ملحق إجابات الأسئلة الواردة في كتاب الفيزياء
للصف الثاني عشر – الفصل الدراسي الثاني
الطبعة الأولى2025 م

قيد الإعداد والمراجعة

الوحدة الخامسة: المغناطيسية

الصفحة 7

أتأمَّل الصورة:

يجري تسريع الجسيمات باستخدام مجال كهربائي يؤثر فيها بقوة كهربائية اتجاهها باتجاه حركة الجسيمات، ويجري التحكم في مسارها باستخدام مجالات مغناطيسية تؤثر في الجسيمات بقوة مغناطيسية اتجاهها يتعامد مع اتجاه الحركة.

الصفحة 9

تجربة استهلالية: استقصاء تأثير المجال المغناطيسي في شحنة كهربائية متحركة فيه.

1. تنتقل الأشعة المهبطية (الإلكترونات) في مسار مستقيم من القطب السالب في الأنبوب إلى القطب الموجب، وهي أشعة غير مرئية. لكن تصادمها مع ذرات الغاز داخل الأنبوب يُهيّج الذرات فتصدر عنها أشعة مرئية.
2. زيادة ضغط الغاز تعني زيادة عدد ذرات الغاز، وهذا يزيد عدد تصادمات الأشعة المهبطيّة مع الذرات، فتفقد قدرا أكبر من الطاقة. ونتيجة لذلك قد لا تتمكن الأشعة المهبطيّة من الوصول إلى القطب الموجب، لذلك يجب تخفيض الضغط داخل الأنبوب.
3. عند تقريب مغناطيس من مسار أشعة المهبط تنحرف عن مسارها؛ لأنها جسيمات مشحونة (إلكترونات)، فتتأثر بقوة تتعامد مع اتجاه حركتها ومع اتجاه المجال المغناطيسي. وعند تقريب القطب الآخر للمغناطيس، ينعكس اتجاه خطوط المجال المغناطيسي، فينعكس اتجاه القوة المغناطيسية، ويتحول انحراف الأشعة نحو الجهة المعاكسة.

الصفحة 11

أتحقق:

التشابه: تدل كثافة خطوط المجال (الكهربائي أو المغناطيسي) في منطقة ما، على مقدار المجال في تلك المنطقة. ويُحدَّد اتجاه المجال (الكهربائي أو المغناطيسي) عند نقطة، برسم مماس على خط المجال عند تلك النقطة. كذلك فإن خطوط المجال في الحالتين هي خطوط وهمية، ولا تتقاطع.

الاختلاف: خطوط المجال المغناطيسي مقفلة، بينما خطوط المجال الكهربائي ليست مقفلة.

قيد الإعداد والمراجعة

أفكر:

في الشكل (أ) خطوط المجال منحنية، والمسافات بينها غير متساوية، وتشير باتجاهات مختلفة؛ فتدل على مجال غير منتظم.

في الشكل (ب) الخطوط مستقيمة، ومتوازية، والمسافات بينها متساوية؛ فتدل على مجال منتظم في المنطقة البعيدة عن طرفي المغناطيس.

الصفحة 12

أتحقق:

تُعطى القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم المشحون بالعلاقة: $F_B = qvB \sin\theta$، وباستخدام هذه العلاقة نستنتج أن:

أ. للقوة المغناطيسية قيمة عظمى عندما تكون $(\theta = 90^o)$؛ حيث (θ) الزاوية بين متجهي المجال والسرعة.

ب. المجال المغناطيسي لا يتمكن من تحريك إلكترون ساكن؛ فالمجال المغناطيسي لا يؤثر في الجسيم المشحون إذا كان ساكنا؛ $(v = 0)$.

ج. لا ينحرف النيوترون عن مساره لأنه جسيم متعادل؛ $(q = 0)$.

الصفحة 13

أفكر:

أ. يكون اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة في الشحنة الموجبة باتجاه المجال الكهربائي، أما القوة المغناطيسية فتكون عمودية على كل من اتجاه المجال المغناطيسي والسرعة، وتُحدد باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

ب. القوتان متساويتان في المقدار؛ لأن الجسيم أكمل حركته بالاتجاه نفسه، فتكون محصلة هاتين القوتين صفر.

ج. نعم سيكمل حركته. سوف ينعكس اتجاه كل من القوة الكهربائية $(F_E = qE)$ والقوة المغناطيسية $(F_B = qvBsin\theta)$، أما مقدار القوتين فلن يتغير؛ فتبقى محصلة هاتين القوتين صفر.

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 15

تمرين:

نوع الشحنة	اتجاه سرعة الشحنة	اتجاه المجال المغناطيسي	اتجاه القوة المغناطيسية
موجبة	$+z$	$-y$	$+x$
موجبة	$+y$	$-z$	$-x$
سالبة	$-x$	$-z$	$+y$
سالبة	$-y$	$+z$	$+x$

الصفحة 16

أتحقق:

باستخدام العلاقة: $r = \frac{mv}{qB}$:

- يقل نصف القطر إلى النصف، عند نقصان السرعة إلى النصف.
- يقل نصف القطر إلى النصف، عند زيادة المجال إلى الضعف .
- يبقى نصف القطر ثابت، عند مضاعفة كل من السرعة والمجال.

أفكر:

يُحسب الشغل من العلاقة $(W = Fdcos\theta)$، ولأن القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم المشحون تكون دائمًا عمودية على اتجاه الحركة، فتكون الزاوية بين الإزاحة والقوة (90°) والشغل يساوي صفرً.

الصفحة 17:

سؤال الشكل (9):

الجسيم السالب يتأثر بقوة مغناطيسية اتجاهها عكس اتجاه القوة المؤثرة في الجسيم الموجب، فينحرف باتجاه معاكس لاتجاه انحراف الجسيم الموجب.

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 18

أتحقق:

يستخدم مطياف الكتلة لفصل الأيونات بحسب نسبة كتلة تلك الأيونات إلى شحنتها. ويستخدم السنكروترون لإنتاج أشعة كهرمغناطيسية بأطوال موجية مختلفة؛ لاستخدامها في الأبحاث العلمية. يستخدم المجال المغناطيسي في مطياف الكتلة لتحريك الجسيمات المشحونة في مسارات دائرية. وفي السينكروترون تحرف الأقطاب المغناطيسية الجسيمات المشحونة عن مسارها، ما يؤدي إلى انبعاث أشعة كهرمغناطيسية.

الصفحة 20

أتحقق:

التيار الكهربائي يتكون من شحنات متحركة، و بما أن المجال المغناطيسي يؤثر بقوة في الشحنات المتحركة، فإن كل شحنة ستتأثر بقوة مغناطيسية، فتكون القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل مساوية لمحصلة القوى المغناطيسية المؤثرة في الشحنات التي تنقل التيار الكهربائي.

الصفحة21

التجربة 1: استقصاء القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يحمل تيارا كهربائيا.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج:

1. الزيادة في قراءة الميزان ناتجة عن تأثر المغانط والقاعدة الفولاذية بقوة نحو الأسفل من السلك، في حين يتأثر السلك بقوة مغناطيسية نحو الأعلى من المغانط.
2. بتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه القوة المؤثرة في السلك نحو الأعلى، وهذا يتفق مع الاستنتاج السابق من ملاحظة قراءة الميزان.
3. يكون منحنى العلاقة خطًا مستقيمًا، لأنه يمثل علاقة خطية طردية.
4. العلاقة بين التيار والقوة المغناطيسية طردية خطية، وعند تمثيل التيار على المحور الأفقي و القوة المغناطيسية على المحور العمودي، فإن الميل يساوي حاصل ضرب طول الموصل في مقدار المجال المغناطيسي.

$$F_B = IBL \rightarrow slope = \frac{F_B}{I} = BL$$

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 22

أتحقق:

عندما يسري فيه تيار كهربائي، ويكون متجه طول الشريط غير موازٍ لاتجاه خطوط المجال.

الصفحة 23

أتحقق:

في الحالات الثلاثة، يتأثر ضلعا الحلقة المبينان في الشكل بقوتين متساويتين ومتعاكستين.
في الشكل (أ) لن تدور الحلقة؛ لأن خطي عمل القوتين متطابقين. في الشكل (ب) تشكل القوتان ازدواجا يعمل على تدوير الحلقة مع اتجاه دوران عقارب الساعة، أما في الشكل (ج) فتشكل القوتان ازدواجا يعمل على تدوير الحلقة بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة.

الصفحة 26

مراجعة الدرس 1

1. المجال المغناطيسي: القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة عندما تتحرك الشحنة بسرعة $(1\ m/s)$ باتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي، لحظة مرورها في تلك النقطة. ويقاس بوحدة التسلا (T)، وفق النظام الدولي للوحدات.

2. أ. تطبيق قاعدة اليد اليمنى، مع مراعاة أن شحنة الإلكترون سالبة، يكون اتجاه القوة المغناطيسية باتجاه محور $(-y)$.

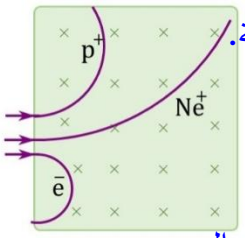
ب. لا تحافظ القوة المغناطيسية على اتجاهها؛ لأن القوة المغناطيسية تؤثر باستمرار باتجاه يتعامد مع اتجاهي السرعة والمجال. لذلك كلما تغيّر اتجاه سرعة الإلكترون، يتغير اتجاه القوة بحيث تبقى عمودية على اتجاه السرعة.

قيد الإعداد والمراجعة

.3

وَجْه المقارنة	القوة الكهربائية	القوة المغناطيسية
هل تتأثر الشحنة الساكنة بقوة ؟	نعم	لا
كيف يحدد اتجاه القوة؟	موزاية لاتجاه المجال (باتجاه المجال للشحنة الموجبة، وعكس اتجاه المجال للشحنة السالبة).	عمودية على اتجاه كل من المجال والسرعة، وتحدد للشحنة الموجبة باستخدام قاعدة اليد اليمنى، وينعكس اتجاه القوة للشحنة السالبة.
هل تبذل القوة شُغْلا على الشحْنة؟	تبذل شغلا على الشحنة عند نقلها داخل المجال بين نقطتين بينهما فرق في الجهد الكهربائي.	لا تبذل شغلا.

4. الجسيمات الثلاثة متساوية في الشحنة والسرعة، لذلك تتأثر بقوى متساوية في المقدار. ولأن الإلكترون سالب الشحنة سوف ينحرف باتجاه معاكس لانحراف البروتون وأيون الصوديوم. وحيث أن أيون الصوديوم أكبرها كتلة فيكون لمساره أكبر نصف قطر، ويكون للإلكترون أقل نصف قطر لأنه الأقل كتلة. يمكن توضيح ذلك بالرسم كما في الشكل المجاور.



5. حسب اتجاه الانحراف، فإن الجسيمين (a) و (b) موجبا الشحنة، والجسيم (c) متعادل، والجسيم (d) سالب الشحنة. واعتمادًا على نصف قطر المسار؛ حيث $(r = \frac{mv}{qB})$ فإن الترتيب التصاعدي للجسيمات حسب كتلها $(m_d < m_a < m_b)$.

.6

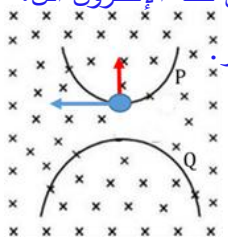
$$F_B = qvB\sin\theta \;\rightarrow\; \sin\theta = \frac{F_B}{qvB}$$

$$\sin\theta = \frac{8.2\times10^{-13}\ \text{N}}{1.6\times10^{-19}\times4.0\times10^{6}\times1.7} = 0.75$$

$$\theta = \sin^{-1}(0.75) = 49\,^\circ$$

قيد الإعداد والمراجعة

.7

.1	أ. (P) باتجاه حركة عقارب الساعة.	الإلكترون و البروتون يتحركان داخل المجال المغناطيسي نفسه، بالسرعة نفسها. ومن العلاقة $(r = \frac{mv}{qB})$ وبما أن كتلة الإلكترون أقل، سوف يتحرك عبر المسار (P)؛ الأقل نصف قطر. وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه الدوران باتجاه حركة عقارب الساعة. 
.2	أ. 1.5	$F_B = IBL \rightarrow \frac{F_B}{I} = BL = slope$ $BL = \frac{0.30 - 0}{0.50 - 0} = 0.60 \rightarrow B = \frac{0.60}{0.40} = 1.5\text{T}$
.3	ب. تغيير اتجاه السرعة مع بقاء مقدارها ثابت.	
.4	ج. $\tau_c > \tau_b > \tau_a$	باستخدام العلاقة $(\tau_{couple} = Fd)$. القوى المؤثرة في الملفات الثلاثة متساوية، والبعد العمودي بين خطي عمل القوتين (d) في الشكل (C) أكبر من (b)، أما (a) فالعزم يساوي صفر.
.5	د. المِلفّات الثلاثة (a) و (b) و (c)	يتأثر كل ملف بقوتين متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه، فتكون القوة المحصلة صفرا في الملفات الثلاثة.

الصفحة 29

أتحقق:

تشكل خطوط المجال المغناطيسي دوائر متحدة المركز مع الموصل، يمر الموصل في مركزها ويكون عموديًا على مستواها. ويمثل التباعد بين خطوط المجال العلاقة العكسية بين مقدار المجال والبعد عن مركز الموصل. ويحدد اتجاه المجال عند أي نقطة برسم مماس لخط المجال عند تلك النقطة.

الصفحة 31

تمرين:

ينعدم المجال المحصل عند نقطة على الخط العمودي الواصل بين موصلين مستقيمين متوازيين، عندما يكون المجالان عند تلك لنقطة متساويان مقدارًا ومتعاكسان اتجاهًا. ويتحقق ذلك عند نقطة تقع بين

قيد الإعداد والمراجعة

الموصلين، وأقرب إلى الموصل الذي يحمل تيارا أقل، وذلك عندما يمرّ في الموصلين تيارين بالاتجاه نفسه.

$$B_1 = B_2$$

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \rightarrow \frac{I_1}{r_1} = \frac{3\,I_1}{30 - r_1} \rightarrow \frac{1}{r_1} = \frac{3}{30 - r_1}$$

$$30 - r_1 = 3r_1 \rightarrow r_1 = \frac{30}{4} = r_1 = 7.5\ \text{cm}$$

النقطة تبعد (7.5 cm) عن الموصل الذي يحمل تيارا أقل، أي تبعد (22.5 cm) عن الموصل الذي يحمل تيارا أكبر.

الصفحة 33

أتحقق:

عندما تكون حلقات الملف اللولبي متراصة، وطوله أكبر بكثير من قطره، فإن المجال المغناطيسي داخله وبعيدًا عن طرفيه يكون منتظمًا.

أفكر:

باستخدام العلاقة الآتية:

$$B = \frac{\mu_o IN}{l}$$

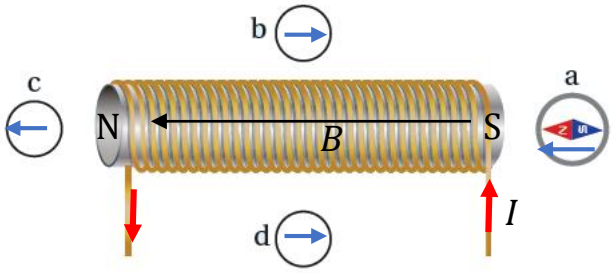
فإنّ مضاعفة عدد اللفات (N) يضاعف المجال المغناطيسي، ومضاعفة طول الملف (l) يقلل المجال المغناطيسي إلى النصف، ومضاعفة عدد اللفات وطول الملف معًا يبقي المجال المغناطيسي ثابتًا.

الصفحة 34

تمرين:

أ. يكون اتجاه التيار كما هو موضح في الشكل. ويحدد اتجاه التيار باستخدام قاعدة اليد اليمنى، حيث يشير الإبهام إلى اتجاه القطب الشمالي للمجال المغناطيسي المتكون داخل الملف. (أقطاب المجال المغناطيسي للملف تُحدد بالاعتماد على اتجاه انحراف إبرة البوصلة)

ب. اتجاه انحراف إبرة البوصلة كما هو مبين في الشكل(السهم المرسوم داخل كل بوصلة يدل على الاتجاه الذي تشير إليه إبرة البوصلة).



قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة35

التجربة 2: القوة المغناطيسية بين موصلين متوازيين.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. في الشكل (2) يسري في الشريطين تياران بالاتجاه نفسه، وفي الشكل (3) يسري فيهما تياران باتجاهين متعاكسين.
2. في الحالة الأولى (تياران بنفس الاتجاه) تجاذب شريطا الألمنيوم. وفي الحالة الثانية (تياران متعاكسان) تنافر شريطا الألمنيوم.
3. يجب أن تنطبق النتيجة العملية مع الاستنتاج النظري لاتجاه القوى المغناطيسية.
4. ينشأ بين السلكين قوة تجاذب عندما يكون التياران بالاتجاه نفسه، وينشأ بين السلكين قوة تنافر عندما يكون التياران باتجاهين متعاكسين.

الصفحة 39

مراجعة الدرس 2

1. يعتمد مقدار المجال المغناطيسي عند نقطة بالقرب من موصل يحمل تيارًا كهربائيًا على: النفاذية المغناطيسية للوسط المحيط بالموصل، ومقدار التيار، وطول مقطع الموصل، وجيب الزاوية بين متجه طول المقطع ومتجه بعد النقطة، والمسافة بين النقطة والمقطع.

2. ينشأ في الحيز المحيط بالإلكترون المتحرك مجالان؛ مجال كهربائي و مجال مغناطيسي.

3. تؤثر عند النقطة (a) ثلاثة مجالات؛ من الموصل الأول، ومن الموصل الثاني، والمجال الخارجي.

$$B_1 = \frac{\mu_\circ I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6.0}{2\pi \times 0.24} = 5.0 \times 10^{-6}\ \mathrm{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_\circ I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 6}{2\pi \times 0.18} = 6.7 \times 10^{-6}\ \mathrm{T}$$

$$B_3 = 3.0 \times 10^{-6}\ \mathrm{T}$$

قيد الإعداد والمراجعة

المجال (B_1) باتجاه $(+z)$، المجال (B_2) باتجاه $(-z)$، والمجال (B_{ext}) باتجاه $(-z)$. ومجموع المجالين (B_2, B_{ext}) أكبر من (B_1)، فيكون اتجاه المجال المحصل باتجاه $(-z)$ ومقداره:

$$B = (B_2 + B_{ext}) - B_1$$
$$= (6.7 \times 10^{-6} + 3.0 \times 10^{-6}) - 5.0 \times 10^{-6} = 4.7 \times 10^{-6}\ \text{T}$$
$$\boldsymbol{B} = 4.7 \times 10^{-6}\ \text{T}, -z$$

4. يحسب المجال المغناطيسي في مركز ملف دائري باستخدام العلاقة الآتية:

$$B = \frac{\mu_\circ I N}{2R}$$

الملف(a) نصف قطره (R) وعدد لفاته $(N = 1)$:

$$B_\text{a} = \frac{\mu_\circ I}{2R}$$

الملف(b) نصف قطره $(\frac{R}{2})$ وعدد لفاته $(N = 2)$:

$$B_\text{b} = \frac{2\mu_\circ I}{2 \times \frac{R}{2}}$$

النسبة $(\frac{B_b}{B_\text{a}})$:

$$\frac{B_\text{b}}{B_\text{a}} = \frac{2\mu_\circ I}{R} \times \frac{2R}{\mu_\circ I} = 4$$

5. تحسب القوة المتبادلة بين سلكين متوازيين لكل وحدة طول من العلاقة:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_\circ I_1 I_2}{2\pi r}$$

السلك (a) يتأثر بقوة تجاذب (F_{ba}) من السلك (b)، وقوة تنافر (F_{ca}) من السلك (c):

$$(\frac{F}{L})_a = \frac{\mu_\circ I^2}{2\pi r} - \frac{\mu_\circ I^2}{4\pi r} = \frac{\mu_\circ I^2}{4\pi r}$$

السلك (b) يتأثر بقوة تجاذب (F_{ab}) من السلك (a)، وقوة تنافر (F_{cb}) من السلك (c):

$$(\frac{F}{L})_b = \frac{\mu_\circ I^2}{2\pi r} + \frac{\mu_\circ I^2}{2\pi r} = \frac{\mu_\circ I^2}{\pi r}$$

السلك (c) يتأثر بقوة تنافر (F_{bc}) من السلك (b)، وقوة تنافر (F_{ac}) من السلك (a):

$$(\frac{F}{L})_c = \frac{\mu_\circ I^2}{2\pi r} + \frac{\mu_\circ I^2}{4\pi r} = \frac{3\mu_\circ I^2}{4\pi r}$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$(\frac{F}{L})_b > (\frac{F}{L})_c > (\frac{F}{L})_a$$

6. أ. القوة المؤثرة في وحدة الأطوال تحسب من العلاقة:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_\circ I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12 \times 40}{2\pi \times 0.10} = 9.6 \times 10^{-4}\ \text{N/m}$$

قوة تجاذب؛ أي باتجاه السلك الثاني.

ب. المجال المحصل عند النقطة (P):

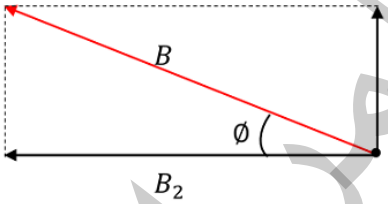
$$B_1 = \frac{\mu_\circ I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12}{2\pi \times 6.0 \times 10^{-2}} = 4.0 \times 10^{-5}\ \text{T}$$

$$B_2 = \frac{\mu_\circ I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 40}{2\pi \times 8.0 \times 10^{-2}} = 10 \times 10^{-5}\ \text{T}$$

$$B = \sqrt{{B_1}^2 + {B_1}^2} = \sqrt{(4.0 \times 10^{-5})^2 + (10 \times 10^{-5})^2}$$

$$B = 11 \times 10^{-5}\ \text{T}$$

B_1 باتجاه محور $(+y)$، B_2 باتجاه محور $(-x)$،
المجال المحصل B يصنع زاوية ϕ مع محور $(-x)$،
حيث:



$$\phi = tan^{-1}\left(\frac{4.0}{10}\right) \rightarrow \phi = 22^\circ$$

7.

