

معادلة الإزاحة:

$$x(t) = A \cos\ (\omega\ t) = 0.02 \cos\ (7.85\ t)$$

السؤال الرابع:

الساعة تؤخر، ما يعني أن الزمن الدوري لها أقل من المطلوب، لذلك يلزم زيادة طول بندول الساعة ليصبح حسب العلاقة:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$1 = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{L}{9.81}} \Rightarrow L = 24.87 \text{ cm}$$

بحيث يكمل البندول ذبذبة واحدة في زمن مقداره ثانية واحدة.

السؤال الخامس:

أ. التردد الزاوي:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.14}{4} = 1.57 \text{ rad/s}$$

ب. طول الحبل:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$L = \frac{T^2 g}{4\,\pi^2} = \frac{4^2 \times 10}{4 \times\ 3.14^2} = 4.1 \text{ m}$$

السؤال السادس:

أ. الزمن الدوري:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \ = \ 2 \times 3.14 \sqrt{\frac{0.8}{10}} \ = 5.59 \text{ s}$$

ب. أقصى إزاحة:

$$\sin\theta = \frac{x}{L}$$

$$\sin 9^o = \frac{x}{0.8}$$

$$x = 0.8 \times 0.156 = 0.12 \text{ m} = 12 \text{ cm}$$

جـ. القيمة العظمى للسرعة:

$$v_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T} A = \frac{2 \times 3.14}{5.59} \times 0.12 = 0.13 \text{ m/s}$$

الصفحة 76

أتحقق:

التردد: عدد الموجات التي تعبر نقطة محددة في الوسط خلال ثانية واحدة، الطول الموجي المسافة بين قمتين متتاليتين أو قاعين متتاليين، والعلاقة بينهما عكسية، بزيادة إحداهما تقل الأخرى.

الصفحة 77

أفكر:

عند مضاعفة تردد المصدر يتضاعف تردد الموجة فيقل طولها الموجي إلى النصف لأن العلاقة بينهما طردية، أما السرعة فلا تتغير؛ لأن سرعة الموجة تعتمد على خصائص الوسط (النابض في هذا السؤال) ولا تتأثر بتردد المصدر.

الصفحة 78

أتحقق:

لحظة التقاء النبضتين يحدث بينهما تراكب (تداخل) هدام، وحيث أنهما متساويتان في السعة يكون تداخلًا هدامًا تامًا، فتختفي النبضتان، وبعد أن تتعدى كل منهما الأخرى تعودان للظهور كما كانتا قبل التراكب.

الصفحة 79

أتحقق:

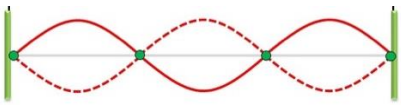
للحصول على نمط تداخل بنّاء تام يجب أن تكون الموجتان متساويتان في الطور (لا يوجد بينهما فرق في الطور).

للحصول على نمط تداخل هدّام يجب أن يكون بينهما فرق في الطور يساوي (π)، وهذا ما يعادل نصف طول موجي.

الصفحة 82

التجربة (2): استقصاء ترددات الموجات الموقوفة في وتر مشدود

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج:



2. قد أحصل على شكل مماثل للشكل المجاور، الذي يبين موجات مستقرة ناتجة عن تداخل بين مسارين متعاكسين من الموجات المتماثلة. في النمط الأول تتكون عقدتان وبطن.
3. بزيادة تردد المصدر يزداد عدد العقد والبطون، وتتقارب العقد من بعضها. في النمط الثاني تتكون ثلاث عقد وبطنان، وفي النمط الثالث أربع عقد وثلاثة بطون.
4. بزيادة الطول الموجي يقل عدد العقد، فالعلاقة بينهما تكون عكسية، وكذلك كلما زاد التردد لاحظت أن الطول الموجي قصُر.
5. العلاقة بين طول الخيط وكل من الطول الموجي والتردد للأنماط جميعها: $(\lambda = 2\mathrm{L})$، $f_n = n\frac{v}{2\mathrm{L}}$
6. يؤدي تغيير الكتلة المعلقة بالخيط إلى اختلاف قوة الشد فيه، وهذه تُعد من خصائص الوسط، فينتج عنها تغير في سرعة انتقال الموجات.

