الوحدة الأولى

الزخم الخطي والتصادمات

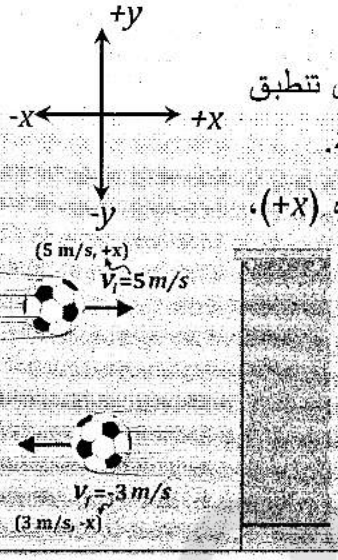
أولاً) الجزء النظري

1) الزخم الخطي ($\vec{P}$):

هو ناتج ضرب كتلة الجسم (m) في سرعته المتجهة ($\vec{v}$) ويقاس بوحدة ($kg.m/s$) ويكون له نفس اتجاه السرعة ($\vec{v}$)

$$\vec{P} = m\vec{v} \ldots kg.m/s$$

ملاحظات هامة:



أ. تكون إشارة كل الكميات المتجهة مثل ($\Delta\vec{P}, \vec{F}, \vec{I}_{الدفع}, \vec{P}, \vec{v}$) بنفس إشارة المحور الذي تنطبق عليه وإشارة الكمية المتجهة تدل فقط على اتجاهها وليس على زيادة أو نقص تلك الكمية.

ب. حسب الكتاب إذا ورد في السؤال جسم متحرك ولم يحدد اتجاه سرعته نعتبرها باتجاه ($+x$)، فإذا عُكِسَ اتجاه السرعة تصبح السرعة سالبة الإشارة.

توضيح : الشكل يمثل كرة كتلتها $2\ kg$ تصطدم بجدار. يمكن أن نعبّر عن زخمها قبل وبعد الاصطدام بطريقتين:

$$\vec{P}_i = m\vec{v}_i = (2)(+5) = 10\ kg.m/s \rightarrow \vec{P}_i = (10\ kg.m/s, +x)$$

$$\vec{P}_f = m\vec{v}_f = (2)(-3) = -6\ kg.m/s \rightarrow \vec{P}_f = (6\ kg.m/s, -x)$$

2) قانون نيوتن الثاني له صيغتان:

الأولى: ($\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$): محصلة القوى المؤثرة في جسم تساوي ناتج ضرب كتلته في تسارعه ($\vec{F}, \vec{a}$ لهما نفس الاتجاه)

الثانية:($\Sigma\vec{F} = \frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t}$): محصلة القوى المؤثرة في جسم تساوي المعدل الزمني للتغير في زخمه الخطي ($\vec{F}$ بنفس اتجاه $\Delta\vec{P}$)

Δt: زمن تأثير القوة أو زمن تغير الزخم

أو زمن التلامس أو زمن التصادم (في مسائل تصادم الأجسام مع بعضها أو مع جدار... أو زمن تلامس كرة مع مضرب.)

3) الدفع المؤثر في جسم ($\vec{I}$) : ناتج ضرب القوة المحصلة في الجسم في زمن تأثيرها.

$$\vec{I} = (\Sigma\vec{F})(\Delta t) \ldots\ldots N.s$$

اتجاه الدفع نفس اتجاه ($\Sigma\vec{F}$)

4) العلاقة بين الدفع والتغير في الزخم (مبرهنة الزخم الخطي – الدفع)

نصّها: "دفع قوة محصلة مؤثرة في جسم يساوي التغير في زخمه الخطيّ"

بالرموز: $\vec{I} = \Delta\vec{P}$ الخلاصة: $\vec{I} = (\Sigma\vec{F})(\Delta t) = \Delta\vec{P}$

($\Sigma\vec{F}, \vec{I}, \Delta\vec{P}$) كلها لها نفس الاتجاه.

بالنسبة لـ $\Delta\vec{P}$ ←

$$\Delta\vec{P} = \vec{P_f} - \vec{P_i} = m(\vec{v_f} - \vec{v_i})$$

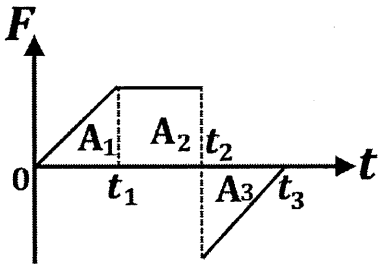
$$= m\Delta\vec{v}$$

5) **حساب دفع القوة المتغيرة والقوة المتوسطة...**

العلاقة: $\vec{I} = (\sum \vec{F})(\Delta t)$

- تحسب الدفع الناتج عن قوة ثابتة طيلة فترة تأثيرها (Δt)
- أما لو كانت (ΣF) متغيرة مع الزمن أي أنها تتغير خلال فترة تأثيرها (Δt) فإننا نحسب الدفع الكلي الناتج عن هذه القوة من خلال حساب المساحة تحت المنحنى $(F-t)$

هذه قوة متغيرة



الدفع في الفترة $[0, t_1] \Leftarrow I_1 = A_1$

الدفع في الفترة $[t_1, t_2] \Leftarrow I_2 = A_2$

الدفع في الفترة $[t_2, t_3] \Leftarrow I_3 = A_3$

المساحة تحت محور (x) تدل على أن الدفع سالب والدفع السالب يعني أن القوة بعكس اتجاه الحركة.

الدفع الكلي: خلال الفترة $[0, t_3]$ هو مجموع المساحات بإشارتها على سبيل المثال $(A_1=8, A_2=2, A_3=-3)$

$I_{total} = A_1+A_2+A_3 = (8)+(2)+(-3) = 7$ N.s

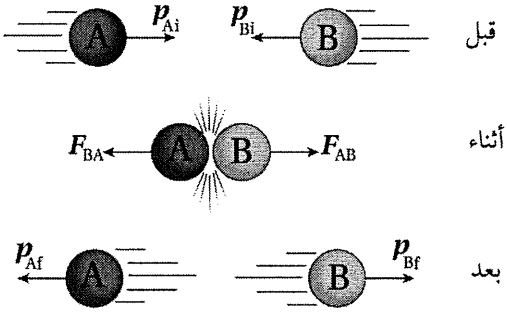
القوة المتوسطة: $(\overline{F})$ هي القوة الثابتة التي لها نفس دفع القوة المتغيرة على نفس الفترة الزمنية.

ولإيجاد القوة المتوسطة خلال (Δt) فترة تأثير القوة المتغيرة.

$$\overline{F} = \frac{I}{\Delta t} = \frac{Area}{\Delta t}$$

6) **حفظ الزخم الخطي:**

عندما يتصادم جسمان فإن كل منها يؤثر على الآخر بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه للأخرى أي أنهما فعل ورد فعل ويكون أيضًا دفع أحدهماعلى الأخرى مساوي ومعاكس في الاتجاه.



$$I_{AB} = -I_{BA}$$

دفع الكرة (A) على (B) يساوي التغيّر في زخم (B) والعكس صحيح.

$I_{AB} = \Delta P_B = m_B (v_{Bf} - v_{Bi})$ & $I_{BA} = \Delta P_A = m_A (v_{Af} - v_{Ai})$

ملاحظة هامة: $I_{AB} = -I_{BA}$

$$\therefore I_{AB} + I_{BA} = 0 \Rightarrow \Delta P_B + \Delta P_A = 0$$

أي أن مجموع التغير في الزخم لكلا الجسمين يساوي صفر. ومنه يمكن أن نبين أن الزخم الخطي محفوظ للنظام كاملًا

أي أن مبدأ حفظ الزخم الخطي في بُعد واحد مع أخذ الإشارات بعين الاعتبار

$$\Sigma P_i = \Sigma P_f$$
$$P_{Ai} + P_{Bi} = P_{Af} + P_{Bf}$$

مبدأ حفظ الزخم الخطي يُطبق على عدة عمليات مثل:

أ) تصادم الأجسام حيث أنها قد ترتد عن بعضها أو تلتحم مع بعضها.

ب) جسم ينفصل إلى جسمين أو أكثر كما يحدث في الانفجارات أو انطلاق قذيفة من مدفع أو رصاصة من مسدس أو بندقية.

7) أنواع التصادمات:

في كل أنواع التصادمات الزخم الخطي محفوظ أي أن مبدأ حفظ الزخم الخطي يتحقق فيها جميعًا.

تصنف التصادمات إلى قسمين حسب الطاقة الحركية للنظام.

أ) إذا كانت الطاقة الحركية محفوظة نقول أن التصادم مرن وهنا ترتد الأجسام عن بعضها ونحتاج لحل المسائل إلى معادلتين:

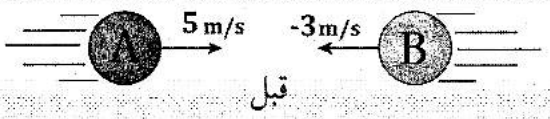
- مبدأ حفظ الزخم الخطي $\Sigma P_i = \Sigma P_f$
- مبدأ حفظ الطاقة الحركية $\Sigma K_i = \Sigma K_f$
- وهناك معادلة تَسدُ عن حفظ الطاقة الحركية وهي: $\Sigma v_A = \Sigma v_B$

مع الانتباه للإشارات $\Leftarrow$ $v_{Ai} + v_{Af} = v_{Bi} + v_{Bf}$

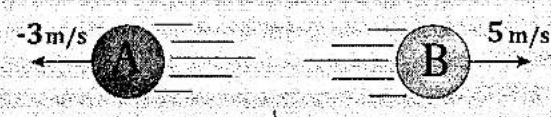
* في التصادم المرن هناك مبدأ هام لحالة خاصة جدًا

مبدأ تبادل السرعات: لو تصادم جسمان لهما نفس الكتلة (m) تصادمًا مرنًا فإنهما يتبادلان السرعات مقدارًا واتجاهًا.

توضيح: (B, A) لهما نفس الكتلة تصادما تصادم مرن



قبل



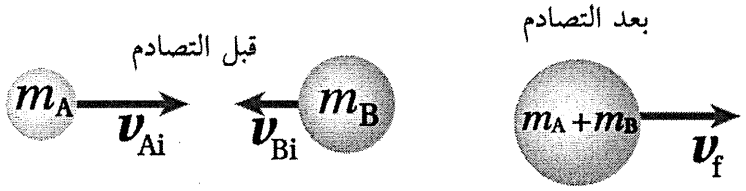
بعد

لاحظ (A) أخذ سرعة (B) مقدارًا واتجاهًا و (B) أخذ سرعة (A) مقدارًا واتجاهًا

ب) إذا كانت الطاقة الحركية غير محفوظة نقول أن التصادم غير مرن حيث تكون الطاقة الحركية للنظام بعد التصادم أقل من الطاقة الحركية للنظام قبل التصادم.

وهنا (ترتد الأجسام ولا تلتحم) $\Sigma K_f < \Sigma K_i$

* حالة خاصة من التصادم غير المرن عندما تلتحم الأجسام مع بعضها بعد التصادم وتتحرك كجسم واحد يسمى **تصادم عديم المرونة.**

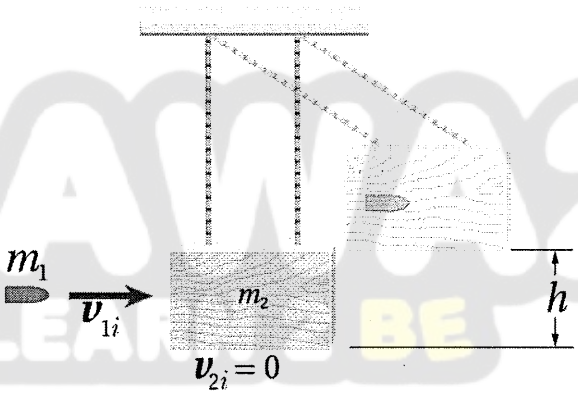


$$\Sigma P_i = \Sigma P_f$$

وهنا يحدث نقص كبير في الطاقة الحركية

$$m_A v_{Ai} + m_B v_{Bi} = (m_A + m_B) v_f$$

- يُعدّ **البندول القذفي** تطبيق على التصادم عديم المرونة ويستخدم لقياس سرعة قذيفة (رصاصة) تخرج من مسدس أو بندقية.



حيث:

m_1: كتلة القذيفة (الرصاصة)

m_2: كتلة البندول

v_{1i}: سرعة انطلاق القذيفة من المسدس (البندقية)

h: أقصى ارتفاع يصله البندول عن مستواه الأصلي.

تعطى سرعة القذيفة بالعلاقة:

$$v_{1i} = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1}\right)\sqrt{2gh}$$

حسب العلاقة: $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

فإنه عند ثبات (ΔP) فإن $(F \propto \frac{1}{\Delta t})$ تتناسب القوة عكسيًا مع فترة تغير الزخم...

خلال هذه العلاقة يمكن تفسير ... عدة أمور ... مثل:

1) لماذا يثني المظلي رجليه عند ملامسته للأرض.

2) لماذا يوضع الرمل أو العشب على أرضية ملاعب الأطفال.

3) ما أهمية وضع حزام الأمان في السيارة.

- وعند ثبات $(F) \leftarrow (\Delta P = I = F\,\Delta t) \leftarrow \Delta P \propto \Delta t$

وهذا يعني أن زيادة زمن التلامس تزيد مقدار التغيّر في الزخم.

(ثانيًا) القوانين

1) $\vec{P} = m\vec{v}$ الزخم الخطي

2) $K = \frac{1}{2}mv^2$ الطاقة الحركية

3) $K = \frac{P^2}{2m} \longrightarrow P = \sqrt{2mK}$ العلاقة بين الطاقة الحركية والزخم الخطي

4) $ME_1 = ME_2$

$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$ } مبدأ حفظ الطاقة الميكانيكية

5) $\Delta P = P_f - P_i = m(v_f - v_i) = m\,\Delta v$ التغير في الزخم مع الانتباه للإشارات

6) $\Sigma F = m\,a$

$\Sigma F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$ } قانون نيوتن الثاني بصيغتيه

7) $I = F\,\Delta t$

$I = \Delta P$ } الدفع وعلاقته بالتغير في الزخم $\Rightarrow$ تذكر: دفع القوة المتغيرة يساوي المساحة تحت منحنى $(F - t)$

8) $\Sigma P_i = \Sigma P_f$

$P_{1i} + P_{2i} = P_{1f} + P_{2f}$

$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = m_1v_{1f} + m_2v_{2f}$ } مبدأ حفظ الزخم الخطي وينطبق على كل أنواع التصادمات

لكن في التصادم المرن فقط تكون الطاقة الحركية محفوظة:

$$\Sigma K_i = \Sigma K_f \Rightarrow \frac{1}{2}m_1v_{1i}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2i}^2 = \frac{1}{2}m_1v_{1f}^2 + \frac{1}{2}m_2v_{2f}^2$$

أسئلة الاختيار من متعدد

أطلقت قذيفة كتلتها (200 g) أفقيًا باتجاه ($+x$) نحو هدف ساكن كتلته (4 kg)، فاصطدمت به واستقرت فيه وتحركا كجسم واحد نحو الشرق بسرعة (5 m/s). معتمدًا على البيانات أجب عن الفقرتين الآتيتين:

1) مقدار سرعة القذيفة قبل اصطدامها بالهدف مباشرة بوحدة (m/s) يساوي:

أ) 10 ب) 100 ج) 105 د) 210

2) الزخم الخطّي الكلّي للقذيفة والهدف بعد التصادم مباشرة بوحدة (kg.m/s) يساوي:

أ) 20- ب) 20+ ج) 21- د) 21+

3) أثرت قوة (F) في جسم كتلته (m) لفترة زمنية. إذا زاد زمن تأثير القوّة، فإنّ ما يحدث للدفع المؤثّر في الجسم، والتغيّر في زخمه الخطي على الترتيب:

أ) يزداد، يزداد ب) يزداد، يقل ج) يقل، يزداد د) يقل، يقل

4) يقف صيّاد كتلته (m) عل سطح قارب صيد كتلته (M) ساكن على سطح الماء، ثم يتحرك الصياد بسرعة (v) من نهاية القارب نحو مقدمته. إذا علمت أن ($M>m$) فإن العبارة التي تصف بشكل صحيح ما يحدث نتيجة حركة الصياد:

أ) يتحرك القارب بسرعة (v) باتجاه حركة الصياد نفسه.

ب) يتحرك القارب بسرعة (v) بعكس اتجاه حركة الصياد نفسه.

ج) يكتسب القارب زخمًا خطيًا مساويًا لمقدار الزخم الخطي للصياد وله الاتجاه نفسه.

د) يكتسب القارب زخمًا خطيًا مساويًا لمقدار الزخم الخطي للصياد ويعاكسه في الاتجاه.

5) جسمان (A و B) يستقران على سطح أفقي أملس. أثّرت فيهما القوة المحصلة نفسها باتجاه ($-x$) للفترة الزمنية (Δt) نفسها. إذا علمت أن كتلة الجسم (m_B) تساوي مِثلَي كتلة الجسم (m_A)، فإنّ العلاقة بين زخمهما الخطي في نهاية الفترة الزمنية:

أ) $p_A = p_B$ ب) $p_A = 2\,p_B$ ج) $p_A = \frac{1}{2}\,p_B$ د) $p_A = \frac{1}{4}\,p_B$

كرة (A) كتلتها (2 kg) تتحرك بسرعة (5 m/s) شرقًا؛ فتصطدم بكرة أُخرى ساكنة (B) كتلتها (8 kg) تصادمًا مرنًا في بُعد واحد. إذا أصبحت الطاقة الحركية للكرة (A) بعد التصادم مباشرة (9 J) فأجب عن الفقرتين الآتيتين:

6) الطاقة الحركية للكرة (B) بعد التصادم مباشرة بوحدة جول (J) تساوي:

أ) 11 ب) 16 ج) 25 د) 34

7) مقدار سرعة الكرة (A) بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s) واتجاهها:

أ) 2 شرقًا ب) 2 غربًا ج) 3 شرقًا د) 3 غربًا

سيارة (A) كتلتها (750 kg) تتحرك شرقًا، فتصطدم رأسًا برأس بسيارة أخرى (B) كتلتها (500 kg) تتحرك بسرعة (12 m/s) غربًا. إذا علمت أن كلا السيارتين توقفتا تمامًا بعد التصادم مباشرة. فأجب عن الفقرتين الآتيتين:

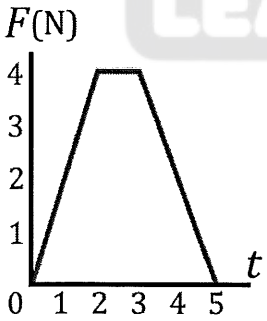
8) مقدار دفع السيارة (B) للسيارة (A) بوحدة (N.s) واتجاهه:

أ) 6000 شرقًا ب) 6000 غربًا ج) 9000 شرقًا د) 9000 غربًا

9) مقدار سرعة السيارة (A) بوحدة (m/s) قبل التصادم مباشرة يساوي:

أ) 216 ب) 96 ج) 18 د) 8

يوضّح الشكل المجاور منحنى (القوة – الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في جسم ساكن في أثناء فترة تأثير القوة. إذا علمت أن القوة تؤثر باتجاه (+x)، فأجب عن الفقرتين الآتيتين:



10) مقدار الدفع المؤثر في الجسم بوحدة (N.s)، واتجاهه:

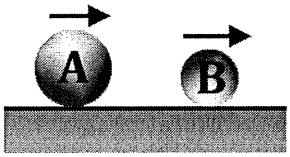
أ) (12)، باتجاه (+x) ب) (12)، باتجاه (-x)

ج) (20)، باتجاه (+x) د) (20)، باتجاه (-x)

11) مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الجسم خلال فترة تأثيرها بوحدة نيوتن (N) يساوي:

أ) 2 ب) 2.4 ج) 4 د) 4.8

12 في الشكل المجاور تتحرك كرة (A) باتجاه $(+x)$، فتصطدم رأسًا برأس بكرة أخرى (B) تتحرك أمامها بالاتجاه نفسه وكتلتها أقل من كتلة الكرة (A). إذا استمرت الكرتان بعد التصادم في الحركة في الاتجاه نفسه. يكون اتجاه التغير في الزخم الخطي لكلا الكرتين نتيجة التصادم:



أ) باتجاه $(+x)$ ب) للكرة (A) باتجاه $(+x)$ وللكرة (B) باتجاه $(-x)$

ج) باتجاه $(-x)$ د) للكرة (B) باتجاه $(+x)$ وللكرة (A) باتجاه $(-x)$

كرة (A) كتلتها (2 kg) تتحرك بسرعة (5 m/s) شرقًا؛ فتصطدم بكرة أُخرى ساكنة (B) كتلتها (8 kg) تصادمًا مرنًا في بُعد واحد. إذا أصبحت الطاقة الحركية للكرة (A) بعد التصادم مباشرة (9 J) فأجب عن الفقرتين الآتيتين:

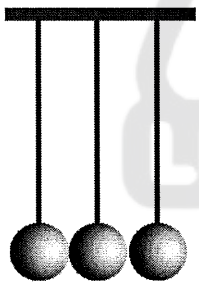
13 مقدار السرعة الكرة (A) بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s)، واتجاهها على الترتيب:

أ) (2)، شرقًا ب) (2)، غربًا ج) (3)، شرقًا د) (3)، غربًا

14 التغير في الطاقة الحركية للكرة (B) بوحدة جول (J) يساوي:

أ) 8 ب) 12 ج) 16 د) 36

15 في الشكل ثلاث كرات فلزّية متماثلة متراصّة معلّقة بخيوط خفيفة. إذا سُحبت الكرة على الجانب الأيمن نحو اليمين ثم أُفلتت؛ لتصطدم تصادمًا مرنًا بالكرة التي كانت مجاورة لها بسرعة (v)، فإنّ الذي يحدث بعد التصادم مباشرة:



أ) تسكن الكرة المتحركة، وتقفز الكرة التي على الجانب الأيسر بسرعة (v).

ب) تسكن الكرة المتحركة، وتقفز الكرتان الساكنتان بسرعة $(\frac{1}{2}v)$ لكل منهما.

ج) ترتد الكرة المتحركة بسرعة $(\frac{1}{2}v)$، وتقفز الكرة التي على الجانب الأيسر بسرعة $(\frac{1}{2}v)$

د) ترتد الكرة المتحركة بسرعة $(\frac{1}{3}v)$، وتقفز الكرتان الساكنتان بسرعة $(\frac{1}{3}v)$ لكل منهما.