1.	أ. $9.6 \times 10^{-5}\text{T}$	التياران المارات بالموصلين باتجاهين متعاكسين، فيكون المجالان الناشئان من الموصلين عند نقطة في منتصف المسافة بينهما، بالاتجاه نفسه: $B = B_1 + B_2$ $= \frac{\mu_\circ I_1}{2\pi r_1} + \frac{\mu_\circ I_2}{2\pi r_2}$ $= 2 \times 10^{-7}\left(\frac{6.4}{2.0\times10^{-2}} + \frac{3.2}{2.0\times10^{-2}}\right) = 9.6 \times 10^{-5}\text{T}$
2.	ج. $\frac{4}{3}B$	المجال الناشئء عن الموصل (1):

		$B_1 = \frac{\mu_\circ I}{2\pi r} = B$ المجال الناشئ عن الموصل (2): $B_2 = \frac{\mu_\circ I}{2\pi(3r)} = \frac{1}{3}\left(\frac{\mu_\circ I}{2\pi r}\right) = \frac{1}{3}B$ المجال المحصل عند النقطة (a): $B_a = B_1 + B_2 = B + \frac{1}{3}B = \frac{4}{3}B$
.3	أ. $\frac{1}{8}\frac{\mu_\circ I}{R}$، باتجاه $(+Z)$.	السلك يتكون من ملفين دائريين كل ملف يتكون من $(\frac{1}{2})$ لفة. والمجال الناتج عن اللفة الصغرى(B_1) أكبر من الملف الناتج عن اللفة الكبرى (B_2)، فيكون المجال المحصل باتجاه $(+Z)$. $B = \frac{\mu_\circ I N}{2R}$ $B_P = \frac{\mu_\circ I \times \frac{1}{2}}{2R} - \frac{\mu_\circ I \times \frac{1}{2}}{2(2R)} = \frac{\mu_\circ I}{4R} - \frac{\mu_\circ I}{8R} = \frac{1}{8}\frac{\mu_\circ I}{R}$
.4	أ.(X)، من(b) إلى(a).	من اتجاه خطوط المجال نستنتج أن الطرف (X) قطب شمالي (N) و الطرف (Y) قطب جنوبي (S). وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى بحيث يشير الابهام إلى القطب الشمالي نحدد اتجاه التيار، فيكون اتجاهه في المقاومة من (b) إلى (a).
.5	د. 0	يتأثر الموصل (1) بقوة تنافر من الموصل (2)، و بقوة تجاذب من الموصل (3): $\frac{F_{21}}{L} = \frac{\mu I_1 I_2}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2.4 \times 1.5}{2\pi \times 12 \times 10^{-2}}$ $= 0.6 \times 10^{-5}\text{N/m}$ $\frac{F_{31}}{L} = \frac{\mu I_1 I_3}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2.4 \times 4}{2\pi \times 32 \times 10^{-2}}$ $= 0.6 \times 10^{-5}\text{N/m}$ القوتان متساويتان مقدارا ومتعاكستان اتجاها فتكون محصلتهما صفر.

الصفحة42

التجربة 3: طرائق توليد تيار كهربائي حثي .

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج:

1. يتولّد تيار كهربائي في الملف عند تحريك المغناطيس مقتربًا منه أو مبتعدًا عنه، ولا يتولّد تيار كهربائي عندما يكون المغناطيس في حالة السكون داخل الملف أو خارجه. ويتغيّر اتجاه انحراف

قيد الإعداد والمراجعة

مؤشر الغلفانوميتر بتغيّر اتجاه حركة المغناطيس، كما يتغيّر بتغيّر نوع قطب المغناطيس الذي يتحرك بالنسبة للملف.

2. يتولّد تيار كهربائي في السلك عند تحريكه إلى أعلى وإلى أسفل في المجال المغناطيسي بحيث يقطع خطوط المجال المغناطيسي. أما عند تحريك السلك موازيًا لخطوط المجال، أو بموازاة طوله، فلا يقطع السلك خطوط المجال المغناطيسي، لذا لا يتولّد فيه تيار كهربائي حثيّ.

3. نعم؛ إذ أن شرط تولّد التيار الكهربائي هو حركة أيّ من السلك أو المغناطيس بالنسبة لبعضهما البعض، وكذلك الأمر للملف والمغناطيس.

الصفحة 43

أتحقق:

يتولّد قوة دافعة كهربائية حثية في ملف من سلك موصل عند تغيّر التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف؛ عن طريق: تغيير مقدار المجال المغناطيسي، أو تغيير المساحة التي يخترقها المجال المغناطيسي، أو تغيير الزاوية المحصورة بين اتجاهي المجال المغناطيسي والمساحة.

أفكر:

لا يتولد تيار كهربائي حثي ؛ لعدم حدوث تغيّر في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف.

الصفحة 44

أفكر:

أ. تَولّد القوة الدافعة الحثية مرتبط بتغير التدفق الذي يخترق الملف. عند فتح دارة الملف الابتدائي، يتلاشى التيار المار فيه، وتبعا لذلك يتناقص التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي، فيتولد فيه قوة دافعة حثية وتيار حثي، ويكون اتجاه التيار الحثي المتولد في أثناء نقصان التدفق عكس اتجاه التيار المتولد في أثناء زيادة التدفق.

ب. ثبات التيار المار في الملف الابتدائي يؤدي إلى ثبات التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف الثانوي، وتَولّد القوة الدافعة الحثية مرتبط بتغير التدفق الذي يخترق الملف.

الصفحة 46

تمرين:

مساحة المقطع العرضي للملف:

$$A = \pi r^2 = \pi (1.0 \times 10^{-2})^2 = 3.14 \times 10^{-4} \mathrm{m}^2$$

القوة الدافعة الحثية المتوسطة تحسب باستخدام قانون فاراداي:

$$\bar{\varepsilon} = -\mathrm{N}\frac{\Delta\Phi_\mathrm{B}}{\Delta t}$$

$$= -\mathrm{N} \times \frac{\Phi_{\mathrm{B,f}} - \Phi_{\mathrm{B,i}}}{\Delta t} = \frac{0 - BA\cos\theta}{\Delta t}$$

$$= 20 \times \frac{120 \times 10^{-3} \times 3.14 \times 10^{-4} \cos 0°}{0.20} = 3.8 \times 10^{-3} \mathrm{V}$$

الصفحة 47

أتحقق:

يعتمد مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية على مقدار كل من: المجال المغناطيسي (B)، وطول الموصل (ℓ)، وسرعة حركة الموصل (v).

الصفحة 49

أتحقق:

عند تقريب القطب الجنوبي لمغناطيس من طرف الملف، يصبح طرف الملف القريب من المغناطيس قطبا جنوبيا، و الطرف البعيد قطبا شماليا، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي المتولد في لفات الملف بعكس اتجاه التيار المبين في الشكل (43).

الصفحة 51

أفكر:

عند توصيل المفتاح (S) بالنقطة (b)، يتم فصل البطارية (المصدر الذي يزود الدارة بالتيار الكهربائي)، فيتناقص تدفق المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي (المحثّ)، وحسب قانون لنز، فإن الملف سيقاوم النقصان في التدفق، فينشأ فيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية باتجاه القوة الدافعة للبطارية؛ لمقاومة نقصان التدفق، ما يؤدي إلى تناقص التيار تدريجيا وليس لحظيا.

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 52

أتحقّق:

يُعرف معامل الحث الذاتي للمحث بأنه نسبة القوة الدافعة الكهربائية الحثّية الذاتية المتولّدة بين طرفي محثّ إلى المعدل الزمني للتغيّر في مقدار التيار الكهربائي المار فيه، وهو مقياس لممانعة المحث للتغيّر في مقدار التيار الكهربائي المار فيه. وحدة قياسه $(V.s/A)$ وتسمّى هنري(H) حسب النظام الدولي للوحدات.

أتحقق:

يعتمد معامل الحث للمحث على: طول المحث (ℓ)، ومساحة مقطعة العرضي (A)، وعدد لفاته (N)، والنفاذية المغناطيسية لمادة قلب المحث (μ).

الصفحة 54

مراجعة الدرس 3

1. تحسب القوة الدافعة الحثية المتولدة في ملف باستخدام قانون فاراداي، ويحدد اتجاه التيار الحثي باستخدام قانون لنز.

2. تستغرق قطعة النيوديميوم غير الممغنطة زمنًا أقلّ من الزمن (t). وتفسير ذلك كما يأتي: بإهمال مقاومة الهواء، تسقط قطعة النيوديميوم غير الممغنطة سقوطًا حرًّا تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية فقط. بينما في أثناء سقوط قطعة النيوديميوم الممغنطة نحو الأنبوب النحاسي يحدث تغيّر في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه، فتتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية، تسبّب مرور تيار كهربائي حثّي في الاتجاه الذي ينشأ عنه مجال مغناطيسي معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي لقطعة النيوديميوم، فتتأثر قطعة النيوديميوم بقوة تنافر مغناطيسية نحو الأعلى تُقلل من مقدار القوة المحصلة المؤثرة فيها نحو الأسفل، فتسقط بتسارع أقل مقارنة بالقطعة غير الممغنطة.

3. عند إغلاق المفتاح يسري تيار كهربائي في الملف اللولبي، ويصبح مغناطيسًا كهربائيًّا، فيخترق مجاله المغناطيسي الحلقة الفلزية، فينشأ فيها تيار كهربائي حثّي يولّد مجالًا مغناطيسيًّا حثيا يُقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي، حيث يكون المجال المغناطيسي الحثي معاكس للمجال المغناطيسي للملف، فتنشأ قوة تنافر مغناطيسي تدفع الحلقة الحرّة الحركة لأعلى.

قيد الإعداد والمراجعة

4. أ. في أثناء تقريب القطب الشمالي للمغناطيس من المحث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقه، فيتولد فيه تيار كهربائي حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يجعل طرف المحث القريب من المغناطيس قطبًا شماليًّا. وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى، يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثّي في المحث باتجاه التيار الأصلي المار فيه، فتزداد شدة إضاءة المصباح.

ب. في أثناء تقريب القطب الجنوبي للمغناطيس من المحث يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقه، فيتولد فيه تيار حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يجعل طرف المحث القريب من المغناطيس قطبًا جنوبيًّا. وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى، يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثّي في المحث بعكس اتجاه التيار الكهربائي الأصلي المار فيه، فتقل شدة إضاءة المصباح.

5. أ. نتيجة لحركة الموصل إلى أعلى يزداد التدفق المغناطيسي عبر الدارة التي يُعدّ الموصل جزءًا منها، فيتولد في الدارة قوة دافعة كهربائية حثية تؤدي إلى سريان تيار كهربائي حثّي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يعاكس المجال المغناطيسي (B). وبما أن التيار المتولد في الدارة باتجاه حركة عقارب الساعة، فإن المجال المغناطيسي الناتج عنه يكون باتجاه $(-z)$، فيكون المجال (B) باتجاه $(+z)$.

ب. اتجاه التيار الكهربائي الحثّي في الدارة (2) باتجاه حركة عقارب الساعة؛ لكي ينشأ عنه مجال مغناطيسي يُعاكس المجال المغناطيسي الأصلي ويقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي.

ج. مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الدارة (1) أكبر منها في الدارة (2)؛ إذ أنّ: $(\mathcal{E} = B\ell v)$، ومقدار المجال المغناطيسي ومقدار السرعة في الشكلين متساوٍ، ولكن طول الموصل في الشكل (1) أكبر، لذا القوة الدافعة الكهربائية الحثية فيها أكبر.

6. تحسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتوسطة المتولدة في المحث باستخدام العلاقة:

$$\mathcal{E} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -4.0 \times 10^{-4} \times \frac{(8.0 - 0.0)}{0.10} = -3.2 \times 10^{-2}\ \text{V}$$

وزارة الإعداد والمراجعة

.7

.1	د. $V.s/A$	
.2	ج. $BA\cos 60°$	الزاوية بين مستوى الملف وخطوط المجال $(30°)$، فتكون الزاوية بين متجه المساحة(العمودي على مستوى الملف) وخطوط المجال: $(\theta = 60°)$، ويحسب التغير في التدفق من العلاقة: $\Delta\emptyset = \emptyset_f - \emptyset_i = 2BA\cos 60° - BA\cos 60°$ $= BA\cos 60°$
.3	أ. $+z$	في أثناء دخول الحلقة إلى منطقة المجال، يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقها، فينشأ داخلها مجال مغناطيسي حثي اتجاهه عكس اتجاه المجال(B)؛ لمقاومة الزيادة في التدفق. وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى بحيث يشير اتجاه انحناء الأصابع إلى اتجاه التيار الحثي المار في الحلقة، فيشير الإبهام إلى اتجاه المجال الحثي $(-z)$، فيكون المجال (B) باتجاه $(+z)$.
.4	أ.(b) فقط	• نحدد لكل حالة: اتجاه التيار الذي تنتجه البطارية (من القطب الموجب إلى القطب السالب). واتجاه التيار الحثي الناتج من التغير في التدفق المغناطيسي. • نقارن هل هما في الاتجاه نفسه أم باتجاهين متعاكسين.
.5	ب. $\frac{IR}{\ell v}$ باتجاه $(+z)$	$\grave{\varepsilon} = IR$ $B\ell v = IR \rightarrow B = \frac{IR}{\ell v}$ بتطبيق قاعدة اليد اليمنى بحيث يشير اتجاه انحناء الأصابع لاتجاه التيار الحثي المار في الدارة المغلقة ، فيشير الإبهام إلى اتجاه المجال الحثي $(-z)$، وبما أن اتجاه حركة الموصل المستقيم تؤدي إلى زيادة التدفق الذي يخترق الدارة، يكون اتجاه المجال (B) عكس اتجاه المجال الحثي؛ $(+z)$.

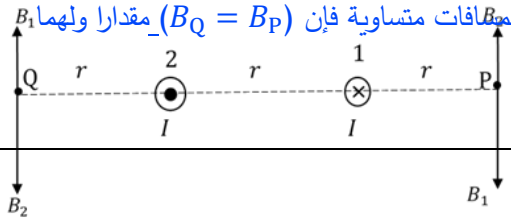
الصفحات 57 – 62

مراجعة الوحدة الخامسة

.1

.1	د. تبذل شغلا على الشحنة يعمل على زيادة طاقتها الحركية.	القوة المغناطيسية لا تبذل شغل على شحنة تتحرك داخل مجال مغناطيسي.

قيد إعداد المراجعة

.2	ج. a باتجاه $(+y)$.	باستخدام العلاقة $(F_B = qvB\sin\theta)$ فإن القوة المغناطيسية تتناسب طرديا مع مقدار المجال (B) و مع $(\sin\theta)$. المجال عند النقطة (a) أكبر من المجال عند النقطة (b). واتجاه المجال عند (a) باتجاه $(+x)$، لذلك عندما يتحرك الإلكترون باتجاه $(+y)$ يكون عموديا على اتجاه المجال $(\theta = 90°)$.
.3	د. باتجاه المحور $(-z)$ بعيدا عن الناظر	الأيون الموجب أكمل مساره دون انحراف؛ نتيجة تأثرة بقوتين كهربائية ومغناطيسية متساويتان مقدارا ومتعاكستان اتجاها. بما أن القوة الكهربائية باتجاه المجال الكهربائي $(-y)$، فتكون القوة المغناطيسية باتجاه$(+y)$، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى فإن المجال المغناطيسي باتجاه $(-z)$.
.4	د. $1.38\text{N/m}, -z$	$F_B = IBL\sin\theta$ $\frac{F_B}{L} = IB\sin\theta = 8.0 \times 0.20 \times \sin60° = 1.38\ \text{N/m}$ بتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه القوة باتجاه العمودي على باطن الكف $(-z)$.
.5	ب. بزيادة الكتلة ونقص المجال.	نصف قطر المسار الدائري للجسيم المشحون يعطى بالعلاقة: $r = \frac{mv}{qB}$
.6	د. عند (P) باتجاه $(+y)$، وعند (Q) باتجاه $(-y)$.	تتأثر كل نقطة بمجالين، ويحدد اتجاه المجال المحصل عند النقطة برسم مماسين على خطي المجال عند تلك النقطة، ثم يرسم سهم يدل على اتجاه المجال المحصل.
.7	ج. تنعكس القوى المغناطيسية المؤثرة في أضلاع الملف، فيواصل دورانه باتجاه واحد.	
.8	أ. $(B_Q) = (B_P)$، وبالاتجاه نفسه.	• عند النقطة (P): (B_1) أكبر من (B_2)، المجال المحصل باتجاه $(-y)$، ومقداره: $B_P = B_1 - B_2$ • عند النقطة (Q): (B_2) أكبر من (B_1)، المجال المحصل باتجاه $(-y)$، ومقداره: $B_Q = B_2 - B_1$ وبما أن التيارات والمسافات متساوية فإن $(B_Q = B_P)$ مقدارا ولهما الاتجاه نفسه. 

.9	ج. $\frac{2\mu_\circ I}{\pi x}$	عند النقطة (a)، يكون المجالان الناشئان عن الموصلين متساويان في المقدار وبالاتجاه نفسه، ومحصلتهما: $B_a = 2 \times \frac{\mu_\circ I}{2\pi r} = 2 \times \frac{\mu_\circ I}{2\pi(\frac{x}{2})} = \frac{2\mu_\circ I}{\pi x}$
.10	د. صفر	باستخدام العلاقة $(F_B = qvB \sin\theta)$ فإن القوة المغناطيسية تساوي صفر عندما تتحرك الشحنة باتجاه يوازي المجال$(\theta = 0°, 180°)$. المجالان الناشئان عن الموصلين باتجاه $(-z)$ والشحنة تتحرك باتجاه $(-z)$ فتكون القوة المؤثرة فيها صفر.
.11	ج. B	المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي: $B = \frac{\mu_\circ IN}{l}$ عند مضاعفة التيار وطول الموصل مع بقاء عدد اللفات ثابت: $B = \frac{\mu_\circ 2IN}{2l} = \frac{\mu_\circ IN}{l}$
.12	ب. -0.25Wb/s	$\Phi_i = BA\cos 0° = BA = 0.1$ $\Phi_f = BA\cos 60° = 0.1\cos 60° = 0.05$ $\Delta\Phi_B = \Phi_f - \Phi_i = 0.05 - 0.1 = -0.05\text{Wb}$ $\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = \frac{-0.05}{0.2} = -0.25\text{Wb/s}$
.13	ج. موجبة، من (Y) إلى (X).	نستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة (داخل الموصل) ، بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه السرعة والأصابع إلى اتجاه المجال، فتتأثر الشحنات الموجبة بقوة مغناطيسية باتجاه $(+y)$؛ ما يجعل الطرف (A) موجب والطرف (B) سالب. اتجاه التيار الحثي: من القطب الموجب إلى القطب السالب (عبر المقاومة)؛ أي من (Y) إلى (X).
.14	د. $4I$	$I = \frac{B\ell v}{R}$ $\grave{I} = \frac{2B\ell v}{0.5R} = 4\frac{B\ell v}{R} = 4I$
.15	أ. من (X) إلى (Y)، يمين.	يتكون داخل الملف مجال مغناطيسي حثي يجعل طرف الملف القريب من المغناطيس قطبا جنوبيا ؛ لمقاومة الزيادة في التدفق. فيكون اتجاه المجال المغناطيسي الحثي داخل الملف من القطب الجنوبي إلى الشمالي (نحو اليمين). أما التيار فيحدد اتجاهه باستخدام قاعدة اليد اليمنى؛ بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه لقطب الشمالي، وتشير حركة الأصابع حول الملف إلى اتجاه التيار.

قيد الإعداد والمراجعة

.16	د. المقاومة (R)، والقوة الدافعة الكهربائية (ε).	بالرجوع إلى العلاقة $(I_{max} = \frac{\varepsilon}{R})$.

2. المجال المغناطيسي لا يؤثر في الشحنات الساكنة، على عكس المجال الكهربائي. يوضع الجسيم المشحون ساكنا في منطقة المجال، فإذا بدأ الجسيم بالحركة تكون منطقة مجال كهربائي، وإذا بقي الجسيم ساكنا تكون منطقة مجال مغناطيسي.

3. أ. المجال $(\boldsymbol{B_1})$ باتجاه محور $(-z)$، والمجال $(\boldsymbol{B_2})$ باتجاه محور $(+z)$.

ب. المجال $(\boldsymbol{B_1})$ أكبر مقدارا من المجال $(\boldsymbol{B_2})$.

الإلكترون تحرك في المجالين بالسرعة نفسها لأن القوة المغناطيسية تعمل على تغيير اتجاه السرعة فقط، وبثبوت السرعة فإن المجال المغناطيسي يتناسب عكسيا مع نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم المشحون في المجال المغناطيسي؛ $(r = \frac{mv}{qB})$.

ج. زمن عبور منطقة المجال $(\boldsymbol{B_2})$ أكبر من زمن عبور منطقة المجال $(\boldsymbol{B_1})$.

بثبوت السرعة ، وبما أن الإلكترون قطع مسافة أكبر داخل المجال $(\boldsymbol{B_2})$، سوف يستغرق زمنا أطول.

4.أ. المرحلتان a وc؛ في أثناء دخول الحلقة منطقة المجال المغناطيسي يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقها، وفي أثناء خروجها من منطقة المجال المغناطيسي يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترقها، فيحدث تغير في التدفق المغناطيسي، ويتولّد قوة دافعة كهربائية وتيار كهربائي حثّي في هاتين المرحلتين بحسب قانون فارادي في الحث.

ب. في المرحلة a: يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثّي بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة.

في أثناء دخول الحلقة منطقة المجال المغناطيسي (B) يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقها، فيتولّد فيها تيار كهربائي حثّي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي (B_{ind}) عكس اتجاه المجال (B)، وبجعل الإبهام يشير إلى اتجاه (B_{ind})، فيشير اتجاه انحناء باقي الأصابع إلى اتجاه التيار الحثي.

في المرحلة b: لا يتولّد تيار كهربائي حثّي في الحلقة؛ لأنه لا يوجد تغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترقها.

في المرحلة c: يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثّي باتجاه حركة عقارب الساعة.