الصفحة 86

أتحقق:

في الأعمدة الهوائية المفتوحة تتكون جميع التوافقات $(n = 1, 2, 3, 4, \ldots)$، بينما في الأعمدة الهوائية المغلقة تتكون التوافقات الفردية فقط $(n = 1, 3, 5, \ldots)$.

الصفحة 87

تمرين:

أ . الطول الموجي للعمود مفتوح النهاية: $\lambda_1 = \frac{2L}{n} = \frac{2\times0.9}{1} = 1.8\ \mathrm{cm}$

الطول الموجي للعمود مغلق النهاية: $\lambda_1 = \frac{4L}{n} = \frac{4\times0.9}{1} = 3.6\ \mathrm{cm}$

ب.التردد للعمود مفتوح النهاية: $f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{340}{1.8} = 188.9\ \text{Hz}$

التردد للعمود مغلق النهاية: $f_1 = \frac{v}{4L} = \frac{340}{3.6} = 94.4\ \text{Hz}$

الصفحة 88

مراجعة الدرس 2

السؤال الأول:

الموجات الموقوفة: أنماطًا اهتزازية ثابتة الأشكال تنتج عن تراكب موجتين متساويتين في التردد والطول الموجي والسعة، تنتقلان في اتجاهين متعاكسين في الوسط نفسه.

شرط حدوثها: حدوث تراكب بين موجتين متساويتين في التردد والسعة والطول الموجي تنتقلان باتجاهين متعاكسين في الوسط نفسه.

السؤال الثاني:

في الأعمدة الهوائية المفتوحة (مفتوحة البداية ومفتوحة النهاية) تكون سعة الاهتزاز عظمى عند الطرفين، بينما في الأعمدة الهوائية المغلقة (مفتوحة البداية ومغلقة النهاية) تكون سعة الاهتزاز عظمى عن البداية وصفرًا عند النهاية المغلقة.

في الأعمدة الهوائية المفتوحة تتكون جميع التوافقات $(n = 1, 2, 3, 4, \ldots)$، بينما في الأعمدة الهوائية المغلقة تتكون التوافقات الفردية فقط $(n = 1, 3, 5, \ldots)$.

السؤال الثالث:

تغيير طول الوتر عند العزف على آلة وترية مثل العود، يؤدي إلى تغيير الترددات التوافقية بذلك يمكن الحصول على نغمات بدرجات مختلفة. أما التجويف الهوائي فيساعد على حدوث رنين عند التردد الطبيعي للوتر، مما يضخم الصوت.

السؤال الرابع:

تشكيل 3 عقد يعني تكوّن التوافق الثاني $(n = 2)$، وعندها فإن:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \qquad \lambda_2 = \frac{2L}{2} = L$$

$$f_n = \frac{nv}{2L}, \qquad f_2 = \frac{2v}{2L} = \frac{v}{L}$$

السؤال الخامس:

الترددان الأول والثالث:

$$f_n = nf_1 \ , \ f_2 = 2f_1 , \ 392 = 2f_1 , \ f_1 = \frac{392}{2} = 196 \text{ Hz}$$

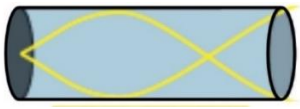
$$f_n = nf_1 \ , \ f_3 = 3f_1 = 3 \times 196 = 588 \text{ Hz}$$

السؤال السادس:

يتضح من الشكل أن التوافق المتكوّن هو الثالث، أي أن $(n = 3)$، وبذلك فإن:

$$\lambda_n = \frac{4L}{n} \ , \qquad \lambda_3 = \frac{4L}{3} = \frac{4 \times 0.6}{3} = 0.8 \text{ m}$$

$$f_n = \frac{nv}{4\text{L}} \ , \qquad f_3 = \frac{3v}{4\text{L}} = \frac{3 \times 340}{4 \times 0.6} = 425 \text{ Hz}$$



الصفحة 90

أتحقق:

لا يكون المصدران الضوئيان الأحمر والأخضر متناغمان، لأنهما مختلفان في الطول الموجي، ولون الضوء يدل على طوله الموجي، بينما التناغم يتطلب أن تتساوى موجات المصدرين في الطول الموجي.