16 جسمان ساكنان، الجسم (A) كتلته (m)، والجسم (B) كتلته $(2m)$، أثّرت فيهما قوتان محصلتان متساويتان. استنادًا على ذلك، فإنّ إحدى العبارات الآتية تعبّر بشكل صحيح عن العلاقة بين الجسمين بعد فترة زمنية (Δt) من تأثير القوتين:

أ) سرعة الجسم (A) تساوي سرعة الجسم (B) ج) الزخم الخطي للجسم (A) يساوي الزخم الخطي للجسم (B)

ب) سرعة الجسم (B) تساوي مثلي سرعة الجسم (A) د) الزخم الخطي للجسم (B) يساوي مثلي الزخم الخطي للجسم (A)

17 أطلقت قذيفة أفقيًا من مدفع ساكن، كتلتها (30 kg) بسرعة (100 m/s) باتجاه ($+x$). التغيّر في الزخم الخطي للمدفع بوحدة (kg.m/s) يساوي:

أ) صفر
ب) 3×10^3 باتجاه ($+x$)
ج) 6×10^3 باتجاه ($-x$)
د) 3×10^3 باتجاه ($-x$)

18 تكون الطاقة الحركية الخطية محفوظة في إحدى الحالات الآتية:

أ) في التصادمات المرنة
ب) عندما يكون الزخم الخطي محفوظًا
ج) في جميع الأنظمة المعزولة
د) في جميع أنواع التصادمات

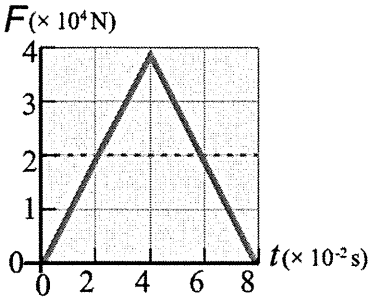
19 جسمان (A و B)، كتلة الجسم (A) مِثْلَي كتلة الجسم (B) ولهما الزخم الخطي نفسه. الطاقة الحركية (KE_A) بدلالة الطاقة الحركية (KE_B) تساوي:

أ) $\frac{1}{4}KE_B$
ب) $\frac{1}{2}KE_B$
ج) $2KE_B$
د) $4KE_B$

20 عند اصطدام كرة مطاطية بسطح صلب، فإنّ التصادم يوصف بأنّه:

أ) مرن وتكون الطاقة الحركية محفوظة
ب) غير مرن وتكون الطاقة الحركية فيه محفوظة
ج) غير مرن وتكون الطاقة الحركية فيه غير محفوظة
د) عديم المرونة وتكون الطاقة الخركية فيه غير محفوظة

يوضّح الشكل المجاور منحنى (القوة – الزمن) للقوة المحصلة المؤثرة في كرة تنس أرضي كتلتها (5×10^{-2} kg) في أثناء تلامسها مع المضرب. استعن بالمنحنى والبيانات المثبتة فيه للإجابة عن الفقرتين الآتيتين:



21 مقدار القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة خلال زمن تلامسها مع المضرب بوحدة (N) يساوي:

أ) 2×10^2
ب) 2×10^4
ج) 4×10^2
د) 4×10^4

إذا علمت أن الكرة ساكنة لحظة بدء تأثير القوة المحصلة فيها، فإنّ مقدار سرعة الكرة في نهاية الفترة الزمنية لتأثير القوة المحصلة فيها بوحدة (m/s) يساوي:

أ) 3.2×10^2
ب) 3.2×10^4
ج) 6.4×10^2
د) 6.4×10^4

جسم (A) كتلته (m) ينزلق على مسار أفقي مستقيم أملس بسرعة (v) باتجاه $(+x)$، اصطدم رأسًا برأس بجسم آخر (B) كتلته $(2m)$ ينزلق على المسار نفسه بسرعة (v) باتجاه $(-x)$. إذا علمت أنّ الجسمين التحما معًا وتحركا على المسار المستقيم نفسه، أجب عن الفقرتين الآتيتين:

23 سرعة الجسمين بعد التصادم بدلالة (v) واتجاهها على الترتيب:

أ) $(\frac{1}{3}v)$ باتجاه $(+x)$ ب) $(\frac{1}{3}v)$ باتجاه $(-x)$

ج) (v) باتجاه $(+x)$ د) (v) باتجاه $(-x)$

24 الطاقة الحركية لنظام الجسمين قبل التصادم بدلالة كل من (m) و (v) تساوي:

أ) $(\frac{1}{2}\ m\ v^2)$ ب) $(\frac{2}{3}\ m\ v^2)$ ج) $(m\ v^2)$ د) $(\frac{3}{2}\ m\ v^2)$

25 في جميع أنواع التصادمات بين الأجسام في الأنظمة المعزولة فإن:

أ) الطاقة الحركية للأجسام تبقى محفوظة

ب) الزخم الخطي الكلي للأجسام يبقى ثابتًا

ج) مجموع سرعات الأجسام قبل التصادم يساوي مجموع سرعاتها بعد التصادم

د) مجموع القوى الداخلية المؤثرة في الأجسام يساوي مجموع القوى الخارجية المؤثرة فيها.

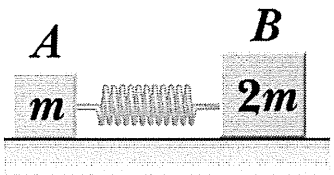
26 يركل لاعب كرة قدم ساكنة كتلتها $(0.5\ kg)$؛ فتنطلق بسرعة $(20\ m/s)$ باتجاه محور $(+x)$، إذا علمت أن زمن تلامس الكرة مع قدم اللاعب يساوي $(0.1\ s)$، فإن القوة المتوسطة المؤثرة في الكرة بوحدة نيوتن (N) تساوي:

أ) 100 باتجاه $(+x)$ ب)100 باتجاه $(-x)$ ج) 400 باتجاه $(+x)$ د) 400 باتجاه $(-x)$

27 سيارة كتلتها (m) تتحرك بسرعة (v)، ضغط السائق على دواسة المكابح فنتج عن ذلك قوة احتكاك، أدّت إلى توقف السيارة بعد فترة زمنية (Δt) من لحظة الضغط على المكابح، إذا أثّرت قوة الاحتكاك نفسها في سيارة كتلتها $(2m)$، تتحرك بالسرعة نفسها (v)، فإنّ الفترة الزمنية التي تتوقف خلالها السيارة الثانية بدلالة (Δt) تساوي:

أ) $\frac{1}{2}\Delta t$ ب) Δt ج) $\sqrt{2}\Delta t$ د) $2\ \Delta t$

28 وُضع نابض خفيف مضغوط بين صندوقين (A, B) كتلتيهما $(m , 2m)$ موضوعين على سطح أفقي أملس، كما في الشكل المجاور، إذا أُفلت النابض لينطلق الصندوقان باتجاهين متعاكسين، فإنه لحظة ابتعاد كل منهما عن النابض يكون:



أ) مجموع الطاقة الحركية للصندوقين يساوي صفرًا.

ب) مجموع الزخم الخطي للصندوقين يساوي صفرًا.

ج) الطاقة الحركية للصندوق (B) تساوي مثلي الطاقة الحركية للصندوق (A).

د) الزخم الخطي للصندوق (B) يساوي مثلي الزخم الخطي للصندوق (A).

تتحرك كرة (A) كتلتها $(2\ \text{kg})$ شرقًا بسرعة $(6\ \text{m/s})$، فتصطدم رأسًا برأس بكرة أخرى (B) كتلتها$(4\ \text{kg})$ تتحرك غربًا بسرعة $(8\ \text{m/s})$. إذا علمت أن الكرة (A) ارتدّت بعد التصادم مباشرة غربًا بسرعة $(5\ \text{m/s})$، **أجب عن الفقرتين الآتيتين**

29 مقدار التغير في الزخم الخطي للكرة (A) بوحدة (kg.m/s) واتجاهه على الترتيب:

أ) (2) شرقًا ب) (2) غربًا ج) (22) شرقًا د) (22) غربًا

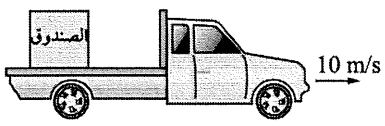
30 مقدار سرعة الكرة (B) بعد التصادم مباشرة بوحدة (m/s) واتجاهها على الترتيب:

أ) (2.5) غربًا ب) (2.5) شرقًا ج) (5) غربًا د) (5) شرقًا

31 سيارة كتلتها (m) تتحرك بسرعة (v) لها ربع زخم شاحنة كتلتها $(8\ m)$ لذلك فإن سرعة الشاحنة:

أ) v ب) $\frac{1}{4}v$ ج) $2v$ د) $\frac{1}{2}v$

32 وضع صندوق على سطح شاحنة تتحرك بسرعة $(10\ m/s)$ وكتلة الصندوق $(50\ \text{kg})$ عند الضغط على الكوابح توقف الشاحنة خلال $(5\ sec)$ لذلك مقدار واتجاه الدفع المؤثر على الصندوق بوحدة (N.s):

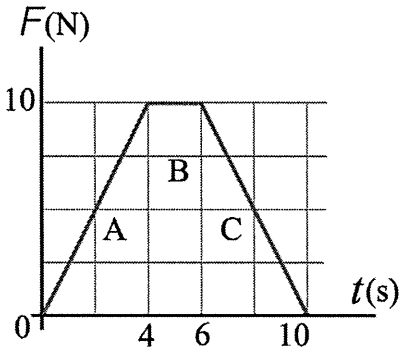


أ) شرقًا (5) ب) غربًا (5) ج) شرقًا (500) د) غربًا (500)

33 كرة قدم ساكنة كتلتها $(0.4\ \text{kg})$ ركلها لاعب فانطلقت بسرعة $(50\ \text{m/s})$ إذا كانت القوة المتوسطة المؤثرة على ة $(200\ \text{N})$ فإن زمن تلامس الكرة مع القدم بوحدة ثانية:

أ) 0.1 ب) 1 ج) 0.2 د) 2

34 الشكل يمثل قوة متغيرة تؤثر باتجاه $(+x)$ لمدة $(10\ s)$ على جسم انطلق من السكون كتلة الجسم $(2\ kg)$ إن (سرعة الجسم النهائية، متوسط القوة) بوحدتي (m/s) و (N) على الترتيب:



أ) (15 , 6) ب) (6 , 15)

ج) (30 , 6) د) (6 , 30)

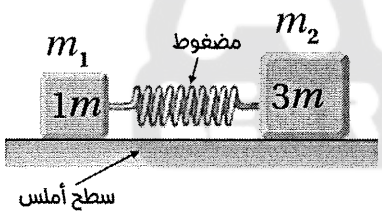
35 كرة تنس كتلتها $(0.04\ kg)$ وصلت المضرب بسرعة 30 m/s وارتدت عن بسرعة $(70\ m/s)$ إذا علمت أن زمن التلامس بين الكرة والمضرب $(2\times10^{-2}\ sec)$ فإن مقدار القوة المتوسطة التي أثر بها المضرب في الكرة بوحدة نيوتن (N) تساوي:

أ) 2000 ب) 1000 ج) 200 د) 100

36 مدفع ساكن كتلته $(2000\ kg)$ أطلق قذيفة كتلتها $(50\ kg)$ بسرعة $(120\ m/s)$ باتجاه محور $(+x)$ إن مقدار واتجاه سرعة المدفع:

أ) 3 m/s, -x ب) 3 m/s, +x ج) 2 m/s, -x د) 2 m/s, +x

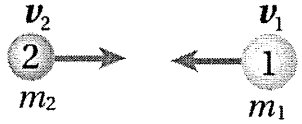
37 في الشكل نابض مضغوط بين جسمين (m_1, m_2) على سطح أملس لحظة إفلات الكتلتين عن النابض فإن نسبة $(v_1 : v_2)$ هي:



أ) (1 : 3) ب) (1 : 1)

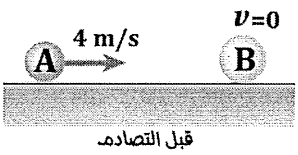
ج) (3 : 1) د) (9 : 1)

38 الشكل يمثل جسمان يتصادمان تصادم عديم المرونة حتى يفقد كل منهما طاقته الحركية بعد التصادم المفروض أن يتساويان



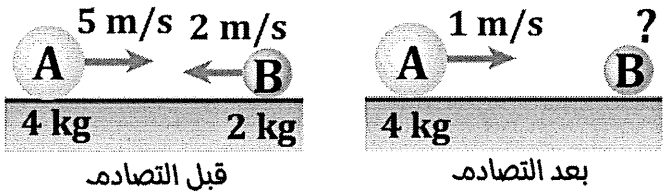
أ) السرعة ب) الكتلة ج) الطاقة الحركية د) الزخم الخطي

39 في الشكل كرتان متماثلتان حدث بينهما تصادم مرن حيث توقفت الكرة (A) بعد التصادم فإن مقدار واتجاه سرعة (B) بعد التصادم:



أ) 4 m/s, -x ب) 4 m/s, +x ج) 2 m/s, -x د) 2 m/s, +x

40 الشكل أعلاه يمثل كرتان (A, B) قبل التصادم وبعد التصادم مباشرة، لذلك فإن (سرعة B بعد التصادم، نوع التصادم) هما:



أ) ($+x$, 3 m/s ، مرن)

ب) ($-x$, 3 m/s ، غير مرن)

ج) ($+x$, 6 m/s ، غير مرن)

د) ($-x$, 13 m/s ، غير مرن)

41 اصطدم جسم كتلته (2 kg) وسرعته (6 m/s) تصادمًا عديم المرونة مع جسم آخر ساكن له مثلي كتلة الأول لذلك فإن مقدار التغير في الطاقة الحركية للنظام:

أ) 48 J ب) -48 J ج) 24 J د) -24 J

42 أُطلق سهم كتلته (m) على بندول كتلته ($9\ m$) فإذا كان أقصى ارتفاع يصله البندول عن مستواه الابتدائي هو ($20\ cm$) لذلك فإن سرعة السهم قبل التصادم مع البندول: (اعتبر $g=10\ m/s^2$)

أ) 20 m/s ب) 0.4 m/s ج) 100 m/s د) 4 m/s

43 كرة صلصال (2 kg) تتحرك شرقًا بسرعة ثابتة (v)، وتصطدم بكرة صلصال أخرى ساكنة فتلتحمان وتتحركان بسرعة تساوي ثلث السرعة الابتدائية للكرة الأولى قبل التصادم، لذلك فإن كتلة الكرة الثانية:

أ) 2 kg ب) 4 kg ج) 6 kg د) 8 kg

44 تتحرك شاحنة (A) غربًا بسرعة ثابتة فتصطدم تصادم عديم المرونة مع سيارة صغيرة (B) تتحرك شرقًا بنفس مقدار سرعة الشاحنة لذلك فإن:

أ) $\Delta P_A = \Delta P_B$, $\Delta K_A = \Delta K_B$

ب) $\Delta P_A = \Delta P_B$, $\Delta K_A > \Delta K_B$

ج) $\Delta P_A > \Delta P_B$, $\Delta K_A = \Delta K_B$

د) $\Delta P_A > \Delta P_B$, $\Delta K_A < \Delta K_B$

45 قارب ساكن كتلته (400 kg) قفز منه طالب نحو الشاطئ بسرعة (1 m/s) أفقيًا، كتلة الطالب (80 kg) فإن سرعة القارب:

أ) 0.2 m/s نحو الشاطئ

ب) 0.2 m/s بعيدًا عن الشاطئ

ج) 5 m/s بعيدًا عن الشاطئ

د) 5 m/s نحو الشاطئ

46 كرة كتلتها (m) وتتحرك بسرعة (v) نحو جدار ارتدت عنه بسرعة تساوي نصف السرعة قبل التصادم إن الدفع المؤثر على الكرة يساوي من حيث المقدار:

أ) $\frac{1}{2}mv$ ب) $\frac{3}{2}mv$ ج) $2\ mv$ د) صفر

47 صندوقان (A, B) يستقران على سطح أفقي أملس، أثرت في كل منهما القوة المحصلة نفسها باتجاه $(+x)$ لنفس الفترة الزمنية إذا كانت $m_A < m_B$ ، فأي العلاقات التالية صحيحة في نهاية الفترة الزمنية:

أ) $P_A < P_B\ ,\ K_A < K_B$ ب) $P_A = P_B\ ,\ K_A > K_B$

ج) $P_A = P_B\ ,\ K_A < K_B$ د) $P_A > P_B\ ,\ K_A > K_B$

48 اصطدم جسم كتلته (m) وسرعته (v) تصادم عديم المرونة مع جسم آخر ساكن كتلته $(2\ m)$، فإن مقدار النقص في الطاقة الحركية للنظام:

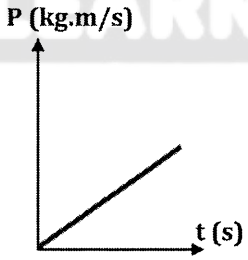
أ) $\frac{1}{2}mv^2$ ب) $\frac{1}{4}mv^2$ ج) $\frac{1}{3}mv^2$ د) $\frac{1}{6}mv^2$

49 العبارة التالية: "دفع قوة محصلة مؤثرة في جسم يساوي التغير في زخمه الخطي" يمثل:

أ) مبرهنة الشغل والطاقة ب) مبدأ حفظ الزخم

ج) مبدأ حفظ الطاقة د) مبرهنة الزخم الخطي – الدفع

50 ميل الخط البياني في الشكل يمثل:



أ) الدفع ب) القوة

ج) السرعة د) الكتلة

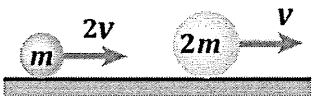
51 جسم يسير بسرعة (v) زخمه الخطي (P) وطاقته الحركية k إذا تضاعفت سرعته فإن (زخمه، وطاقته الحركية) يصبحان:

أ) $(2K, 2P)$ ب) $(\frac{1}{2}K, 2P)$ ج) $(4K, P)$ د) $(4K, 2P)$

52 جسمان متماثلان فإذا كان $P_1 = 2P_2$ فأي العبارات التالية تصف طاقتيهما الحركية:

أ) $K_1 = 2K_2$ ب) $K_1 = \frac{1}{2}K_2$ ج) $K_1 = 4K_2$ د) $K_1 = \frac{1}{4}K_2$

53 في الشكل إذا علمت أن التصادم بين الكرتين تصادم عديم المرونة فإن سرعة الكرتين بعد التصادم:

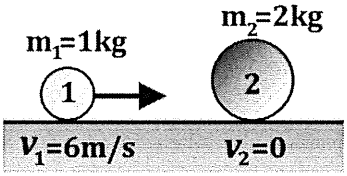


أ) $\frac{1}{3}v$ ب) $\frac{3}{4}v$ ج) $\frac{4}{3}v$ د) $\frac{1}{4}v$

54 سيارة كتلتها (500 kg) تسير نحو اليمين وبسرعة (20m/s) داس السائق على المكابح فتغير الزخم بمقدار (2000 kg.m/s) لذلك فإن السرعة النهائية بوحدة (m/s) للسيارة:

أ) 20 ب) 16 ج) 24 د) 10

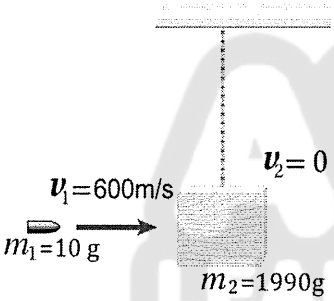
55 تتحرك الكرة (m_1) نحو (m_2) الساكنة وبعد التصادم تنطلق (m_2) نحو اليمين بسرعة (4m/s) إن مقدار سرعة (m_1) بعد التصادم ونوع التصادم:



أ) 2m/s ، مرن ب) -2m/s ، مرن

ج) 2m/s ، غير مرن د) -2m/s ، غير مرن

56 تتحرك رصاصة نحو البندول القذفي الساكن وتتصادم معه تصادم عديم المرونة إن (مقدار سرعتها بعد التصادم مباشرة، أقصى ارتفاع لها):



أ) (0.45m , 3 m/s) ب) (0.45m , 30 m/s)

ج) (0.045m , 3 m/s) د) (0.045m , 30 m/s)

57 رائد فضاء يحمل صندوق في الفضاء خارج المركبة الفضائية، إذا كان الرائد والصندوق ساكنين وقذف الرائد الصندوق بعيدًا عنه، أي العبارات التالية صحيحة:

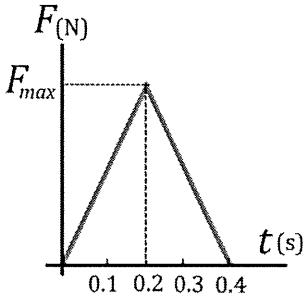
أ) يتحرك رائد الفضاء بعكس اتجاه حركة الصندوق وبسرعة أقل.

ب) يتحرك رائد الفضاء بعكس اتجاه حركة الصندوق وبسرعة أكبر.

ج) يتحرك رائد الفضاء والصندوق بنفس السرعة ونفس الاتجاه.

د) يتحرك رائد الفضاء والصندوق بنفس السرعة وباتجاهين متعاكسين.

58 جسم ساكن كتلته (5 kg) أثرت فيه قوة متغيرة مع الزمن كما في الشكل فإذا كانت سرعة النهائية للجسم تساوي (20m/s) فإن القيمة العظمى للقوة خلال فترة تأثيرها F_{max}:



أ) 500 N ب) 250 N

ج) 1000 N د) 2000 N

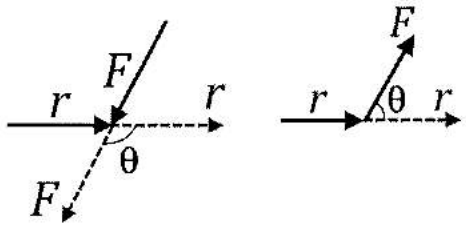
الإجابة النموذجية
الوحدة الأولى

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ج	د	أ	د	أ	ب	ج	ب	د	أ
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ب	د	د	ج	أ	ج	د	أ	ب	ج
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ب	ب	ب	د	ب	أ	د	ب	د	أ
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
د	د	أ	د	ج	أ	ج	د	ب	ج
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
د	أ	ب	ب	ب	ب	ب	ج	د	ب
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
د	ج	ج	ب	ب	أ	أ	أ		
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

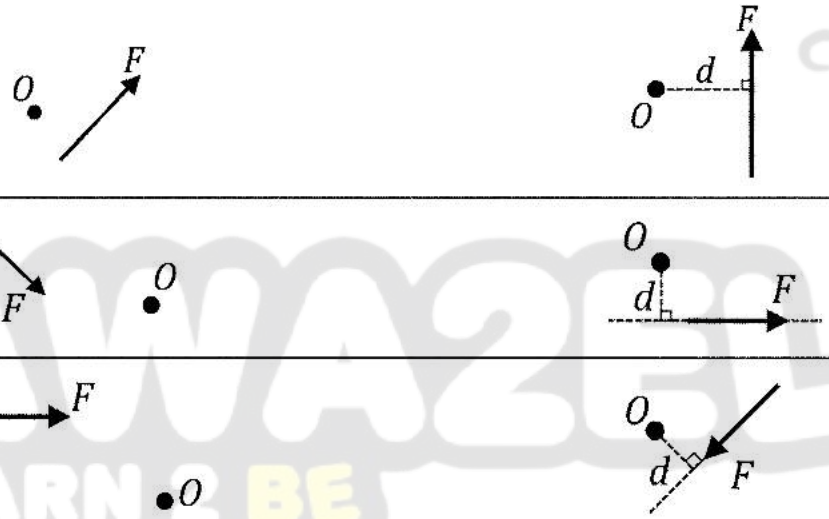
الوحدة الثانية: الحركة الدورانية

مقدمات

1) **الزاوية بين متجهين:** هي الزاوية بين ذيلي المتجهين بعد خروجهما من نقطة التقاطع، لذلك نعمل امتداد للمتجهين حتى يخرجان من نقطة التقاطع.



2) **البعد العمودي لنقطة (O) عن القوة $\overline{F}$:** هو أقصر مسافة بين النقطة والقوة أو خط عمل القوة (امتدادها)...
ونرمز للبعد العمودي (d) ونرسمه عن طريق انزال عمود من النقطة على القوة أو خط عملها.



(أولا) القسم النظري

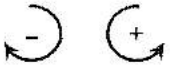
1) **العزم:** مقياس لمقدرة القوة على إحداث دوران لجسم وهو كمية متجهة يرمز له (τ)

توضيح:

أ) القوة التي تدوّر (أو تميل إلى تدوير) الجسم نقول أن لها عزم.

ب) القوة التي لا تدوّر (أو لا تميل إلى تدوير) الجسم نقول أن ليس لها عزم.

إشارة العزم:



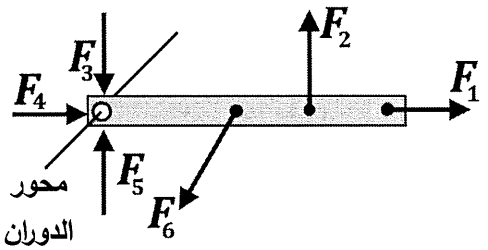
أ) تكون إشارة عزم القوة موجبة إذا سبب دوران عكس عقارب الساعة.

ب) تكون إشارة عزم القوة سالبة إذا سبب دوران مع عقارب الساعة.

قاعدة بسيطة وأساسية جدًا:

إذا مرّ خط عمل القوة في محور الدوران فإن هذه القوة ليس لها عزم لأنها لا تميل إلى تدوير الجسم.

الشكل يمثل مسطرة قابلة للدوران حول محور عمودي على المسطرة عند طرفها عند النقطة (O).