قيد الإعداد والمراجعة

في أثناء خروج الحلقة من منطقة المجال المغناطيسي (B) يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترقها، فيتولّد فيها تيار كهربائي حثّي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي (B_{ind}) باتجاه المجال (B)، وبجعل الإبهام يشير إلى اتجاه (B_{ind})، فيشير اتجاه انحناء باقي الأصابع إلى اتجاه التيار الحثي.

5. الحلقة موضوعة أعلى السلك، وتتأثر بالمجال المغناطيسي الناشئ عنه، ويكون اتجاه المجال المغناطيسي في تلك المنطقة باتجاه محور $(-z)$.

أ. يزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقها؛ نتيجة ازدياد مقدار المجال المغناطيسي، ويتولّد فيها تيار كهربائي حثّي بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة.

ب. يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترقها؛ نتيجة نقصان مقدار المجال المغناطيسي، ويتولّد فيها تيار كهربائي حثّي باتجاه حركة عقارب الساعة.

ج. لا يتغيّر التدفق المغناطيسي الذي يخترقها؛ نتيجة ثبات مقدار المجال المغناطيسي، ولا يتولّد فيها تيار كهربائي حثّي.

6. السلك يتكون من ملفين دائريين يمر فيها التيار نفسه، ومجاليهما بالاتجاه نفسه. الملف الأول يتكون من $(\frac{3}{4})$ لفة، ونصف قطره (r)، والملف الثاني يتكون من$(\frac{1}{4})$ ونصف قطره $(2r)$.

نحسب المجالين باستخدام العلاقة :

$$B = \frac{\mu_\circ I N}{2R}$$

$$B_1 = \frac{\mu_\circ I \times \frac{3}{4}}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 3\, I}{8 \times 3 \times 10^{-2}} = \frac{\pi \times 10^{-5}\, I}{2}$$

$$B_2 = \frac{\mu_\circ I \times \frac{1}{4}}{2(2r)} = \frac{4\pi \times 10^{-7}\, I}{16 \times 3 \times 10^{-2}} = \frac{\pi \times 10^{-5}\, I}{12}$$

المجال المحصل (B_O):

$$B_O = \frac{\pi \times 10^{-5}\, I}{2} + \frac{\pi \times 10^{-5}\, I}{12}$$

$$3.5\pi \times 10^{-5} = \pi \times 10^{-5}\, I(\frac{1}{2} + \frac{1}{12})$$

$$3.5 = I\left(\frac{7}{12}\right) \Rightarrow 3.5 = \frac{7}{12}I \Rightarrow I = 6\text{A}$$

7. سرعة الأيون بدلالة نصف قطر المسار الدائري:

$$v = \frac{n \times 2\pi r}{t} = \frac{5 \times 2\pi r}{1.5 \times 10^{-3}} = 2.1 \times 10^{4}\, r \text{ m/s}$$

ثم تحسب الكتلة باستخدام العلاقة:

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$r = \frac{m \times 2.1 \times 10^{4}\, r}{1.6 \times 10^{-19} \times 5.0 \times 10^{-2}}$$

$$m = \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 5.0 \times 10^{-2}}{2.1 \times 10^{4}} = 3.8 \times 10^{-25} \text{ kg}$$

8.

أ. المجال المغناطيسي الناتج عن السلك عند النقطة (a) يكون باتجاه $(-z)$:

$$B_1 = \frac{\mu_\circ I}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 25 \times 10^{-2}} = 3.2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

المجال المغناطيسي المحصل (B_{tot}) عند النقطة (a) هو

$$B_{\text{tot}} = B + B_1 = 2 \times 10^{-6} + 3.2 \times 10^{-6}$$
$$\boldsymbol{B_{\text{tot}}} = 5.2 \times 10^{-6} \text{ T}, -z$$

ب. القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال من الموصل المستقيم:

$$F_B = IBL \sin\theta$$
$$\frac{F_B}{L} = IB \sin\theta = 4 \times 2 \times 10^{-6} \times 1 = 8 \times 10^{-6} \text{ N/m}$$

ج. القوة المغناطيسية المحصلة المؤثرة في الجسيم المشحون:

$$F_B = qvB \sin\theta = 2 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^{4} \times 5.2 \times 10^{-6} \times 1 = 6.24 \times 10^{-7} \text{ N}$$
$$\boldsymbol{F_B} = 6.24 \times 10^{-7} \text{ N}, +x$$

قيد الإعداد والمراجعة

9. حركة الإلكترون تشكل تيارًا يحسب باستخدام العلاقة:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{1.6\times10^{-19}}{1.46\times10^{-16}} = 1.1 \times 10^{-3}\ \text{A}$$

المجال المغناطيسي الناتج عن هذا التيار:

$$B = \frac{\mu_o IN}{2R} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1.1 \times 10^{-3} \times 1}{2 \times 5.3 \times 10^{-11}} = 13\ \text{T}$$

10. أ. عندما يكون مجموع الشد في السلكين الرأسيين $(F_T = 0)$، فإن:

$$F_g = F_B$$

$$mg = IBL \rightarrow B = \frac{mg}{IL}$$

$$B = \frac{0.06 \times 9.8}{5 \times 0.45} = 0.26\ \text{T}$$

ب.عندما ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي، ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية، فيصبح مجموع الشد (F_T) في السلكين العموديين مساويا لمجموع الوزن والقوة المغناطيسية:

$$F_T = F_g + F_B = 2F_g = 2 \times 0.06 \times 9.8 = 1.18\ \text{N}$$

.11

$$A_\text{i} = \pi\, r_\text{i}^{\,2} = \pi\,(0.10)^2 = 3.14 \times 10^{-2}\text{m}^2$$

$$\dot{\varepsilon} = -\text{N}\frac{\Delta\Phi_\text{B}}{\Delta t} = -\text{N}\left(\frac{\Phi_\text{B,f} - \Phi_\text{B,i}}{\Delta t}\right) = -1 \times \left(\frac{BA_\text{f}\cos\theta - BA_\text{i}\cos\theta}{\Delta t}\right)$$

$$= -B\cos 0.0^\circ \left(\frac{A_\text{f} - A_\text{i}}{\Delta t}\right) = -0.15 \times 1 \times \left(\frac{3.0 \times 10^{-2} - 3.14 \times 10^{-2}}{0.20}\right)$$

$$= 1.1 \times 10^{-3}\ \text{V}$$

12. أ. اتجاه التيار الحثي باتجاه حركة عقارب الساعة.

قيد الإعداد والمراجعة

الرسم البياني يبين أن المجال المغناطيسي الذي يخترق الحلقة يزداد، فيزداد التدفق المغناطيسي الذي يخترقها. الحلقة ستقاوم الزيادة في التدفق بتوليد تيار كهربائي حثي يولد مجالا حثيا اتجاهه عكس اتجاه المجال (B)، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى بحيث يشير الإبهام إلى اتجاه المجال الحثي $(-z)$، فيشير اتجاه انحناء الأصابع إلى اتجاه التيار.

ب.

$$\varepsilon = -\mathrm{N}\frac{\Delta\Phi_{\mathrm{B}}}{\Delta t} = -1\left(\frac{\Phi_{\mathrm{B,f}} - \Phi_{\mathrm{B,i}}}{\Delta t}\right) = -\left(\frac{B_{\mathrm{f}}A - B_{\mathrm{i}}A}{\Delta t}\right) = -A\left(\frac{\Delta B}{\Delta T}\right)$$

$$\varepsilon = -8.0\times10^{-4}\times\frac{9.0\times10^{-3}}{3.0} = -24\times10^{-7}\mathrm{V}$$

$$I = \left|\frac{\varepsilon}{R}\right| \rightarrow R = \frac{24\times10^{-7}}{2.0\times10^{-3}} = 1.2\times10^{-3}\Omega$$

.13

$$\grave{\varepsilon} = B\ell v = 0.20\times9.0\times10^{-2}\times\frac{4.0\times10^{-2}}{0.10} = 7.2\times10^{-3}\mathrm{V}$$

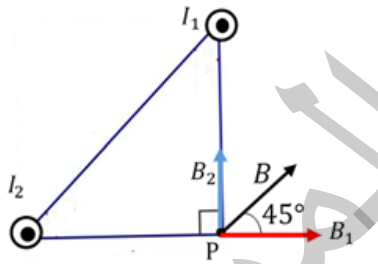
$$I = \left|\frac{\grave{\varepsilon}}{R}\right| = \frac{7.2\times10^{-3}}{2.0} = 3.6\times10^{-3}\mathrm{A}$$

اتجاه التيار المار في المقاومة باتجاه محور $(-y)$؛ للأسفل.

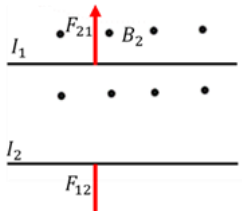
إجابات أسئلة التفكير في كتاب التجارب والأنشطة العملية/ الصفحات: 15-20

.1

.1	ج. باتجاه محور $(+y)$.	يولد الموصل مجالا مغناطيسيا، اتجاهه عند النقطة (A) باتجاه محور $(-z)$. وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى، مع مراعاة أن شحنة الإلكترون سالبة، يكون اتجاه القوة المغناطيسية باتجاه $(+y)$.
.2	ب. $1\mathrm{A}, -x$	قراءة الميزان والمفتاح مفتوح تساوي الوزن $(F_T = F_g = 0.1\mathrm{N})$. عند إغلاق الدارة، بما أن قراءة الميزان زادت؛ فهذا يعني أن الموصل تأثر بقوة مغناطيسية باتجاه $(-y)$، وبما أن الموصل متزن: $F_T = F_g + F_B \rightarrow F_B = 0.2 - 0.1 = 0.1\mathrm{N}$ $F_B = IBL\sin\theta \rightarrow I = \frac{F_B}{BL} = \frac{0.1}{0.5\times0.2} = 1\mathrm{A}$

		القوة المغناطيسية باتجاه $(-y)$، والمجال باتجاه $(-z)$، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه مرور التيار باتجاه $(-x)$.
.3	أ. 10A	عند النقطة (P)، يولد السلك مجالا (B) باتجاه $(+z)$، وبما أن المجال المحصل باتجاه $(+z)$، فهذا يعني أن (B) أكبر من (B_{ext}): $B_{\mathrm{P}} = B - B_{ext} \rightarrow B = 3.0 \times 10^{-5} + 2.0 \times 10^{-5}$ $= 5.0 \times 10^{-5}\mathrm{T}$ $B = \frac{\mu_{\circ} I}{2\pi r} \rightarrow I = \frac{2\pi \times 5.0 \times 10^{-5} \times 4.0 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7}}$ $= 10\mathrm{A}$
.4	ج. $\frac{1}{1}$	$F_{ab} = IBL_{ab}\sin 90° = IBl$ $F_{bc} = IBL_{bc}\sin 45° = IBL_{bc} \times \frac{ac}{L_{bc}} = IBl$ $\frac{F_{ab}}{F_{bc}} = \frac{1}{1}$
.5	ب. $(15\ \mathrm{cm}), (-z)$	النقطة (P) التي ينعدم المجال عندها تقع خارج الموصلين، وكي يتحقق ذلك يكون التيار (I_1) أقل مقدارًا من (I_2) وعكسه في الاتجاه. $\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2} \rightarrow \frac{I}{r} = \frac{3I}{0.3+r}$ $3r = 0.3 + r \rightarrow r = \frac{0.3}{2} = 0.15\mathrm{m} = 15\mathrm{cm}$
.6	د. $I_1: (+z), I_2: (+z)$	
.7	أ. المنطقة 1: $+y$ المنطقة 2: $+z$	سرعة الإلكترون لحظة دخوله إلى المنطقة (1) باتجاه $(+x)$، وأكمل مساره دون انحراف؛ نتيجة تأثرة بقوتين كهربائية ومغناطيسية متساويتان مقدارا ومتعاكستان اتجاها. وبما أن القوة الكهربائية باتجاه $(+z)$، فتكون القوة المغناطيسية باتجاه$(-z)$، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى فإن (B_1) باتجاه $(+y)$. في المنطقة (2): سرعة الإلكترون لحظة دخوله إلى هذه المنطقة باتجاه $(+x)$، وتأثر بقوة مغناطيسية باتجاه$(+y)$، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى فإن (B_2) باتجاه $(+z)$.
.8	ب. $\frac{\pi}{6}$ ، باتجاه محور $(-y)$.	المجال الناشئ عن السلك الدائري (B_1) يساوي المجال الناشئ عن السلك المستقيم (B_2) ، وعكسه في الاتجاه. $B_1 = B_2$

فيزياء الأعداد والمراجعة

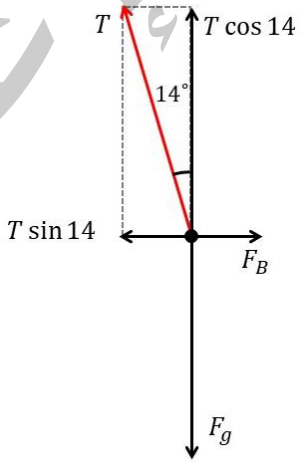
		$\frac{\mu_\circ I_1 N}{2R} = \frac{\mu_\circ I_2}{2\pi r}$ $\frac{2.0 \times \frac{1}{6}}{2R} = \frac{I_2}{2\pi \times \frac{R}{2}} \rightarrow \frac{1}{6} = \frac{I_2}{\pi} \rightarrow I_2 = \frac{\pi}{6}$ A المجال (B_1) باتجاه $(+z)$، لذلك يجب أن يكون اتجاه التيار (I_2) بحيث يولد مجالا (B_2) باتجاه $(-z)$.
.9	ب. (I_1) باتجاه $(-x)$، (I_2) باتجاه $(+x)$.	القوة بين السلكين هي قوة تنافر مغناطيسية، فيكون اتجاه القوى المؤثرة في السلكين كما يبين الشكل .  وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى على السلك الأول نجد أن التيار (I_1) باتجاه $(-x)$ ، وبما أن القوة بين السلكين قوة تنافر، فيكون التيارين باتجاهين متعاكسين. أي التيار (I_2) باتجاه $(+x)$.
.10	ج. $\frac{1}{2}$	مساحة الحلقة (X)؛ $(A_X = l^2)$ ، والتغير في التدفق عبرها: $\Delta\phi_X = \phi_f - \phi_i = 0 - 2Bl^2 = -2Bl^2$ مساحة الحلقة (Y)؛ $(A_Y = 4l^2)$، والتغير في التدفق عبرها: $\Delta\phi_Y = \phi_f - \phi_i = 0 - 4Bl^2 = -4Bl^2$ نسبة القوة الدافعة المتوسطةالحثية: $\frac{\varepsilon_X}{\varepsilon_Y} = \frac{\Delta\phi_X}{\Delta\phi_Y} = \frac{2Bl^2}{4Bl^2} = \frac{1}{2}$
.11	أ.	القوة الدافعة الحثية: $\varepsilon = -N\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ $= -1000 \times \frac{11.5 \times 10^{-3} - 2.5 \times 10^{-3}}{0.45} = -20\text{V}$ التيار الحثي: $I = \frac{\lvert\varepsilon\rvert}{R} = \frac{20}{10} = 2\text{A}$ الملف سيقاوم الزيادة في التدفق، فيتكون على الوجه المقابل للمغناطيس قطبا مشابها له (شمالي) وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى فإن اتجاه التيار يكون كما في الشكل (أ).
.12	د. (a) صفر، (b) صفر.	الموصل يتحرك موازي للمجال؛ لن يتولد فرق جهد بين طرفيه.
.13	ب. (b) و (c) فقط	
.14	ب. (Φ) قيمة عظمى، و $(\mathcal{E})$ تساوي صفرا.	في المرحلة (B):المنحنى يوضح أن التدفق له قيمه عظمى، وثابت. وبثبوت التدفق فإن $(\Delta\Phi = 0)$، فتكون القوة الدافعة صفرا؛

فيزياء الأعداد والمراجعة

		$(\mathcal{E} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 0)$
.15	ب. عكس اتجاه حركة عقارب الساعة، لمقاومة النقصان في التدفق.	على يمين السلك يكون المجال المغناطيسي الناشئ عن السلك باتجاه محور $(+z)$. وبما أن الحلقة تتحرك مبتعدة عن السلك فستقاوم النقصان في التدفق؛ بتوليد تيار كهربائي حثي يولد مجالا حثيا اتجاهه باتجاه مجال السلك .

.2

برسم مخطط الجسم الحرّ للسلك أجد أنّ:



$$F_g = T\cos\theta\ , \qquad F_B = T\sin\theta$$

$$F_g = T\cos 14^\circ\ , \qquad F_B = T\sin 14^\circ$$

$$\frac{F_B}{F_g} = \tan 14^\circ$$

$$F_B = (0.25)F_g = 0.25 \times 0.05 \times 10 = 0.13\ \text{N}$$

مقدار المجال المغناطيسي:

$$F_B = IBL\sin 90^\circ$$

$$0.13 = 10 \times 0.05\ B$$

$$B = \frac{0.13}{0.5} = 0.26\ \text{T}$$

3. أ. بتطبيق قاعدة اليد اليمنى، وحيث أن اتجاه حركة الجسيم $(+x)$، واتجاه المجال المغناطيسي $(+z)$، واتجاه الانحراف نحو $(-y)$ فإن الشحنة موجبة.

ب. اتجاه المجال الكهربائي: بما أن الجسيم موجب الشحنة فهو يتسارع باتجاه المجال الكهربائي، أي أن اتجاه المجال مع محور $(+x)$.

ج. تسارع الجسيم داخل المجال المغناطيسي:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{(5.9 \times 10^7)^2}{0.1} = 3.48 \times 10^{16}\ \text{m/s}^2$$

د. مقدار نسبة كتلته الجسيم إلى شحنته:

$$\frac{m}{q} = \frac{Br}{v} = \frac{16 \times 0.1}{5.9 \times 10^{7}} = 2.71 \times 10^{-8}\ \text{kg/C}$$

4. الجسيمات (A) التي تتجه نحو الأرض من منطقة القطب يكون اتجاهها موازيًا لخطوط المجال المغناطيسي للأرض فلا يؤثر فيها بقوة مغناطيسية ولا تنحرف فتصل إلى الأرض. أما الجسيمات (B) القادمة نحو الأرض باتجاه عمودي على خط الاستواء تكون عمودية على خط المجال المغناطيسي فتنحرف أفقيًا بشكل موازي لسطح الأرض ولا تصل إليها.

5. أ. يمر تيار كهربائي حثّي، ويكون اتجاهه بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة؛ لمقاومة الزيادة في التدفق المغناطيسي.

ب. لا يمر تيار كهربائي حثّي،؛ لعدم حدوث تغيّر في التدفق المغناطيسي عبر الحلقة التي يُشكّلها الموصلان مع المجرى.

ج. يمر تيار كهربائي حثّي، ويكون اتجاهه بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة؛ لمقاومة الزيادة في التدفق المغناطيسي.

الوحدة السادسة: التيّار المتردّد والدارات الإلكترونية

الصفحة 63

أتأمَّل الصورة:

الدارات الإلكترونية هي دارات كهربائية تحتوي إضافة لعناصرها المعروفة (مثل: المقاومة والبطارية) عناصرًا أخرى مثل الثنائي البلوري والترانزستور، وهما يتكونان من مواد أشباه موصلات لها خصائص معينة ولها وظائف محددة.

الصفحة 65

تجربة استهلالية: اختبار الثنائي البلوري وقياس مقاومته

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. طرف الثنائي المميز بالشريط الملون يمثل المهبط، والطرف الآخر يمثل المصعد؛ كما في الشكل:

2. في حالة الانحياز الأمامي؛ يتصل مصعد الثنائي بالقطب الموجب للبطارية، ويتصل المهبط (مرورًا بالمصباح) مع القطب السالب للبطارية؛ فيسري تيار كهربائي في الدارة، ويضيء المصباح. في حالة الانحياز العكسي؛ يتصل مهبط الثنائي بالقطب الموجب للبطارية، ويتصل المصعد (مرورًا بالمصباح) مع القطب السالب للبطارية؛ فلا يسري تيار في الدارة، ولا يضيء المصباح.
3. مقاومة الثنائي في حالة الانحياز العكسي كبيرة جدًا، وهي أكبر بكثير منها في حالة الانحياز الأمامي، التي تكون صغيرة جدًا؛ وتكمن أهمية ذلك بأن الثنائي يسمح بمرور التيار خلاله باتجاه واحد فقط؛ من مصعده إلى مهبطه.

- **الدرس 1: دارات التيار الكهربائي المتردد**

الصفحة 67

أتحقق:

التيار المستمر اتجاهه ثابت، والمتردد اتجاهه يتغير (ينعكس باستمرار) بتردد ثابت، والتيار المستمر مقداره ثابت، بينما يتغير مقدار التيار المتردد بالنسبة للزمن وفق علاقة جيبية.

الصفحة 68

أفكر:

يتغير سطوع إضاءة المصباح بتردد التيار نفسه، أي 50 مرة في الثانية، بينما عين الإنسان لا يمكنها ملاحظة الأحداث التي تدوم أقل من (0.06 s)، لذلك لا يمكننا ملاحظة التغير في شدة سطوع إضاءة المصباح، بل نرى إضاءة المصباح ثابتة السطوع، كأنه يعمل على تيار مستمر.

الصفحة 71

أتحقّق:

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{325}{\sqrt{2}} = 230\ V$$

الصفحة 72

تمرين:

المطلوب قراءة الفولتميتر (فرق الجهد الفعال) وقراءة الأميتر (التيار الفعال):

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 71 \text{ V}$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{R} = \frac{71}{240} = 0.3 \text{ A}$$

الصفحة 73

أفكّر:

الحالة الأولى: عندما يكون التردد الزاوي صغيرًا جدًا، فإن معاوقة المحث تكون صغيرة جدًا؛ لأنها تتناسب طرديًا مع التردد. أما معاوقة المواسع فتؤول إلى اللانهاية؛ لأنها تتناسب عكسيًا مع التردد.

في الحالة الثانية: عندما يكون التردد الزاوي كبيرًا جدًا، فإن معاوقة المحث تكون كبيرة جدًا؛ لأنها تتناسب طرديًا مع التردد. وتكون معاوقة المواسع صغيرةً جدًا (تساوي الصفر تقريبًا)؛ لأنها تتناسب عكسيًا مع التردد.