الصفحة 97

أتحقق:

ظاهرة الحيود هي انحراف مسار الموجات عند نفاذها خلال شق اتساعه يكون قريبًا من الطول الموجي، وكذلك انحراف الموجات عند مرورها قرب حافة حاجز، أما ظاهرة التداخل فهي تراكب موجتين أو أكثر عند التقائهما في نقطة، وقد يكون التقاء الموجتين وتداخلهما ناتج عن حيودهما.

أفكر:

فرق المسار الذي ينتج عنه الهدب المضيء الأول يساوي $(\frac{3\lambda}{2})$، وفرق المسار الذي ينتج عنه الهدب المضيء الثاني يساوي $(\frac{5\lambda}{2})$.

الصفحة 100

التجربة (3): قياس طول موجة ضوء أحادي اللون باستخدام محزوز الحيود.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج:

1. بزيادة المسافة بين المحزوز والشاشة تزداد المسافة بين كل هدبين مضيئين، وبذلك يسهل تمييزهما بوضوح.
2. أشغل مصدر ضوء الليزر وأوجهه نحو الشاشة دون وجود محزوز الحيود، وعندما أضع المحزوز مكانه، فإن بقعة الضوء المركزية لا تنحرف عن مكانها، بهذا يكون المحزوز موازيًا للشاشة.
3. لتجنب الوقوع في نتائج غير صحيحة نتيجة وجود أخطاء قياس، وخاصة في قياس الزوايا، فمتوسط القياسين من اليمين واليسار يخفف من أثر خطأ القياس.
4. أحسب مقدار الطول الموجي للضوء بمعرفة الزاوية θ والقياسات الأخرى، ثم تطبيق العلاقة:

$$\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

الصفحة 103

مراجعة الدرس 3

السؤال الأول:

تداخل الضوء: عندما يصدر عن شقين شعاعان ضوئيان متناغمان ويلتقيان عند نقطة على حاجز، فإنهما يتداخلان تداخلاً بناءً أو هدامًا، حسب فرق الطور بينهما، فتظهر على الحاجز أهدابًا مضيئة وأخرى معتمة تفصل بينها مسافات متساوية.

حيود الضوء: عند مرور شعاع ضوئي من شق ضيق، فإنه ينتشر على جانبي الشق، وإذا أتيح للضوء السقوط على حاجز بعيد مقابل للشق، فإنه يكوّن أهدابًا مضيئة وأخرى معتمة. تتكون هذه الاهداب نتيجة حدوث تداخل بناء وآخر هدام لأشعة الضوء المختلفة التي نفذت خلال طرفي الشق الضيق. أي أن ظاهرة الحيود تؤدي إلى التقاء الموجات مما يسبب حدوث تداخل بينها.

شروط حدوث نمط تداخل منتظم: أن تكون موجات المصدرين متناغمة؛ أي متساوية في التردد والطول الموجي (أحادية اللون)، وأن يحافظ المصدران على فرق ثابت في الطور بينهما.

السؤال الثاني:

يتكون الهدب المضيء على الحاجز نتيجة التقاء شعاعين ضوئيين لهما طول المسار نفسه، أو أن فرق المسار بينهما من المضاعفات الصحيحة للطول الموجي. ويتكون الهدب المعتم نتيجة التقاء شعاعين ضوئيين فرق المسار بينهما نصف طول موجي، أو من المضاعفات الفردية لنصف الطول الموجي؛ حسب العلاقة: $(n + 1/2)\lambda$.