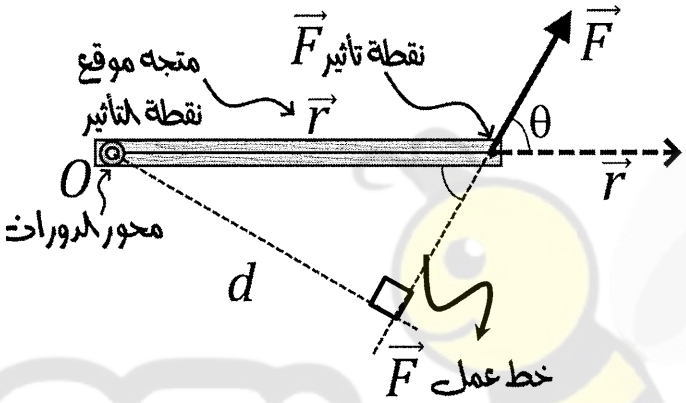
* القوى (F_5, F_4, F_3, F_1) ليس لها عزوم لأن خط عملها يمر في محور الدوران عند (O)

** القوتان (F_6, F_2) لها عزم لأن خط عمل كل منها لا يمر في محور الدوران.

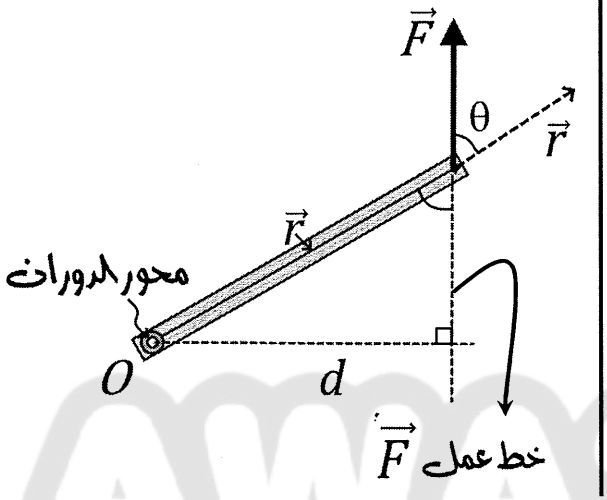
*** عزم (F_2) موجب بينما عزم (F_6) سالب.

حساب عزم القوة: .... تأمل الشكل (a)، (b)

الشكل (a)



الشكل (b)



لاحظ في الشكلين (a) و (b) ← $d = r\sin\theta$ ⇒ $\sin\theta = \frac{d}{r}$

قواعد أساسية:

1) دائمًا نحسب العزم حول نقطة يحددها السؤال، الخط الوهمي الذي يكون عمودي على الجسم ويمر من تلك النقطة يسمى محور دوران.

لا يجوز أن يكتفي السؤال بقول (احسب عزم القوة) لكن الصحيح أن يقول احسب عزم القوة حول النقطة $(\ldots., O, x, b, a)$

2) تفسير الرموز أعلاه:

$\vec{r}$: متجه موقع نقطة التأثير وهو متجه ذيله عند النقطة التي نريد حساب العزم حولها ورأسه عند نقطة تأثير القوة.

θ: الزاوية بين ذيل $(\vec{F})$ وذيل $(\vec{r})$ بعد خروجها من نقطة تأثير $(\vec{F})$.

d: ذراع القوة $(\vec{F})$ وهو البعد العمودي بين محور الدوران وخط عمل القوة (F).

قانون حساب العزم حول نقطة معلومة مثل (O)

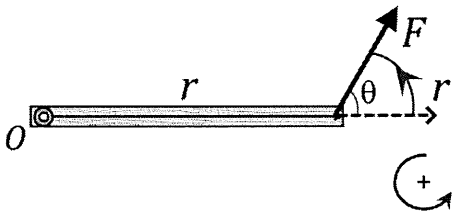
الصورة المتجهة ولن نستخدمها في الحل حيث من المهم الانتباه لترتيب الرموز ⟵ $(\tau = \vec{r} \times \vec{F})$

الصورة القياسية ⟵ $\boxed{\tau = (\pm)\, F\, r \sin\theta = (\pm)\, Fd}$

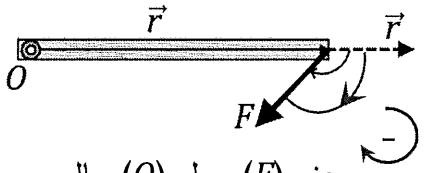
حيث $(r \sin\theta = d)$

تذكير بالإشارة: (+) (-)

إحدى الطرق لتحديد إشارة العزم: عند تحديد الزاوية (θ) إذا كان الدوران من (r) إلى (F) مع عقارب الساعة العزم يكون (سالب) وإذا كان الدوران من (r) إلى (F) عكس عقارب الساعة يكون العزم (موجب).



عزم (F) حول (O) موجب.



عزم (F) حول (O) سالب.

الخلاصة/ لدينا طريقتان لحساب العزم (عزم القوة) حول نقطة:

1) جد البعد العمودي (d) واستخدم $\boxed{\tau = (\pm)\, Fd}$

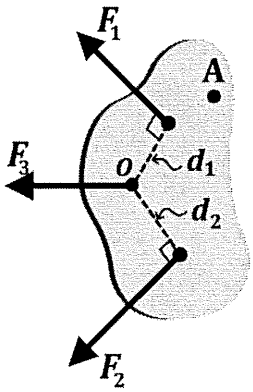
2) جد الزاوية (θ) بين ذيلي $\vec{F}, \vec{r}$ بعد خروجهما من نقطة التأثير ثم إستخدم $\boxed{\tau = (\pm)\, F\, r \sin\theta}$

تذكير: $\theta+\alpha = 180$ ⟵ $(\sin\theta = \sin\alpha)$

نصيحة هامة

فكّر بالطريقة الأولى في البداية وحاول تحديد (d) إن أمكن.

توضيح:



1) عزم (F_1) حول (O) موجب حيث $\tau_1 = +F_1\, d_1$

2) عزم (F_2) حول (O) سالب حيث $\tau_2 = -F_2\, d_2$

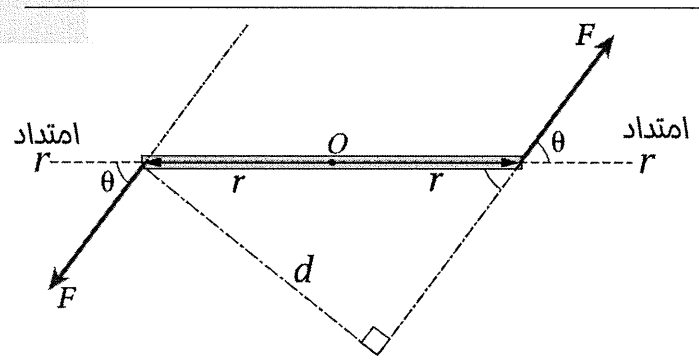
3) عزم (F_3) حول (O) يساوي صفر لأن خط عملها يمر في (O) فيكون ذراع القوة بالنسبة لـ (O) يساوي صفر ... $(d_3=0)$ بالنسبة لـ (O)

ن) عزم (F_3) حول (A) لا يساوي صفر لأن خط عمل (F_3) لا يمر في (A). بالتالي $(d_3\neq$ بالنسبة لـ (A)

محصلة العزم حول (O):

$$\Sigma\tau_{(O)} = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = F_1\, d_1 + -\, F_2\, d_2 + 0$$
$$= F_1\, d_1 - F_2\, d_2$$

2) **الازدواج:** قوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه خط عملهما غير منطبق



d: البعد العمودي بين خطي عملي القوتين، حيث:

$$\text{Sin}\theta = \frac{d}{2r} \Rightarrow d = 2r\ \sin\theta$$

الازدواج يدوّر أو يميل إلى تدوير الأجسام حول نقطة

منتصف المسافة بين نقطتي تأثير القوتين، لذلك فإن له عزم يسمى عزم الازدواج:

$$\tau = (\pm)\ F\,d = (\pm)\ F(2\ r\ \sin\theta)$$

r: المسافة من المنتصف إلى نقطة تأثير (F)

$2r$: المسافة بين نقطتي التأثير

d: البعد العمودي بين خطي العمل حيث $(d=2\ r\ \sin\theta)$

θ: الزاوية بين (r) ، (F)

F: إحدى القوتين (أحدهما فقط)

والإشارة (+ ، −) حسب اتجاه الدوران.

3) **الاتزان**

نقول أن الجسم في حالة اتزان إنتقالي عندما تكون محصلة القوى المؤثرة عليه تساوي صفر $(\Sigma F=0)$ وكل القوى تؤثر في نفس النقطة وهنا لدينا حالتان:

أ. أن يكون الجسم ساكن... اتزان سكوني.

ب. أن يكون الجسم متحركًا بسرعة ثابتة، إتزان متحرك.

- نقول أن الجسم في حالة اتزان سكوني عندما يكون ساكن تمامًا وهذا لا يتحقق إلا بشرطين:
  - تلاشي محصلة المؤثرة على الجسم $\Sigma F=0$
  - محصلة العزوم حول أي نقطة يساوي صفر $\Sigma\tau=0$

- **خطوات حل مسائل اتزان الجسم الصلب:**

) ارسم الجسم المتزن وحدد كل القوى المؤثرة عليه ولا تهتم بالقوة التي يؤثر بها الجسم المتزن على غيره.

) طبّق الشرط الأول: $\Sigma F=0$

) طبق الشرط الثاني: $\Sigma\tau=0$

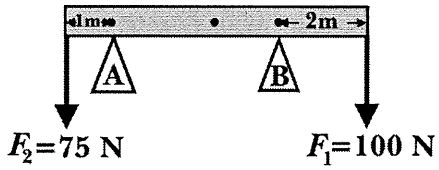
تطبيق الشرط الثاني يجب أن يكون لديك بعض الحكمة حيث يفضّل أن يكون محور الدوران هو نقطة تأثير إحدى المجهولة حتى نلغي عزمها، ونقلل عدد المجاهيل.

ملاحظة هامة:

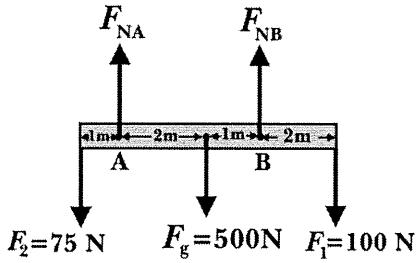
1) الجسم المنتظم نقطة تأثير وزنه ($f_g = mg$) تقع عند منتصفه.

2) أي جسم يلامس سطح (أو يرتكز على دعامة) فإنه يتأثر بقوة عمودية (F_N) اتجاهها لأعلى ($+y$) بسبب هذا التلامس.

سؤال للتوضيح



في الشكل عمود من الحديد منتظم متزن على دعامتين (A, B) كتلته ($50\ kg$) وطوله ($6\ m$) وتؤثر فيه القوتان (F_1, F_2) جد القوة العمودية الناتجة عن الدعامة (A, B) والتي تؤثر على العمود الحديدي.... اعتبر $g=10\ m/s^2$



الحل: نرسم العمود موضحين كل القوى المحتملة المؤثرة عليه وهي ($F_2, F_{NA}, F_g, F_{NB}, F_1$) مع توضيح الأطوال.

وزن العمود يؤثر في المنتصف لأنه منتظم

لإيجاد (F_{NA}) بخطوة واحدة نجد مجموع عزوم كل القوى حول (B) ونساويه بالصفر حتى نلغي F_{NB}

$$\Sigma\tau_{(B)} = \tau_1 + \tau_{F_B} + \tau_{F_g} + \tau_{F_A} + \tau_2 = 0$$

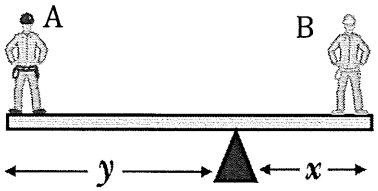
ومنه:

$$(-)(100)(2)+0+(500)(1)+(-)(F_A)(3)+(75)(4) = 0$$
$$600 - 3F_A = 0 \rightarrow F_A = 200\ N$$

ولإيجاد (F_B) إما من مجموع العزوم (الشرط الثاني) أو من محصلة القوى (الشرط الأول)

$$\Sigma F = 0 \rightarrow F_A + F_B = F_1 + F_2 + F_g$$
$$200 + F_B = 100 + 75 + 500$$
$$F_B = 475\ N$$

سؤال للتوضيح



يقف طالبان (B, A) على طرفي عمود مهمل الوزن ويرتكز على دعامة، إذا كان العمود متزن أفقيًا وطوله ($3\ m$) وكانت (m_A=40 kg, m_B=60 kg)

احسب كل من:

X, y

القوة العمودية التي تؤثر بها الدعامة على العمود.

الجواب:

1) $x = 1.2\ m\ , y = 1.8\ m$

2) $F_N = 1000\ N$

3) مركز الكتلة (C.M)

مركز الكتلة: النقطة التي يمكن افتراض أن كتلة الجسم كاملة مركزه فيها وقد يقع مركز الكتلة داخل الجسم أو خارجه حسب شكل الجسم.

وهناك معنى آخر لمركز الكتلة ...

مركز الكتلة: هو النقطة التي إذا عُلّق منها الجسم فإنّه يتزن وهو نفسه مركز تأثير وزن الجسم.

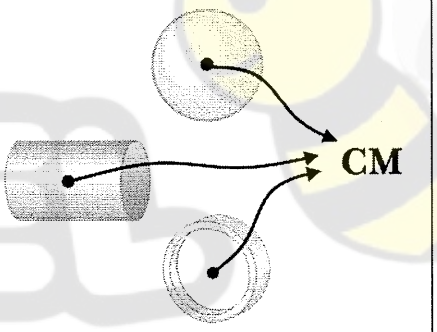
أين يقع مركز كتلة الجسم؟ .... لدينا ثلاث حالات

حالة (1)

جسم منتظم ومتماثل وليس عشوائي الشكل مثل: كرة، مكعب، مسطرة، اسطوانة، حلقة، ...

والكتلة موزعة على أجزاءه بانتظام.

يكون مركز الكتلة عند المركز الهندسي

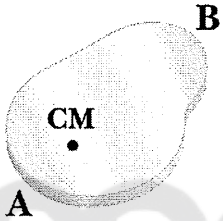


حالة (2)

جسم غير منتظم وغير متماثل هندسيًا فإن مركز الكتلة لا يقع في المنتصف بل بالقرب من الجزء الذي يحمل الكتلة الأكبر.

شكل غير منتظم

يقع مركز الكتلة له بالقرب من الجزء الذي كتلته أكبر وهو A



حالة (3)

إذا كان لدينا نظام يتكون من جسمين نقطيين كتلة كل منهما (m_1, m_2)

1) إذا كان لهما نفس الكتلة يقع الكتلة في المنتصف. على الخط الواصل بينهما.

2) إذا كان $m_1 \neq m_2$ يقع مركز الكتلة على الخط الواصل بينهما. وأقرب للكتلة الأكبر. ونحدد الموقع بالضبط حسب العلاقة

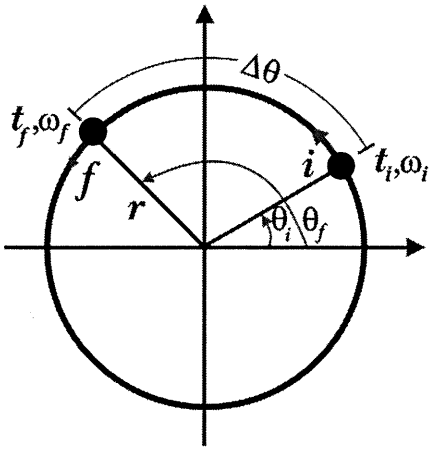
X_{CM}: موقع مركز الكتلة

$$X_{CM} : \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$$

x_1: موقع m_1 بالنسبة للأصل.

x_2: موقع m_2 بالنسبة للأصل.

وصف الحركة الدورانية:



في الشكل جسم يتحرك على محيط مسار دائري نصف قطره (r) حيث ينتقل من الموقع الابتدائي (i) ويصل إلى الموقع النهائي (f)

* تذكر قاعدة التحويل من درجات إلى راديان

$$\theta^r = \theta^\circ \times \frac{\pi}{180}$$

* **الموقع الزاوي للجسم:** هو الزاوية التي يصنعها نصف القطر (r) مع محور $(+x)$ بدوران عكس عقارب الساعة.

* الموقع الزاوي الابتدائي = θ_i ، الموقع الزاوي النهائي = θ_f

* الإزاحة الزاوية : هي التغيّر في الموقع الزاوي $\Delta\theta$

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$$

- $\Delta\theta\ (+) \Rightarrow$ الدوران عكس عقارب الساعة
- $\Delta\theta\ (-) \Rightarrow$ الدوران مع عقارب الساعة

* **السرعة الزاوية (المتوسطة):** نسبة الإزاحة الزاوية $(\Delta\theta)$ إلى فترة حدوثها Δt

$$\overline{\omega} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

وهنا يجب الانتباه إلى معنى $(\overline{\omega})$ ألا وهو:

$$\overline{\omega} = \frac{\omega_i + \omega_f}{2}$$ لذلك لو كان الدوران بسرعة ثابتة أي أن $\omega_f = \omega_i$

فيكون: $\overline{\omega} = \frac{\omega_i + \omega_i}{2} = \frac{2\omega_i}{2} = \omega_i = \omega_f$

* **التسارع الزاوي (α)** نسبة تغيّر السرعة الزاويّة $(\Delta\omega)$ إلى زمن حدوث هذا التغيّر (Δt)

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_f - \omega_i}{\Delta t}\ r/s^2$$

* ميّز بين $(\overline{\omega}; \Delta\omega)$ ←

$$\overline{\omega} = \frac{\omega_i + \omega_f}{2}$$ ، $$\Delta\omega = \omega_f - \omega_i$$

أفضل ملخص للعلاقات بين المتغيرات الزاويّة $(\Delta\theta, \omega, \alpha, t)$

هذه العلاقات عامة تصف دوران الجسم بسرعة زاوية متغيرة وتنطبق أيضًا لو كانت السرعة الزاويّة ثابتة، بحيث إذا ذكر السؤال أن السرعة الزاويّة ثابتة فقط عوض $(\alpha=0)$

1) $\omega_f = \omega_i + \alpha t$
2) $\Delta\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
3) $\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha\Delta\theta$
4) $\Delta\theta = \overline{\omega}\ t = \left(\frac{\omega_i + \omega_f}{2}\right)t$

ملاحظة هامة: إذا تم دوران الجسم خلال فترتين زمنيتين بحيث كل فترة تسارعها يختلف عن الأخرى فإن (ω_f) للفترة الأولى تعتبر (ω_i) للفترة الثانية... وهكذا

ملخص الإشارات ومعانيها:

- إشارة ($\Delta\theta$, ω) ← (+) الدوران عكس عقارب الساعة
  (−) الدوران مع عقارب الساعة
- إشارة (α) لا تدل على اتجاه الدوران لكن عند مقارنتها مع إشارة (ω) يمكن أن نحدد فيما إذا كانت الحركة الدورانية متسارعة أم متباطئة، حيث:

إذا كان (ω, α) لهما نفس الإشارة ← تسارع
إذا كان (ω, α) متعاكسان في الإشارة ← تباطؤ

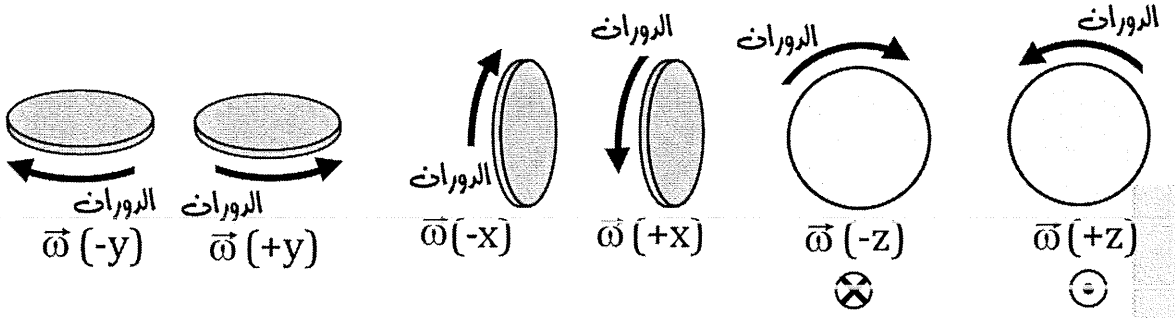
تمـــــرين

الجدول التالي يمثل (ω_i) ، (ω_f) لدوران أربع مراوح إذا كان زمن تغيّر (ω) في كل الحالات (3 *sec*) أوجد التسارع الزاوي (α) وحدد هل المروحة في حالة تسارع أم تباطؤ.

المروحة	ω_i	ω_f	α	تسارع/تباطؤ
a	3	9		
b	9	3		
c	-14	-2		
d	-2	-14		

ملاحظة هامة جدًا: اتجاه الدوران (مع أو عكس) عقارب الساعة ليس هو اتجاه السرعة الزاويّة بل أن اتجاه الدوران يدل على اتجاه ($\vec{\omega}$) بحيث:

عند تدوير أصابع اليد اليمنى مع اتجاه الدوران يشير الإبهام إلى متجه ($\vec{\omega}$)



قانون نيوتن الثاني في الحركة الدورانية وعزم القصور الدوراني:

$$\Sigma\tau = I\,\alpha$$

- $\Sigma\tau$: مجموع العزوم المؤثرة على جسم حول محور معين
- I: عزم القصور الذاتي حول نفس المحور
- α: التسارع الزاوي للجسم

في الحركة الخطية: $\Sigma F = m\,a$

$$I \xrightarrow{\text{تناظر}} m$$

$$\alpha \xrightarrow{\text{تناظر}} a$$

$$\Sigma\tau \longrightarrow \Sigma F$$

* عزم القصور الذاتي (الدوراني)

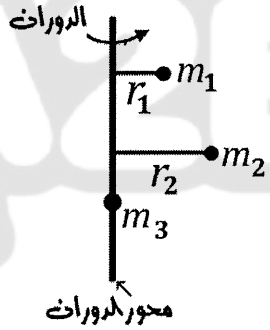
هو مقياس لممانعة الجسم لتغير حالته الحركية الدورانية

حساب عزم القصور الذاتي (I)

1) إذا كان لدينا جسم نقطي كتلته (m) (نقطة مادية) يدور حول محور لا يمر فيه بحيث بعدهُ العمودي عن المحور هو (r) فإن:

$$I = m\,r^2$$

ويقاس بوحدة $kg.m^2$



$I_1 = m_1\,r_1^2$

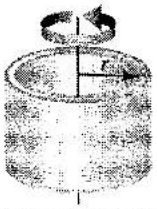
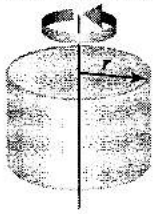
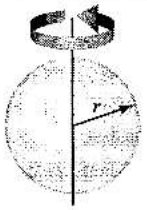
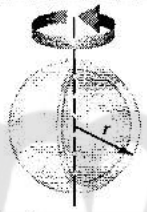
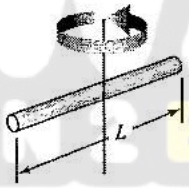
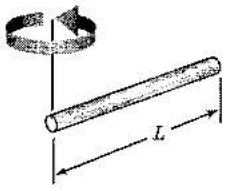
$I_2 = m_2\,r_2^2$

$I_3 = m_3\,(0)^2 = 0$

2) إذا كان لدينا جسم شكله عشوائي مثل صندوق أو حجر أو رجل أو طفل يدور حول محور معين فإن السؤال يعطي عزم القصور الذاتي (الدوراني) كقيمة جاهزة لأنه ليس لدينا قانون لحسابه إلا إذا اعتبر السؤال أنها أجسام نقطية.

3) إذا كان لدينا جسم غير نقطي منتظم يدور حول محور يمر فيه وغالبًا يمر من مركز الكتلة له، يوجد قانون لحساب (I) والمطلوب منا موجود في الجدول التالي علمًا أن الجدول ليس للحفظ.