أتحقّق:

تعتمد المعاوقة المحثية للمحث على المواصفات الهندسية للمحث (محاثة المحث)، وعلى تردد مصدر فرق الجهد في الدارة.

الصفحة 74

أفكّر:

حتى يضيء المصباح بأكبر شدة ممكنة، يجب أن تكون معاوقة الدارة أقل ما يمكن، ويحدث هذا في حالة الرنين عندما تتساوى معاوقة المحث مع معاوقة المواسع.

أتحقّق:

الرنين حالة تحدث في دارة مقاومة ومحث ومواسع، عندما يتساوى تردد مصدر فرق الجهد مع التردد الطبيعي للدارة، حيث تتساوى معاوقة المحث مع معاوقة المواسع، وتكون المعاوقة الكلية للدارة مساوية للمقاومة فقط، ويكون للتيار الفعّال فيها أكبر قيمة ممكنة.

الصفحة 75

تمرين:

قيد الإعداد والمراجعة

عند نقصان تردد مصدر فرق الجهد تزداد المعاوقة المواسعية

حسب العلاقة:

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

فيقل التيار وتقل معه شدّة إضاءة المصباح بالرغم من عدم تغير القيمة العظمى لفرق الجهد.

الصفحة 76

تجربة 1: حساب مواسعة مواسع باستخدام دارة (RC)

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. القيمة الفعالة للتيار المتردد تساوي ناتج قسمة القيمة الفعالة لفرق الجهد (قراءة الفولتميتر، بافتراض أنها 2 V) على المقاومة.

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{R} = \frac{2}{1000} = 0.002\ \text{A}$$

2. الحصول على قراءة الفولتميتر الموصول مع طرفي المواسع وقسمتها على القيمة الفعالة للتيار.

$$X_C = \frac{\Delta V_C}{I_{\text{rms}}}$$

3. يُفترض أن تكون العلاقة خطًا مستقيمًا ميله ثابت.
4. نحسب الميل من العلاقة:

$$slope = \frac{X_C}{\frac{1}{\omega}} = X_C\omega$$

باستخدام العلاقة بين المعاوقة المواسعية ومواسعة المواسع، أجد أن:

$$C = \frac{1}{X_C\omega} = \frac{1}{slope}$$

من المفترض أن تكون قيمة المواسعة المحسوبة مساوية (قريبة جدا) من القيمة النظرية المكتوبة على المواسع، باستخدام العلاقة:

الصفحة 78

أتحقّق:

يولّد مصدر فرق الجهد المتردّد المتصل بالملف الابتدائي للمحول تيارًا كهربائيًّا متردّدًا، فيتولّد مجال مغناطيسي متغيّر مع الزمن داخل الملف، ما يؤدي إلى تغيّر في التدفّق المغناطيسي فيه. ويعمل القلب الحديدي على تركيز المجال المغناطيسي داخله، وتدفّق أكبر عدد ممكن من خطوط المجال المغناطيسي إلى الملف الثانوي، فتتولّد قوة دافعة حثيّة (فرق جهد كهربائي) في الملف الثانوي تؤدي الى سريان تيار كهربائي حثي فيه. وفي المحوّل المثالي تكون القدرة الداخلة في الملف الابتدائي مساوية للقدرة الناتجة عن الملف الثانوي.

أُفكّر:

لا يعمل المحول؛ لأن عمل المحول يعتمد على التغيّر في التدفق المغناطيسي في الملف الابتدائي مع الزمن والذي ينتج عن تيار كهربائي متردد وليس تيار كهربائي مستمر.

الصفحة 79

أُفكِّر:

رفع الجهد الكهربائي خلال الخطوط الناقلة إلى قيمة أكبر من النهاية القصوى لفرق الجهد المسموح يؤدّي إلى تأيين جزيئات الهواء حول خطوط النقل، وهذا يجعل الهواء موصلًا للكهرباء، فينتقل خلاله تيار كهربائي على شكل شرارة من الأسلاك إلى الأجسام المحيطة، مثل الأبراج التي تحمل الأسلاك، وهذا بدوره يشكل خطورة ينتج عنها حدوث الحرائق، إضافة إلى فقدان الطاقة الكهربائية أيضًا.

الصفحة 80

مراجعة الدرس 1

1. الفكرة الرئيسة:

- المعاوقة المحثية: الممانعة التي يبديها المحث الموصول في دارة كهربائية مغلقة لمرور تيار كهربائي متردد فيها. وتتناسب طرديًا مع كل من محاثة المحث، والتردد الزاوي لمصدر فرق الجهد في الدارة
- المعاوقة المواسعية: الممانعة التي يبديها المواسع الموصول في دارة كهربائية لمرور تيار كهربائي متردد فيها. وتتناسب عكسيًا مع كل من مواسعة المواسع، والتردد الزاوي لمصدر فرق الجهد في الدارة.

قيد الإعداد والمراجعة

2. القيمة العظمى لفرق الجهد المتردد: سعة الاقتران الموجي لفرق الجهد المتردد، وهي أكبر قيمة لفرق الجهد بين طرفي المصدر.

القيمة الفعالة لفرق الجهد المتردد: الجذر التربيعي للقيمة المتوسطة لمربع فرق الجهد.

3. في دارة التيار المتردد التي تحتوي على مواسع فقط، يصبح التيار صغيرًا جدًا عند الترددات المنخفضة جدًا ؛ لأنه بانخفاض التردد تزداد المعاوقة المواسعية، حيث تتناسب معاوقة المواسع عكسيًا مع تردد فرق الجهد.

في دارة التيار المتردد التي تحتوي على محث فقط، ينعدم التيار عند الترددات المرتفعة جدًا ؛ لأنه بارتفاع التردد تزداد المعاوقة المحثية، حيث تتناسب معاوقة المحث طرديًا مع تردد فرق الجهد.

4. عند مضاعفة تردد فرق الجهد إلى مثليه؛ فإن المقاومة (R) لا تتغير، والمعاوقة المواسعية (X_C) تنخفض إلى النصف، والمعاوقة المحثية (X_L) تتضاعف إلى مثليها.

5.

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 86 = 540 \text{ rad/s}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{540 \times 5 \times 10^{-6}} = 370\ \Omega$$

$$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{X_C} = \frac{111}{370} = 0.3 \text{ A}$$

6.

$$X_C = X_L$$

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} = \frac{1}{57 \times 10^{-6} \times 57 \times 10^{-6}} = 3.1 \times 10^8 \rightarrow \omega = 1.75 \times 10^4 \text{ Hz}$$

يسمى هذا التردد الطبيعي للدارة.

7.

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

$$L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{(2000)^2 \times 5 \times 10^{-6}} = 0.05 \text{ H}$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{Z} = \frac{12}{80} = 0.15 \text{ A}$$

.8

$$\frac{\Delta V_1}{\text{N}_1} = \frac{\Delta V_2}{\text{N}_2}$$

$$\Delta V_2 = \Delta V_1 \frac{\text{N}_2}{\text{N}_1} = 230 \times 10^3 \times \frac{600}{6900} = 2.0 \times 10^4 \text{ V}$$

.9

1. (ج): (240 V) و (180 Hz)؛

$$\omega t = 2\pi f t = 360\pi f t \longrightarrow f = 180 \text{ Hz}$$

2. (د): القدرة المستهلكة في المصباح.

مواسعة المواسع ومقاومة المصباح لا علاقة لهما بالتردد. وبزيادة التردد فإن معاوقة المواسع $(X_C = \frac{1}{\omega C})$ تقل، فيزداد التيار الفعال $(I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_C})$. فتزداد القدرة $(\bar{P} = I_{rms}^2 R)$

3. (ج): 2.3

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C)^2} = \sqrt{(4.0)^2 + (4.2)^2} = 5.8$$

$$V_{\text{rms}} = I_{\text{rms}} Z = 2.0 \times 5.8 = 11.6 \text{ V}$$

$$X_C{}' = \frac{40}{56} \times X_C = \frac{40}{56} \times 4.2 = 3.0 \ \Omega$$

$$Z' = \sqrt{(4.0)^2 + (3.0)^2} = 5.0 \ \Omega$$

$$I'_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{Z'} = \frac{11.6}{5.0} = 2.3 \text{ A}$$

4. (أ): $\sqrt{2}$

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} = \frac{12}{\sqrt{2}} = 6\sqrt{2} \text{ V}, \quad I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{R} = \frac{6\sqrt{2}}{6} = \sqrt{2} \text{ A}$$

5. (د): $100\ \pi$

$$T = 20\ \text{ms} \rightarrow f = \frac{1}{20 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{20} = 50\ \text{Hz}$$
$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\,\pi$$

6. (د): $4\bar{P}$

$$\bar{P}' = \frac{(V_{\text{rms}}')^2}{R} = \frac{(2V_{\text{rms}})^2}{R} = 4\frac{(V_{\text{rms}})^2}{R} = 4\bar{P}$$

- **الدرس 2: الدارات الإلكترونية**

الصفحة 84

أتحقق:

في البلورة الموجبة يكون عدد الفجوات هو الأكبر، لذلك تسمى الفجوات ناقلات التيار الأغلبية، وتسمى الإلكترونات ناقلات التيار الأقلية. أما في البلورة السالبة، فيكون عدد الإلكترونات هو الأكبر، وتكون الإلكترونات ناقلات التيار الأغلبية، وتكون الفجوات ناقلات التيار الأقلية.

الصفحة 86

تجربة 2: دراسة فرق الجهد والتيار الكهربائي في الثنائي البلّوري

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

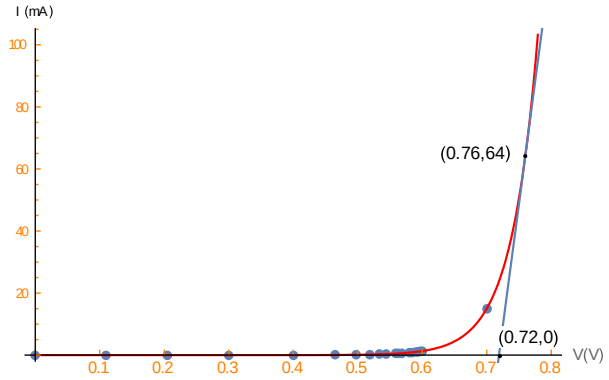
1. في الحالة الأولى كان الثنائي في حالة انحياز أمامي، وفي الحالة الثانية في حالة انحياز عكسي.
2. إجابة محتملة: قراءات الفولتميتر والأميتر في حالة الانحياز الأمامي للثنائي:

فرق جهد المصدر (V)	قراءة الفولتميتر (V)	قراءة الأميتر (mA)	فرق جهد المصدر	قراءة الفولتميتر (V)	قراءة الأميتر (mA)
0	0	0	1.1	0.56	0.56
0.1	0.09	0	1.2	0.57	0.63
0.2	0.18	0.01	1.3	0.57	0.73
0.3	0.27	0.03	1.4	0.58	0.83
0.4	0.37	0.03	1.5	0.584	0.90
0.5	0.46	0.04	1.6	0.590	1.02

قيد الإعداد والمراجعة

1.11	0.594	1.7	0.11	0.50	0.6
1.20	0.597	1.8	0.19	0.52	0.7
1.29	0.60	1.9	0.28	0.53	0.8
15.04	0.7	2	0.36	0.54	0.9
			0.51	0.56	1.0

التمثيل البياني للبيانات الواردة في الجدول:



3. من المنحنى، قيمة حاجز الجهد تساوي تقريباً تساوي (0.7 V).

4. من الشكل نجد ميل المماس:

$$slope = \frac{(64-0)\times 10^{-3}}{0.76-0.72} = 1.6\ \Omega^{-1}$$

ومقاومة الثنائي تساوي ($R = 0.625\ \Omega$).

5. إجابة محتملة: قراءات الفولتميتر والأميتر في الخطوة (7) من التجربة؛ في حالة الانحياز العكسي.

فرق جهد المصدر	قراءة الفولتميتر (V)	قراءة الأميتر (μA)
1	1	0.1
2	2	0.2
3	3	0.3
4	4	0. 4
5	5	0.5
6	6	0.6
7	7	0.7

قيد الإعداد والمراجعة

0.8	8	8
0.9	9	9
1.0	10	10

$$R = \frac{10}{1.0 \times 10^{-6}} = 10^{7}\ \Omega$$

6. مقاومة الثنائي في حالة الانحياز العكسي أكبر بكثير منها في حالة الانحياز الأمامي.

الصفحة 87

أتحقق:

	مصعد الثنائي	مهبط الثنائي	التيار
الانحياز الأمامي	يوصل بالقطب الموجب لمصدر فرق الجهد	يوصل بالقطب السالب لمصدر فرق الجهد	يسري تيار
الانحياز العكسي	يوصل بالقطب السالب لمصدر فرق الجهد	يوصل بالقطب الموجب لمصدر فرق الجهد	لا يسري تيار

الصفحة 89

تمرين:

الشكل (27/ أ) الثنائي موصول بحالة انحياز أمامي:

1. حاجز الجهد للثنائي ياوي (0.3 V) لأنه من الجرمانيوم. لذلك؛ فإن فرق الجهد على طرفي الثنائي (0.3 V).

2. فرق الجهد على طرفي المقاومة:

$$\Delta V_R = 5 - 0.3 = 4.7\ \text{V}$$

3. التيار المار في المقاومة:

$$I = \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{4.7}{1\times10^{3}} = 4.7 \times 10^{-3}\ \text{A} = 4.7\ \text{mA}$$

الشكل (27/ ب) الثنائي موصول بحالة انحياز عكسي، ويعمل عمل مفتاح مفتوح:

1. فرق الجهد على طرفي الثنائي يساوي فرق جهد المصدر ($\Delta V_{rev} = 5.0\ \text{V}$).

2. فرق الجهد على طرفي المقاومة: $\Delta V_R = 0$

3. التيار المار في المقاومة: $I = 0$

الصفحة 92

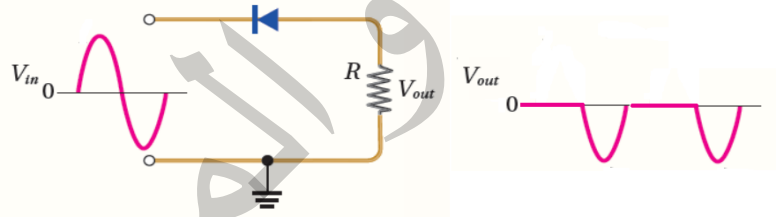
مراجعة الدرس 2

1. **المواد شبه الموصلة:** مواد تقع بين المواد الموصلة والمواد العازلة من حيث توصيلها للكهرباء.

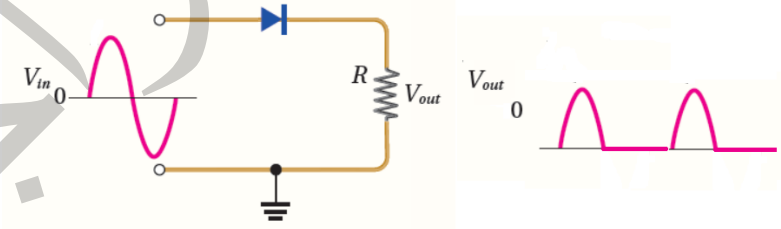
الإشابة: إضافة مواد إلى أشباه الموصلات تسمى شوائب، من أجل زيادة الموصلية الكهربائية لأشباه الموصلات.

الثنائي البلوري: التركيب الناتج من تلامس البلورتين الموجبة والسالبة.

2. في طور الجزء الموجب من إشارة الجهد الداخلة (V_{in}) يكون الثنائي في حالة انحياز عكسي وبذلك لا يمرر الإشارة، وعندما تنعكس إشارة الجهد الداخل يصبح الثنائي في حالة انحياز أمامي ويمررها فيكون شكل الإشارة الناتجة كما يأتي:



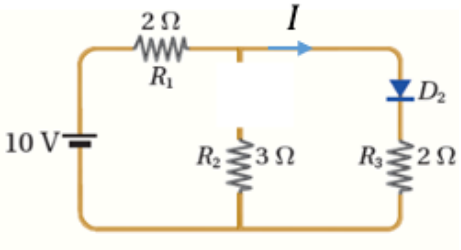
وعند عكس الثنائي ينعكس الوضع؛ ونحصل على الإشارة المبينة أدناه:



3.

أ. الثنائي (D_2) في حالة انحياز أمامي. الثنائي (D_1) في حالة انحياز عكسي لذلك يعمل وكأنه مفتاحًا مفتوحًا، لا يمرر تيارًا كهربائيًا.

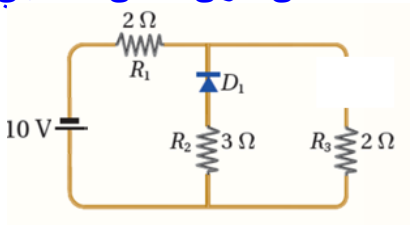
قيد الإعداد والمراجعة



ب. تصبح الدارة على نحو ما هو موضح في الشكل المجاور؛ ويحسب التيار المار في كل من (R_1, R_3) بإهمال فرق الجهد على طرفي الثنائي، كما يأتي:

$$I = \frac{10}{2+2} = 2.5\ \text{A}$$

ج. عند عكس أقطاب البطارية يصبح الثنائي (D_1) في حالة انحياز أمامي بينما الثنائي (D_2) في حالة انحياز عكسي، لذلك يعمل وكأنه مفتاحًا مفتوحًا لا يمرر تيارًا كهربائيًا، فتصبح الدارة على نحو ما هو موضح في الشكل. ويحسب التيار بإهمال فرق الجهد على طرفي الثنائي، كما يلي:



$$I = \frac{10}{2+3} = 2\,A$$

4. المصابيح التي تضيء هي (2, 3, 5)

5.

1. (ج): عدد الفجوات فيها أكبر من عدد إلكترونات التوصيل.
2. (ج): الدارة (C). الثنائي في حالة انحياز أمامي، والمصباحان موصولان على التوازي، فيسري التيار فيهما معًا.
3. (د): d
4. (ب): 2.8

$$I = \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{9.0 - 0.6}{(1+2) \times 10^{\,3}} = \frac{8.4 \times 10^{-3}}{3} = 2.8 \times 10^{-3}\ \text{A}$$

5. (أ): 5.1

الثنائي (D_2) في حالة انحياز عكسي، فيسري التيار خلال الثنائي (D_1) والمقاومتين فقط.

$$I = \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{16.0 - 0.7}{(1+2) \times 10^{\,3}} = \frac{15.3 \times 10^{-3}}{3} = 5.1 \times 10^{-3}\ \text{A}$$

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحات 95 – 98

مراجعة الوحدة السادسة

1. الاختيار من متعدد:

1. (أ): 16

$$\Delta v = V_{\max}\sin\omega t = V_{\max}\sin(2\pi f t)$$
$$8\sqrt{2} = V_{\max}\sin\left(\frac{2\pi\times 60}{480}\right) = V_{\max}\sin(45°) = V_{\max}\times\frac{1}{\sqrt{2}}$$
$$V_{\max} = 8\sqrt{2}\times\sqrt{2} = 16\ \text{V}$$

2. (ب): 2.5

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(4.0)^2 + (1.0-4.0)^2} = 5.0\ \Omega$$
$$V_{\text{rms}} = I_{\text{rms}}Z = 2.0\times 5.0 = 10.0\ \text{V}$$
$$X_L{}' = 2\times X_L = 2\times 1.0 = 2.0\ \Omega$$
$$X_C{}' = \frac{1}{2}\times X_C = \frac{1}{2}\times 4.0 = 2.0\ \Omega$$
$$Z' = \sqrt{(4.0)^2} = 4.0\ \Omega$$
$$I_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{Z'} = \frac{10.0}{4.0} = 2.5\ \text{A}$$

3. (ج): **تزداد، تقل.** لأن إدخال قضيب حديدي في الملف يزيد محاثته، فتزداد المعاوقة المحثية ويقل التيار؛ فتقل إضاءة المصباح.

4. (أ): $\omega^2 LC$

$$\frac{X_L}{X_C} = \frac{\omega L}{1/(\omega C)} = (\omega L)(\omega C) = \omega^2 LC$$

5. (د): $i = 6\sin 25\pi t$

$$i = I_{\max}\sin\omega t = I_{\max}\sin(2\pi f t), \qquad f = \frac{1000}{80}$$
$$i = 6\sin(2\pi\times 12.5\ t) = 6\sin 25\pi t$$

قيد الإعداد والمراجعة

6. (أ): $\frac{1}{18}$ s

$$\Delta v = V_{\max} \sin \omega t \longrightarrow 0.5\, V_{\max} = V_{\max} \sin(3\pi t)$$

$$\sin(3\pi f t) = 0.5 \longrightarrow 3\pi t = 30° = \frac{\pi}{6} \longrightarrow t = \frac{1}{18}\ \text{s}$$

7. (أ): (أ): 5.0×10^2

$$Z = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}} = \frac{24}{2} = 12\ \Omega, \qquad X_L = \omega L = 400 \times 0.04 = 16\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(4.8)^2 + (X_L - X_C)^2} = 12\ \Omega$$

$$(X_L - X_C)^2 = 144 - 23 = 121$$

$$X_L - X_C = 11 \longrightarrow X_C = X_L - 11 = 16 - 11 = 5$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \longrightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{400 \times 5} = 500 \times 10^{-6}\ \text{F}$$

8. (ب): 14

$$V_{\text{rms}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{69}{\sqrt{2}} = 48.8\ \text{V}$$

$$R = \frac{V_{\text{rms}}}{I_{\text{rms}}} = \frac{49}{3.5} = 14\ \Omega$$

9. (ب): 9.90

$$I = \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{10.2 - 0.3}{1 \times 10^3} = \frac{9.9 \times 10^{-3}}{1} = 9.90 \times 10^{-3}\ \text{A}$$

10. (ج): 2

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \longrightarrow V_1 = \frac{V_2 N_1}{N_2} = \frac{3 \times 600}{200} = 9\ \text{V}$$

$$I_1 = \frac{P}{V_1} = \frac{18}{9} = 2\ \text{A}$$

11. (ب): التيار الكهربائي. لأن الجهد في الثانوي يكون أكبر منه في الابتدائي.