السؤال الثالث:

تُطلى عدسات آلات التصوير بطبقة رقيقة من مادة شفافة لها معامل انكسار أقل من معامل انكسار زجاج العدسة، ويكون سمك هذه الطبقة بمقدار ربع طول موجي، فينتج عن ذلك أن تتداخل الأشعة المنعكسة نحو الخارج عن وجهي الطلاء الخارجي والداخلي تداخلاً هدامًا. عند تحديد سمك طبقة الطلاء تكون المقارنة مع متوسط الأطوال الموجية للضوء المرئي، مما يجعل بعض الأشعة التي تقع في طرف الطيف المرئي تنعكس عن الطلاء، فتظهر بعض الألوان نتيجة ذلك.

السؤال الرابع:

النموذج الموجي يفسر كل من: الانعكاس والتداخل والانكسار والحيود.

النموذج الجسيمي يفسر: الانعكاس والانكسار والظاهرة الكهرضوئية.

السؤال الخامس:

أطرح سؤالًا: أفسّرُ ظهور العمود وكأن الضوء القادم من الشمس خلفه قد اخترق حافتية، موضحًا الظاهرة الضوئية التي نتج عنها هذا المشهد.

السؤال السادس:

$$\lambda = \frac{a\Delta y}{D} = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.6 \times 10^{-3}}{1.4} \quad , \quad (\Delta y = \frac{1.2}{2} = 0.6 \text{ mm})$$

$$\lambda = 6 \times 10^{-7} \text{ m} = 600 \text{ nm}$$

السؤال السابع:

$$d = \frac{1}{250 \times 1000} = 4 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta_n}{n} = \frac{4 \times 10^{-6} \sin 15°}{2} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 0.26}{2}$$

$$\lambda = 5.2 \times 10^{-7} \text{m} = 520 \text{ nm}$$

الصفحات(105 –108)

مراجعة الوحدة الرابعة

السؤال الأول:

1. الإجابة (ج)، وهي: التسارع والإزاحة (متعاكستان في الاتجاه دائمًا)
2. الإجابة (د)، وهي: الزمن الدوري
3. الإجابة (أ)، وهي: (2 cm) للأعلى
4. الإجابة (ب)، وهي: عدد العقد يساوي $(n + 1)$
5. الإجابة (ج)، وهي: $(v: 0, F: +)$

6. الإجابة (ب)، وهي: $(\sqrt{2}\,T)$

7. الإجابة (د)، وهي: (جميعها)

8. الإجابة (ج)، وهي: سرعة (A) تساوي سرعة (B)، وتردد (A) أكبر من تردد (B)

9. الإجابة (أ)، وهي: (2.5×10^2)

السؤال الثاني:

أ. نعم تتغير؛ حيث يقل تسارع الجاذبية عند أعلى الجبل فيزداد الزمن الدوري حسب العلاقة: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ وبالتالي تتغير دقة الساعة.

ب. لا؛ لأنه عند الزاوية $\theta = 30^o$ فإن $\sin\theta \neq \theta \neq \frac{x}{L}$ وبالتالي لا تحقق حركة البندول شرطَي الحركة التوافقية البسيطة.

السؤال الثالث:

أ. طول الوتر: $d = 2\lambda$

ب. زاوية الطور للنقطة (A) تساوي $(\frac{\pi}{2})$، وزاوية الطور للنقطة (B) تساوي $(\frac{3\pi}{2})$، أي أنه يوجد فرق طور بين النقطتين مقداره (π). وهذا الفرق ناتج عن الفارق الزمني في مرور الموجة بكل من النقطتين.