عزم القصور الذاتي لأجسام مختلفة كتلة كل منها (m):

الجسم	موضع محور الدوران	الشكل	عزم القصور الذاتي
حلقةٌ رقيقةٌ أو أسطوانةٌ مجوّفة.	يمرّ بالمركز عموديًّا على مستواها.		$I = mr^2$
أُسطوانةٌ مُصمَتة منتظمةٌ أو قرصٌ دائري.	يمرُّ بالمركز عموديًّا على مستواها.		$I = \frac{1}{2} mr^2$
كرةٌ مُصمَتة منتظمة.	يمرُّ بالمركز.		$I = \frac{2}{5} mr^2$
كرةٌ مجوّفة.	يمرُّ بالمركز.		$I = \frac{2}{3} mr^2$
قضيبٌ منتظم.	عموديٌّ على القضيب ويمرُّ بمنتصفه.		$I = \frac{1}{12} mL^2$
قضيبٌ منتظم.	عموديٌّ على القضيب ويمرُّ بطرفه.		$I = \frac{1}{3} mL^2$

من الواضح أن عزم القصور الذاتي يعتمد على أمرين:

1. كيفية توزيع الكتلة حول محور الدوران فكلما كان توزيع الكتلة أبعد عن محور الدوران كان عزم القصور أكبر، لذلك (I) للأجسام المجوفة أكبر.
2. موقع محور الدوران حيث أن دوران القضيب على سبيل المثال حول محور يمر في منتصفه يختلف عن الدوران حول محور يمر في طرفه.

$$I_{\text{منتصف}} = \frac{1}{12} mL^2 < I_{\text{طرف}} = \frac{1}{3} mL^2$$

* الطاقة الحركية الدورانية والزخم الزاوي ومبدأ حفظه:

كل كمية خطية لها نظير دوراني (زاوي) وكما يلي:

	الكمية الخطيّة		الكمية الزاويّة
1)	m (الكتلة).... kg	⟶	I (القصور الدوراني) ... $Kg.m^2$
2)	v (السرعة الخطية).... m/s	⟶	ω (السرعة الزاوية) ... r/s
3)	a (التسارع الخطي).... m/s^2	⟶	α (التسارع الزاوي) ... r/s^2
4)	F (القوة).... N	⟶	τ (العزم) ... $N.m$
5)	$\Sigma F = m\,a$	⟶	$\Sigma\tau = I\,\alpha$
6)	$\vec{P} = m\vec{v}$ (الزخم الخطي)$kg.m/s$	⟶	$\vec{L} = I\omega$ (الزخم الزاوي) $Kg.m^2/s$
7)	$\frac{\Delta\vec{P}}{\Delta t} = \sum\vec{F}$	⟶	$\frac{\Delta\vec{L}}{\Delta t} = \sum\vec{\tau}$
8)	$\Sigma F = 0$ نظام معزول $\frac{\Delta P}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \Delta P = 0$ $P_f = P_i$ (الزخم محفوظ) $\Sigma P_f = \Sigma P_i$ ⟵ تم استخدامه في الوحدة الأولى	⟶	$\Sigma\tau = 0$ نظام معزول $\frac{\Delta L}{\Delta t} = 0 \Rightarrow \Delta L = 0$ $L_f = L_i$ $I_f\,\omega_f = I_i\,\omega_i$ يستخدم عند إعادة توزيع الكتل حول محور الدوران (شرط $\Sigma\tau=0$)
9)	$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{P^2}{2m}$ (J) الطاقة الحركية الخطية		$K_r = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$ (J) الطاقة الحركية الدورانية

ملاحظات هامة:

1) يكون اتجاه الزخم الزاوي بنفس اتجاه السرعة الزاوية $\vec{L} = I\vec{\omega}$ أي نحدد اتجاهه حسب قبضة اليد اليمنى.

2) الطاقة الحركية الدورانية والزخم الزاوي يعتمدان على

أ. مقدار السرعة الزاوية . (ω)

ب. القصور الدوراني (I) لذلك فإن تغيّر المحور الذي يدور حوله الجسم أو النظام يغير (I) بالتالي تتغير قيمة كل من (L) ، (K_r) حتى لو ثبتت (ω)

3) إذا كان لدينا نظام يتكون من عدة جسيمات تدور حول نفس المحور فإن:

أ) الزخم الزاوي للنظام $\vec{L} = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \vec{L}_3 + \ldots\ldots$

$= I_1\vec{\omega}_1 + I_2\vec{\omega}_2 + I_3\vec{\omega}_3 + \ldots\ldots$

ب) الطاقة الحركية الدورانية للنظام $K_r = K_1 + K_2 + K_3 + \ldots\ldots$

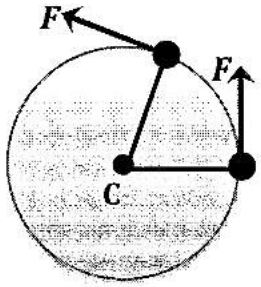
$= \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 + \frac{1}{2}I_3\omega_3^2 + \ldots\ldots$

4) إذا كان لدينا نظام محصلة العزوم المؤثرة فيه تساوي صفر وبقيت كتلته ثابتة لكن حدث تغيّر في توزيع الكتل عن محور الدوران فإن الزخم الزاوي محفوظ.

I_i : القصور الدوراني الابتدائي $\quad L_f = L_i \Rightarrow I_f \omega_f = I_i \omega_i$

I_f: القصور الدوراني النهائي $\quad$ (أو) $\quad L = I\omega = const.$

تمـــرين (1)



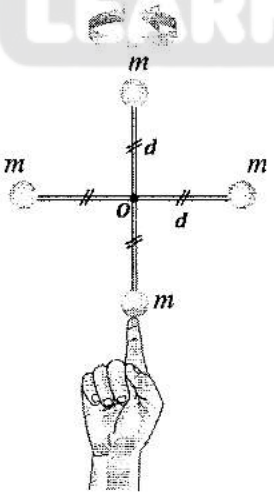
كرة كتلتها (2 kg) مثبتة عند نهاية قضيب مهمل الكتلة طوله (60 cm) تدور حول محور عمودي على الورقة عند (C) بتأثير قوة مماسية ثابتة المقدار (F=12N) إذا انطلقت الكرة من السكون.. جد:

أ. التسارع الزاوي لها.

ب. بعد مرور ثانيتين على بدء الحركة جد:

1) السرعة الزاويّة للجسم، والإزاحة الزاويّة.
2) الزخم الزاوي وحدد اتجاهه.
3) الطاقة الحركية الدورانية.

تمـــرين (2)



في الشكل أربع كتل عند أطراف عمودين مهملي الكتلة، إذا كانت (m=3 kg) (d=2 m) أثناء دوران النظام حول محور (y) بسرعة زاوية ثابتة (5 r/s):

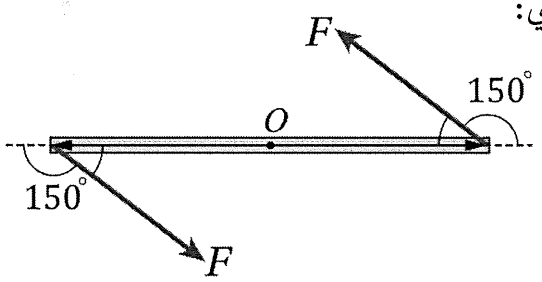
1) جد عزم القصور الذاتي للنظام حور محور (y).
2) جد الزخم الزاوي للنظام وحدد اتجاهه.
3) جد الطاقة الحركية الدورانية للنظام.
4) أثناء الدوران إذا أصبح بعد كل كتلة عن (O) يساوي ($\frac{1}{2}d$) فكم تصبح السرعة الزاوية للنظام؟

أسئلة الاختيار من متعدد

1 يتناسب مقدار عزم القوة:

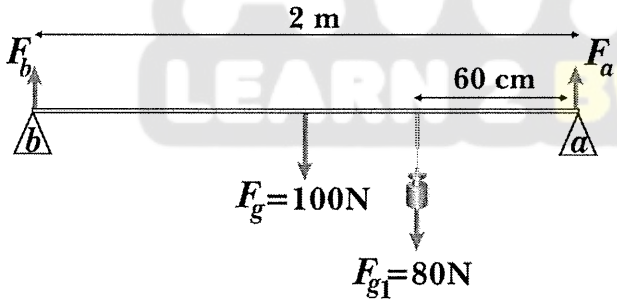
أ) عكسيًا مع مقدار القوة وعكسيًا مع طول ذراعها
ب) عكسيًا مع مقدار القوة وطرديًا مع طول ذراعها
ج) طرديًا مع مقدار القوة وطرديًا مع طول ذراعها
د) طرديًا مع مقدار القوة وعكسيًا مع طول ذراعها

2 مسطرة مترية فلزية قابلة للدوران حول محور ثابت يمر في منتصفها عند النقطة (O) عمودي على مستوى الصفحة، كما هو موضح في الشكل المجاور. أثرت فيها قوتان شكلتا ازدواجًا، فإذا علمت أنّ مقدار كل من القوتين (100 N)، فإن عزم الازدواج بوحدة (N.m) المؤثر في المسطرة يساوي:



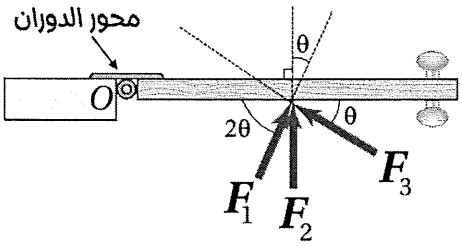
أ) 25، باتجاه حركة عقارب الساعة
ب) 50، باتجاه حركة عقارب الساعة
ج) 25، عكس اتجاه حركة عقارب الساعة
د) 50، عكس اتجاه حركة عقارب الساعة

3 ساق فلزية منتظمة طولها (2 m) ووزنها (100 N) والذي يؤثر في منتصفها ومثبتة على نقطتي الارتكاز (a, b). عُلّق في الساق جسم وزنه (80 N) على بُعد (60 cm) من نقطة الارتكاز (a) كما في الشكل المجاور. وكانت الساق في وضع اتزان سكوني. فإنّ القوتين اللتين تؤثر فيهما نقطتا الارتكاز (a) و (b) في الساق بوحدة نيوتن (N) هما:



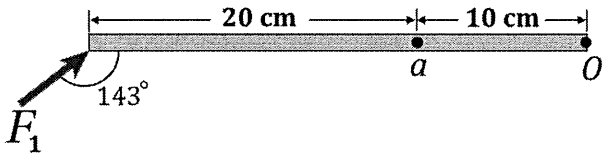
أ) $F_a = 58, F_b = 122$
ب) $F_a = 74, F_b = 106$
ج) $F_a = 122, F_b = 58$
د) $F_a = 106, F_b = 74$

4 يوضح الشكل منظرًا علويًا لباب تؤثر فيه ثلاث قوى (F_1, F_2, F_3) متساوية المقدار في الموقع نفسه. العلاقة الصحيحة بين عزوم هذه القوى حول محور الدوران (O)، هي:



أ) $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3$
ب) $\tau_2 > \tau_1 > \tau_3$
ج) $\tau_2 > \tau_3 > \tau_1$
د) $\tau_2 > \tau_1 = \tau_3$

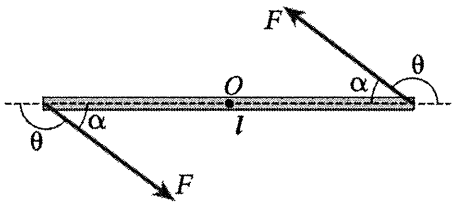
5 قضيب فلزي مهمل الكتلة، طوله (30 cm)، قابل للدوران حول محور (O) كما في الشكل المجاور، تؤثر فيه قوة $(F_1=50\ N)$ حتى يصبح القضيب في حالة اتزان دوراني، يجب أن تؤثر فيه عموديًا عند النقطة (a) قوة (F_2) مقدارها بوحدة نيوتن (N) واتجاهها:



أ) (90)، باتجاه $(+y)$ ب) (90)، باتجاه $(-y)$

ج) (120)، باتجاه $(+y)$ د) (120)، باتجاه $(-y)$

6 مسطرة مترية فلزية قابلة للدوران حول محور ثابت يمرّ في منتصفها عند النقطة (O) عموديّ على مستوى الصفحة، كما في الشكل المجاور. أثّرت فيه قوتان شكلتا ازدواجًا، فإنّ مقدار عزم الازدواج المؤثّر في المسطرة يساوي:



أ) $Fl\cos\alpha$ ب) $2Fl\cos\alpha$ ج) $Fl\sin\theta$ د) $2Fl\sin\theta$

بدأ جسم الدوران من السكون بتسارع زاويّ مقداره $(4\ rad/s^2)$ حول محور ثابت. إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للجسم يساوي $(0.8\ kg.m^2)$ فأجب عن الفقرتين الآتيتين:

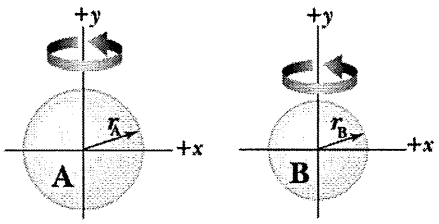
7 مقدار السرعة الزاوية للجسم بعد ثانيتين من بدء الدوران بوحدة (rad/s) يساوي:

أ) 2 ب) 4 ج) 5 د) 8

8 مقدار العزم المحصّل المؤثر في الجسم بوحدة (N.m) يساوي:

أ) 1.6 ب) 3.2 ج) 5 د) 10

في الشكل المجاور كرتان (A, B) كل منهما مصمتة منتظمة متماثلة، متساويتان في الكتلة، ونصفي قطريهما $(r_A = 2\ r_B)$. كل من الكرتين تتحرك حركة دورانية حول محور ثابت يمر في مركزها بسرعة زاوية (ω). إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للكرة المصمتة $(I=\frac{2}{5}mr^2)$، فأجب عن الفقرتين الآتيتين:



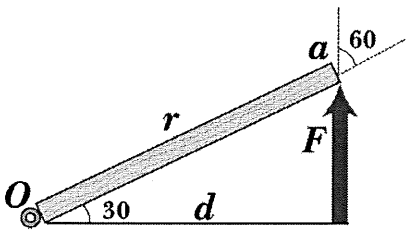
9 نسبة الزخم الزاوي للكرة (A) إلى الزخم الزاوي للكرة (B)؛ $(\frac{L_A}{L_B})$ تساوي:

أ) $(\frac{1}{2})$ ب) $(\frac{2}{1})$ ج) $(\frac{1}{4})$ د) $(\frac{4}{1})$

10 إذا علمت أن $(r_A= 20cm,\ m_A = 0.5\ kg,\ \omega = 4\ rad/s)$، فإنّ الطاقة الحركية الدورانية للكرة (A) بوحدة (J) تساوي:

أ) 0.08 ب) 0.16 ج) 0.320 د) 0.064

11 يبين الشكل منظرًا علويًا لباب قابل للدوران حول محور (O)، تؤثر فيه قوة أفقية (F)، عند النقطة (a)، معتمدًا على الشكل وبياناته، فإنّ عزم هذه القوة يساوي:



أ) (rF) ب) (dF)

ج) $(rF\sin 30°)$ د) $(dF\sin 60°)$

12 عندما تؤثر قوتان متساويتان في المقدار في جسم قابل للدوران حول محور، فإن هاتين القوتين تشكلان عزم ازدواج عندما تكونان:

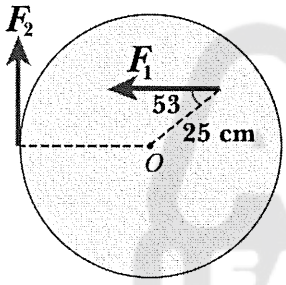
أ) متعاكستين في الاتجاه، وخطّا عملهما متطابقين

ب) بالاتجاه نفسه، وخطّا عملهما متطابقين

ج) متعاكستين في الاتجاه، وخطّا عملهما غير متطابقين

د) بالاتجاه نفسه، وخطّا عملهما غير متطابقين

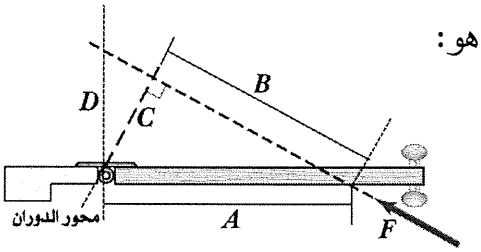
13 قرص دائري نصف قطره (30 cm) قابل للدوران حول مركز القرص (O)، أثّرت فيه قوتان (F_1, F_2)، كما في الشكل المجاور، إذا كانت $(F_1=15\ \text{N})$ فإنّ القرص يتأثر بعزم محصل مقداره صفر عندما يكون مقدار القوة (F_2) بوحدة نيوتن (N) يساوي:



$(\sin 53°=0.8\ ,\ \cos 53°=0.6)$

أ) (3.0) ب) (3.75) ج) (10.0) د) (12.5)

14 يوضح الشكل المجاور منظرًا علويًا لباب تؤثر فيه قوة (F). ذراع هذه القوة هو:

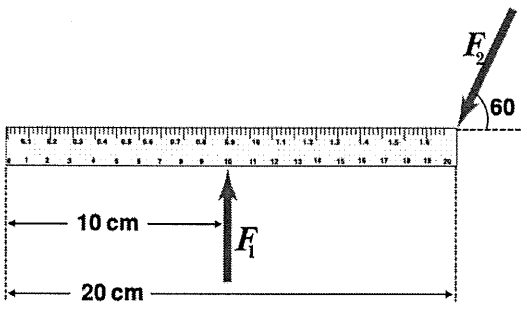


أ) A ب) B

ج) C د) D

15 تؤثر القوتان $(F_1=20\ \text{N})$ و $(F_2=30\ \text{N})$ في مسطرة كما في يظهر في الشكل المجاور.

العزم المحصل المؤثر في المسطرة بوحدة (N.m)، مقدارًا واتجاهًا حول طرفها الأيسر.



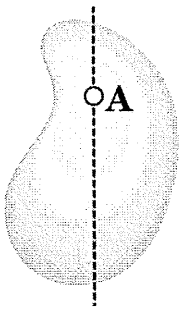
أ) (1)، بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة.

ب) (1)، باتجاه حركة عقارب الساعة.

ج) (3.2)، بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة.

د) (3.2)، باتجاه حركة عقارب الساعة.

16 يوضح الشكل المجاور جسمًا غير منتظم الشكل، عُلّق من الثقب (A)، فاستقر ساكنًا.

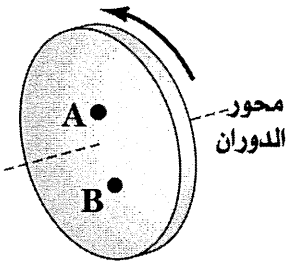


إن موقع مركز الكتلة يكون عند نقطة تقع على:

أ) يمين الخط المتقطع ب) يسار الخط المتقطع

ج) الخط المتقطع أسفل الثقب (A) د) الخط المتقطع أعلى الثقب (A)

17 يبين الشكل المجاور قرصًا دائريًا يدور حول محور ثابت، والنقطتان (A, B) تقعان على القرص، تتساوى النقطتان (A, B) أثناء الدوران في:



أ) السرعة الزاوية والموقع الزاوي وتختلفان في التسارع الزاوي.

ب) السرعة الزاوية والتسارع الزاوي وتختلفان في الموقع الزاوي.

ج) الموقع الزاوي وتختلفان في السرعة الزاوية والتسارع الزاوي.

د) التسارع الزاوي وتختلفان في السرعة الزاوية والموقع الزاوي.

18 يدور إطار سيارة من السكون بتسارع زاوي ثابت مقداره ($4\ rad/s^2$) السرعة الزاوية للإطار بوحدة (rad/s) بعد ($20\ s$) من بدء دورانه تساوي:

أ) 0.2 ب) 0.8 ج) 5 د) 80

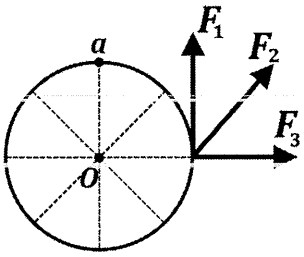
19 قرص مصمت منتظم متماثل يتحرك حركة دورانية بسرعة زاوية ثابتة مقدارها ($6\ rad/s$) حول محور ثابت عمودي على سطح القرص ويمر في مركزه. إذا علمت أن عزم القصور الذاتي للقرص يساوي ($2\ kg.m^2$)، فإن الطاقة الحركية الدورانية للقرص بوحدة (J) تساوي:

أ) 6 ب) 12 ج) 18 د) 36

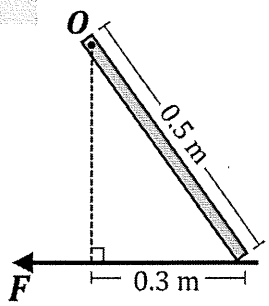
20 يقف ثلاثة أطفال متساوين في الكتلة عند حافة لعبة دوارة على شكل قرص دائري منتظم، تدور بسرعة زاوية ثابتة (ω) حول محور دوران ثابت عمودي على سطح القرص ويمر في مركزه. إذا اقترب أحد الأطفال من مركز القرص، فإن ما يحدث للعبة الدوارة:

أ) تزداد سرعتها الزاوية ب) تقلّ سرعتها الزاوية ج) يزداد زخمها الزاوي د) يقلّ زخمها الزاوي

في الشكل المجاور ثلاث قوى تؤثر في قرص دائري القوة التي يكون لها أكبر عزم حول محور الدوران (a) علمًا أن جميع القوى متساوية المقدار:



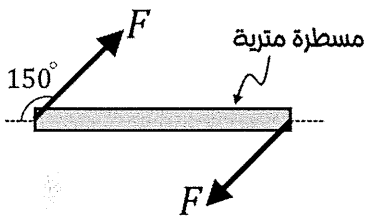
أ) F_1 ب) F_2 ج) F_3 د) جميعها لها نفس العزم



22 إذا كان عزم القوة (F) حول (O) يساوي (40 N.m) فإن مقدار (F) بوحدة (N):

أ) 80 ب) $\frac{400}{3}$

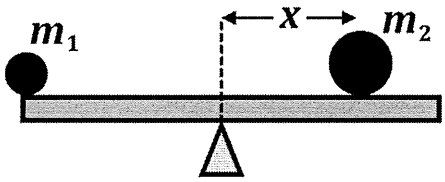
ج) 100 د) 20



23 إذا كان عزم الازدواج المؤثر في المسطرة أعلاه يساوي (12 N.m) فإن مقدار (F) بوحدة (N):

أ) 48 ب) 24

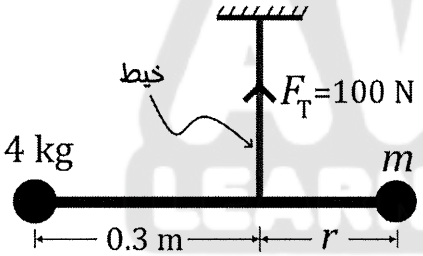
ج) 10.4 د) 20.8



24 عمود منتظم طوله ($4\ m$) متزن أفقيًا على دعامة عند المنتصف ويحمل الكتلتين m_2, m_1 إذا كان ($m_2=4m_1$) فإن قيمة (x) بوحدة (متر):

أ) 0.5 ب) 1

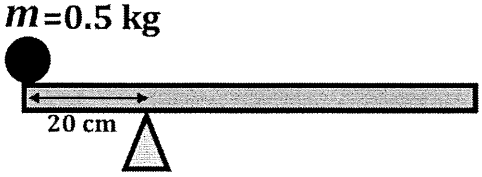
ج) 0.25 د) 0.75



25 في الشكل قضيب مهمل الوزن عند طرفيه كتلتين والقضيب معلق بواسطة خيط إذا كان النظام متزن وقوة الشد في الخيط (100 N) فإن قيمة (r, m) بوحدة (m, kg) هي:

أ) (0.3 , 60) ب) (6 , 0.2)

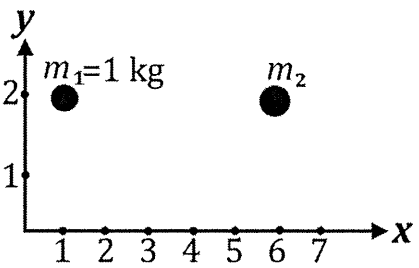
ج) (0.3 , 6) د) (0.2 , 6)



26 في الشكل مسطرة مترية منتظمة عند طرفها موضوع كتلة (0.5 kg) وتتزن المسطرة أفقيًا فوق دعامة على بُعد 20 cm عند طرفها إن مقدار كتلة المسطرة بوحدة (kg):

أ) 0.25 ب) 0.33

ج) 0.5 د) 0.2

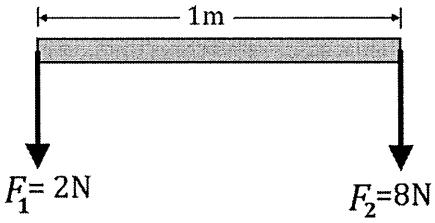


إذاكانت النقطة (2 , 4) تمثل مركز كتلة النظام لذلك فإن قيمة (m_2) بوحدة (kg) تساوي:

أ) 2 ب) 3

ج) 2.5 د) 1.5

28 الشكل يبين عمود مهمل الوزن حتى تنعدم محصلة العزوم المؤثرة عليه يجب أن يكون بُعد محور الدوران عن (F_1) بوحدة متر:



أ) $\frac{4}{5}$ ب) $\frac{5}{4}$

ج) $\frac{3}{4}$ د) $\frac{4}{3}$

29 يتسارع جهاز الطرد المركزي من السكون إلى (3×10^3 r/s) خلال (30 s) بتسارع ثابت إن سرعته الزاويّة بعد مرور (1 sec) من بدء الدوران بوحدة (r/s):

أ) 2×10^2 مع عقارب الساعة ب) 2×10^2 عكس عقارب الساعة

ج) 1×10^2 مع عقارب الساعة د) 1×10^2 عكس عقارب الساعة

30 انطلق إطار سيارة بسرعة زاويّة 2 rad/s وتسارع زاوي 5 r/s^2 باتجاه مع عقارب الساعة لذلك فإن سرعته الزاويّة والإزاحة الزاويّة المقطوعة بعد (10 sec) بوحدة (rad , rad/sec):

أ) (-270 , -52) ب) (230 , 48)

ج) (-20 , -52) د) (-20 , 48)

31 السرعة الزاويّة لجسم يتحرك حركة دورانية عند لحظة معينة تساوي (-5 r/s) وتسارعه الزاوي عند اللحظة نفسها ($3\ r/s^2$) فإن وصف دوران الجسم:

أ) مع عقارب الساعة بتسارع ب) مع عقارب الساعة بتباطؤ

ج) عكس عقارب الساعة بتسارع د) عكس عقارب الساعة بتباطؤ

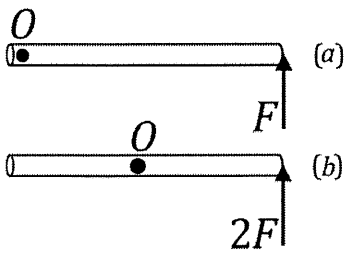
32 جسم نقطي كتلته (3 kg) يدور حول محور على بُعد (2 m) إن عزم القصور الذاتي للجسم حول هذا المحور بوحدة ($kg.m^2$):

أ) 6 ب) 12 ج) 18 د) 36

33 يتحرك الجزء الدوّار في محرك كهربائي بسرعة زاوية 80 r/s إذا فُصل عن الكهرباء واحتاج زمن (20 sec) ل يتوقف. جد الإزاحة الزاويّة التي يصنعها من لحظة فصل الكهرباء حتى يتوقف:

أ) 1600 rad ب) 800 rad ج) 4 rad د) 2400 rad

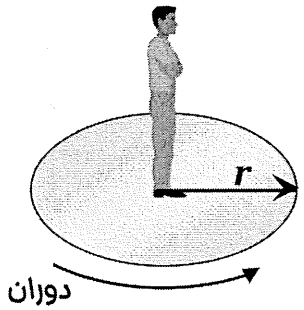
34 قضيبان لهما نفس الكتلة (m) ونفس الطول يُراد تدوير (a) حول محور يمر في طرفه وتدوير (b) حول محور يمر في المنتصف إذا كان (I) هو عزم القصور الذاتي و (α) التسارع الزاوي فإن:



أ) $\alpha_a > \alpha_b , I_a > I_b$ ب) $\alpha_a < \alpha_b , I_a > I_b$

ج) $\alpha_a > \alpha_b , I_a < I_b$ د) $\alpha_a < \alpha_b , I_a < I_b$

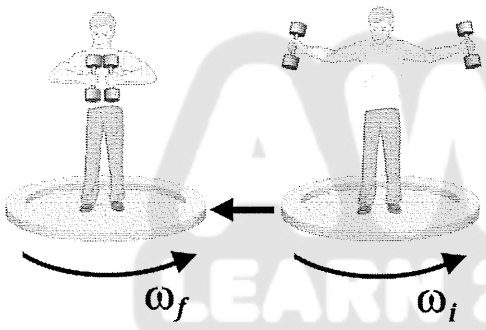
35 رجل يقف عند مركز قرص دوّار لهما نفس الكتلة (m) يدوران بسرعة زاويّة (ω)، تحرك الرجل وتوقف عند حافة القرص إذا اعتبرنا الرجل جسم نقطي وكان $I_{قرص}=\frac{1}{2}mr^2$ فإن السرعة النهائية للنظام تساوي:



أ) ω ب) $\frac{1}{3}\omega$

ج) 3ω د) 2ω

36 طالب يقف على قرص دوّار ويحمل ثقلين وذراعيه ممدودتان ويدور بسرعة زاويّة (ω_i) عندما يضمّ ذراعيه فأي العبارات التالية تصف عزم قصوره وطاقته الحركية (K, I)



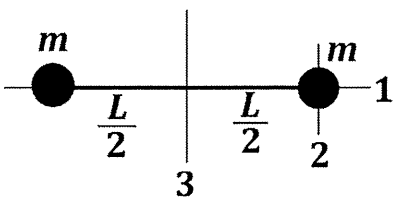
أ) $K_f < K_i , I_f > I_i$ ب) $K_f < K_i , I_f < I_i$

ج) $K_f > K_i , I_f > I_i$ د) $K_f > K_i , I_f < I_i$

37 كرتان لهما نفس الكتلة (m) ونفس نصف القطر (r) الكرة (a) مصمتة والكرة (b) جوفاء تدوران حول محور يمر في مركز كل واحدة بنفس السرعة الزاويّة إذا علمت أن: L الزخم الزاوي و $I_{مجوفة}=\frac{2}{3}mr^2$ ، $I_{مصمتة}=\frac{2}{5}mr^2$

أ) $L_a = L_b$ ب) $L_a = \frac{3}{5}L_b$ ج) $L_a = \frac{5}{3}L_b$ د) $L_a = 15\,L_b$

38 كرتان متماثلتان كتلة الواحدة (m) على طرفي قضيب مهمل الكتلة وطوله (L)، (1, 2, 3) محاور يمكن للنظام أن يدور حولها؛ المحور الذي يكون عزم القصور الذاتي حوله أكبر ما يمكن:

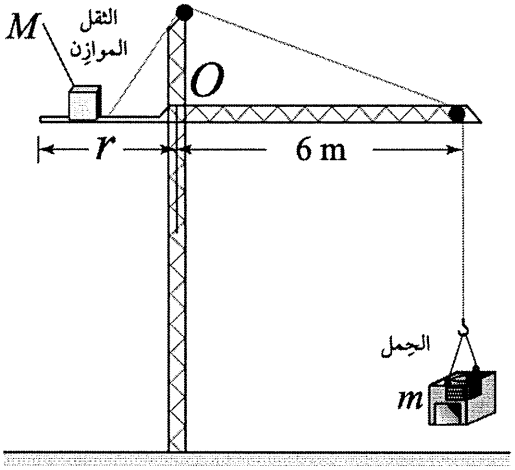


أ) 1 ب) 2 ج) 3 د) جميعها متساوية

39 عند استخدام مفتاح لفك صامولة إطار سيارة ولم نتمكن من ذلك فإن المفتاح الواجب استبداله لفك الصامولة:

أ) طول ذراعه أكبر
ب) طول ذراعه أقصر
ج) ذراعه أكثر سمكًا
د) ذراعه أقل سمكًا

40 الرسم المجاور يبين الرافعة المستخدمة في عمليات البناء وهي في حالة اتزان إذا كانت (m) كتلة الحمل و(M) كتلة الثقل الموازن بحيث $(m=\frac{1}{2}M)$ إذا كان وزن ذراع الرافعة يؤثر عند (O) فإن (r) بعد الثقل الموازن عن (O) بالمتر:



أ) 3
ب) 1.8
ج) 0.8
د) 2

الإجابة النموذجية
الوحدة الثانية

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ج	د	د	ب	ب	ج	د	ب	د	د
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ب	ج	ج	ج	د	ج	ب	د	د	أ
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ب	ج	ب	أ	د	ب	د	أ	د	أ
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
ب	ب	ب	ب	ب	د	ب	ب	أ	أ
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

الوحدة الثالثة

التيـــار الكهربـــائي

أولاً) الجزء النظري

1) ينشأ التيار الكهربائي عن حركة الشحنات الحرة (السالبة أو الموجبة) في اتجاه واحد بسبب المجال الكهربائي الذي يولده مصدر التيار (أي البطارية).

2) الشحنات الموجبة تتحرك مع اتجاه المجال وتسبب ما يسمى التيار الاصطلاحي، وحركة الشحنات السالبة تكون عكس اتجاه المجال الكهربائي وتسبب ما يسمى التيار الإلكتروني.

3) التيار: المعدل الزمني لكمية الشحنة (ΔQ) التي تعبر مقطع الموصل. ($i=\frac{\Delta Q}{\Delta t}$) ويقاس بوحدة أمبير.

4) الأمبير (1A): التيار الكهربائي الناتج عن عبور شحنة (1 C) من مقطع موصل في ثانية واحدة.

5) ماذا نعني بأن تيار مقداره (4 A) يمر في موصل؟

الجواب: أي أنه يعبر مقطع هذا الموصل شحنة 4 C في الثانية.

6) أثناء حركة الإلكترونات داخل الموصل تصطدم مع بعضها ومع ذرات الموصل فتفقد جزء من طاقتها الحركية وتقل سرعتها. وترتفع درجة حرارة الموصل.

7) تصادم الإلكترونات مع الذرات يعمل على:

أ) زيادة اتساع اهتزاز الذرات، وزيادة طاقتها الحركية.

ب) رفع درجة حرارة الموصل.

ج) نقص الطاقة الحركية والسرعة للإلكترونات.

8) المقاومة الكهربائية (R): هي ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه ويرمز لها (R)

..... رياضيًا $R = \frac{V}{I}$ $\frac{Volt}{A}$ ... Ω

9) الأوم: مقاومة موصل يمر فيه تيار (1) أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 1V $(1\Omega=\frac{1V}{1A})$

10) نص قانون أوم ($V=IR$):

" عند ثبوت درجة الحرارة للموصل ينشأ فيه تيار كهربائي (I) يتناسب طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه".

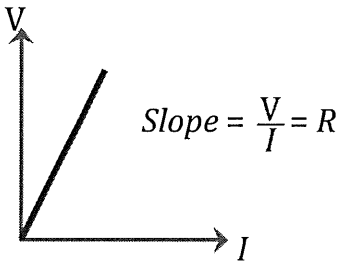
11) عند زيادة درجة حرارة موصل تزداد مقاومته... فسر ذلك.

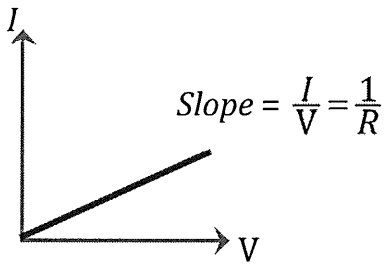
الجواب: بسبب زيادة الطاقة الحركية للذرات تزداد سعة الاهتزاز فيزداد عدد التصادمات مع الإلكترونات فتزداد مقاومة الموصل.

12) * **نتيجة هامة:** تتناسب مقاومة الموصل طرديًا مع درجة الحرارة.

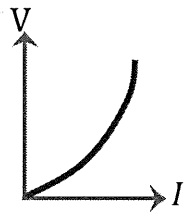
13) المقاومات (الموصلات) الأومية:

هي الموصلات التي ينطبق عليها قانون أوم مثل كل الفلزات وتكون العلاقة بين (i, V) علاقة خطية:





وتكون مقاومته ثابتة لا تتغير مع تغيّر (I أو V)



14) المقاومات (الموصلات) اللا أومية:

موصلات لا ينطبق عليها قانون أوم والعلاقة (i, V) غير خطية (R متغيرة)

15) من الأمثلة على المواد اللا أومية: الجرمانيوم، السيليكون، الكربون.

16) المقاومية (ρ): ($R = \rho \frac{L}{A}$)

أ) **تعريفها:** هي مقاومة عينة من المادة مساحة مقطعها $(1\ m^2)$ وطولها $(1\ m)$ عند درجة حرارة معينة.

ب) **وحدة قياسها:** $(\Omega.m)$

ج) **العوامل التي تعتمد عليها** ┬ نوع مادة الموصل
└ درجة حرارة الموصل

ولا تعتمد على الأبعاد الهندسية (L, A)

17) المقاومة (R): ($R = \rho \frac{L}{A}$)

تتغيّر مع تغيّر $(A, L, \rho$، درجة الحرارة T)

18) يمكن تقسيم المواد حسب مقاوميتها إلى ثلاثة أنواع:

أ) مواد موصلة ذات مقاوميّة صغيرة جدًا مثل (حديد، نحاس، فضة).

ب) مواد شبه موصلة ذات مقاوميّة متوسطة مثل (الكربون، الجرمانيوم، السليكون)

ج) مواد عازلة ذات مقاوميّة عالية جدًا (زجاج، مطاط، كوارتز)

19) القدرة الكهربائية (P) نوعان:

أ. قدرة البطارية (القدرة المُنْتَجَة): وهي الطاقة التي تنتجها البطارية كل ثانية.

$P = I\ \varepsilon\ \ldots\ watt$

ب. القدرة التي تستهلكها المقاومة:

"الطاقة التي تستهلكها المقاومة كل ثانية

أو معدل الطاقة المستهلكة في وحدة الزمن".

$$P = I\,V = I^2\,R = \frac{V^2}{R} \;\ldots\ watt$$

20) بطارية قدرتها *watt* 60 ماذا نعني بذلك؟

الجواب: هذه البطارية تُنتج طاقة J 60 كل ثانية.

21) مصباح قدرته *watt* 60 ماذا نعني بذلك؟

الجواب: هذا المصباح يستهلك طاقة J 60 كل ثانية.

22) القدرة المستهلكة: المعدل الزمني للطاقة المستهلكة في جهاز كهربائي $P=\frac{E}{t}=\frac{J}{s}=W$

23) تعريف الواط (W):

قدرة جهاز كهربائي يستهلك طاقة (1 J) كل ثانية.

24) بطارية السيارة الكهربائية تخزن حد معين من الطاقة الكهربائية وحتى تتم عملية الشحن خلال زمن قصير نحتاج شاحن يعطي تيار كبير ... توضيح:

كلما كَبُر التيار الشاحن (I) قلّ .... $E = P\,t \longrightarrow t = \frac{E}{P} = \frac{E}{IV}$

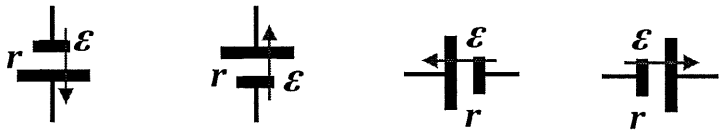
الزمن اللازم لشحن البطارية بشكل كامل بشرط ($I \leq 13A$) حتى لا تنصهر أسلاك التوصيل

25) القوة الدافعة للبطارية (ε): الشغل الذي تبذله البطارية في نقل وحدة الشحنات الموجبة داخل البطارية من قطبها السالب إلى قطبها الموجب.

26) يُستهلك جزء من القدرة التي تنتجها البطارية داخل البطارية نفسها ... (علل).

الجواب: بسبب المقاومة الداخلية التي تستهلك جزء من الطاقة التي تنتجها البطارية نفسها.

27) نُعبّر عن اتجاه دفع البطارية للشحنات بواسطة (سهم ←) يكون اتجاهه من القطب السالب إلى القطب الموجب عبر البطارية.



ε: القوة الدافعة للبطارية.

r: المقاومة الداخلية للبطارية ← في البطارية المثالية ($r=0$)

28) الدارة البسيطة: هي الدارة التي تكون جميع عناصرها موصولة على التوالي ويمر فيها تيار واحد.

29) قاعدتا كيرتشوف:

الأولى: المجموع الجبري للتيارات عند أي تفرع في دارة كهربائية يساوي صفر ← ويعبّر عن مبدأ حفظ الشحنة.

الثانية: المجموع الجبري للتغيرات في الجهد عبر عناصر أي مسار مغلق في دارة كهربائية يساوي صفر ... ويعبر عن مبدأ حفظ الطاقة.

30) أجهزة القياس:

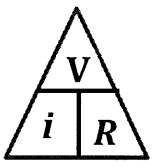
الأميتر (A): يستخدم لقياس التيار ويوصل في الدارة على التوالي، ومقاومته الداخلية تساوي صفر.

الفولتميتر (V): يستخدم لقياس الجهد ويوصل على التوازي ولا يدخل إليه تيار.

(ثانيا) القوانين

1) $i = \frac{Q}{t}$

2) $R = \frac{V}{i}$ ⟶



V: فرق الجهد بين طرفي الموصل

***i*: التيار المار فيه**

3) $R = \rho\frac{L}{A}$ **ρ: المقاومية , L : الطول , A: مساحة المقطع**

4) $V_{ab} = i\,R$

بدليل اتجاه التيار $V_a > V_b$

$V_a - V_b = i\,R$

صغير كبير

*** قوانين القدرة المستهلكة في مقاومة**

5) $P_R = I\,R = I^2R = \frac{V^2}{R}$

6) $P_r = i^2\,r$ **القدرة المستهلكة في البطارية**

7) $P_\varepsilon = I\,\varepsilon$ **قدرة البطارية أو القدرة التي تُنتجها البطارية**

8) $E = P\,t$ **الطاقة المُنتجة أو المستهلكة حسب(P) مُنتجة أو مستهلكة**

9) $Cost = Price \times E\,(kWh)$ **حساب تكلفة الاستهلاك**

حساب تكلفة الاستهلاك: $Price = \frac{(no.)JD}{kWh}$

وفي حساب التكلفة المفروض أن تكون وحدة الطاقة Kwh

$E = P \times t$

(Kw) (h)

تحويل w ← Kw

نقسم على 1000

الزمن t

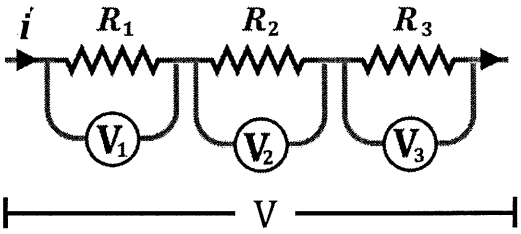
5h ⟶ ✓

5 *min* ⟶ $\frac{5}{60}$h

5 *sec* ⟶ $\frac{5}{60\times60}$h

10) **(توصيل المقاومات)**

توالي



1) نفس التيار يمر في كل المقاومات.

2) $V = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots.$

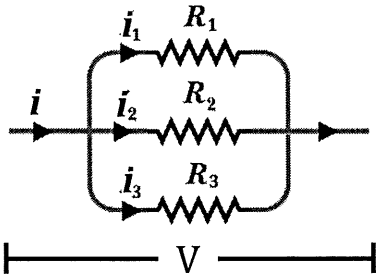
3) $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots.$

4) (للمقاومات المتماثلة على التوالي) $R_{eq} = n\,R$

5) يستخدم للحصول على أكبر مقاومة مكافئة لعدة مقاومات.

* يتوزع الجهد على المقاومات بالتساوي في حال تساوي قيم المقاومات.

توازي



1) $i = i_1 + i_2 + i_3 + \ldots.$

2) $V = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots.$

3) $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots$

4) (للمقاومات المتماثلة على التوازي) $R_{eq} = \frac{R}{n}$

5) يستخدم للحصول على أقل مقاومة مكافئة لعدة مقاومات.

* يتوزع التيار بين المقاومات الموصولة على التوازي بالتساوي في حال تساوي قيم المقاومات.

11) القانون العام لحساب فرق الجهد بين نقطتين في دارة كهربائية:

$$V_{ab} : V_a + \Sigma\, i\, R + \Sigma\varepsilon = V_b$$

ملاحظات هامة:

1) V_{ab}: فرق الجهد بين (a) و (b) $\quad V_{ab} = V_a - V_b$

2) V_{ab} هي أمر بالعبور (الانتقال) من (a) إلى (b) عبر أي مسار متاح.

نظام الإشارات

i

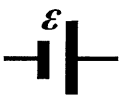
* إذا كان العبور مع (i) عوّض i (سالب)
* إذا كان العبور عكس (i) عوّض i (موجب)

ε

* إذا كان العبور مع (ε) عوّض ε (موجب)
* إذا كان العبور عكس (ε) عوّض ε (سالب)

12) حساب فرق الجهد بين طرفي بطارية

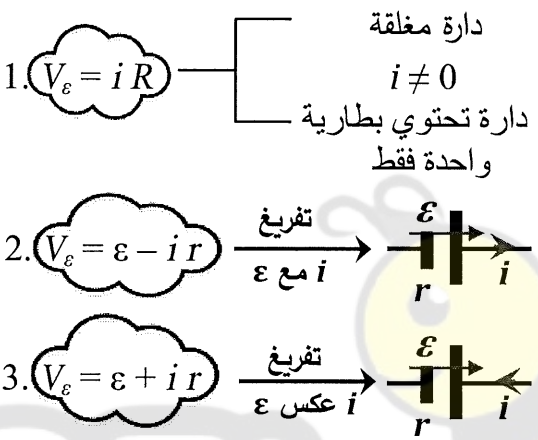
بطارية حقيقية
(لها مقاومة داخلية)

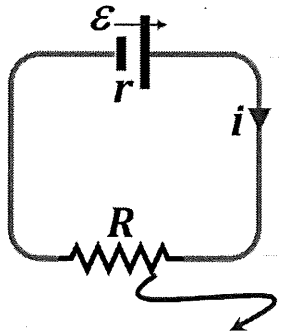


بطارية مثالية
(ليس لها مقاومة داخلية)

نرمز لفرق الجهد بين طرفي البطارية بالرمز (V_ε)

شروط:





R قد تكون مكافئة عدة مقاومات

13) الدوائر التي لا يمكن تبسيطها نجد المجاهيل فيها باستحدام قانوني كيرتشوف أو باستخدام القانون العام.
$(V_a + \Sigma\, i\,R + \Sigma\, \varepsilon = V_b)$ حيث نستفيد من فكرة أن فرق الجهد لا يختلف باختلاف المسار.

14) الشكل الرياضي لقاعدتا كيرتشوف

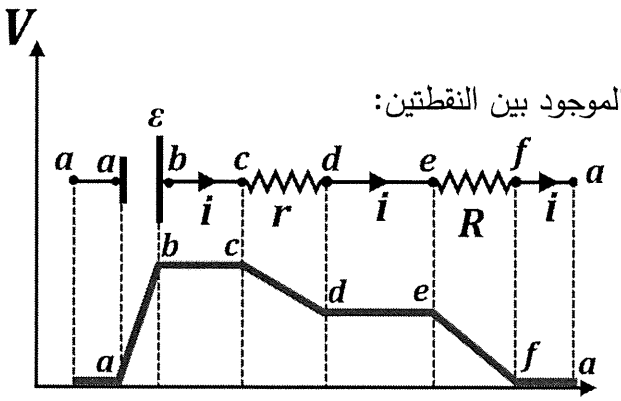
الأولى: $\Sigma\, i_{\text{خارج}} = \Sigma i_{\text{داخل}}$

الثانية: $V_{aa} = 0 \Rightarrow \Sigma i\,R + \Sigma\,\varepsilon = 0$ عبر مسار مغلق

الدارة البسيطة: نجد تيارها باستخدام كيرتشوف الثاني أو العلاقة: $i = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R}$

15) في التمثيل البياني للتغيرات في الجهد عبر دارة بسيطة:

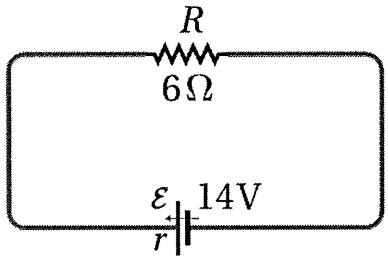
فرق الجهد بين نقطتين (V) له احتمالان حسب العنصر الموجود بين النقطتين:



$V_{ab} = \varepsilon$
$V_{cd} = i\,r$
$V_{ef} = i\,R$

أسئلة الاختيار من متعدد

1 تتكون دارة كهربائية بسيطة من بطارية ومقاومة خارجية كما في الشكل المجاور، إذا كانت المقاومة الداخلية للبطارية تساوي (1 Ω) فإنّ قيمة التيار في الدارة بوحدة أمبير (A) واتجاهه:



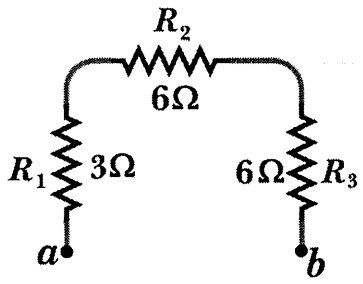
أ) 2، مع اتجاه حركة عقارب الساعة.