12. (ج): الدارتان في حالة رنين ويمر فيهما التيار الفعال نفسه.

$$X_{L1} = \omega L_1 = 10^7 \times 5 \times 10^{-6} = 50\ \Omega$$

$$X_{C1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{1}{10^7 \times 2 \times 10^{-9}} = 50\ \Omega$$

$$Z_1 = R = 10\ \Omega\ ,\ I_1 = \frac{V}{10}$$

$$X_{L2} = \omega L_2 = 10^7 \times 4 \times 10^{-6} = 40\ \Omega$$

$$X_{C1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{1}{10^7 \times 2.5 \times 10^{-9}} = 40\ \Omega$$

$$Z_2 = R = 10\ \Omega\ ,\ I_2 = \frac{V}{10}$$

13. (د): $\Delta v_{\mathrm{R}} = 311\sin(120\pi t)$

$$\bar{P} = \frac{(V_{\mathrm{rms}})^2}{R} \longrightarrow V_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\bar{P}R} = \sqrt{1210 \times 40} = 220\ \mathrm{V}$$

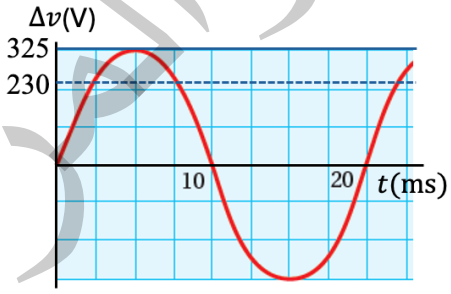
$$V_{\mathrm{max}} = \sqrt{2} \times V_{\mathrm{rms}} = \sqrt{2} \times 220 = 311\ \mathrm{V}$$

$$f = \frac{1}{T} = 60\ \mathrm{Hz}\ ,\qquad \omega = 2\pi f = 2\,\pi \times 60 = 120\,\pi$$

14. (أ): يزداد

عند عكس أقطاب البطارية، يتوقف التيار في المقاومة (15 Ω) ويمر في المقاومة (10 Ω)، فتقل المقاومة الكلية في الدارة من (20 Ω) لتصبح (15 Ω)، وبذلك يزداد التيار.

2. أمثل البيانات:



3. المعاوقة:

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 50 = 314\ \mathrm{rad/s}$$

$$X_{\mathrm{L}} = \omega L = 314 \times 200 \times 10^{-3} = 62.8\ \Omega$$

$$X_{\mathrm{C}} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{314 \times 26 \times 10^{-6}} = 122.5\ \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{50^2 + (62.8 - 122.5)^2} = 77.9\ \Omega$$

القيمة العظمى للتيار:

$$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{Z} = \frac{210}{77.9} = 2.7\ \text{A}$$

4. التردد الأدنى $(f_1 = 5.5 \times 10^5\ \text{Hz})$، والتردد الأعلى $(f_2 = 16.5 \times 10^5\ \text{Hz})$

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = 2 \times 3.14 \times 5.5 \times 10^5 = 3.45 \times 10^6\ \text{rad/s}$$

$$C_1 = \frac{1}{{\omega_1}^2 L} = \frac{1}{11.9 \times 10^{12} \times 2 \times 10^{-4}} = 4.2 \times 10^{-10}\ \text{F} = 420\ \text{pF}$$

$$\omega_2 = 2\pi f_2 = 2 \times 3.14 \times 16.5 \times 10^5 = 10.36 \times 10^6\ \text{rad/s}$$

$$C_2 = \frac{1}{{\omega_2}^2 L} = \frac{1}{107.3 \times 10^{12} \times 2 \times 10^{-4}} = 0.466 \times 10^{-10}\ \text{F} = 46.6\ \text{pF}$$

5.

أ. القيمة العظمى للتيار: $I_{max} = 15\ \text{A}$، القيمة الفعالة للتيار:

$$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{15}{\sqrt{2}} = 10.6\ \text{A}$$

ب. التردد الزاوي:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02} = 50\ \text{Hz}$$
$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 50 = 314\ \text{rad/s}$$

ج. القيمة الفعالة لفرق الجهد:

$$V_{rms} = I_{rms} \times R = 10.6 \times 40 = 424\ \text{V}$$

د. القدرة الكهربائية المستهلكة في المقاومة:

$$\bar{P} = {I_{rms}}^2 R = (10.6)^2 \times 40 = 4494\ \text{W}$$

6.

$$X_{\text{L}} = \omega L = 1400 \times 50 \times 10^{-3} = 70\ \Omega$$

$$X_{\text{C}} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{1400 \times 5.1 \times 10^{-6}} = 140\ \Omega$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{24^2 + (70 - 140)^2} = 74\ \Omega$$

$$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{Z} = \frac{178}{74} = 2.4\ \text{A}$$

$$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{2.4}{\sqrt{2}} = 1.7\ \text{A}$$

.7

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + (2 - 8)^2} = \sqrt{R^2 + 36}$$

$$\omega' = 4\omega \Rightarrow X_L{}' = 4X_L = 4 \times 2 = 8\ \Omega$$

$$X_C{}' = \frac{X_C}{4} = \frac{8}{4} = 2\ \Omega$$

$$Z' = \sqrt{R^2 + (X_L{}' - X_C{}')^2} = \sqrt{R^2 + (8 - 2)^2} = \sqrt{R^2 + 36} = Z$$

$$I_{rms}{}' = I_{rms} = 2\ \text{A}$$

8. (أ) بما أن الدارة في حالة رنين، نستخدم العلاقة الآتية:

$$C = \frac{1}{\omega^2 L} = \frac{1}{(5000)^2 \times 20 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-6}\ \text{F} = 2\ \mu\text{F}$$

(ب) المعاوقة الكلية:

$$X_L = \omega L = 5000 \times 20 \times 10^{-3} = 100\ \Omega$$

$$X_C = X_L = 100$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(150)^2 + (100 - 100)^2} = 150\ \Omega$$

(ج) التيار الفعال:

$$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{Z} = \frac{100}{150} = 0.67\ \text{A}$$

$$I_{\text{rms}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{0.67}{\sqrt{2}} = 0.47\ \text{A}$$

9. في دارة التيار المستمر فرق الجهد بين طرفي المقاومة يساوي القوة الدافعة للبطارية، أي إن:

$$V_2 = \varepsilon = 100\ \text{V}, \qquad I_2 = \frac{V_2}{R} = \frac{100}{R}$$

قيد الإعداد والمراجعة

في دارة التيار المتردد فرق الجهد بين طرفي المقاومة يساوي القيمة الفعالة لفرق جهد المصدر، أي إن:

$$V_1 = V_{\text{rms}} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7\ \text{V}, \qquad I_1 = \frac{V_1}{R} = \frac{70.7}{R}$$

ألاحظ أن قراءة $(V_2 > V_1)$، وقراءة $(I_2 > I_1)$.

10. أ. المقاومة (R_{12}) المكافئة للمقاومتين (R_1, R_2) تساوي $(\frac{R}{2})$:

$$V_{12} = V_1 = V_2 = I \times \frac{R}{2} = \frac{1}{2}\,IR$$

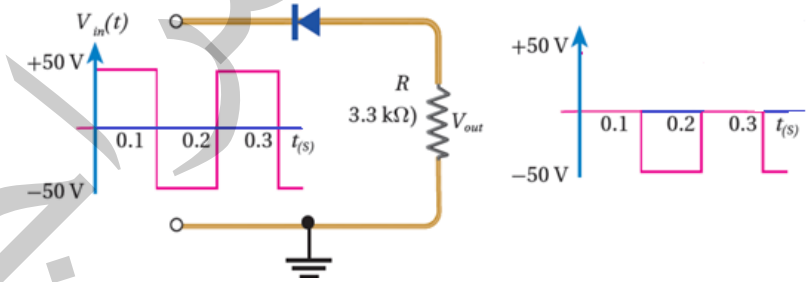
$$V_3 = IR$$

$$\frac{V_2}{V_3} = 0.5$$

(ب) عند عكس أقطاب البطارية، يصبح الثنائي في حالة انحياز عكسي، ويسري التيار نفسه في المقاومتين (R_2) و (R_3) ويكون جهداهما متساويين:

$$V_3 = V_2 \longrightarrow \frac{V_2}{V_3} = 1$$

11. أ. في الفترتين الزمنيتين $(0 - 0.1\ \text{s})$ و $(0.2 - 0.3\ \text{s})$ يكون الثنائي في حالة انحياز عكسي ولا يمرر الإشارة، وفي الفترة $(0.1 - 0.2\ \text{s})$ يكون الثنائي في حالة انحياز أمامي ويمرر الإشارة.



ب. يضيء المصباح مرة واحدة كل $(0.2\ \text{s})$، لذلك يضيء خمس مرات في الثانية الواحدة.

إجابات أسئلة تفكير في كتاب التجارب والأنشطة العملية/ الصفحات: 31- 29

1. الاختيار من متعدّد:

1. (د): 5

$$slope = \frac{(8-2)\times 10^3}{0.04-0.01} = \frac{6\times 10^3}{0.03} = 2\times 10^5$$

$$slope = \frac{X_C}{\frac{1}{\omega}} = \frac{\omega X_C}{1} = \frac{1}{C}$$

$$C = \frac{1}{slope} = \frac{1}{2\times 10^5} = 5\times 10^{-6}\ \mu F$$

2. (ج): 60.0

$$L = slope = \frac{\Delta X_L}{\Delta\omega} = \frac{(12-3)}{200-50} = 0.06\ H = 60.0\ mH$$

3. (ج): ω_3

التردد الطبيعي يحقق أعلى قيمة للتيار الفعال.

4. (ج): يمكن أن يضيء المصباح لفترة وجيزة؛ لحظة إغلاق المفتاح.

حيث إن هذه اللحظة فقط يحدث خلالها تغير في مقدار التيار، يولد تغيرًا في التدفق.

5. (أ): $500\ \pi$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4\times 10^{-3}} = 250\ Hz$$

$$\omega = 2\pi f = 2\times\pi\times 250 = 500\,\pi$$

6. (ب): 100

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7\ V$$

$$\bar{P} = \frac{(V_{rms})^2}{R} = \frac{4998}{50} = 100\ W$$

7. (أ): $(V_a < V_b)$ انحياز أمامي

خلال المدة الزمنية المذكورة يكون جهد (a) سالبًا، وجهد (b) صفرًا؛ لأنه موصول بالأرض، أي أن $(V_a < V_b)$.

8. (أ): (A) بلورة موجبة، (X) ذرة بورون.

وجود الفجوة حول ذرة (X) يؤكد أنها ثلاثية التكافؤ وأن البلورة (A) موجبة.

9. (ب): 3.0 (الثنائي في حالة انحياز عكسي، والتيار يسري في المقاومتين فقط).

قيد الإعداد والمراجعة

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} = \frac{9.0}{(1.0 + 2.0) \times 10^3} = 0.003 = 3 \text{ mA}$$

10. (أ): -2.5

$$V_a + V_D - IR = V_b$$
$$6.6 - 0.7 - (0.006 \times 1400) = V_b = -2.5 \text{ V}$$

11. ج 1.0

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(3.0)^2 + (6.0 - 2.0)^2}$$
$$Z = \sqrt{9 + 16} = 5\ \Omega\ , V_{\text{rms}} = IZ = 0.6 \times 5 = 3.0 \text{ V}$$
$$I' = \frac{V_{\text{rms}}}{Z'} = \frac{3.0}{3.0} = 1.0 \text{ A}$$

12. (ب): 240

$$V_2 = \frac{P_2}{I_2} = \frac{180}{15} = 12 \text{ V}$$
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow \frac{V_1}{12} = \frac{1200}{60} \rightarrow V_1 = \frac{12 \times 1200}{60} = 240 \text{ V}$$

2. القدرة الضائعة:

نحسب أولا مقاومة السلك الناقل للكهرباء

$$R = 0.2 \times 30 = 6\ \Omega$$

أ. القدرة الضائعة عند فرق جهد (80 kV)، نحسب التيار الذي يسري في السلك:

$$I = \frac{P}{\Delta V} = \frac{80 \times 10^6}{80 \times 10^3} = 1 \times 10^3 \text{ A}$$
$$\bar{P} = I^2 R = (1 \times 10^3)^2 \times 6 = 6 \times 10^6 \text{ W}$$

ب. القدرة الضائعة عند فرق جهد (250 kV)، نحسب التيار الذي يسري في السلك:

$$I = \frac{P}{\Delta V} = \frac{80 \times 10^6}{250 \times 10^3} = 3.2 \times 10^2 \text{ A}$$
$$\bar{P} = I^2 R = (3.2 \times 10^2)^2 \times 6 = 0.19 \times 10^6 \text{ W}$$

لنقل قدرة (80 MW) بفرق جهد (80 kV) تكون القدرة الضائعة (6 MW)، أي بنسبة فقد (7.50 %). بينما لنقل المقدار نفسه من القدرة بفرق جهد (250 kV) تكون القدرة الضائعة (0.19 MW) بنسبة فقد (0.24 %).

قيد الإعداد والمراجعة

3. .

$$i = I_{\max} \sin\omega t$$
$$\frac{60}{100} \times I_{\max} = I_{\max} \sin(2\pi f t)$$
$$0.6 = \sin(2\pi f t) \longrightarrow (2\pi f t) = 37° = 0.2\,\pi$$
$$f = \frac{0.2\,\pi}{2\,\pi t} = \frac{0.1}{7 \times 10^{-3}} = 143 \text{ Hz}$$

4. عندما بدّل أحمد المحث في جهاز المذياع تغيّرت المعاوقة المحثية لدارة الاستقبال، فتغيرت حالة الرنين، وبذلك أصبح عند اختياره للتردد (801 kHz) على اللوحة لا يحصل على تردد رنين يوافق تردد إذاعة المملكة الأردنية الهاشمية.

❖ الوحدة السابعة: الفيزياء الحديثة

الصفحة 99

أتأمَّل الصورة:

أهم الشروط الواجب توافرها في المناطق التي تبنى فيها محطات الطاقة الشمسية تشمل صفاء السماء وخلوها من الغيوم وسطوع الشمس فيها معظم أيام السنة. ويرتبط بهذه التكنولوجياعدة قوانين، مثل؛ قوانين الظاهرة الكهرضوئية وقوانين ميكانيكا الكم وأشباه الموصلات، والقوانين المتعلقة بنقل الطاقة الكهربائية.

الصفحة 101

تجربة استهلالية: العلاقة بين درجة حرارة الجسم الأسود والإشعاع الصادر عنه.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. يبدأ السلك بالتوهج باللون الأحمر ثم الأصفر ثم الأزرق، وإذا ارتفعت درجة حرارة السلك أكثر سيتوهج باللون الأبيض.

قيد الإعداد والمراجعة

2. تغير لون توهج السلك بسبب ارتفاع درجة حرارته مع مرور الزمن؛ فتغير ألوان الوهج الناتج يحدث من الأحمر إلى البنفسجي وفق ألوان الطيف المرئي مع ارتفاع درجة حرارة الجسم.

- **الدرس 1: الطبيعة الجسيمية للضوء**

الصفحة 104

أتحقق:

نجح نموذج رايلي –جينز في تفسير إشعاع الجسم الأسود في منطقة الأطوال الموجية الكبيرة فقط.

أفكّر:

يصدر عن السلك إشعاع يشبه إشعاع الجسم الأسود، حيث تزداد شدة الإشعاع الصادر عنه وتنزاح قمة منحنى الإشعاع نحو أطوال موجية أقصر مع استمرار التسخين. فيظهر السلك بداية باللون الأحمر ثم البرتقالي ثم الأصفر ثم الأزرق. وبزيادة درجة الحرارة تزداد نسبة الإشعاع في منطقة الضوء المرئي، وعندما تتوسط قمة المنحنى منطقة الضوء المرئي، يشع السلك ألوان الطيف المرئي بنسبة عالية فيظهر باللون الأبيض.

الصفحة 105

تمرين:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.0 \times 10^{8}}{700 \times 10^{-9}} = 4.29 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

$$E = h\,f = 6.63 \times 10^{-34} \times 4.29 \times 10^{14} = 2.84 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$E' = nE = 1.41 \times 10^{21} \times 2.84 \times 10^{-19} = 4.00 \times 10^{2}\ \text{J}$$

الصفحة 106

تجربة 1: الظاهرة الكهرضوئية.

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

قيد الإعداد والمراجعة

1. لم يحدث تغير على انفراج ورقتي الكشاف عند استخدام الضوء الأحمر. أستنتج عدم تحرر إلكترونات من قرص الكشاف.

2. قلّ انفراج ورقتي الكشاف عند استخدام الأشعة فوق البنفسجية.

3. تردد الضوء الأحمر $(4 \times 10^{14}\ \text{Hz} - 4.8 \times 10^{14}\ \text{Hz})$، وتردد الأشعة فوق البنفسجية $(7.5 \times 10^{14}\ \text{Hz} - 30 \times 10^{14}\ \text{Hz})$.

4. عند زيادة شدة الضوء الأحمر لم تتحرر إلكترونات من قرص الكشاف، ما يدل على أن تردد الضوء الأحمر غير مناسب.

5. بسبب تحرر إلكترونات من سطح الخارصين، ما يدل على أن الإلكترونات امتصت طاقة من الأشعة فوق البنفسجية.

الصفحة 107

أتحقق:

أ. الأنبوب المستخدم يكون مفرغًا من الهواء حتى لا تتصادم الإلكترونات الضوئية المتحررة من الباعث مع ذرات الهواء، فتفقد طاقتها الحركية.

ب. نستدل على وصول الإلكترونات المتحررة إلى الجامع من ظهور قراءة على الميكرو أميتر نتيجة مرور تيار كهرضوئي فيه.

الصفحة 108

أفكر:

أ. بزيادة شدة الضوء الساقط وبقاء تردده ثابتًا يزداد عدد الإلكترونات المتحررة، لكن الطاقة الحركية لها تبقى ثابتة.

ب. بزيادة تردد الضوء الساقط وثبات شدته، تزداد الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة، ويبقى عددها ثابتًا.

أتحقق:

قيد الإعداد والمراجعة

ترتكز الفيزياء الكلاسيكية على النموذج الموجي للضوء، الذي يفترض أن الاشعاع الصادر عن الجسم يكون على هيئة موجات ذات طاقة متصلة، ما أدى لعدم توافق تنبؤات الفيزياء الكلاسيكية حول الظاهرة الكهرضوئية مع النتائج التجريبية لهذه الظاهرة.

الصفحة 109

أتحقق:

افترض العالم أينشتين أن الضوء يتكون من جسيمات (فوتونات) وطاقة كل فوتون $(E = hf)$. وعندما تسقط الفوتونات على إلكترونات الفلز فإن الإلكترون الواحد منها إما أن يمتص طاقة الفوتون كاملة أو لا يمتصها نهائيا. وحتى يتمكن الفوتون من تحرير إلكترون من سطح الفلز يجب أن تكون طاقته مساوية لاقتران الشغل للفلز، أو أكبر منه.

الصفحة 110

أتحقق:

أ. يتكون الإشعاع حسب النموذج الجسيمي من فوتونات، وزيادة شدة الإشعاع تؤدي إلى زيادة عدد الفوتونات الساقطة على الباعث في الثانية الواحدة، فيزداد عدد الإلكترونات المتحرّرة في الثانية الواحدة، وهذا يعني زيادة التيار الكهرضوئي. أما الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات فتتناسب طرديًا مع تردد الإشعاع لا مع شدته؛ فلا تزداد الطاقة الحركية العظمى بزيادة شدّة الإشعاع.

ب. يفترض النموذج الجسيمي للضوء أن الطاقة مركزّة في الفوتون، وبمجرد امتصاص الإلكترون للفوتون، فإن الإلكترون يكتسب طاقة تُحرّره من الفلزّ، مهما كانت شدّة الإشعاع، شريطة أن يكون تردّده أكبر من تردّد العتبة للفلزّ، أو يساويه.

سؤال الشكل (7):

لأن انبعاث الإلكترونات لا يحدث إذا كان تردد الأشعة الساقطة على الفلز أقل من تردد العتبة. وبالتالي لا وجود لقيم طاقة حركية سالبة.

الصفحة 113

تمرين:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-9}} = 1.0 \times 10^{15}\ \text{Hz}$$

$$KE_{\max} = e\,V_s = 1.6 \times 10^{-19} \times 2.1 = 3.4 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$\phi = h f - KE_{\max}$$

$$= 6.63 \times 10^{-34} \times 1.0 \times 10^{15} - 3.4 \times 10^{-19}$$

$$= 3.2 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$f_0 = \frac{\phi}{h} = \frac{3.2 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 4.9 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

الصفحة 114

أتحقق:

الطول الموجي للأشعة المشتّتة أكبر منه للساقطة، وتردد المشتتة أقل منه للساقطة، بينما سرعة موجات الأشعة الكهرمغناطيسية ثابتة.

الصفحة 116

تمرين:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{3.0 \times 10^{-19}}{3 \times 10^{8}} = 1.0 \times 10^{-27}\ \text{kg m/s}$$

$$p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 5.4 \times 10^{15}}{3 \times 10^{8}} = \frac{3.5 \times 10^{-18}}{3 \times 10^{8}}$$

$$= 1.2 \times 10^{-26}\ \text{kg m/s}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{2.00 \times 10^{-9}} = 33.2 \times 10^{-26}\ \text{kg m/s}$$

مراجعة الدرس 1

الصفحة 117

1. الجسم الأسود: جسم مثالي يمتص جميع الأطوال الموجية للأشعة الكهرمغناطيسية ويشعها، ويعتمد انبعاث الأشعة منه على درجة حرارته فقط.

قيد الإعداد والمراجعة

الظاهرة الكهرضوئية: انبعاث إلكترونات من سطح فلز عند سقوط إشعاع كهرمغناطيسي بتردد مناسب عليه.

اقتران الشغل للفلز: أقل طاقة للأشعة الكهرمغناطيسية تكفي لتحرير إلكترونات من سطح الفلز دون إكسابها طاقة حركية.

تردد العتبة: أقل تردد يتطلبه تحرير إلكترونات ضوئية من سطح فلز دون إكسابها طاقة حركية.