السؤال الرابع:

أ. طول الحبل $(0.86\ \text{m})$، وعندما تتكون عقدتان وبطن فإن المسافة بينهما $(0.86\ \text{m})$، وهذا يعني تكوّن التوافق الأول $(n = 1)$، وبذلك:

$$n\lambda_n = 2L \Rightarrow \lambda = 2 \times 0.86 = 1.72\ \text{m}$$

ب. عندما يتكون ثلاث عقد وبطنان والمسافة بين كل عقدتين متتاليتين $(0.43\ \text{m})$، وهذا يعني تكوّن التوافق الثاني، أي أن $(n = 2)$، وبذلك:

$$n\lambda_n = 2L \Rightarrow 2\,\lambda = 2 \times 0.86 \Rightarrow \lambda = 0.86\ \text{m}$$

السؤال الخامس:

الناي المفتوح النهاية يكون تردد التوافق الأول فيه ($f = \frac{v}{2L}$)، والمزمار مغلق النهاية يكون تردد التوافق الأول فيه

($f = \frac{v}{4L}$)، وحيث أن سرعة الهواء واحدة، وطول العمود متساوي، فإن المزمار يولد نغمة أكثر انخفاضًا، لأنه أقل ترددًا من الناي. تردد المزمار يساوي نصف تردد الناي.

السؤال السادس:

التردد (Hz)	100	200	300	400	500	600
عدد البطون	1	2	3	4	5	6
الطول الموجي (m)	1.00	0.50	0.33	0.25	0.20	0.17

السؤال السابع:

أ. تتحكم في طول عمود الهواء بمقدار غمسها للأنبوب الزجاجي في الماء.

ب. تعلم بتكون موجات موقوفة عند سماعها صوت الشوكة الرنانة مضخمًا بسبب الرنين.

ج. بمعرفة طول عمود الهواء، ورقم التوافق، وتردد الشوكة الرنانة الذي يكون مكتوب عليها.

السؤال الثامن:

$$d = \frac{1}{500 \times 1000} = 2 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

$$\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d}$$

$$\lambda = \frac{d \sin\theta_n}{n} = \frac{2 \times 10^{-6} \sin 15°}{1}$$

$$\lambda = 2 \times 10^{-6} \times 0.26 = 5.2 \times 10^{-7}\text{m} = 520\ \text{nm}$$

السؤال التاسع:

أ. ....

$$\Delta y = \frac{2.5 \times 10^{-3}}{4} = 6.25 \times 10^{-3}\ \text{m}$$

$$\lambda = \frac{a\Delta y}{D} = \frac{1.2 \times 10^{-3} \times 6.25 \times 10^{-4}}{1.5} = 5 \times 10^{-7}\ \text{m} = 500\ \text{nm}$$

ب. عند تقريب الحاجز من الشقين، تقل المسافة بين كل هدبين مضيئين، أما الطول الموجي والمسافة بين الشقين فلا يتغيران.

السؤال العاشر:

يمكن طلاء الخلايا بطبقة شفافة رقيقة لا يتعدى سمكها ربع طول موجي، ويكون معامل انكسارها أكبر من معامل انكسار الهواء، وأقل من معامل انكسار السيليكون، فيحدث تداخل هدام للضوء المنعكس مما يقلل من نسبة الضوء المنعكس، ويزيد نسبة الضوء النافذ.

السؤال الحادي عشر:

الهدب المضيء الأول:

$$d = \frac{1}{600 \times 1000} = 1.67 \times 10^{-6}\ \text{m}$$

$$\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d} = \frac{1 \times 405 \times 10^{-9}}{1.67 \times 10^{-6}} = 0.243$$

$$\theta_n = 14°$$

الهدب المضيء الثاني:

$$\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{d} = \frac{2 \times 405 \times 10^{-9}}{1.67 \times 10^{-6}} = 0.485$$

$$\theta_n = 29°$$

السؤال الثاني عشر:

أ. عندما يتسارع المصعد للأعلى فإن g تتغير إلى $(\acute{g} = g + a)$ وعليه تصبح قيمة الزمن الدوري أقل حسب العلاقة $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\acute{g}}}$. وينتج عن ذلك أن يقل الزمن الدوري للبندول.