.2

$$E_e = E_\mathrm{i} - E_\mathrm{f} = p_\mathrm{i}\,c - p_\mathrm{f}\,c = (p_\mathrm{i} - p_\mathrm{f})c$$

$$E_e = (4.3 \times 10^{-23} - 3.2 \times 10^{-23}) \times 3 \times 10^{8}$$

$$= 3.3 \times 10^{-15}\mathrm{J} = 3.3 \times 10^{-15}\mathrm{J}\,\frac{1\ \mathrm{eV}}{1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}} = 20.6\ \mathrm{keV}$$

.3

أ. اقتران الشغل للفلز:

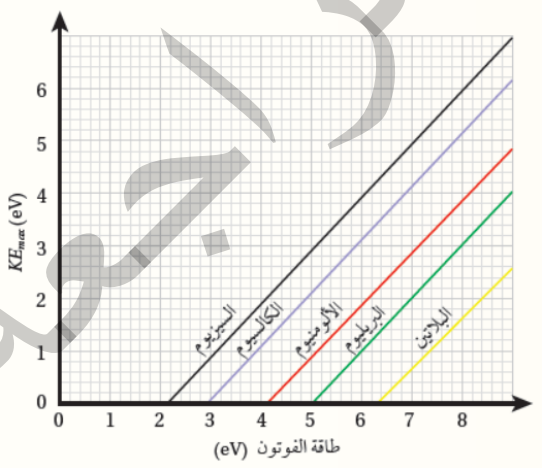
$$\phi = h\,f_0 = 6.63 \times 10^{-34} \times 5.0 \times 10^{14} = 3.3 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

ب. الطاقة الحركيّة العظمى للإلكترونات المتحرّرة:

$$KE_{\max} = h\,f - \phi = h\frac{c}{\lambda} - \phi$$

$$= 6.63 \times 10^{-34}\,\frac{3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-9}} - 3.3 \times 10^{-19} = 3.3 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

.4



أ. حسب العلاقة:

$$KE_{\max} = h\,f - \phi$$

حيث $(h\,f)$ طاقة الفوتون، فإن ميل الخط يجب أن يساوي (1) لجميع الخطوط.

ب. تردد الضوء يساوي تردد العتبة عندما تكون طاقة الفوتون مساوية لاقتران الشغل أي عندما:

$$KE_{\max} = 0$$

ومن الشكل نجد:

$$f_{0(\text{السيزيوم})} < f_{0(\text{الكالسيوم})} < f_{0(\text{الألمنيوم})} < f_{0(\text{البريليوم})} < f_{0(\text{البلاتين})}$$

جـ. $KE_{\max} = hf - \phi = 10.0 - 5 = 5 \text{ eV}$

د. نجد أولاً طاقة الفوتون:

$$hf = h\frac{c}{\lambda} = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{350 \times 10^{-9}} = 5.7 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 5.7 \times 10^{-19} \text{ J} \times \frac{1 \text{ eV}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ J}} = 3.6 \text{ eV}$$

5.

$$KE_{\max} = hf - \phi = h\frac{c}{\lambda} - \phi$$

$$KE_{\max} = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{80 \times 10^{-9}} \times \frac{1}{1.6 \times 10^{-19}} - 5.1$$

$$KE_{\max} = 15.5 - 5.1 = 10.4 \text{ eV}$$

6. يفترض النموذج الموجي للضوء أن طاقة الضوء تعتمد على شدته، وأن الأجسام تمتص الطاقة من الضوء بشكل متصل، فلو كانت هذه الفرضية صحيحة لزادت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات بزيادة شدة الضوء الساقط على الفلز، وهو ما تعارض مع النتائج التجريبية للظاهرة الكهرضوئية.

7.

1. (ب): الترددات الصغيرة.

2. (ب): 2.27×10^{30}

$$E = nhf$$

$$150 \times 10^3 = n \times 6.63 \times 10^{-34} \times 99.7 \times 10^6$$

$$n = \frac{150 \times 10^3}{6.63 \times 10^{-34} \times 99.7 \times 10^6} = 2.27 \times 10^{30} \text{ photon}$$

3. (د): 1.3×10^{15}

نحسب تردد العتبة للفلز الذي له أكبر اقتران شغل:

$$E = \phi = 1.6 \times 10^{-19} \times 5.0 = 8.0 \times 10^{-19} \text{ J}$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$f = \frac{E}{h} = \frac{8.0 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.3 \times 10^{15}$$

4. (ج): عددها أقل، وطاقتها الحركية العظمى أكبر.

5. (أ): $c(p_i - p_f)$

$$E_e = E_i - E_f = cp_i - cp_f = c(p_i - p_f)$$

- **الدرس 2: التركيب الذرّي**

الصفحة 120

أتحقق:

المدارات المسموح للإلكترون أن يوجد فيها، هي تلك المدارات التي يكون فيها مقدار زخمه الزاويّ (L) يساوي عددًا صحيحًا من مضاعفات $(\hbar)$، حيث$(\hbar = \frac{h}{2\pi})$

الصفحة 121

سؤال الشكل (11):

أصغر قيمة للطاقة يمكن أن يمتصها إلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الاستقرار $(n = 1)$ هي الطاقة التي تنقله إلى المستوى $(n = 2)$ وتساوي $(10.2\ \text{eV})$.

أفكر:

يمتص الإلكترون جميع طاقة الفوتون ويتحرر من الذرة، ويتحول ما يزيد من طاقة الفوتون عن طاقة التأيّن إلى طاقة حركية يمتلكها الإلكترون.

أتحققُ:

طاقة التأين: أقل طاقة لازمة لتحرير الإلكترون من الذرة دون إكسابه طاقة حركية.

الصفحة 122

تمرين:

$$|\Delta E| = hf = \frac{4.08 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.55\ \text{eV}$$

ولأن الإلكترون فقد طاقة فإن:

$$\Delta E = -2.55\ \text{eV}$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$-2.55 = E_f - E_i = \frac{-13.6}{2^2} - \frac{-13.6}{n_i^2} = -3.4 + \frac{13.6}{n_i^2}$$

$$\frac{13.6}{n_i^2} = 0.85 \text{ eV} \implies n_i = 4$$

الصفحة 124

أتحققُ:

تظهر في طيف ضوء الشمس ألوان الطيف المرئي جميعها؛ فهو طيف متصل. عند عبور ضوء الشمس خلال غاز عنصر ما، فإن ذرات هذا العنصر تمتص بعض الألوان من ضوء الشمس، فيظهر ذلك على شكل خطوط معتمة في الطيف المرئي المتصل، وهذا يسمى (طيف الامتصاص الخطي للعنصر).

الصفحة 125

أفكر:

لا يمكن تفسير الأطياف الذرية باستخدام مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية، لأن هذه المفاهيم تفترض أن الذرة تستطيع أن تشع الضوء أو تمتصه بأي تردد، وبالتالي فالطيف المتوقع من الذرات حسب مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية، يجب أن يكون طيفاً متصلاً، وهذا يخالف النتائج التجريبية.

أتحقق:

نجح نموذج بور في التنبؤ بالأطوال الموجية لطيف ذرة الهيدروجين، والأيونات ذات الإلكترون الواحد. وفشل في تفسير الأطياف الذرية للذرات عديدة الإلكترونات.

الصفحة 126

تمرينٌ:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right| = 1.097 \times 10^7 \left| \frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right|$$

$$\frac{1}{\lambda} = 10.28 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$$\lambda = 9.73 \times 10^{-8} \text{m} = 97.3 \text{ nm}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{9.73 \times 10^{-8}} = 3.08 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E = h f = 6.63 \times 10^{-34} \times 3.08 \times 10^{15} = 2.05 \times 10^{-18} \text{J} = 12.8 \text{ eV}$$

$$p = \frac{E}{c} = \frac{2.05 \times 10^{-18}}{3 \times 10^8} = 6.82 \times 10^{-27} \text{ kg m/s}$$

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 127

أتحقق:

للأجسام المادية طبيعة موجية–جسيمية مزدوجة، ويعطى الطول الموجي للجسيم بالعلاقة الآتية:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

الصفحة 129

تمرينٌ:

1.

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{2.24 \times 10^{-10}} = 2.96 \times 10^{-24}\ \text{kg m/s}$$

$$v = \frac{p}{m} = \frac{2.96 \times 10^{-24}}{9.11 \times 10^{-31}} = 3.25 \times 10^{6}\ \text{m/s}$$

$$KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = e\,\Delta V$$

$$\frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31} \times (3.25 \times 10^{6})^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times \Delta V$$

$$\Delta V = 30.1\ \text{V}$$

2.

أ.

$$\lambda = \frac{h}{m\,v} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{60 \times 10^{-3} \times 25} = \ 4.42 \times 10^{-34}\ \text{m}$$

ب. إن طول موجة دي بروي (λ) المصاحبة للكرة أصغر بكثير من قطر كرة التنس، وهذا يفسر صعوبة تصميم تجربة للكشف عن الأطوال الموجية المصاحبة للأجسام الجاهرية.

الصفحة 130

مراجعة الدرس 2

1. الفكرة الرئيسة:

وحدة الإعداد والمراجعة

طيف الامتصاص الخطي: الأطوال الموجية التي تمتصها غازات العناصر وتظهر على شكل خطوط معتمة منفصلة على خلفية مضيئة.

طيف الانبعاث الخطي: الأطوال الموجية التي تشعها ذرات العناصر المثارة وتظهر على شكل خطوط مضيئة منفصلة على خلفية سوداء.

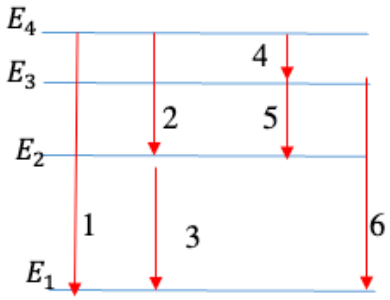
2. أصنف:

الكميات المرتبطة بالطبيعة الموجية: الطول الموجي، التردد.

الكميات المرتبطة بالطبيعة الجسيمية: الزخم الخطي.

فيما يخص الطاقة، فالجسيمات والموجات كلاهما يحمل طاقة.

3. الإجابة كما هي موضحة في الشكل المجاور.



4. (أ)

يمكن أن يمتص فوتون لنقله إلى مستوى الطاقة الثاني:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -3.4 - (-13.6)$$

$$\Delta E = 10.2 \text{ eV}$$

أو لنقله إلى مستوى الطاقة الثالث:

$$\Delta E = E_3 - E_1 = -1.5 - (-13.6) = 12.1 \text{ eV}$$

أو لنقله إلى مستوى الطاقة الرابع:

$$\Delta E = E_4 - E_1 = -0.85 - (-13.6) = 12.75 \text{ eV}$$

(ب)

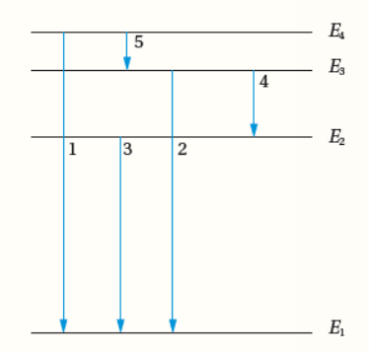
$$\frac{1}{\lambda} = R_h \left| \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right|$$

$$\frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left| \frac{1}{3^2} - \frac{1}{1^2} \right| = 1.097 \times 10^7 \left| \frac{-8}{9} \right| = 9.751 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$$

$\lambda = 103$ nm

(ج) وفق الفرع (أ)، إذا امتص الإلكترون فوتونًا طاقته (12.75 eV) فإنه ينتقل إلى المستوى الرابع $(n = 4)$.

5. أستنتج:



أ. انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الثالث ينتج عنه انبعاث فوتون بأكبر طول موجي (الانتقال 5)

ب. انتقال الإلكترون من مستوى الطاقة الرابع إلى مستوى الطاقة الأول ينتج عنه انبعاث فوتون بأكبر طاقة (الانتقال 1).

ج. أقل تردد يكافئ أكبر طول موجي، وهو الانتقال (5).

6.

$$KE = 10 \text{ MeV} = 10 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-12} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} KE} = \sqrt{\frac{2}{1.67 \times 10^{-27}} 1.6 \times 10^{-12}} = 4.4 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.67 \times 10^{-27} \times 4.4 \times 10^7} = 9.0 \times 10^{-15} \text{ m}$$

7.

1. (ب): يمتص الفوتون وينتقل إلى مستوى الطاقة الثالث.

$$E_3 - E_1 = -1.5 - (-13.6) = 12.1 \text{ eV}$$

2. (د): الثاني والرابع.

$$\Delta E = E_3 - E_1 = hf = 6.62 \times 10^{-34} \times 6.15 \times 10^{14} = 4.1 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\Delta E = \frac{4.1 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.55 \text{ eV}, \quad 2.55 = -0.85 - (-3.4) \text{ eV}$$

3. (أ): $\frac{h}{\pi}$

قيد الإعداد والمراجعة

$$L_n = \frac{nh}{2\pi}, \qquad L_2 = \frac{2h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$$

4. (د): $4\hbar$

$$E = \frac{20.4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 12.75 \text{ eV}, n = 4 \longrightarrow L = 4\hbar$$

5. (أ): أكبر من طول موجة دي بروي للبروتون؛ لأن كتلة الإلكترون أقل.

الصفحات 133 – 136

مراجعة الوحدة السابعة

1.

1. (ج): أكبر ما يمكن في منطقة الأطوال الموجية للضوء المرئي.
2. (ج): يستغرق تحرر الإلكترونات بعض الوقت حتى تتمكن من اكتساب الطاقة اللازمة للتحرّر.
3. (أ): $\frac{1}{c}$

$$p = \frac{E}{c}, \qquad \frac{p}{E} = \frac{E}{c} \div E = \frac{E}{c} \times \frac{1}{E} = \frac{1}{c}$$

4. (أ): تقلّ إلى النصف وكذلك زخمه الخطي.

حيث يتناسب كل من الطاقة والزخم الخطي عكسيًا مع الطول الموجي.

5. (ب): $\frac{E}{c}$

$$E = hf, and: p = \frac{h}{\lambda} = \frac{hf}{c} = \frac{E}{c}$$

6. (ج): 5.0

$$E = \frac{hf}{e} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 1.2 \times 10^{15}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.0 \text{ eV}$$

7. (د): $2\hbar$

$$L_n = \frac{nh}{2\pi} = n\hbar, \quad L_4 = 4\hbar, \quad L_2 = 2\hbar, \qquad \Delta L = 4\hbar - 2\hbar = 2\hbar$$

8. (ب): $\frac{4}{R_H}$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{{n_f}^2} - \frac{1}{{n_i}^2} \right| = R_H \left| \frac{1}{\infty} - \frac{1}{4} \right|$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$\lambda = \frac{4}{R_H}$$

9. (أ): عمق الإلكترونين في الفلز.

10. (ج): $\frac{h}{e}$

$$slope = \frac{V_s}{f} = \frac{E/e}{f} = h \times \frac{1}{e} = \frac{h}{e}$$

11. (أ): 1.0×10^{8}

طاقة الفوتون الواحد أكبر من اقتران الشغل للفلز، وكل فوتون يحرر إلكترون

12. (د): 4.32×10^{-19}

$$KE_{max} = (6.0 - 3.3) \times 1.6 \times 10^{-19} = 4.32 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

13. (ب): $2.05 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$

$$\hbar = 1.05 \times 10^{-34}\ \text{J.s}, \qquad \frac{2.05}{1.05} = 1.95 \neq n$$

14. (ب): $\frac{h}{\sqrt{2e\Delta Vm}}$

$$KE = e\Delta V \ \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = e\Delta V \ \rightarrow v^2 = \frac{2e\Delta V}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2e\Delta V}{m}}\ , \quad \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m}\sqrt{\frac{m}{2e\Delta V}} = \frac{h}{\sqrt{2e\Delta Vm}}$$

15. (أ): $\lambda < 121$

$$E_{3\to1} = E_{3\to2} + E_{2\to1} \ \rightarrow \frac{hc}{\lambda_{3\to1}} = \frac{hc}{\lambda_{3\to2}} + \frac{hc}{\lambda_{2\to1}}$$

$$\frac{1}{\lambda_{3\to1}} = \frac{1}{\lambda_{3\to2}} + \frac{1}{\lambda_{2\to1}} \ \rightarrow \frac{1}{\lambda_{3\to1}} = \frac{1}{656.2} + \frac{1}{121} = \frac{1}{102}$$

2. لأن الأجسام في درجة حرارة الغرفة فهي تشع أشعة كهرمغناطيسية ذات أطوال موجية كبيرة في منطقة الأشعة تحت الحمراء التي لا تستطيع العين البشرية رؤيتها.

3.

أ. $f_0 = \frac{\phi}{h} = \frac{2.2\times1.6\times10^{-19}}{6.63\times10^{-34}} = 5.3 \times 10^{14}\ \text{Hz}$

قيد الإعداد والمراجعة

ب. $KE_{\max} = hf - \phi = h\frac{c}{\lambda} - \phi$

$$KE_{\max} = \left(6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^{8}}{300 \times 10^{-9}}\right) - 2.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 3.1 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

4.

أ. الإلكترون لا يمتص الفوتون؛ لأن طاقة الفوتون الساقط غير كافية لنقل الإلكترون إلى أيٍّ من مستويات الطاقة. فأقل طاقة يمكن أن يمتصها الإلكترون تساوي (10.2 eV) لنقله من مستوى الاستقرار إلى مستوى الطاقة الثاني.

ب. الإلكترون يمتص الفوتون وينتقل الى مستوى الطاقة الثالث.

ج. الإلكترون يمتص الفوتون؛ إذ يُستهلك (13.6 eV) من الطاقة ليتحرر من الذرة، وما يزيد عن ذلك (6.4 eV) يشكل طاقة حركية للإلكترون.

3.

يمكن أن ينتقل إلى مستوى الطاقة الأول فيكون فرق الطاقة

$$\Delta E = E_1 - E_3 = -13.6 - (-1.5) = -12.1\ \text{eV}$$

أو يمكن أن ينتقل إلى مستوى الطاقة الثاني

$$\Delta E = E_2 - E_3 = -3.4 - (-1.5) = -1.9\ \text{eV}$$

ثم من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى الطاقة الأول

$$\Delta E = E_1 - E_2 - 13.6 - (-3.4) = -10.2\ \text{eV}$$

والإشارة السالبة تعني أن الإلكترون فقد طاقة.

4.

أ. أعلى طاقة فوتون يمكن أن ينبعث عندما ينتقل الإلكترون من مستوى الطاقة $(n = 4)$ إلى مستوى الاستقرار $(n = 1)$ حيث تساوي:

$$\Delta E = |-10.38 - (-4.95)| = 5.43\ \text{eV}$$

ب. أقل طاقة فوتون يمكن أن ينبعث عندما ينتقل الإلكترون من مستوى الطاقة $(n = 3)$ إلى مستوى الطاقة $(n = 2)$، وتساوي:

$$\Delta E = |-5.74 - (-5.52)| = 0.22\ \text{eV}$$

7. طاقة الفوتون:

قيد الإعداد والمراجعة

$$E = h\,f = 6.63 \times 10^{-34} \times 6.15 \times 10^{14} = 4.08 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

للتحويل إلى وحدة (eV):

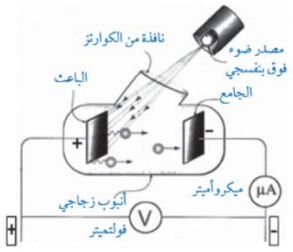
$$E = \frac{4.08 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.55\ \text{eV}$$

وهذا المقدار يساوي الفرق في الطاقة بين مستويي الطاقة الرابع والثاني، ما يعني أن الإلكترون انتقل من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى الطاقة الرابع.

.8

أ: تقلّ قراءة الأميتر بزيادة فرق الجهد، فالجهد السالب للجامع يؤثر بقوة تنافر في الإلكترونات ويعيق وصولها للجامع، ولا يصله إلاّ الإلكترونات التي تمتلك طاقة حركية تكفي للتغلب على قوة التنافر الكهربائي. وبزيادة فرق الجهد تزداد سالبيّة الجامع، ما يزيد من قوة تنافر الإلكترونات مع الجامع، فيقل عدد الإلكترونات الذي يستطيع الوصول للجامع، ويقل التيار، وتقل بذلك قراءة الأميتر.

ب. يُسمّى فرق جهد الإيقاف.



ج. تبقى قراءة الأميتر صفراً، حيث إن زيادة شدة الضوء لا تؤدي لزيادة الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة.

د. لا تبقى قراءة الأميتر صفراً، أي أن تياراً قد نشأ؛ ما يعني أن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات قد زادت وتغلبت على قوة التنافر الكهربائي مع الجامع، حيث تعتمد طاقة الضوء على تردّده.

هـ. تتنبأ الفيزياء الكلاسيكية بأن زيادة شدة الضوء تزيد طاقته، وبذلك تزداد قراءة الأميتر عن الصفر عند زيادة شدة الضوء في الفرع (ج). كما تتنبأ الفيزياء الكلاسيكية بأن تبقى قراءة الأميتر صفرًا عند زيادة تردد الضوء، في الفرع (د).

و. أحسب تردد العتبة لمادة الباعث:

$$\phi = h\,f - KE_{\max}$$

$$h\,f_0 = h\,f - e\,V_s$$

$$f_0 = \frac{h\,f - eV_s}{h}$$

$$f_0 = f - \frac{e\,V_s}{h} = 8.0 \times 10^{14} - \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 2}{6.63 \times 10^{-34}} = 3.2 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

قيد الإعداد والمراجعة

9.

سبب ظهور هذه الخطوط هو امتصاص الإلكترونات في ذرة الهيليوم فوتونات طاقتها تساوي فرق الطاقة بين مستويات طاقة في ذرة الهيليوم. لحساب الطاقة:

$$E = h\,f = h\frac{c}{\lambda} = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^{8}}{686.7 \times 10^{-9}} = 2.89 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$E = \frac{2.89 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.81\ \text{eV}$$

10.

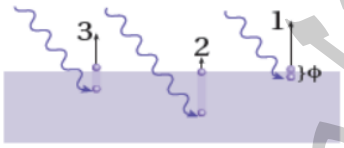
أ. اقتران الشغل للفلز:

$$\phi = h\,f_o = h\frac{c}{\lambda_0} = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^{8}}{682 \times 10^{-9}} = 2.9 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

ب. فرق جهد القطع (الإيقاف):

$$KE_{\max} = e\,V_s \quad \Rightarrow \quad V_s = \frac{2\ \text{eV}}{e} = 2\ \text{V}$$

11.



أ. افترض أن الضوء يتكون من كمات منفصلة من الطاقة (فوتونات)، تتناسب طاقة الفوتون الواحد منها طردياً مع تردده.

ب. ترتبط شدّة الضوء بعدد الفوتونات الساقطة على الفلز في وحدة الزمن، وبما أن الفوتون الواحد يعطي طاقته جميعها لإلكترون واحد فقط، فإن عدد الإلكترونات المتحررة في وحدة الزمن يزداد بزيادة شدة الضوء الساقط.

ج. $KE_1 > KE_3 > KE_2$ (بافتراض ان الفوتونات جميعها أخذت مقدار الطاقة نفسه)

د. تتفاوت الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة، وذلك حسب طاقة ربط الإلكترون وعمق موقعه تحت سطح الفلز، فالإلكترونات ذات طاقة الربط الأصغر والأقرب لسطح الفلز تتحرر بطاقة حركية أكبر.

12.

أ. توازي الخطوط الثلاثة يعني رياضياً أنّ ميلها متساوٍ. وباستخدام العلاقة $KE_{\max} = h\,f - \phi$ فإن ميل كل من الخطوط الثلاث يساوي ثابت بلانك (h).

قيد الإعداد والمراجعة

ب.

$$h = \frac{\Delta KE_{\max}}{\Delta f} = \frac{2 - 0}{11 \times 10^{14} - 5.8 \times 10^{14}} = 3.85 \times 10^{-15}\ \text{eV.s}$$

$$= 3.85 \times 10^{-15} \times 1.6 \times 10^{-19} = 6.16 \times 10^{-34}\ \text{J.s}$$

القيمة المحسوبة لثابت بلانك (h) تختلف قليلا عن القيمة التجريبية، نظرا لأخطاء تجريبية.

ج.

$$\phi = h f_0 = 6.16 \times 10^{-34} \times 5.8 \times 10^{14} = 3.6 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

د. تتحرر إلكترونات من الفلز (A) والفلز (B)، وتكون الطاقة الحركية العظمى أكبر للإلكترونات المتحررة من الفلز (A).

هـ. $\phi(\text{A}) < \phi(\text{B}) < \phi(\text{C})$

13.

أ. الزخم الخطيّ للفوتون قبل التصادم.

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{60 \times 10^{-9}} = 1.11 \times 10^{-26}\ \text{kg m/s}$$

ب. الطاقة التي اكتسبها الإلكترون في أثناء عملية التصادم.

$$E_e = E_\text{i} - E_\text{f} = p_\text{i}\, c - p_\text{f} c = \left(\frac{h}{\lambda_\text{i}} - \frac{h}{\lambda_\text{f}}\right) c = \left(\frac{1}{\lambda_\text{i}} - \frac{1}{\lambda_\text{f}}\right) h\, c$$

$$= \left(\frac{1}{60 \times 10^{-9}} - \frac{1}{80 \times 10^{-9}}\right) \times 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}$$

$$= 8.3 \times 10^{-19}\ \text{J} = 5.2\ \text{eV}$$

14.

$$\Phi_X > \Phi_Y$$

$$hf_1 - KE_{\max} > hf_2 - KE_{\max}$$

بطرح $(KE_{\max})$ من الطرفين لأنها متساوية

$$hf_1 > hf_2$$

وبالقسمة على (h)

$$f_1 > f_2$$

قيد الإعداد والمراجعة

بما أن الطاقة الحركية العظمى متساوية في كلا الحالتين، فإن الفلز الذي له اقتران شغل أكبر سقط عليه ضوء بتردد أكبر.

إجابات أسئلة تفكير في كتاب التجارب والأنشطة العملية/ الصفحات: 40 -37

1. الاختيار من متعدّد:

1. (ج): أحمر ثم أصفر ثم أزرق ثم أبيض.
2. (ب): لا تنبعث إلكترونات من سطح الخارصين.

زيادة شدة الضوء تزيد عدد الفوتونات ولا تزيد طاقة الفوتون.

3. (أ): الأشعة تحت الحمراء.
4. (أ): أكبر منها للفلز (Y)؛ لأن اقتران الشغل للفلز (Y) أكبر.
5. (د): 1.6×10^{-19} J

$$0.5 \times 1.6 \times 10^{-19} = 0.8 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$0.8 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.28 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$1.28 \times 10^{-19} = 1.2(hf_1) - \Phi \ldots\ldots (1)$$
$$0.8 \times 10^{-19} = (hf_1) - \Phi$$
$$0.96 \times 10^{-19} = 1.2(hf_1) - 1.2\,\Phi \ldots (2)$$

من المعادلتين (1) و (2):

$$0.32 \times 10^{-19} = -0.2\,\Phi$$
$$\Phi = -1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

6. (ج): 5.0

$$E = \frac{hf}{1.6 \times 10^{-19}} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 1.2 \times 10^{15}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.0 \text{ eV}$$

7. (د): 6.9×10^{-19} J

$$KE = eV = 1.6 \times 10^{-19} \times 4.2 = 6.72 \times 10^{-19} \text{ J}$$
$$6.9 \times 10^{-19} \text{ J} > 6.72 \times 10^{-19} \text{ J}$$

قيد الإعداد والمراجعة

8. (ب): 1.5

$$\Phi = 2.4 \times 10^{-19}\ \text{J}$$
$$\Phi = \frac{2.4 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.5\ \text{eV}$$

9. (د): 1.0

$$f = 6.0 \times 10^{14}\ \text{Hz} \implies KE_{\max} = 1.6 \times 10^{-19}\ \text{J}$$
$$V_s = \frac{KE_{\max}}{e} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.0\ \text{V}$$

10. (ج): 1.32×10^{19} Hz

$$E = 68.0 - 13.3 = 54.7\ \text{keV}$$
$$f = \frac{E}{h} = \frac{54700 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}} = 1.32 \times 10^{19}\ \text{Hz}$$

11. (أ): $\frac{h}{2\pi}$

$$L_n = \frac{nh}{2\pi} \rightarrow L_4 = \frac{4h}{2\pi}, \quad L_3 = \frac{3h}{2\pi}$$
$$\Delta L = \frac{4h}{2\pi} - \frac{3h}{2\pi} = \frac{h}{2\pi}$$

12. (ب): من المستوى الثالث إلى الثاني.

$$E = \frac{3.04 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.9\ \text{eV}$$
$$|-3.4 - (-1.5)| = 1.9\ \text{eV}$$

13. (د): D

$$\frac{1}{\lambda} = R_{\text{H}} \left| \frac{1}{{n_{\text{f}}}^2} - \frac{1}{{n_{\text{i}}}^2} \right| = 1.097 \times 10^7 \times \left| \frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right| = 1.524 \times 10^6$$
$$\lambda = 6.562 \times 10^{-7}\ \text{m} = 656.2\ \text{nm}$$

14. (أ): A؛ هو الخط الطيفي الناتج عن الإشعاع الأقصر طولًا موجيًا؛ فالطاقة تتناسب عكسيًا مع الطول الموجي.

قيد الإعداد والمراجعة

15. (ج): 0.02

$$KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

$$\frac{1}{2} \times 9.11 \times 10^{-31} \times v^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 5.0 \times 10^3$$

$$v^2 = \frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 5.0 \times 10^3}{9.11 \times 10^{-31}} = 1.756 \times 10^{15}$$

$$v = 4.2 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31} \times 4.2 \times 10^7} = 0.02 \text{ nm}$$

2. طاقة الفوتون الواحد

$$E = h f = 6.63 \times 10^{-34} \times 99.7 \times 10^6 = 6.61 \times 10^{-26} \text{ J}$$

أجد عدد الفوتونات في الثانية الواحدة من قسمة الطاقة المنبعثة في الثانية الواحدة على طاقة الفوتون الواحد:

$$n = \frac{130 \times 10^3}{6.61 \times 10^{-26}} = 2.0 \times 10^{30} \text{ photon}$$

3.

$$KE_{\max} = hf - \phi$$

$$\phi = h\frac{c}{\lambda} - e\,V_s$$

$$\phi = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3.0 \times 10^8}{546.1 \times 10^{-9}} - 1.6 \times 10^{-19} \times 0.376 = 3.04 \times 10^{-19} \text{ J}$$

وفي الحالة الثانية:

$$eV_s = h\frac{c}{\lambda} - \phi$$

$$eV_s = 6.63 \times 10^{-34} \frac{3.0 \times 10^8}{587.1 \times 10^{-9}} - 3.04 \times 10^{-19} = 3.48 \times 10^{-20}$$

$$V_s = \frac{3.48 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 0.22 \text{ V}$$

قيد الإعداد والمراجعة

الوحدة الثامنة: الفيزياء النووية

الصفحة 137

أتأمَّل الصورة:

أهم الشروط الواجب توافرها في المناطق التي تُبنى فيها المفاعلات النووية، بعدها عن المناطق المأهولة بالسكان، وبناؤها في مناطق تتوافر فيها كميات كبيرة من المياه؛ لتبريد المفاعل، وبعدها عن المناطق الزلزالية. وترتبط هذه التكنولوجيا بقوانين الفيزياء النووية، والقوانين المتعلقة بنقل الطاقة الكهربائية.

الصفحة 139

تجربة استهلالية: نمذجة التفاعل المتسلسل

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

1. المتوسط الزمني لسقوط القطع جميعها في النموذج الأول أقل.
2. كمية الطاقة الناتجة في وحدة الزمن في النموذج الأول أكبر.
3. معدل سقوط قطع الدومينو (انشطار النوى) في النموذج الثاني أقل، لذلك فمن الأسهل السيطرة عليه مقارنة بالنموذج الأول.

الصفحة 140

أتحقق:

العدد الكتلي: مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في النواة.

العدد الذري: عدد البروتونات في النواة.

الصفحة 141

أفكر:

تختلف النظائر عن بعضها في الخصائص الفيزيائية، ولها نفس الخصائص الكيميائية.

أتحقق:

تبقى كثافة النواة ثابتة لأنها لا تعتمد على العدد الكتلي للنواة.

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 143

أتحقق:

لا يوجد نواة مستقرة تحتوي على بروتونات فقط؛ لأن قوة التنافر الكهربائية بين البروتونات ستؤدي إلى عدم استقرار النواة، أما النيوترونات فهي متعادلة كهربائيا، فتسهم في زيادة قوة التجاذب النووية، ما يؤدي إلى استقرار النواة.

أفكر:

النيوكليونات الموجودة داخل النواة تتأثر بقوة نووية أكبر من تلك الموجودة على سطح النواة، لأن النيوكليون الموجود داخل النواة محاط بنيوكليونات من جميع الجوانب، لذلك يتأثر بقوة نووية أكبر من ذلك الموجود على سطح النواة.

الصفحة 144

أتحقق:

النوى المستقرة التي عددها الذري $(Z \leq 20)$ تكون نسبة $(\frac{N}{Z})$ لها قريبة من (1). أما النوى المستقرة التي عددها الذري $(20 < Z \leq 82)$ فإن نسبة $(\frac{N}{Z})$ لها أكبر من (1)، وتزداد هذه النسبة بزيادة العدد الذري.

الصفحة 145

أتحقق:

$$E = m\,c^2$$

الصفحة 146

أتحقق:

لحساب الطاقة بوحدة الجول تستخدم العلاقة:

$$E = \Delta m\,c^2$$
$$= 1.64 \times 10^{-28} \times (3.0 \times 10^8)^2 = 1.5 \times 10^{-11}\text{J}$$

الصفحة 147

قيد الإعداد والمراجعة

أتحقق:

النوى المتوسطة في الكتلة هي الأكثر استقرارًا، وهي التي عددها الكتلي قريب من العدد 60، مثل النيكل والحديد.

الصفحة 150

مراجعة الدرس 1

1.

النيوكليون: أسم يطلق على كل من البروتون أو النيوترون.

طاقة الربط النووية: الطاقة التي يجب تزويدها للنواة لفصل مكوناتها (النيوكليونات) عن بعضها نهائياً.

نطاق الاستقرار: النطاق التي تقع ضمنه النوى المستقرة في منحنى $(Z\text{-}N)$.

2. أ. نصف قطر النواة (X) الى نصف قطر النواة (Y):

$$\frac{r_X}{r_Y} = \frac{r_0\sqrt[3]{A_X}}{r_0\sqrt[3]{A_Y}} = \frac{\sqrt[3]{8A_Y}}{\sqrt[3]{A_Y}} = 2$$

ب. حجم النواة (X) إلى حجم النواة (Y):

$$\frac{V_X}{V_Y} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_X^3}{\frac{4}{3}\pi r_Y^3} = \frac{r_0^3\, A_X}{r_0^3\, A_Y} = \frac{8A_Y}{A_Y} = 8$$

ج. كثافة النواة (X) إلى كثافة النواة (Y):

$$\frac{\rho_X}{\rho_Y} = 1$$

3.

$$r = r_0 A^{\frac{1}{3}}$$

$$4.8 \times 10^{-15} = 1.2 \times 10^{-15} \times A^{\frac{1}{3}}$$

$$\frac{4.8}{1.2} = 4 = A^{\frac{1}{3}} \rightarrow A = 64$$

$$A = N + Z \rightarrow N = 64 - 31 = 33$$

4. نواة النيكل $(^{62}_{28}Ni)$:

$$\Delta m = Z\, m_p + N\, m_n - m_{^{62}_{28}Ni}$$

$$= 28 \times 1.00728 + 34 \times 1.00867 - 61.91297 = 0.58565\ amu$$

$$BE_{^{62}_{28}Ni} = \Delta m \times 931.5 = 0.58565 \times 931.5 = 545.5\ \text{MeV}$$

$$\frac{BE_{^{62}_{28}Ni}}{A} = \frac{545.5}{62} = 8.799\ \text{MeV}$$

نواة الحديد $(^{56}_{26}Fe)$:

$$\Delta m = Z\, m_p + N\, m_n - m_{^{56}_{26}Fe}$$

$$= 26 \times 1.00728 + 30 \times 1.00867 - 55.92066 = 0.52872\ amu$$

$$BE_{^{56}_{26}Fe} = \Delta m \times 931.5 = 0.52872 \times 931.5 = 492.5\ \text{MeV}$$

$$\frac{BE_{^{56}_{26}Fe}}{A} = \frac{492.50}{56} = 8.795\ \text{MeV}$$

5. أجد طاقة الربط لكل نيوكليون لكل منها

النواة	طاقة الربط MeV	العدد الكتلي	طاقة الربط لكل نيوكليون MeV
X	1600	200	$\frac{1600}{200} = 8.00$
Y	492	56	$\frac{492}{56} = 8.79$
Z	28	4	$\frac{28}{4} = 7.00$

إن طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة (Y) هي الأكبر لذلك هي الأكثر استقراراً.

6. أ. نواة العنصر (Y)؛ لأن لها أكبر طاقة ربط لكل نيوكليون.

ب. العنصر (W) هو الأكثر قابلية للانشطار، والعنصر (Z) هو الأكثر قابلية للاندماج.

ج.

$$BE = \left(\frac{BE}{A}\right) \times A = 8 \times 200 = 1600\ \text{MeV}$$

7.

قيد الإعداد والمراجعة

.1	أ. 903.56	$BE = \Delta m \times 931.5 = (107.87 - 106.90) \times 931.5 = 903.56\ \text{MeV}$
.2	ب. عدد النيوترونات للنواتين متساوي.	$N = A - Z$ $N_X = 218 - 84 = 134$ $N_Y = 220 - 86 = 134$
.3	ب. $\frac{5}{4}$	من الرسم البياني نجد عدد النيوكليونات: $A_A = 10 + 10 = 20$ $A_B = 13 + 12 = 25$ $\frac{V_B}{V_A} = \frac{A_B}{A_A} = \frac{5}{4}$
.4	أ. 8.100	$\frac{BE}{A} = \frac{186.3}{23} = 8.100$
.5	أ. A	

الصفحة 153

سؤال الشكل (5):

بسبب شحنة ألفا وكتلتها الكبيرة، فإنها تتفاعل مع ذرات الورقة بشكل أكبر من أشعة غاما؛ لذلك تفقد طاقتها بسرعة وتكون قدرتها على الاختراق قليلة.

أتحقق:

نوع الأشعة	القدرة على الاختراق	القدرة على التأيين
ألفا	قليلة	كبيرة
بيتا	متوسطة	متوسطة
غاما	كبيرة	قليلة

الصفحة 154

أتحقق:

عند انبعاث جسيم ألفا من نواة ، فإنها تخسر بروتونين ونيوترونين؛ لذا فإن العدد الكتلي للنواة الناتجة يقل بمقدار (4) و العدد الذري يقل بمقدار (2)، مقارنة بالنواة الأم.

الصفحة 155

قيد الإعداد والمراجعة

أتحقق:

عند انبعاث β^+ من نواة، فإن العدد الذري للنواة الناتجة يقل بمقدار (1)، أما العدد الكتلي فيبقى ثابت، مقارنة بالنواة الأم.

وعند انبعاث β^-، فإن العدد الذري للنواة الناتجة يزداد بمقدار (1) ، أما العدد الكتلي فيبقى ثابت، مقارنة بالنواة الأم.

أفكر:

لا تصلح أشعة ألفا أو غاما؛ فنفاذية جسيمات ألفا صغيرة جداً، ولن تتمكن من اختراق الشريط. أما أشعة غاما فنفاذيتها كبيرة ، وقد لا تؤثر التغيرات البسيطة في سمك الشريط على مقدار أشعة غاما التي تصل إلى الكاشف، بحيث يمكن قياسها .

الصفحة 156

أتحقق:

انبعاث أشعة غاما من نواة لا يغيّر من عددها الذري أو عددها الكتلي.

الصفحة 157

تمرين:

$$^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

$$^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{1}e + \nu$$

$$^{234}_{92}U \longrightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

$$^{234}_{91}Pa^{*} \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + \gamma$$

الصفحة158

التجربة 1: نمذجة الاضمحلال الإشعاعي

إجابات أسئلة التحليل والاستنتاج

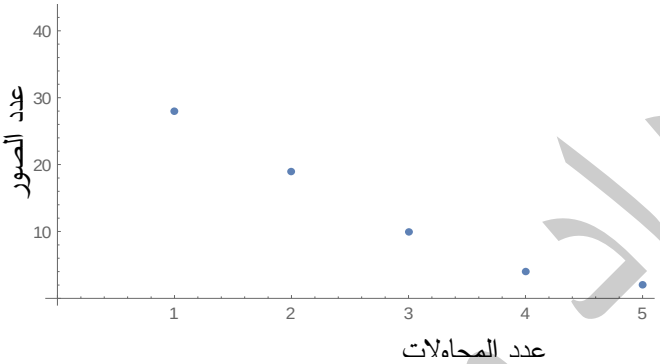
المحاولة	N	ΔN

0	50	
1	28	22
2	15	13
3	8	7
4	4	4
5	2	2

1. يقلّ مقدار النقص في عدد القطع التي ظهرت فيها الصورة كلما قل عدد قطع النقد الملقاة.

$$\Delta N \propto N$$

2.



$\frac{N_i}{N_{i-1}}$	
1	0.56
2	0.53
3	0.53
4	0.5
5	0.5

3.

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad N_1 = \frac{1}{2}N_0$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad N_2 = \frac{1}{2}N_1 = \frac{1}{4}N_0$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$\frac{N_3}{N_2}=\frac{1}{2} \quad \Rightarrow N_3=\frac{1}{2}N_2=\frac{1}{8}N_0$$

وبشكل عام

$$\frac{N_n}{N_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^n$$

يمكن اعتبار $n=\frac{t}{t_{1/2}}$، حيث t : زمن الاضمحلال. و $t_{1/2}$ عمر النصف.

.4

$$\frac{N_n}{N_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$\frac{N_2}{1000}=\left(\frac{1}{2}\right)^2$$

.5

$$N=\frac{1}{4}\times 1000=250$$

الصفحة 160

أتحقق:

النشاطيّة الإشعاعيّة: عدد الاضمحلالات في الثانية الواحدة.

عمر النصف: المدة الزمنية اللازمة لاضمحلال نصف عدد النوى المشعة.

الصفحة 162

تمرين:

حتى يضمحل (75%) منه تعني أن نسبة ما تبقى من النوى المشعة يساوي (25%)، أي أن:

$$\frac{N}{N_0}=\frac{25}{100}=\frac{1}{4}=\left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$\frac{N}{N_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^2=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$\frac{t}{t_{1/2}} = 2 \quad \Rightarrow \quad t = 2\, t_{1/2} = 2 \times 8 = 16 \text{ days}$$

الصفحة 163

أتحقق:

مجموعة الاضمحلالات التلقائية التي تبدأ بعنصر مشع ثقيل (موجود في الطبيعة)، وتنتهي بعنصر مستقر عبر اضمحلالات عدة لألفا و بيتا.

الصفحة 164

تمرين:

$${}^{238}_{92}U \xrightarrow{h} {}^{234}_{90}Th \xrightarrow{g} {}^{234}_{91}Pa \quad \ldots \rightarrow {}^{A}_{Z}X \ldots.$$

أ. الجسيم (h) هو ألفا والجسيم (g) هو بيتا السالبة.

ب.

$$A = 238 - 6 \times 4 = 214$$

$$Z = 92 - 2 \times (-1) - 6 \times 2 = 82$$

الصفحة 165

مراجعة الدرس 2

1.

الاضمحلال الإشعاعي: هو التحوّل التلقائي لنواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقرارًا عن طريق انبعاث جُسيم ألفا أو جُسيم بيتا، وغالبًا ما يصاحب ذلك انبعاث أشعة غاما.

عمر النصف: المدة الزمنية اللازمة لاضمحلال نصف عدد النوى المشعة.

النشاطيّة الإشعاعيّة: عدد الاضمحلالات في الثانية الواحدة.

قيد الإعداد والمراجعة

2. أ.عند انبعاث جسيمات بيتا أو ألفا من نوى بعض النظائر المشعة قد لا تكون النوى الناتجة في مستوى الاستقرار، بل في أحد مستويات الإثارة لها. وحتى تنتقل النوى الناتجة لمستوى الاستقرار فإنها تخسر طاقة تطلقها على شكل أشعة غاما.

ب. جسيم بيتا السالبة هو إلكترون، وينبعث من النواة نتيجة تحلل أحد نيوترونات النواة وتحوله إلى بروتون وجسيم بيتا السالبة وضديد نيوترينو.