ب. لا يتغير الزمن الدوري للبندول عندما يتحرك المصعد بسرعة ثابتة، فالسرعة الثابتة تعني أن التسارع $(a = 0)$.

إجابات كتاب التجارب/ الفيزياء 11/ جزء ثاني

الوحدة الرابعة: الحركة التذبذبية والحركة الموجية

التجربة الإثرائية (1) صفحة (34):

1. من المتوقع أن تكون قيم الزمن الدوري T متقاربة في كافة المحاولات، وكلما زاد طول الخيط يزداد الزمن الدوري حسب العلاقة $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$.
2. بتطبيق العلاقة الخاصة بحساب الزمن الدوري للبندول، نجد أن طول الخيط يساوي 0.25 m تقريبًا.
3. من المفروض أن يتساوى الزمن المقيس بالطريقتين؛ ولكن بسبب أخطاء القياس في الطريقتين ربما تختلف النتائج قليلًا.
4. الأخطاء الناتجة عن قياس كل من: طول الخيط، الزمن الدوري.
5. لا؛ لأن هناك قوى مقاومة تعيق حركة البندول مثل قوة الاحتكاك بين الخيط واللاقط وكذلك قوة مقاومة الهواء لحركة البندول.

التجربة الإثرائية (2) صفحة (38):

1- **أقارن:** يجب أن تتماثل القراءات من اليمين واليسار لأن الحيود يكون متماثلاً من الجهتين، ولكل رتبة زاويتي حيود متساويتين من اليمين واليسار، وحدوث أي اختلاف يكون مصدره أخطاء القياس فقط.

2- في الرتبة الواحدة تظهر مجموعة من الخطوط الطيفية حيث تزداد زاوية الانحراف بزيادة الطول الموجي للضوء؛ فالأزرق أقلها انحرافًا والأحمر أكثرها.

3- كلما زادت رتبة الهدب وابتعدنا عن المنطقة المركزية تقل شدة الإضاءة.

4- **أفسر:** عند حيود الضوء تنحرف الألوان بزوايا مختلفة ويكون فرق المسار مختلفًا بين لون وآخر، فيحدث تداخل بناء لبعض الاطوال الموجية وتداخل هدام لبعضها الآخر، فتظهر الألوان.

5- **أفسر:** في الهدب المركزي لم تنحرف الموجات ولا يوجد اختلاف في طول المسار فيكون فرق الطور للألوان جميعها مساويًا للصفر، لذلك لا يحدث تداخل هدام لأي منها، ويبقى الضوء أبيض.

أسئلة التفكير

السؤال الأول:

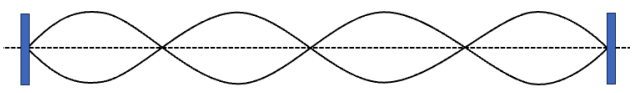
1. د. T يبقى ثابتًا، و v_{max} تتضاعف.
2. جـ.

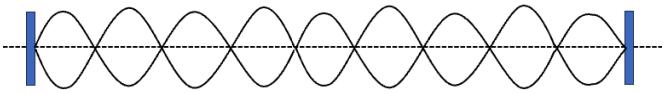
$$t = \frac{3T}{4}$$

3. ب. g: يزداد، T: يقلّ.

السؤال الثاني:

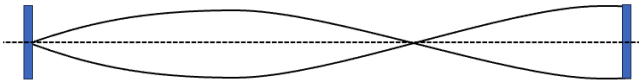
أ.





ب.

ج. لا يمكن أن يتكون هذا التردد، إذ أن طول الوتر يســـاوي $\left(\frac{3}{4}\right)$ الطول الموجي، وهذا غير ممكن، حيث يجب أن تتكون عقدة عند نهايتي الو



السؤال الثالث:

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$$

بثبوت المتغيرات الأخرى، فإن العلاقة بين (y) و(D) تكون طردية، أي أن:

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\frac{7.2}{8.1} = \frac{630}{\lambda_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{630 \times 8.1}{7.2} = 708.75 \text{ nm}$$