3.

النشاطية الاشعاعية الابتدائية (400 اضمحلال لكل دقيقة) وبعد مضي زمن يساوي عمر النصف تصبح (200 اضمحلال لكل دقيقة) وبعد مضي عمر نصف آخر تصبح (100 اضمحلال لكل دقيقة)، وهذا يعني أن العينة مرّ عليها زمن يساوي ضعفي عمر النصف، أي أن الثلاث ساعات تساوي ضعفي عمر النصف، ما يعني أن عمر النصف يساوي ساعة ونصف.

أو يمكن التوصل إلى الإجابة باستخدام العلاقة:

$$\frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} \Rightarrow \quad \frac{100}{400} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3}{t_{1/2}}}$$

$$\frac{3}{t_{1/2}} = 2 \Rightarrow t_{1/2} = 1.5 \text{ h}$$

4. نلاحظ أن:

$$\frac{A}{A_0} = \frac{100}{800} = \left(\frac{1}{2}\right)^{3}$$

$$\frac{A}{A_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} \Rightarrow \left(\frac{1}{2}\right)^{3} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}} \Rightarrow \frac{t}{t_{1/2}} = 3 \Rightarrow t = 3t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$$

$$t = 3t_{1/2} = 3\frac{\ln(2)}{\lambda} = 3\frac{\ln(2)}{4\ln(2)} = 0.75 \text{ days}$$

قيد الإعداد والمراجعة

5. أ.

$$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{0.693}{1.15 \times 10^{-8}} = 6.02 \times 10^{7}\ \text{s}$$

ب.

$$A = N_0\,\lambda\ = 2.53 \times 10^{21} \times\ 1.15 \times 10^{-8} = 2.9 \times 10^{13}\ \text{Bq}$$

6. أ. معادلة اضمحلال الفلور:

$$^{18}_{9}F \rightarrow\ ^{18}_{8}O\ +\ ^{0}_{+1}e\ + \nu$$

ب. ثابت الاضمحلال:

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{110} = 6.30 \times 10^{-3}\ \text{min}^{-1}$$

ج. بعد مضي 220 min يكون قد مرّ على العينة زمن يساوي ضعفي عمر النصف، ما يعني أن عدد النوى المشعة سيقل للربع ويصبح ($\frac{2.1\times10^{16}}{4} = 5.25 \times 10^{15}\ \text{atoms}$)

7.

.1	أ. ألفا	
.2	ج. ذات تردد منخفض	
.3	د. $^{206}_{82}Pb$	العدد الكتلي للنواة الأم (210=84+126). وبما أن النواة بعثت بجسيم ألفا($^{4}_{2}He$) ، فإن العدد الكتلي للنواة الناتجة (206=4−210) ، والعدد الذري (82=2−84).
.4	د. بيتا سالب وطاقته (13.4).	يتحقق حفظ العدد الذري وحفظ العدد الكتلي في هذا الاضمحلال بانبعاث جسيم بيتا سالب، طاقته: $9.0 + 4.4 = 13.4\ \text{MeV}$
.5	د. نصف ثابت الاضمحلال للنظير (Y).	عمر النصف يتناسب عكسيا مع ثابت الاضمحلال. $t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{\lambda}$

قيد الإعداد والمراجعة

الصفحة 168

أتحقق:

التفاعل النووي: اصطدام نواتي ذرتين أو اصطدام جسيم نووي مثل البروتون أو النيوترون بنواة ذرة أخرى، وقد ينتج عن ذلك نواة جديدة أو أكثر.

أفكر:

يستخدم المجال الكهربائي في تسريع القذائف المشحونة، ويستخدم المجال المغناطيسي في توجيهها.

الصفحة 169

أفكر:

النيوترون متعادل الشحنة، بينما البروتون موجب الشحنة وسيتأثر بقوة تنافر كهربائية أثناء اقترابه من النواة؛ لذلك يحتاج لطاقة أكبر للتغلب على قوة التنافر الكهربائية.

الصفحة 170

أتحقق:

درجة الحرارة العالية تزود النواتين بطاقة حركية كافية للتغلب على قوة التنافر الكهربائية بين النواتين عند اقترابهما من بعض، لتبدأ عندها القوة النووية بالتأثير.

الصفحة 172

أتحقق:

1. الوقود النووي. 2. قضبان التحكم. 3. المواد المهدئة. 4. نظام التبريد. 5. مولد بخار الماء.

الصفحة 174

مراجعة الدرس3

1. الانشطار النووي: انقسام نواة ثقيلة لنواتين او أكثر أصغر منها في الكتلة، لكل منهما طاقة ربط نووية لكل نيوكليون أكبر من النواة الأم.

قيد الإعداد والمراجعة

الاندماج النووي: اندماج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل من كل منهما لها طاقة ربط نووية لكل نيوكليون أكبر من تلك لأي من النواتين.

2. أ. التفاعل الأول يمثل تفاعل اندماج نووي والثاني يمثل تفاعل انشطار نووي.

ب. الطاقة الناتجة من التفاعل لكلا التفاعلين:

تفاعل الاندماج :

$$Q = [m_a + m_X - (m_b + m_Y)] \times 931.5$$
$$= (2.0136 + 3.0155 - (4.0015 + 1.0087)) \times 931.5$$
$$= 0.01890 \times 931.5 = 17.6 \text{ MeV}$$

تفاعل الانشطار:

$$Q = [m_a + m_X - (m_b + m_Y)] \times 931.5$$
$$= (1.0087 + 234.9934 - (143.8922 + 88.8979 + 3 \times 1.0087)) \times 931.5$$
$$= 0.1859 \times 931.5 = 173.2 \text{ MeV}$$

ج. الطاقة لكل نيوكليون لكلا التفاعلين:

تفاعل الاندماج:

$$\frac{BE}{A} = \frac{17.6}{5} = 3.5 \text{ MeV}$$

تفاعل الانشطار:

$$\frac{BE}{A} = \frac{173.2}{236} = 0.73 \text{ MeV}$$

الطاقة الناتجة لكل نيوكليون لتفاعل الاندماج أكبر منها لتفاعل الانشطار.

3.

	الاندماج	الانشطار

قيد الإعداد والمراجعة

1.	اندماج نواتان خفيفتان لتكوين نواة أثقل من اي منهما.	انقسام نواة ثقيلة لنواتين أو أكثر.
2.	طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة الناتجة أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون للنوى المندمجة.	طاقة الربط لكل نيوكليون للنوى الناتجة أكبر من طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة المنشطرة.
3.	يصاحب التفاعل نقص في الكتلة ينتج منه تحرر طاقة.	يصاحب التفاعل نقص في الكتلة ينتج منه تحرر طاقة.
4.	حدوث التفاعل يحتاج إلى درجة حرارة عالية جدا.	يحدث التفاعل عند قذف النواة بنيوترون بطيء.

4. أ. القضبان التي تحتوي على الكادميوم: امتصاص نيوترونات للتحكم في التفاعل.

ب. مهدئات النيوترونات: امتصاص جزء من طاقة النيوترونات لتصل إلى الطاقة المناسبة لحدوث الانشطار النووي.

5. لأن نواتج تفاعل الاندماج النووي معظمها غير مشع، وإن كان بعضها مشعا مثل التريتيوم فإن عمر النصف له يكون قصير، وبذلك فإن تأثير نواتج تفاعل الاندماج النووي على البيئة أقل بكثير من تأثير تفاعل الانشطار النووي الذي يُنتج عناصر مشعة لها أعمار نصف طويلة جدا.

7.

1.	ج. بروتون	$\alpha + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{18}_{9}F^{*} \rightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}p$
2.	د. أقل بمقدار (0.0031amu)	تحسب طاقة التفاعل من العلاقة: $Q = [m_a + m_X - (m_b + m_Y)] \times 931.5$ عندما يكون التفاعل منتجا للطاقة، فإن مجموع كتل النوى والجسيمات الناتجة من التفاعل أقل من مجموع تلك الداخلة في التفاعل ، ويحسب فرق الكتلة من العلاقة: $\Delta m = \frac{Q}{931.5} = \frac{2.888}{931.5} = 0.0031\text{amu}$
3.	د. كتلة أقل وطاقة ربط أكبر لكل نيوكليون .	
4.	أ. 139.7	$Q = [m_a + m_X - (m_b + m_Y)] \times 931.5$ $= [20.00 - 19.85] \times 931.5 = 139.7\text{Mev}$

.5	د. إلكترونات عالية الطاقة.	

الصفحات 57 – 62

مراجعة الوحدة الثامنة

.1

.1	أ. تحلل البروتون إلى نيوترون وبوزترون.	
.2	أ. أقل وطاقة ربط أعلى لكل نيوكليون.	
.3	أ. $^{A-4}_{Z+2}Y$	$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{n}_{m}Y + 4\ {}^{0}_{-1}e + {}^{4}_{2}He$ $Z = m - 4 + 2 \rightarrow m = Z + 2$ $A = n + 4 \rightarrow n = A - 4$
.4	د. 3 ألفا، 2 بيتا.	$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{226}_{88}X + m\ {}^{0}_{-1}e + n{}^{4}_{2}He$ $238 = 226 + 4n \rightarrow n = 3$ $92 = 88 - m + 3 \times 2 \rightarrow m = 2$
.5	أ. ألفا	
.6	أ. طرديا مع عددها الكتلي.	$V = r_0^3\ A$
.7	د. $^{235}_{92}U$	
.8	أ. $\frac{3}{4}$	$\frac{r_{Al}}{r_{Cu}} = \frac{r_0\sqrt[3]{A_{Al}}}{r_0\sqrt[3]{A_{Cu}}} = \frac{\sqrt[3]{27}}{\sqrt[3]{64}} = \frac{3}{4}$
.9	ب. $\frac{27}{64}$	$\frac{V_{Al}}{V_{Cu}} = \frac{A_{Al}}{A_{Cu}} = \frac{27}{64}$
.10	أ. الماء الثقيل	
.11	ب. 5.589	$BE = \Delta m \times 931.5 = 0.042 \times 931.5 = 39.123$ $\frac{BE}{A} = \frac{39.123}{7} = 5.589\ \text{MeV}$
.12	د (4)	$BE_1 = 54 \times 8.6 = 464.4$ $BE_2 = 56 \times 8.8 = 492.8$ $BE_3 = 58 \times 8.6 = 498.8$ $BE_4 = 60 \times 8.4 = 504$

قيد الإعداد والمراجعة

.13	د. 120	$t_{1/2}=\frac{\ln(2)}{\lambda}=\frac{\ln(2)}{2\ln(2)\,\min^{-1}}=\frac{1}{2}\min$ $\frac{A}{A_0}=\frac{50}{800}=\frac{1}{16}=\left(\frac{1}{2}\right)^4$ $\frac{A}{A_0}=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$ $\left(\frac{1}{2}\right)^4=\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}\Rightarrow\frac{t}{t_{1/2}}=4\implies t=4\times\frac{1}{2}=2\ \text{min}$ $t=2\times60=120\ \text{s}$
.14	ب. $A=210, Z=80$	$^{218}_{84}X\xrightarrow{\alpha}{}^{214}_{82}B\xrightarrow{\beta^-}{}^{214}_{83}C\xrightarrow{\gamma}{}^{214}_{83}D\xrightarrow{\alpha}{}^{210}_{81}E\xrightarrow{\beta^\mp}{}^{210}_{80}F\xrightarrow{\gamma}{}^{210}_{80}Y$
.15	ج. عالية، وكثافة عالية للبروتونات.	

.2

$^{239}_{92}U\rightarrow{}^{239}_{93}Np+{}^{0}_{-1}e+\bar{\nu}$

$^{10}_{5}B+{}^{1}_{0}n\rightarrow{}^{7}_{3}Li+{}^{4}_{2}He$

$^{242}_{96}Cm+\alpha\rightarrow{}^{245}_{98}Cf+{}^{1}_{0}n$

$^{1}_{0}n+{}^{14}_{7}N\rightarrow{}^{14}_{6}C+{}^{1}_{1}p$

$^{13}_{7}N\longrightarrow{}^{13}_{6}C+{}^{0}_{+1}e+\nu$

3. أ.عمر النصف للبولونيوم $(^{210}_{84}Po)$:

$$t_{1/2}=\frac{0.693}{\lambda}=\frac{0.693}{5.80\times10^{-8}}=11.9\times10^{6}\text{s}$$

ب. النشاطية الإشعاعية:

$$A_0=N_0\,\lambda=2.80\times10^{18}\times5.80\times10^{-8}=1.6\times10^{11}\ \text{Bq}$$

ج. عدد النوى المتبقية:

$$\frac{t}{t_{1/2}}=4$$

قيد الإعداد والمراجعة

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$\frac{N}{2.80 \times 10^{18}} = \left(\frac{1}{2}\right)^{4}$$

$$N = 2.80 \times 10^{18} \times \frac{1}{16} = 1.8 \times 10^{17} \text{ atoms}$$

4. تحوّل النشاطية من (μCi) إلى (Bq)، حيث: $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{Bq}$

$$1.70\ \mu\text{Ci} = 1.70 \times 10^{-6} \times 3.7 \times 10^{10} = 6.3 \times 10^{4}\ \text{Bq}$$

ثم يحسب ثابت الاضمحلال من العلاقة:

$$A = N\,\lambda$$

$$6.3 \times 10^{4} = 1.25 \times 10^{15}\,\lambda \quad \Rightarrow \quad \lambda = 5.04 \times 10^{-11}\ \text{s}^{-1}$$

5.

أ. عمر النصف: $t_{1/2} = 5.27$ years (من الشكل).

ب. النشاطية الإشعاعية : $A_0 = 1\ \mu\text{Ci}$ (من الشكل).

ج. تاريخ تصنيع العينة هو APR 2009 (من الشكل).

د. بعد مرور ثلاثة أمثال عمر النصف:

$$A = \frac{1}{8}\,A_0 = 0.125\ \mu\text{Ci}$$

6.

$$\frac{BE}{A}\left({}^{23}_{11}Na\right) = \frac{186.66}{23} = 8.11 \text{ MeV}$$

$$\frac{BE}{A}\left({}^{23}_{12}Mg\right) = \frac{181.82}{23} = 7.90 \text{ MeV}$$

بما أن طاقة الربط لكل نيوكليون لنواة $\left({}^{23}_{11}Na\right)$ أكبر منها لنواة $\left({}^{23}_{12}Mg\right)$؛ فإن نواة $\left({}^{23}_{11}Na\right)$ أكثر استقرارًا.

7. أ.

قيد الإعداد والمراجعة

$BE = 8.35 \times 30 = 250.5$ MeV

ب.

$$\Delta m = \frac{BE}{931.5} = 0.2689\ amu$$

$$\Delta m = (Z\ m_p + N\ m_n) - M$$

$$0.2689 = 15 \times 1.00728 + 15 \times 1.00867 - M$$

$$M = 29.9703\ amu$$

8. أ. بما أن فرق الكتلة موجب فإن التفاعل منتج للطاقة.

ب.

$$\Delta m = m_a + m_X - (m_b + m_Y)$$

$$0.00612 = 4.0015 + m_{^9_4Be} - (1.0087 + 11.9967)$$

$$m_{^9_4Be} = 9.01\ amu$$

ج.

$$\Delta m = Z\ m_p + N\ m_n - m_{^{12}_6C}$$

$$= 6 \times 1.0073 + 6 \times 1.0087 - 11.9967 = 0.0993\ amu$$

$$BE = \Delta m \times 931.5 = 0.0992 \times 931.5 = 92.5 \text{ MeV}$$

$$\frac{BE}{A} = \frac{92.39}{12} = 7.71 \text{ MeV}$$

9. أ. من الشكل نجد العدد الكتلي للنواة (X)؛ ويساوي $(A = 40 + 50 = 90)$، ثم يحسب نصف القطر باستخدام العلاقة :

$$r = r_0 \sqrt[3]{A} = 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{90} = 5.4 \times 10^{-15} \text{ m}$$

ب. من الشكل نجد للنواة (Y): عدد النيوترونات $(N = 40)$ وعدد البروتونات $(Z = 30)$، ثم نحسب طاقة الربط باستخدام العلاقة:

$$\Delta m = Z\ m_p + N\ m_n - m_Y = 30 \times 1.00728 + 40 \times 1.00867 - 70.0012$$

$$= 0.5640 \text{ MeV}$$

$BE_Y = \Delta m \times 931.5 = 0.5640 \times 931.5 = 525.4\ \text{MeV}$

ج. النواة (Y) تملك طاقة ربط لكل نيوكليون أعلى لأن عددها الكتلي أقرب للعدد الكتلي (60).

د. العدد الذري للنواة (X) أكبر من 20، وتكون قوة التنافر الكهربائية كبيرة لهذا العدد الذري. وحتى تصبح القوة النووية (قوة تجاذب) هي السائدة يجب أن يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات.

هـ. النواتان (X) و (Y) مستقرتان، والنواتان (A) و(B) غير مستقرتين.

10.أ. من الرسم البياني نجد أن عمر النصف للعنصر (1) يساوي تقريباً (2 hr) ، وعمر النصف للعنصر (2) يساوي تقريباً (4 hr).

ب. من الرسم البياني، بعد مرور 10 ساعات نسبة عدد النوى المشعة المتبقية تقريبا يساوي:
للعنصر الأول (4%)، وللعنصر الثاني (18%).

ج. $\lambda_2 < \lambda_1$ حيث يتناسب ثابت الاضمحلال عكسياً مع عمر النصف.

إجابات أسئلة التفكير في كتاب التجارب والأنشطة العملية/ الصفحات: 15-20

.1	ج. تقل إلى النصف	
.2	ب. لها طاقة ربط نووية أكبر، وطاقة تنافر كهربائي أقل.	
.3	ب. أقل من النيوكليون الموجود قرب مركز النواة.	
.4	ب. 4.8×10^{-15}	$r = r_0\sqrt[3]{A} = 1.2 \times 10^{-15} \times \sqrt[3]{64} = 4.8 \times 10^{-15}\text{m}$
.5	ج. $\frac{3}{2}$	$\frac{r_x}{r_y} = \frac{r_0\sqrt[3]{A_x}}{r_0\sqrt[3]{A_y}} = \frac{\sqrt[3]{A_x}}{\sqrt[3]{A_y}} = \sqrt[3]{\frac{27}{8}} = \frac{3}{2}$
.6	ب. $\frac{7}{8}N_\circ$	بعد مرور (3) أضعاف عمر النصف يكون عدد النوى المشعة المتبقية $(\frac{1}{8}N_\circ)$، فيكون عدد النوى التي اضمحلت $(\frac{7}{8}N_\circ)$
.7	ب . بيتا سالب	العدد الكتلي لم يتغير، والعدد الذري زاد بمقدار 1
.8	ج . 34s	النوى المشعة المتبقية من العينة : $100\% - 93.75\% = 6.25\%$ $\frac{N}{N_0} = \frac{6.25}{100} = \frac{1}{16} = (\frac{1}{2})^4$

		$\frac{N}{N_0}=(\frac{1}{2})^{\frac{t}{t_{1/2}}}=(\frac{1}{2})^4$ $\frac{t}{t_{1/2}}=4\Longrightarrow t_{1/2}=\frac{136}{4}=34s$
.9	ج.2 ألفا، 3 بيتا.	${}^{218}_{84}X\rightarrow {}^{210}_{83}Y+\mathrm{m}\ {}^{0}_{-1}e+\mathrm{n}{}^{4}_{2}He$ $218=210+4\mathrm{n}\rightarrow \mathrm{n}=2$ $84=83+4-\mathrm{m}\rightarrow \mathrm{m}=3$
.10	ج . $Z>X>Y$	نجد من المنحنى الزمن اللازم كي يقل عدد النوى المشعة إلى النصف.
.11	د. نقصان عدد الأيونات فيقل التيار.	
.12	ج. امتصاص النيوترونات، لإبطاء سرعة التفاعل المتسلسل.	
.13	د. 6.1×10^8	النشاطية تقل إلى النصف بعد مرور زمن يساوي عمر النصف. من المنحنى نقرأ عمر النصف؛ $(t_{1/2}=30s)$. $t_{1/2}=\frac{ln2}{\lambda}\Rightarrow\lambda=\frac{ln2}{30}=0.023s^{-1}$ $A_0=\lambda N_0\Rightarrow N_0=\frac{14\times10^6}{0.023}=6.1\times10^8$
.14	أ. A	${}^{237}_{93}\mathrm{P}\xrightarrow{\alpha}{}^{233}_{91}\mathrm{Q}\xrightarrow{\beta^-}{}^{233}_{92}\mathrm{R}$ العدد الذري للنواة (R) يساوي (92)؛ النقطة (A)

2.النشاطية الإشعاعية التي يقيسها الجهاز $(A_{measured})$ بوحدة (Bq)

$$A_{measured}=\frac{35}{60}\ \mathrm{Bq}$$

النشاطية الإشعاعية التي تصل كاشف الإشعاع:

$$A_{measured}=10\%\ A\quad\Rightarrow\quad A=\frac{A_{measured}}{0.1}=\frac{\frac{35}{60}}{0.1}=5.83\mathrm{Bq}$$

باستخدام العلاقة:

$$A=\lambda\ N$$

$$5.83=\lambda\times\ 1.50\times10^9$$

قيد الإعداد والمراجعة

$\lambda = 3.89 \times 10^{-9}\ s^{-1}$

3. معادلة حفظ الزخم الخطي:

$$p_X = p_Y + p_\alpha$$
$$0 = -m_Y\ v_Y + m_\alpha\ v_\alpha$$

أ. سيمتلك جسيم ألفا طاقة حركية أكبر من النواة (Y)، حيث:

$$0 = -m_Y\ v_Y + m_\alpha\ v_\alpha$$
$$v_\alpha = \frac{m_Y}{m_\alpha}\ v_Y$$
$$KE_\alpha = \frac{1}{2}\ m_\alpha\ v_\alpha^2 = \frac{1}{2}\ m_\alpha \left(\frac{m_Y}{m_\alpha}\ v_Y\right)^2 = \frac{m_Y}{m_\alpha} \times \frac{1}{2}\ m_Y\ v_Y^2$$
$$= \frac{m_Y}{m_\alpha}\ KE_Y = \frac{228}{4}\ KE_Y = 57\ KE_Y$$

قيد الإعداد والمراجعة