ب) 2، عكس اتجاه حركة عقارب الساعة

ج) 2.3، مع اتجاه حركة عقارب الساعة

د) 2.3، عكس اتجاه حركة عقارب الساعة

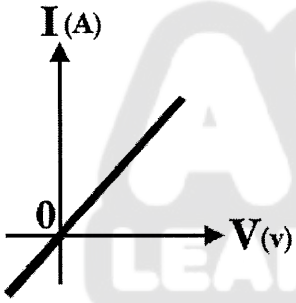
2 اعتمادًا على الشكل المجاور وبياناته، فإنّ قيمة المقاومة المكافئة بين النقطتين (a و b) بوحدة أوم (Ω) تساوي:



أ) 8 ب) 15

ج) 1.5 د) 3.5

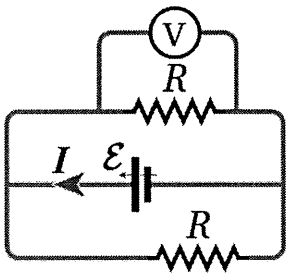
3 يبيّن الشكل المجاور علاقة فرق الجهد (V) بين طرفي موصل أومي مع التيار (I) المار فيه. ميل المنحنى يمثل:



أ) مقاومة الموصل ب) مقاومية مادة الموصل

ج) مقلوب مقاومية مادة الموصل د) مقلوب مقاومة الموصل

4 اعتمادًا على الشكل المجاور وبياناته، وبإهمال المقاومة الداخلية للبطارية، فإن قراءة الفولتميتر (V) هي:



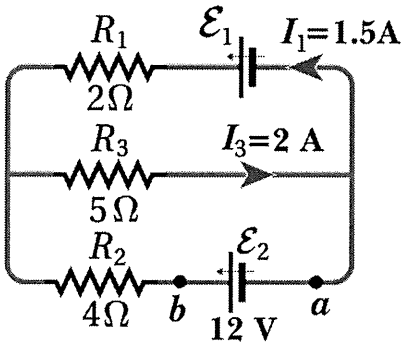
أ) ε ب) IR

ج) $\frac{\varepsilon}{R}$ د) $\frac{2\varepsilon}{R}$

5 إذا وُصل مصباح كهربائي قدرته (40 W) مع مصدر فرق جهد (200 V)، فإنّ كمية الشحنة الكهربائية التي المصباح خلال (60 s) بوحدة كولوم (C) تساوي:

أ) 5 ب) 12 ج) 300 د) 480

* في الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المجاور، إذا علمت أن المقاومات الداخلية للبطاريات مهملة، أجب عن الفقرتين الآتيتين:



6 مقدار التيار (I_2) الذي يمرّ في ($\mathcal{E}_2$) بوحدة أمبير (A) واتجاهه:

أ) (0.5)، من (a) إلى (b) ب) (0.5)، من (b) إلى (a)

ج) (3.5)، من (a) إلى (b) د) (3.5)، من (b) إلى (a)

7 مقدار القوة الدافعة الكهربائية ($\mathcal{E}_1$) بوحدة فولت (V) يساوي:

أ) 5 ب) 7 ج) 13 د) 15

8 يُصنع فتيل المصباح المتوهج من موصل أومي هو فلز التنغستن، وعند مرور تيار كهربائي في المصباح ترتفع درجة حرارة الفتيل، إنّ ما يحدث لمقاومة الفتيل:

أ) تزداد وتصبح لا أومية ب) تزداد وتبقى أومية

ج) تنقص وتبصح لا أومية د) تنقص وتبقى أومية

9 تُقاس مقاومية المادة وفقًا للنظام الدولي للوحدات بوحدة:

أ) ($\Omega.m^2$) ب) ($\Omega.m$) ج) (Ω/m) د) (m/Ω)

10 موصل مقدار مقاومته (6 Ω)، إذا طُبّق بين طرفيه فرق جهد مقداره (4 V)، فإن كمية الشحنة التي تعبر مقطع هذا الموصل في مدة (3 s) بوحدة (C) تساوي:

أ) (2) ب) (4) ج) (12) د) (24)

11 تتكون دارة كهربائية من مصباح مقاومته (8 Ω)، وبطارية قوتها الدافعة الكهربائية (12 V) ومقاومتها الداخلية (2 Ω). إن فرق الجهد الكهربائي بين قطبي البطارية بوحدة (V) يساوي:

أ) (9.6) ب) (10) ج) (10.8) د) (12)

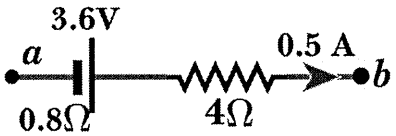
ملغي 1 حدث تفريغ كهربائي بين كرة مولّد فان دي غراف وكرة أخرى موصولة بالأرض، فرق الجهد بينهما (2000V)، فكان على شكل تيار كهربائي (250 A) استمر سريانه مدّة (3 s). مقدار الطاقة الكهربائية المنقولة خلال هذا التفريغ بوحدة جول (J) هو:

أ) (7.5×10^2) ب) (6.0×10^3) ج) (5.0×10^5) د) (1.5×10^6)

13 مصباح كهربائي قدرته (800 W) يعمل مدّة عشر ساعات (10 h)، إذا علمت أن سعر وحدة الطاقة الكهربائية (0.12 JD/kWh)، فإن تكلفة تشغيله بوحدة (JD) هي:

أ) 0.96 ب) 2.96 ج) 9.60 د) 19.20

14 معتمدًا على الشكل المجاور وبياناته، الذي يبين جزءًا من دارة كهربائية مركبة، إذا علمت أن (V_a=2 V)، فإن جهد النقطة (b) بوحدة (V) يساوي:



أ) (3.2) ب) (3.6) ج) (7.6) د) (8.0)

15 مقاومتان متساويتان متصلتان على التوازي مع مصدر فرق جهد (240 V)، القدرة الكلية المستهلكة في المقاومة المكافئة لهما (1920 W)، عند إعادة توصيلهما على التوالي مع مصدر فرق الجهد نفسه، فإنّ القدرة الكلية المستهلكة في المقاومة المكافئة لهما بوحدة واط (W) تصبح:

أ) (30) ب) (60) ج) (120) د) (480)

16 من خصائص توصيل المصابيح مختلفة القدرة على التوازي:

أ) عند حدوث عطل في أحد المصابيح تبقى الأخرى مضيئة.

ب) المقاومة المكافئة تكون أكبر من أي من مقاومات المصابيح.

ج) يسري في المصابيح جميعها التيار الكهربائي نفسه.

د) تعمل على تجزئة الجهد الكهربائي الكلي.

17 موصل أومي مقاومته (R) عند درجة حرارة (25°C)، عند تسخينه إلى درجة حرارة (80°C)، فإنّ ما يحدث للموصل:

أ) يبقى أوميًا، وتقل مقاومته

ب) يبقى أوميًا، وتزداد مقاومته

ج) يصبح لا أوميًا، وتبقى مقاومته ثابتة

د) يصبح لا أوميًا، وتتغير مقاومته

18 تبذل القوة الدافعة الكهربائية للبطارية شغلًا على الشحنات الكهربائية. يؤدي هذا الشغل إلى تحريك:

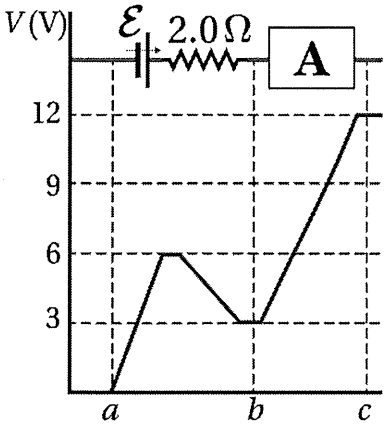
أ) الإلكترونات من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل البطارية.

ب) الإلكترونات من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية

ج) الشحنات الموجبة الافتراضية من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل البطارية

د) الشحنات الموجبة الافتراضية من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج البطارية.

19 مُثّلت تغيّرات الجهد في جزء من دارة كهربائية بيانيًا، كما في الشكل المجاور. بالاعتماد على بيانات الشكل فإن العنصر (A) بين النقطتين (b, c) ومقدار التيار المارّ فيه، هما:



أ) مقاومة مقدارها (6 Ω)، والتيار المارّ فيها (1.5 A)

ب) مقاومة مقدارها (3 Ω)، والتيار المار فيها (3 A)

ج) بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (12 V)، والتيّار المار فيها (1.5 A)

د) بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (9 V)، والتيار المار فيها (1.5 A)

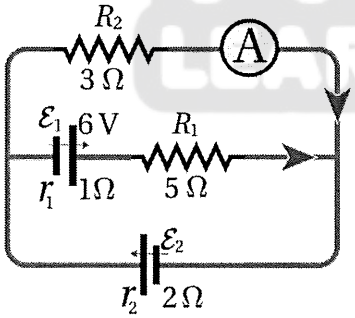
20 بطارية سيارة كهربائية تخزن طاقة مقدارها (36 kWh)، وُصلت مع شاحن يزوّدها بتيار (15 A) عند فرق جهد (240 V). المدة الزمنية اللازمة لشحنها بشكل كامل بوحدة دقيقة (min)، هي:

أ) 500 ب) 1200 ج) 600 د) 1500

21 ثلاث مقاومات مقدار كل منها (R)، وُصلت جميعها على التوالي مع مصدر فرق جهد، ثم أُعيد توصيلها على التوازي مع المصدر نفسه، فإن ($\frac{I_P}{I_S}$) وهي نسبة مقدار التيار الكلي في حالة التوازي (I_P) إليه في حالة التوالي (I_S) تساوي:

أ) $(\frac{9}{1})$ ب) $(\frac{3}{1})$ ج) $(\frac{1}{3})$ د) $(\frac{1}{9})$

22 في الدارة المبينة في الشكل المجاور، إذا كانت قراءة الأميتر (A) تساوي (2 A)، فإنّ مقدار القوة الدافعة الكهربائية (ε_2)، والتيار المار فيها على الترتيب:



أ) (8 V) و (2 A) ب) (14 V) و (2 A)

ج) (8 V) و (4 A) د) (14 V) و (4 A)

23 عندما تعبر مقطع موصل شحنة مقدارها (4 C) في ثانية واحدة، نتيجة تطبيق فرق جهد كهربائي مقداره (2 V) بين طرفي هذا الموصل، فإنّ إحدى العبارات الآتية تكون صحيحة:

أ) مقاومة الموصل (0.5 Ω) ب) مقاومة الموصل (2.0 Ω)

ج) التيار في الموصل (0.5 A) د) التيار في الموصل (2.0 A)

24 تؤدي زيادة مساحة مقطع الموصل إلى نقصان مقاومته، وذلك نتيجة:

أ) زيادة سعة اهتزاز ذرات الموصل ب) زيادة عدد الإلكترونات الحرة الناقلة للتيار

ج) نقصان سعة اهتزاز ذرات الموصل د) نقصان عدد التصادمات بين الإلكترونات وذرات الموصل

25 جهاز حاسوب قدرته الكهربائية (300 W). إذا علمت أن سعر وحدة الطاقة الكهربائية (0.15 JD/kWh)، فإن تكلفة تشغيل الجهاز مدة ثمان ساعات (8 h) بوحدة دينار أردني (JD) تساوي:

أ) 0.36 ب) 2.16 ج) 3.60 د) 21.60

26 بطارية مقاومتها الداخلية (r) موصولة مع مقاومة متغيرة (R) في دارة كهربائية بسيطة، عند زيادة مقدار المقاومة المتغيرة، فإنّ الذي يحدث لفرق الجهد بين قطبي البطارية.

أ) يزداد، بسبب نقصان التيار ب) يزداد، بنسبب زيادة التيار

ج) يقلّ، بسبب نقصان التيار د) يقلّ، بسبب زيادة التيار

27 معتمدًا على الشكل المجاور الذي يبين جزءًا من دارة كهربائية مركبة والبيانات عليه، وإذا علمت أنّ (V_a=5V) وأنّ (V_b=-4V)، فإنّ مقدار التيار بين النقطتين (a, b) واتجاه سريانه:

أ) (0.25A)، من (a) إلى (b) ب) (0.25A)، من (b) إلى (a)

ج) (1.25A)، من (a) إلى (b) د) (1.25A)، من (b) إلى (a)

28 اتصلت ثلاث مقاومات متساوية معًا على التوازي مع بطارية مثالية قوتها الدافعة الكهربائية (4.5 V)، فكان التيار الكلي في الدارة (9 A)، وعند توصيل المقاومات معًا على التوالي ومع البطارية نفسها، فإنّ التيار الكلي في الدارة بوحدة أمبير (A) يكون:

أ) (0.5) ب) (1.0) ج) (1.5) د) (4.5)

29 مسببات التيار في موصل فلزي هي:

أ) الإلكترونات الحرة ب) الأيونات الحرة ج) الذرات د) الجزيئات

3 التيار الكهربائي يمثل المعدل الزمني لعبور:

أ) الطاقة الكهربائية ب) الشحنة الكهربائية ج) القدرة الكهربائية د) المجال الكهربائي

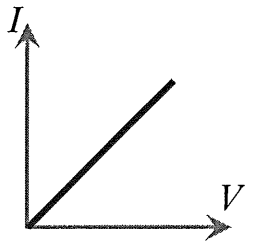
31 ينطبق قانون أوم على:

أ) السيليكون ب) كربون ج) شبه موصل د) سلك نحاس

32 الوحدة التي تميّز مقاومية مادة هي:

أ) Ω ب) $\Omega.m$ ج) $\frac{1}{\Omega.m}$ د) Ω/m

33 الشكل يمثل العلاقة بين التيار وفرق الجهد بين طرفي موصل عند زيادة درجة حرارة الموصل فإن ميل الخط المستقيم:



أ) يزداد ب) يقل

ج) ثابت د) لا يمكن الحكم

34 يمكن تغيير مقاومة سلك نحاسي معين عن طريق تغيير:

أ) التيار المار فيه ب) فرق الجهد بين طرفيه

ج) المجال بداخله د) درجة حرارته

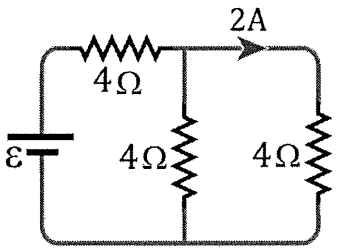
35 قانون كيرتشوف الأول هو صورة من صور مبدأ حفظ:

أ) الشحنة ب) الطاقة ج) الكتلة د) الزخم

36 قانون كيرتشوف الثاني هو صورة من صور مبدأ حفظ:

أ) الشحنة ب) الطاقة ج) الكتلة د) الزخم

37 المقاومة المكافئة في الشكل بوحدة (Ω):



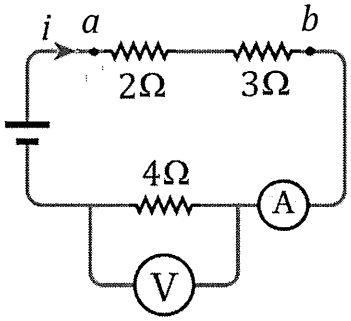
أ) 2 ب) 6

ج) 4 د) 8

38 في الفقرة السابقة تكون قيمة القوة الدافعة (ε) بالفولت:

أ) 8 ب) 16 ج) 24 د) 32

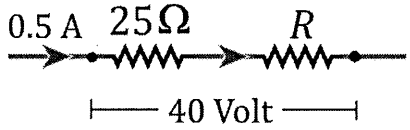
39 في الشكل إذا كانت $V_{ab} = 15V$ فإن قراءة (V, A) على الترتيب بوحدة (أمبير، فولت):



أ) (12 , 5) ب) (12, 3)

ج) (3 , 12) د) (15 , 5)

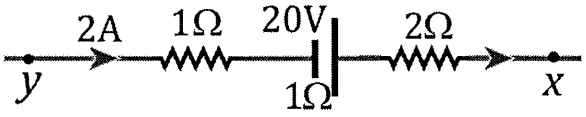
40 قيمة (R) في الشكل المقابل بوحدة (Ω) تساوي:



أ) 80 ب) 55

ج) 12.5 د) 20

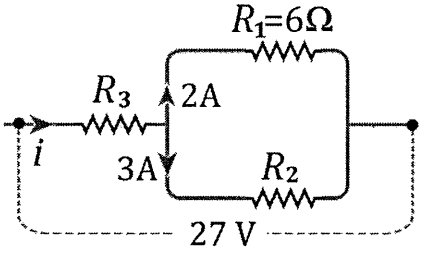
41 في الشكل المقابل يكون:



أ) $V_{xy} = 12$ Volt ب) $V_{yx} = 12$ Volt

ج) $V_{xy} = 8$ Volt د) $V_{yx} = 8$ Volt

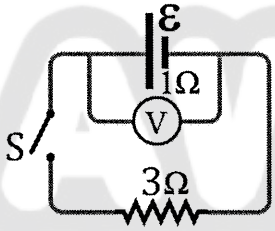
42 في الشكل تكون قيمة (R_2, R_3) بوحدة (Ω) على الترتيب:



أ) (3 , 4) ب) (4 , 3)

ج) (10 , 5) د) (5 , 10)

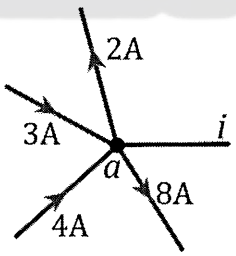
43 في الشكل المجاور إذا كانت قراءة (V) تساوي (8 V)، فإن قراءة (V) بعد غلق (S) تساوي بوحدة فولت:



أ) 9 ب) 8

ج) 7 د) 6

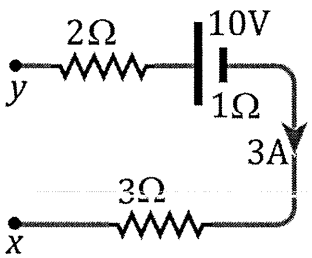
44 بالاعتماد على الشكل فإن قيمة (i):



أ) 7A نحو a ب) 3A نحو a

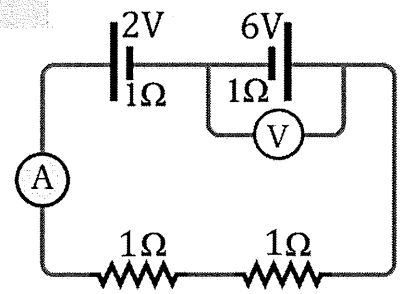
ج) 3A خارج من a د) 7A خارج من a

45 الشكل يمثل جزء من دارة كهربائية ومنه نستنتج أن قيمة V_{yx} بوحدة فولت تساوي:



أ) 28 ب) 10

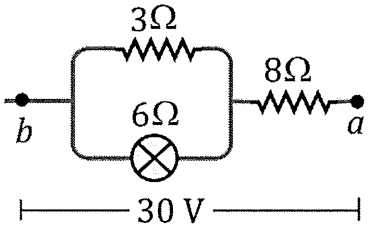
ج) -10 د) 1.5



46 حسب القيم الموضحة على الشكل تكون قراءة (الأميتر، الفولتميتر) على الترتيب بوحدة (V , A):

أ) (6 , 4) ب) (5 , 1)

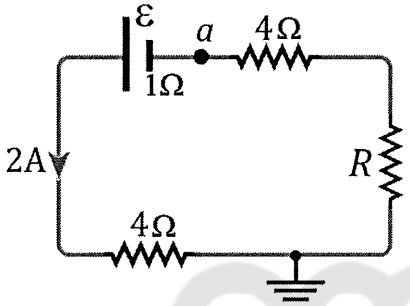
ج) (6 , 1) د) (4 , 6)



47 القدرة التي يستهلكها المصباح في الشكل بوحدة (watt):

أ) 6 ب) 24

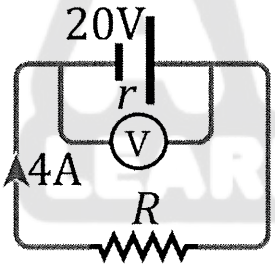
ج) 54 د) 72



48 في الشكل إذا كانت قيمة (V_a = -10 V) فإن قيمة (ε) بوحدة فولت:

أ) 10 ب) 20

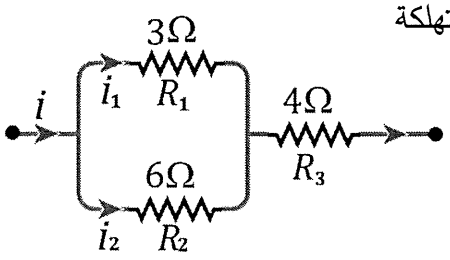
ج) 30 د) 40



49 إذا كانت قراءة (V) تساوي (12V) فإن قيمة (R, r) بوحدة (Ω) تساوي على الترتيب:

أ) (1 , 4) ب) (4 , 1)

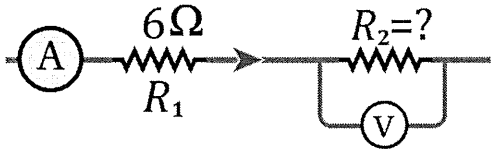
ج) (3 , 2) د) (2 , 3)



50 إذا كانت القدرة المستهلكة في R_1 تساوي (300 W) فإن القدرة المستهلكة في (R_3) بوحدة (Watt):

أ) 900 ب) 450

ج) 600 د) 300

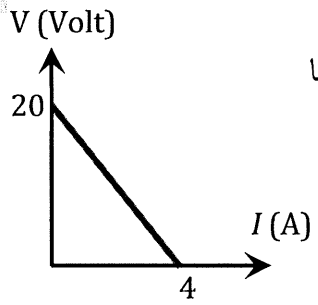


51 إذا كانت قراءة (A) تساوي 2A وقراءة (V) تساوي (3 Volt) فإن قيمةR_2 بوحدة (Ω) تساوي:

أ) $\frac{2}{3}$ ب) $\frac{3}{2}$

ج) 2 د) $\frac{1}{2}$

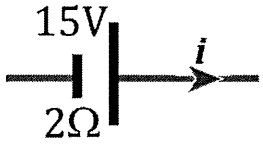
52 بطارية يمر فيها تيار مع اتجاه قوتها الدافعة والشكل يمثل العلاقة بين جهدها والتيار المار فيها لذلك فإن قيمة (ε , r) بوحدة (V , Ω) على الترتيب:



أ) $(20 , 4)$ ب) $(4 , 20)$

ج) $(5 , 20)$ د) $(20 , 5)$

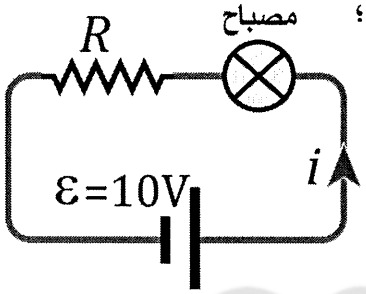
53 في الشكل بطارية تستهلك قدرة 0.08 W لذلك فإنها تُنتج قدرة تساوي بوحدة (Watt):



أ) 0.08 ب) 15

ج) 7.5 د) 3

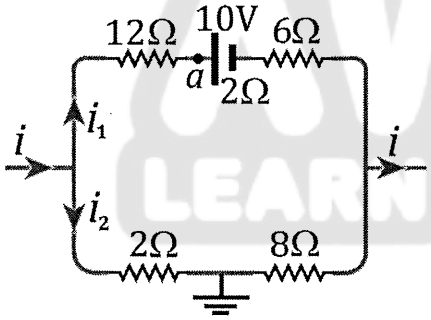
54 الشكل يمثل دارة تحوي مصباح مكتوب عليه $(8W , 4V)$ وصل معه مقاومة (R)؛ إن قيمة المقاومة R بوحدة (Ω) تساوي:



أ) 2 ب) $\frac{1}{3}$

ج) 6 د) 3

55 الشكل يمثل جزء من دارة كهربائية إذا كان $(i_1 = 2A)$ فإن قيمة (i , i_2) بوحدة أمبير على الترتيب:



أ) $(5 , 7)$ ب) $(7 , 5)$

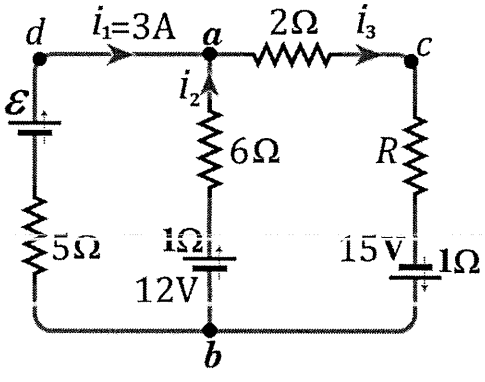
ج) $(4 , 2)$ د) $(2 , 4)$

56 في الفقرة السابقة يكون جهد النقطة (a) ..... V_a بوحدة فولت، يساوي:

أ) -14 ب) -28

ج) 28 د) 14

57 في الشكل إذا كان $(V_{ab} = 5V)$ فإن قيمة (ε) بوحدة فولت:



أ) 3

ب) 27

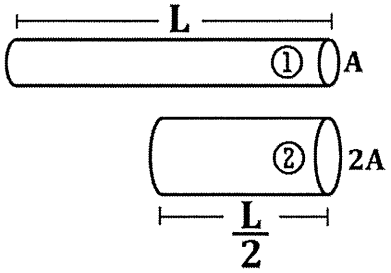
ج) 12

د) 20

58 في الفقرة السابقة فإن قيمة (R) بوحدة (Ω):

أ) 2 ب) 4 ج) 5 د) 6

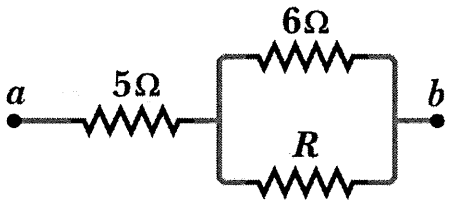
59 في الشكلان موصلان من النحاس مقاومة الأول (R_1) والثاني (R_2) لذلك فإن النسبة $(R_1 : R_2)$ تساوي:



أ) $(1 : 2)$ ب) $(2 : 1)$

ج) $(4 : 1)$ د) $(1 : 4)$

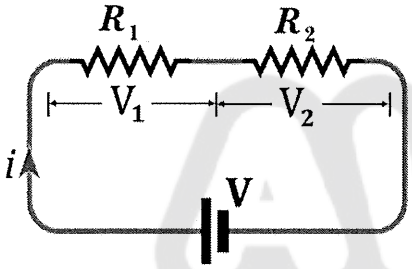
60 إذا كانت المقاومة المكافئة للمجموعة تساوي $(\Omega\ 9)$ فإن قيمة المقاومة (R) بوحدة (Ω):



أ) 12 ب) 6

ج) 9 د) 3

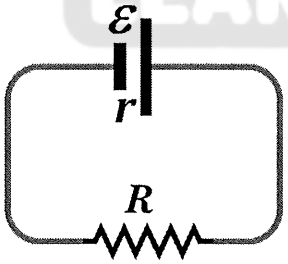
61 في الشكل إذا كانت $R_1 = R$ و $R_2 = 4R$، فإن جهد المقاومة R_1 أي V_1 يساوي:



أ) $\frac{1}{4}$V ب) 4V

ج) $\frac{4}{5}$V د) $\frac{1}{5}$V

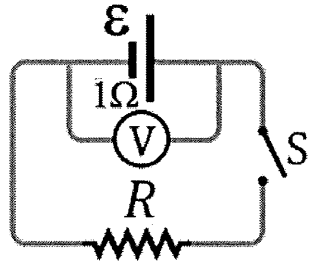
62 في الدارة الموضحة حتى يكون فرق الجهد بين طرفي البطارية مساويًا لربع قوتها الدافعة فإن قيمة (R) يجب أن تساوي:



أ) $\frac{1}{4}r$ ب) $\frac{1}{3}r$

ج) $4r$ د) $3r$

63 في الشكل المجاور إذا كانت قراءة V قبل غلق المفتاح (S) تساوي (V 15) وعند غلق المفتاح (S) أصبحت قراءة (V) تساوي (V 13) لذلك فإن قيمة (R) بوحدة (Ω):



أ) 4.5

ب) 5.5

ج) 6.5

د) 7.5

64) أي الآتية غير صحيحة لمقاومة موصل فلزي:

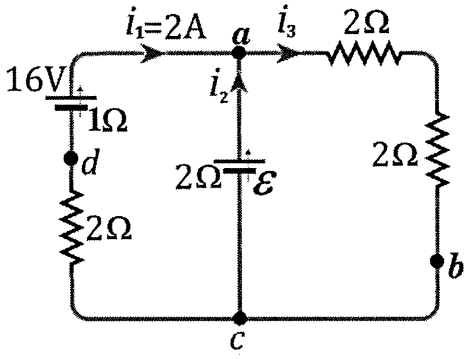
أ) تعيق حركة الإلكترونات الحرة في الموصل أثناء سريان التيار.

ب) تقاس بوحدة Volt/A

ج) نسبة فرق الجهد بين طرفيه إلى التيار المار فيه متغيرة عند ثبوت درجة الحرارة.

د) تستخدم في الدارات للتحكم في قيمة التيار.

65) بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل فإن قيمة i_2 بوحدة أمبير:



أ) 0.5

ب) 1.5

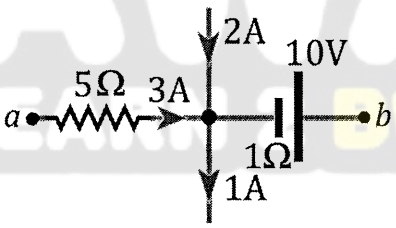
ج) 2

د) 2.5

66) في الفقرة السابقة فإن قيمة القوة الدافعة المجهولة (ε) بوحدة فولت:

أ) 11 ب) 23 ج) 21 د) 26

67) يمثل الشكل جزء من دارة كهربائية معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل فإن قدرة البطارية (ε) بوحدة واط (ω) تساوي:



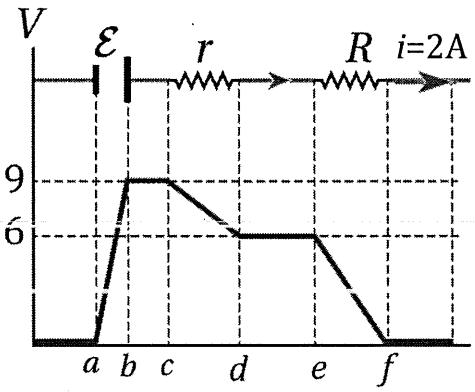
أ) 10 ب) 20

ج) 30 د) 40

68) في الفقرة السابقة فإن قيمة (V_{ab}) بالفولت:

أ) 8 ب) 9 ج) 19 د) 21

69) الشكل يمثل تغيرات الجهد عبر أجزاء دارة كهربائية إن قيمة كل من (R, r) على الترتيب بوحدة (Ω):



أ) (3, 1)

ب) (3, 1.5)

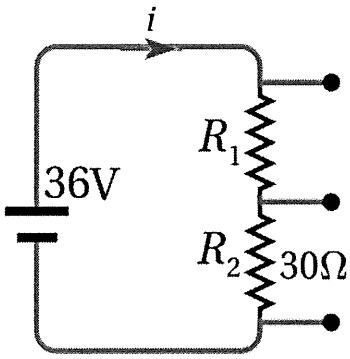
ج) (6, 3)

د) (4.5, 3)

70 سيارة كهربائية تخزن بطاريتها طاقة كهربائية (20 kWh) وصلت بشاحن يزودها بتيار (10 A) عند فرق جهد (200 V)، إذا كان سعر الكيلوواط ساعة (سعر الوحدة) هو (0.12 JD) لكل (kWh) فإن (تكلفة الشحن، زمن الشحنة) بالدينار والساعة على الترتيب هو:

أ) (10 h, 2.4 JD) ب) (2.4 h, 10 JD) ج) (6 h, 0.24 JD) د) (0.24 h, 6 JD)

71 إذا كان فرق الجهد بين طرفي (R_1) يساوي (9V) فإن قيمة R_1 بوحدة (Ω):



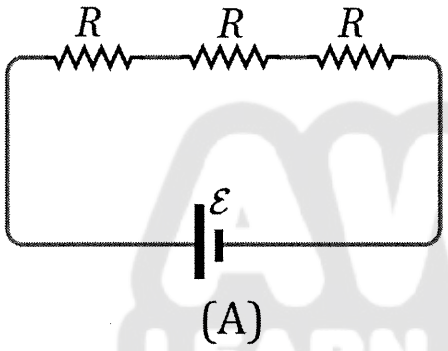
أ) 5

ب) 10

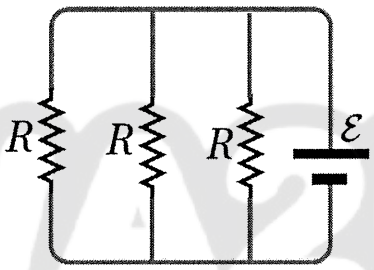
ج) 15

د) 20

72 في الدارتين (A, B) نفس مقدار القوة الدافعة (ε) وكل المقاومات متماثلة إن نسبة القدرة المنتجة في الدارتين ($P_A : P_B$)



(A)



(B)

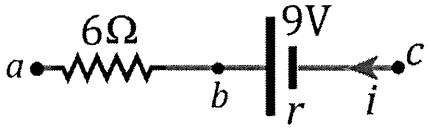
أ) (81 : 1)

ب) (1 : 81)

ج) (9 : 1)

د) (1 : 9)

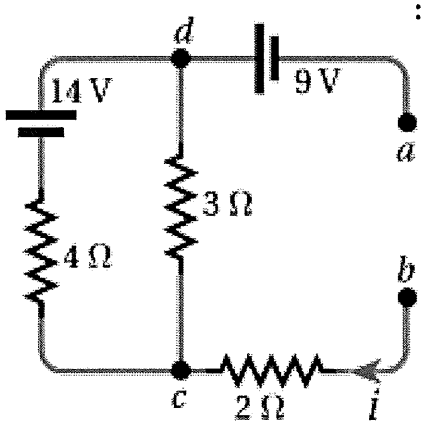
73 في الشكل إذا كان $V_b - V_a = 15V$ و $V_c - V_a = 7V$ فإن قيمة (r) بوحدة Ω:



أ) 1 ب) 0

ج) 2.5 د) 0.4

74 في الشكل إذا انعدم التيار في المقاومة (3Ω) فإن قيمة ($V_a - V_b$)، بوحدة (V):



أ) -16

ب) +16

ج) -8

د) +16

الإجابة النموذجية
الوحدة الثالثة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
أ	ب	د	أ	ب	أ	ج	ب	ب	أ
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
أ		أ	أ	د	أ	ب	ج	د	ج
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
أ	د	أ	ب	أ	أ	ج	ب	أ	ب
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
د	ب	ب	د	أ	ب	ب	ج	ب	ب
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
أ	ب	د	ب	أ	ب	أ	ب	ج	أ
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
ب	د	د	د	ب	أ	د	أ	ج	أ
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
د	ب	ج	ج	د	أ	د	ب	ب	أ
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
ب	د	د	أ						
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

الوحدة الرابعة

المجـــال المغناطيسي

أولاً الجزء النظري

1) المغناطيس: هو مادة لها قدرة جذب المواد القابلة للتمغنط مثل الحديد، النيكل، الكوبالت، النيوديميوم.

2) **المغناطيس له قطبان شمالي (N) وجنوبي (S)** ومهما حاولنا تقسيم المغناطيس لا يمكن الحصول على قطب مغناطيسي منفرد.

3) **داخل الأرض مغناطيس كبير** قطبه الشمالي قريب من القطب الجنوبي الجغرافي للأرض وقطبه الجنوبي قريب من القطب الشمالي الجغرافي للأرض.

4) **يؤثر المغناطيس على أي قطعة مغناطيسية مثل (الحديد) عن بُعد** دون الحاجة إلى تلامس لذلك فهي قوة تأثير عن بُعد، مثل قوة الجذب الكتلي والقوة الكهربائية.

5) **المجال المغناطيسي ($\vec{B}$)**: خاصية للحيز المحيط بالمغناطيس ويظهر تأثير المجال على شكل قوى مغناطيسية تؤثر في المغانط الأخرى والمواد المغناطيسية.

6) **عند تخطيط المجال المغناطيسي نستخدم برادة الحديد، والبوصلة:**

أ) **أهمية برادة الحديد:** رسم خط المجال أي تحديد شكله.

ب) **أهمية البوصلة:** تدلنا على اتجاه خط المجال عند النقطة التي توضع عندها.

7) **خصائص خطوط المجال المغناطيسي:**

أ) خطوط وهمية مقفلة تخرج من القطب الشمالي (N) وتدخل في القطب الجنوبي (S) وتكمل مسارها من (S) إلى (N) داخل المغناطيس.

ب) اتجاه المجال المغناطيسي عند نقطة يكون باتجاه المماس عند تلك النقطة.

ج) خطوط المجال المغناطيسي لا تتقاطع .

د) قيمة المجال عند نقطة تتناسب مع كثافة الخطوط عندها.

8) المجال المغناطيسي المنتظم: هو المجال الثابت في المقدار والاتجاه ويكون على شكل خطوط متوازية المسافات الفاصلة بينها متساوية.

العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة تتحرك في مجال مغناطيسي ($F_B = q\,v\,B\sin\theta$) تتناسب القوة طرديًا مع:

أ) شحنة الجسيم ب) مقدار سرعة الجسيم ج) مقدار المجال المغناطيسي

د) (sin) جيب الزاوية θ بين $\vec{B}, \vec{v}$

10) العوامل التي يعتمد عليها اتجاه القوة المغناطيسية على شحنة:

أ) اتجاه سرعتها ب) نوع الشحنة ج) اتجاه المجال ($\vec{B}$)

11) جسيم موجود في مجال مغناطيسي ولا يتأثر بقوة مغناطيسية. فسر ذلك:

أ) إما أن يكون متعادل (غير مشحون) (q=0)

ب) أو أن يكون ساكن.

ج) أو يتحرك بموازاة المجال المغناطيسي ($\vec{B}$)

12) المجال المغناطيسي عند نقطة: القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة (1 C) لحظة مرورها بسرعة ($1\ m/s$) باتجاه عمودي على المجال عند تلك النقطة. $B = \frac{F_B}{qv\sin\theta}$

13) القوة المغناطيسية لا تبذل شغلاً على الشحنة المتحركة ولا تغيّر طاقتها الحركية ولا مقدار سرعتها.. فسر ذلك.

لأن القوة المغناطيسية عمودية دائمًا على اتجاه الإزاحة أو السرعة.

$$\Delta K = W = F_B\, d\cos 90 = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2 = 0 \rightarrow v_f = v_i$$

14) المجال المغناطيسي لا يحرك شحنة ساكنة بينما المجال الكهربائي يحرك الشحنات الساكنة ويبذل عليها شغلاً ويغيّر طاقتها الحركية.

15) إذا قذف جسيم مشحون عموديًا على مجال مغناطيسي فإنه يسلك مسار دائري.... فسر ذلك.

لأنه يتأثر بقوة مغناطيسية عمودية على اتجاه الحركة عند كل اللحظات تعمل على حرف مساره باستمرار وتجبره على الحركة في مسار دائري بسرعة ثابتة مقدارًا ومتغيرة اتجاهًا.

16) ما العوامل التي يعتمد عليها نصف قطر المسار الدائري لجسيم مشحون قذف عموديًا على مجال مغناطيسي

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

يتناسب طرديًا مع كتلة الجسيم وسرعته، ويتناسب عكسيًا مع شحنة الجسيم والمجال المغناطيسي المؤثر عليه.

17) مطياف الكتلة: جهاز يستخدم لقياس كتل الجسيمات الذرية لتحديد مكونات عينة مجهولة.

18) مسارع السينكروترون: جهاز لتسريع الجسيمات المشحونة لاستخدامها في الأبحاث العلمية.

) ما أهمية المجال الكهربائي والمغناطيسي في مسارع السينكروترون؟

أ. **المجال الكهربائي:** تسريع الجسيمات المشحونة وتزويدها بالطاقة الحركية.

ب. **المجال المغناطيسي**، له وظيفتان:

1. يعمل على حرف مسار الجسيمات باستمرار للحفاظ على مسارها الدائري.
2. اكساب الشحنات تسارع مركزي مما ينتج عنه أمواج كهرومغناطيسية.

20) اذكر استخدامًا للأمواج الكهرومغناطيسية الناتجة عن السينكروترون.

تستخدم في الأبحاث العلمية للكشف عن طول الروابط في الجزيء الواحد.

21) إذا كان لدينا موصل يحمل تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي لا يوازي الموصل فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية تمثل محصلة القوى المؤثرة على كل الشحنات المتحركة بداخله.

22) خطوط المجال المغناطيسي حول سلك يسري فيه تيار كهربائي تكون على شكل دوائر متحدة المركز يقع مركزها على السلك ومستواها عمودي عليه.

23) النفاذية المغناطيسية للوسط (μ): هي قابلية الوسط لتدفق خطوط المجال المغناطيسي خلاله.

24) الغلفانوميتر: جهاز يستخدم للكشف عن التيارات الصغيرة جدًا. ويعتمد في عمله على عزم الازدواج الذي يؤثر به مجال مغناطيسي منتظم على ملف قابل للدوران عند مرور تيار فيه.

أهم أجزاء الغلفانوميتر ووظائفها:

أ. القلب الحديدي: تركيز خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف.

ب. النابض الحلزوني: إرجاع الملف إلى وضع الصفر بعد زوال التيار.

25) المحرك الكهربائي: جهاز يحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية ويعتمد في عمله على عزم الازدواج المؤثر في ملف.

أهم أجزاء المحرك ووظائفها:

أ. العاكس: عَكس اتجاه التيار داخل الملف كل نصف دورة للحفاظ على اتجاه دوران ثابت.

ب. الفرشاتان: توصيل التيار من مصدر الجهد إلى ملف المحرك.

26) تعتمد سرعة دوران المحرك على عزم الازدواج الذي تولّده القوة المغناطيسية على الملف.

- **القوى المغناطيسية:**

القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة تتحرك في مجال مغناطيسي .... θ بين (v, B)

1) $F_B = q\,v\,B\sin\theta$

القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل يحمل تيار ومغمور في مجال مغناطيسي ... θ بين (B, i)

2) $F_B = i\,L\,B\sin\theta$

$\frac{F_B}{L} = i\,B\sin\theta$ (القوة على وحدة الأطوال)

القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين متوازيين يحملان تيارين.

* تيارين في نفس الاتجاه ⟸ تجاذب
* تيارين متعاكسين ⟸ تنافر

3) $F = \frac{\mu_\circ}{2\pi}\frac{i_1 i_2 L}{r}$

$\frac{F}{L} = \frac{\mu_\circ}{2\pi}\frac{i_1 i_2}{r}$

- **المجالات المغناطيسية:**

المجال المغناطيسي عن سلك لا نهائي الطول يحمل تيار

1) $B = \frac{\mu_\circ i}{2\pi r} = 2\times10^{-7}\,i/r \Rightarrow 2\times10^{-7}\frac{i}{r}$

المجال المغناطيسي عند مركز ملف دائري أو عند مركز جزء من ملف دائري.

2) $B = \frac{\mu_\circ iN}{2R}$

$N = \frac{\theta}{360^\circ}$ (لجزء من ملف دائري)

المجال المغناطيسي داخل ملف لولبي.

3) $B = \frac{\mu_\circ iN}{L} = \mu_\circ in \ldots\ldots \boxed{n = \frac{N}{L}}$

- **قوانين جانبية:**

نصف قطر المسار الدائري لجسيم قذف عموديًا على مجال B

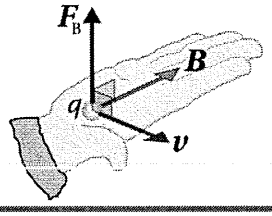
1) $r = \frac{mv}{qB} \longrightarrow$

الشحنة النوعي $\left(\frac{q}{m}\right)$ لجسيم

$\frac{q}{m} = \frac{v}{Br} \longrightarrow$

استخدام اليد اليمنى

كف اليد اليمنى
(للقوة المغناطيسية) على شحنة أو سلك

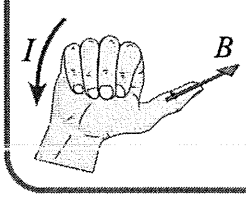


قبضة اليد اليمنى
(للمجال المغناطيسي)

B لملف

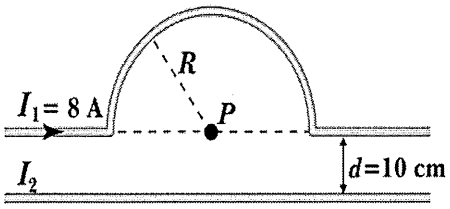
B عن سلك

الإبهام مع (i)
والأصابع عند النقطة والاهتزاز يدل على اتجاه (B) عند النقطة



أسئلة الاختيار من متعدد

1 سلكان مستقيمان لا نهائيا الطول؛ يحتوي أحدهما على نصف حلقة مركزها (P)، ونصف قطرها $(R=0.1\ \pi m)$، كما في الشكل المجاور. مقدار التيار (I_2) بوحدة أمبير (A)، واتجاهه، الذي يجعل المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (P) يساوي صفرًا، هو:



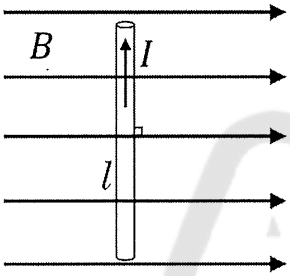
أ) 2، باتجاه $(-x)$ ب) 2، باتجاه $(+x)$

ج) 4، باتجاه $(-x)$ د) 4، باتجاه $(+x)$

2 ملف لولبي طوله (l) وعدد لفاته (N) ينشأ داخله مجال مغناطيسي (B) عندما يمر فيه تيار كهربائي (I). إذا قُطع الملف من منتصفه إلى قطعتين متماثلتين بحيث أصبح عدد لفات كل قطعة $(\frac{1}{2}\text{N})$، ومرّ فيها تيار (I)، فإنّ المجال المغناطيسي الذي ينشأ داخل القطعة الواحدة بدلالة (B) يساوي:

أ) $\frac{1}{4}B$ ب) $\frac{1}{2}B$ ج) B د) $2B$

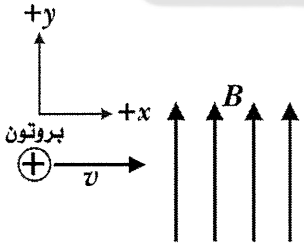
3 سلك طوله (l) يحمل تيارًا كهربائيًا (I) موضوع في مجال مغناطيسي (B) ويصنع زاوية $(90°)$ مع المجال، كما في الشكل المجاور، فتأثر السلك بقوة مغناطيسية. إذا أُميل السلك بحيث أصبحت الزاوية بين متجه المجال ومتجه طول السلك أكبر من $(90°)$، فإنّ ما يحدث للقوة المغناطيسية المؤثرة في السلك:



أ) تزداد وتبقى بالاتجاه نفسه ب) تزداد وينعكس اتجاهها

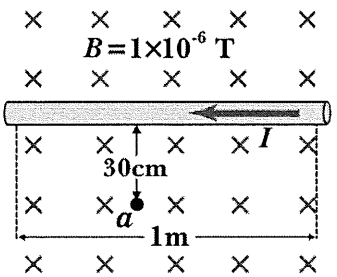
ج) تقل وينعكس اتجاهها د) تقل وتبقى بالاتجاه نفسه

4 يتحرك بروتون باتجاه محور $(-x)$، فيدخل غرفة مفرغة تحتوي على مجالين، أحدهما كهربائي (E) والآخر مغناطيسي (B) يتجه نحو محور $(+y)$ كما في الشكل المجاور. إذا استمر البروتون في مساره دون أن ينحرف، فإنّ اتجاه المجال الكهربائي يكون باتجاه محور:



أ) $-x$ ب) $-y$ ج) $+z$ د) $-z$

5 موصل مستقيم لا نهائي الطول يحمل تيارًا كهربائيًا (6 A)، جزء منه طوله (1 m) [illegible] مجال مغناطيسي منتظم وعمودي عليه كما في الشكل المجاور. معتمدًا على الشكل، [illegible] عن الفقرتين الآتيتين:



المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (a) بوحدة (T)، واتجاهه على الترتيب:

أ) 3×10^{-6}، باتجاه $(+z)$ ب) 3×10^{-6}، باتجاه $(-z)$

ج) 5×10^{-6}، باتجاه $(+z)$ د) 5×10^{-6}، باتجاه $(-z)$

6 القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في الجزء المغمور من السلك بوحدة (N)، واتجاهها على الترتيب:

أ) 6×10^{-6}، باتجاه $(+y)$ ب) 6×10^{-6}، باتجاه $(-y)$

ج) 2.4×10^{-5}، باتجاه $(+y)$ د) 2.4×10^{-5}، باتجاه $(-y)$

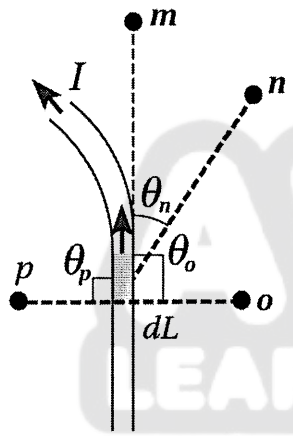
7 مجال مغناطيسي منتظم (6×10^{-2} T) يدور داخله وفي مستوى عمودي عليه أيون موجب الشحنة بحيث يكمل دورة واحدة في زمن (0.2 ms) فإن الشحنة النوعية لهذا الأيون بوحدة (C/kg) تساوي: (محيط الدائرة $= 2\pi r$)

أ) $\frac{\pi}{3}\times10^{6}$ ب) $3\pi\times10^{6}$ ج) $\frac{\pi}{6}\times10^{6}$ د) $6\pi\times10^{6}$

8 جزءان في المحرك الكهربائي يتصلان معًا فينقل أحدهما التيار إلى الآخر؛ الجزء الأول مكون من قطعتين من الكربون تتصلان مع مصدر التيار، والجزء الثاني مكون من نصفي أسطوانة موصلة، الجزءان على الترتيب، هما:

أ) العاكس والملف ب) الملف والفرشاتان ج) الملف وقطبا المغناطيس د) الفرشاتان والعاكس

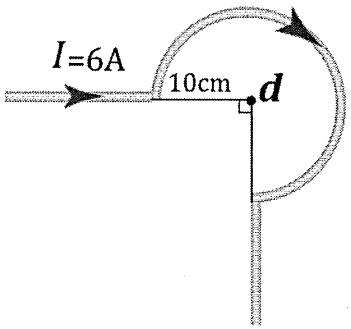
9 يبين الشكل المجاور موصلا يسري فيه تيار كهربائي، والنقاط (m, n, o, p) تقع بالقرب من الموصل، إذا كانت (dL) قطعة من الموصل، فإنّ النقطة التي لا ينشأ عندها مجال مغناطيسي من لقطعة (dL) هي:



أ) (m) ب) (n)

ج) (o) د) (p)

10 يتكون سلك من جزأين مستقيمين لا نهائيي الطول، وجزء دائري مركزه (d)، كما في الشكل المجاور. معتمدًا على الشكل والبيانات عليه، فإنّ مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (d) بوحدة تسلا (T)، واتجاهه:



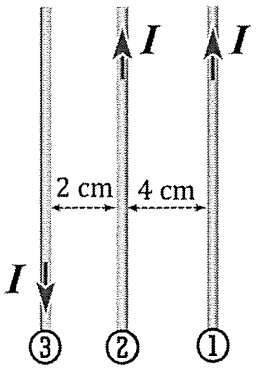
أ) (9×10^{-6})، باتجاه خارج من الورقة

ب) (3×10^{-6})، باتجاه خارج من الورقة

ج) $(9\pi\times10^{-6})$، باتجاه داخل في الورقة

د) $(3\pi\times10^{-6})$، باتجاه داخل في الورقة

11 ثلاثة أسلاك مستقيمة لا نهائية الطول، يسري في كل منها تيار كهربائي (I)، كما هو مبين في الشكل المجاور. إذا كانت القوة المغناطيسية المتبادلة بين وحدة الأطوال من السلكين (1) و (3) تساوي (F)، فإنّ القوة المغناطيسية المحصلة التي تؤثّر في وحدة الأطوال من السلك (2) بدلالة (F) تساوي:



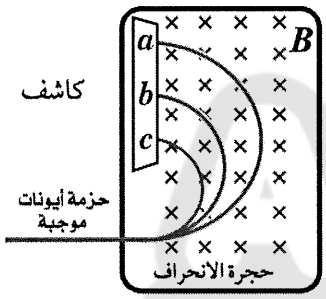
أ) ($4.5\ F$) باتجاه اليمين ب) ($3\ F$) باتجاه اليسار

ج) ($1.5\ F$) باتجاه اليسار د) ($6\ F$) باتجاه اليمين

12 سلكان مستقيمان متوازيان لا نهائيا الطول تفصلهما مسافة ($4\ cm$)، القوة المتبادلة بين وحدة الأطوال من السلكين ($0.024\ N$)، إذا علمت أنّ التيار في أحدهما يساوي ثلاثة أمثال التيار في الثاني، فإنّ قيمتي التيارين بوحدة أمبير (A):

أ) (16, 48) ب) (24, 72) ج) (40, 120) د) (100, 300)

13 يبين الشكل المجاور تحليل عينة مجهولة باستخدام جهاز مطياف الكتلة. اعتمادًا على الشكل فإنّ انحراف الأيونات (a, b, c) يختلف بسبب اختلافها في:



أ) السرعة ب) الشحنة

ج) الشحنة النوعية د) القوة المغناطيسية المؤثرة فيها

14 جُسيم شحنته ($2\times10^{-5}\ C$) دخل مجالًا مغناطيسيًا ($B=3\times10^{-3}\ T$) بسرعة ($v=5\times10^{4}\ m/s$) واتجاهها يصنع زاوية ($37°$) مع اتجاه المجال. فإنّ مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الجُسيم بوحدة نيوتن (N):

أ) (1.8×10^{-3})، باتجاه (v)

ب) (2.4×10^{-3})، باتجاه (B)

ج) (1.8×10^{-3})، عمودية على كل من: (v) و(B)

د) (2.4×10^{-3})، عمودية على كل من: (v) و(B)

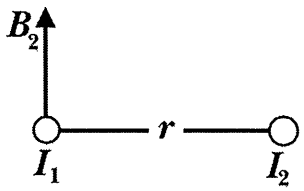
15 حلقة دائرية يسري فيها تيار كهربائي ($10\ A$)، فينشأ في مركزها مجال مغناطيسي مقداره ($2\times10^{-4}\ T$)، فإن نصف قطر الحلقة بوحدة (cm) يساوي:

أ) 2π ب) π ج) $2\pi\times10^{-2}$ د) $\pi\times10^{-2}$

16 يتضاعف مقدار المجال المغناطيسي مرتين داخل ملف لولبي يسري فيه تيار كهربائي، عندما يتضاعف مرتين كل من:

أ) عدد اللفات والتيار وطول الملف
ب) التيار وطول الملف
ج) عدد اللفات وطول الملف
د) التيار وعدد اللفات

17 في الشكل المجاور سلكان مستقيمان متوازيان لا نهائيا الطول يسري فيهما تياران كهربائيان بينهما قوة تجاذب مغناطيسية، إذا علمت أنّ السلك الأول (I_1) يقع في المجال المغناطيسي (B_2) الناشئ عن تيار السلك الثاني (I_2)، فإنّ اتجاهي التيارين في السلكين:



أ) (I_1) داخل في الصفحة، (I_2) خارج منها
ب) (I_2) داخل في الصفحة، (I_1) خارج منها
ج) (I_2, I_1) داخلان في الصفحة
د) (I_2, I_1) خارجان من الصفحة

18 إذا مر تيار كهربائي ثابت في سلك مستقيم لا نهائي فإن شكل خطوط المجال المغناطيسي الناتج عنه تكون:

أ) مستقيمة وتوازي السلك
ب) دائرية مغلقة مركزها يقع على السلك.
ج) مستقيمة وعمودية على السلك
د) بيضاوية وتحيط بالسلك

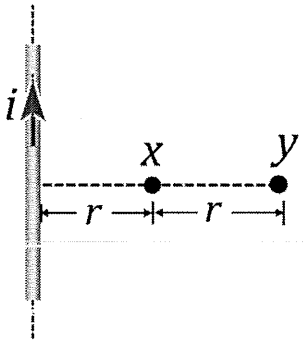
19 دخل جسيم ذري إلى مجال مغناطيسي وباتجاه عمودي عليه فلم ينحرف عن مساره المستقيم، هذا الجسيم هو:

أ) الكترون
ب) نيوترون
ج) بروتون
د) جسيم ألفا

20 عندما يدخل جسيم مشحون بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم فإن الذي يتغير للجسيم هو:

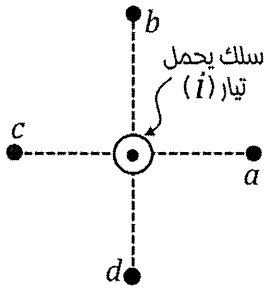
أ) مقدار سرعته
ب) مقدار طاقته الحركية
ج) مقدار الزخم
د) اتجاه الحركة

21 إذا كان المجال المغناطيسي الناتج عن التيار عن النقطة (x) يساوي $(3\times10^{-3}\ \mathrm{T})$ المجال المغناطيسي عند النقطة (y) بوحدة تسلا واتجاهه:



أ) $(1\times10^{-3}, -z)$
ب) $(2\times10^{-3}, -z)$
ج) $(1\times10^{-3}, +z)$
د) $(2\times10^{-3}, +z)$

22 وضع سلك مستقيم عموديًا على الورقة ومرر فيه تيار بالاتجاه الموضح لذلك فإن اتجاه المجال المغناطيسي يكون نحو الشرق عند النقطة:



أ) a ب) b

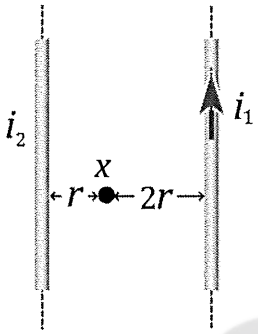
ج) c د) d

23 شحنة تتحرك داخل ملف لولبي ولا تتأثر بقوة مغناطيسية فإن حركتها تكون:

أ) موازية لمستوى اللفة ب) موازية لمحور الملف

ج) تصنع زاوية $30°$ مع المحور د) تصنع $90°$ مع المحور

24 في الشكل سلكان متوازيان لا نهائيان إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (x)، فإن (i_2):



أ) يساوي i_1 ويعاكسه في الاتجاه

ب) يساوي i_1 وفي نفس الاتجاه

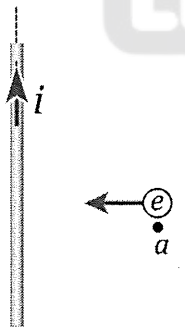
ج) يساوي $\frac{1}{2}i_1$ ويعاكسه في الاتجاه

د) يساوي $\frac{1}{2}i_1$ وفي نفس الاتجاه

25 في الفقرة السابقة إذا كانت قيمة المجال الناتج عن أحد التيارين تساوي (B) وعكسنا أحد التيارين، فإن محصلة المجال عند (x) تساوي:

أ) صفر ب) $2B$ ج) B د) $4B$

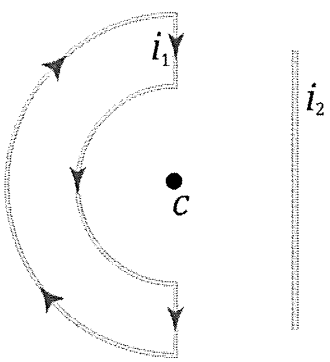
26 النقطة (a) تقع بالقرب من السلك لحظة مرور الإلكترون بالاتجاه الموضح عندها فإنه يتأثر بقوة مغناطيسية باتجاه:



أ) $-y$ ب) $+y$

ج) $+z$ د) $-x$

27 في الشكل ملف وسلك مستقيم متجاورين إذا كان المجال المحصل عند (c) يساوي صفر) فإن اتجاه i_2:



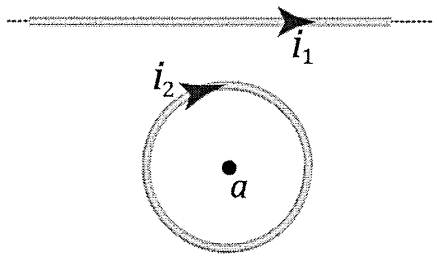
أ) $-z$

ب) $-y$

ج) $+y$

د) $+z$

28 في الشكل سلك مستقيم موضوع مع حلقة على مستوى الورقة، إذا ولّد كل منهما مجال مغناطيسي B_1 , B_2 عند المركز فإن المجال المحصل عند (a):



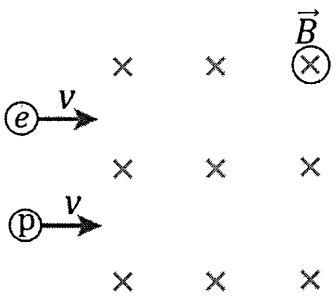
أ) صفر

ب) B_1+B_2

ج) $\sqrt{B_1^2+B_2^2}$

د) B_1-B_2

29 قُذف بروتون والكترون بنفس مقدار السرعة ونفس الاتجاه في مجال مغناطيسي منتظم، فإن الجسيمين:



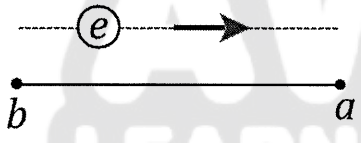
أ) يستمران في حركتهما المستقيمة.

ب) يتأثران بقوتين متساويين مقدارًا واتجاهًا.

ج) يتحركان في مسارين دائريين لهما نفس القطر ونفس اتجاه الدوران.

د) يتحركان في مسارين دائريين مختلفين في القطر ومختلفين في اتجاه الدوران.

30 في الشكل الكترون يتحرك فوق السلك (ab) في مستوى الورقة فإذا مر تيار كهربائي في السلك باتجاه $(+x)$ فإن الإلكترون:



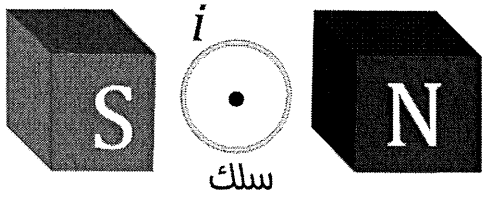
أ) لا يتأثر بقوة مغناطيسية

ب) ينحرف باتجاه $(+y)$

ج) ينحرف باتجاه $(-y)$

د) ينحرف باتجاه $(+z)$

31 في الشكل سلك عمودي على مستوى الورقة يمر فيه تيار بالاتجاه الموضح موضوع بين قطبين مغناطيسيين، فإن القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك تكون باتجاه:



أ) $+y$

ب) $-y$

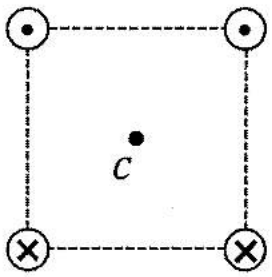
ج) $+z$

د) $-x$

ملفان دائري ولولبي لهما نفس عدد اللفات ويمر في كليهما نفس التيار إذا كان نصف قطر الدائري (R) وطول اللولبي (L) وكان المجال المغناطيسي عند مركز الدائري يساوي 8 أمثال المجال عند محور اللولبي، فإن:

أ) $L=8R$ ب) $L=16R$ ج) $L=\frac{1}{8}R$ د) $L=\frac{1}{16}R$

33 في الشكل أربع أسلاك مستقيمة عمودية على الورقة تمر من رؤوس مربع ويمر فيها تيارات متساوية، في الاتجاهات الموضحة فإن اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز المربع يكون باتجاه:



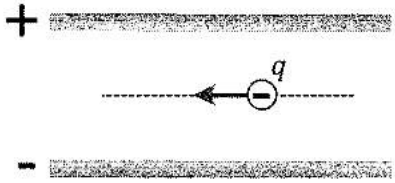
أ) $+x$

ب) $-x$

ج) $+y$

د) $-y$

34 في الشكل دخلت شحنة إلى منطقة تأثير مجالين كهربائي وآخر مغناطيسي إذا بقيت الشحنة متحركة في خط مستقيم فإن اتجاه المجال المغناطيسي يكون:



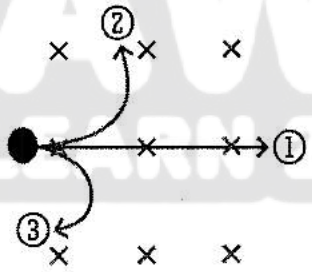
أ) $-y$

ب) $+z$

ج) $-z$

د) $+y$

35 دخلت ثلاث جسيمات إلى مجال مغناطيسي باتجاه ($-z$) وسلكت المسارات الموضحة فإذا كانت متماثلة في السرعة والكتلة فإن الترتيب التصاعدي (من اليسار إلى اليمين) لقيم الشحنات:



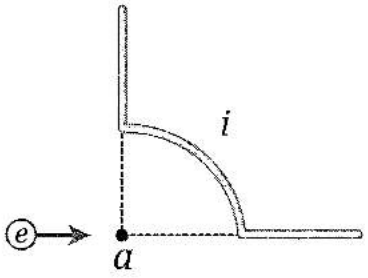
أ) $q_1 < q_2 < q_3$

ب) $q_3 < q_2 < q_1$

ج) $q_2 < q_1 < q_3$

د) $q_3 < q_1 < q_2$

36 عندما مرَّ الكترون من النقطة (a) تأثر بقوة مغناطيسية باتجاه ($-y$) لذلك فإن التيار المار في الجزء الدائري يكون باتجاه:



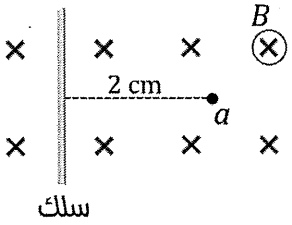
أ) مع دوران عقارب الساعة

ب) عكس دوران عقارب الساعة

ج) $+z$

د) $-z$

37 سلك مغمور في مجال مغناطيسي منتظم (B) مقداره $(5\times10^{-5}\ \mathrm{T}\ ;\ -z)$ فإذا كانت محصلة المجال المغناطيسي عند (a) تساوي $3\times10^{-5}\ \mathrm{T}$ باتجاه $(-z)$ فإن التيار المار في السلك:



أ) 2A باتجاه $+y$ ب) 3A باتجاه $-y$

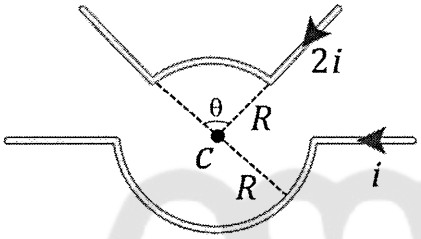
ج) 3A باتجاه $+y$ د) 2A باتجاه $-y$

38 عندما يُقذف جسيم مشحون بشكل عمودي على مجال مغناطيسي فإنه يكتسب تسارع مركزي بسبب التغير في:

أ) مقدار سرعته ب) مقدار واتجاه سرعته

ج) اتجاه سرعته د) طاقته الحركية

39 في الشكل إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (c) فإن مقدار الزاوية (θ) بالدرجات:



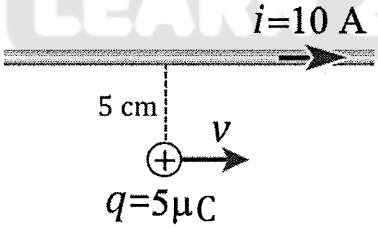
أ) 60°

ب) 90°

ج) 30°

د) 45°

40 في الشكل سلك طويل يمر فيه تيار (10 A) يقع أسفله وعلى بعد (5 cm) جسيم كتلته $(5\times10^{-5}\ \mathrm{kg})$ يتحرك باتجاه $(+x)$ إذا بقي متحركًا دون انحراف فإن مقدار سرعته بوحدة (m/s):



أ) 0.4×10^{6}

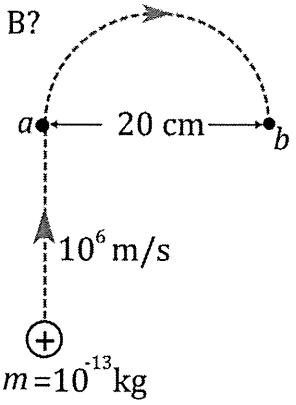
ب) 2.5×10^{6}

ج) 4×10^{6}

د) $\frac{1}{4}\times10^{6}$

41 سلك يحمل تيار موضوع في مجال مغناطيسي تكون القوة المغناطيسية المؤثرة عليه مساوية لنصف قيمتها العظمى ما تكون الزاوية بين طول السلك والمجال المغناطيسي:

أ) 45° ب) 60° ج) 90° د) 30°



في الشكل جسيم شحنته $2\mu C$ يتحرك بسرعة 10^6 متر لكل ثانية باتجاه $+y$ صادفه مجال مغناطيسي فانحرف كما في الشكل: أجب عن الفقرات الثلاث التالية:

42 إن مقدار واتجاه المجال $(\vec{B})$:

أ) 0.5 T, $+x$ ب) 0.5 T, $+z$

ج) 2 T, $+x$ د) 2 T, $+z$

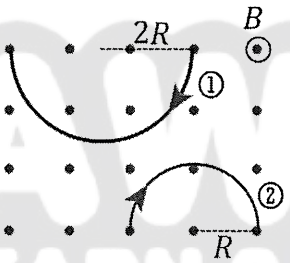
43 التسارع المركزي لهذا الجسيم بوحدة (m/s^2):

أ) 10^2 ب) 10^{11} ج) 10^{13} د) 10

44 القوة المركزية المؤثرة على الجسيم بوحدة (N):

أ) 10 ب) 1 ج) 0.01 د) 0.1

45 يمثل الشكل مساري الجسيمين (1, 2) ضمن مجال مغناطيسي منتظم (B) إذا تساوى الجسيمين في مقدار الكتلة والشحنة فإن سرعة الجسيم الأول:



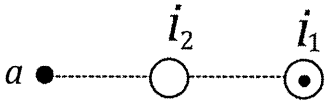
أ) نفس سرعة الثاني

ب) نصف سرعة الثاني

ج) ضعف سرعة الثاني

د) لا يمكن معرفة العلاقة بينهما

46 في الشكل سلكين متعامدين مع مستوى الورقة إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (a) فإن التيار i_2:



أ) أكبر من i_1 وباتجاه $+z$

ب) أقل من i_1 وباتجاه $-z$

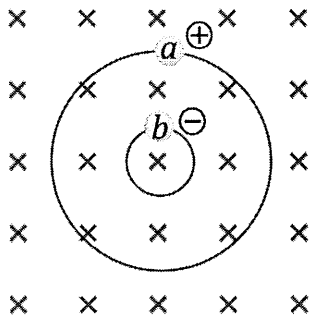
ج) أقل من i_1 وباتجاه $+z$

د) أكبر من i_1 وباتجاه $-z$

وحدة التسلا (T) تكافئ:

أ) N/(A.m) ب) N.s/m ج) N.m/s د) A/(N.m)

48 الشكل يمثل مسارين دائريين لجسيمين (a, b) لهما نفس مقدار الشحنة ونفس السرعة بالاعتماد على الشكل فإن:



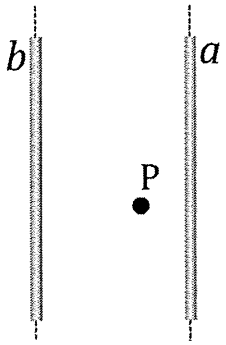
أ) $a, m_b < m_a$ يدور مع عقارب الساعة.

ب) $a, m_b < m_a$ يدور عكس عقارب الساعة

ج) $a, m_b > m_a$ يدور مع عقارب الساعة

د) $a, m_b > m_a$ يدور عكس عقارب الساعة

49 سلكان مستقيمان (a, b) طويلان في مستوى الورقة ويمر فيهما تياران إذا انعدم المجال المغناطيسي عند (P) فإن اتجاه التيارين على الترتيب والعلاقة بين مقداريهما:



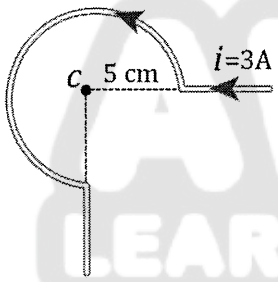
أ) $(i_b > i_a)$, $(y-, y+)$

ب) $(i_a > i_b)$, $(y+, y+)$

ج) $(i_b > i_a)$, $(y+, y+)$

د) $(i_a > i_b)$, $(y-, y+)$

50 المجال المغناطيسي الناشئ عند النقطة (c) في الشكل المرسوم بوحدة (T):

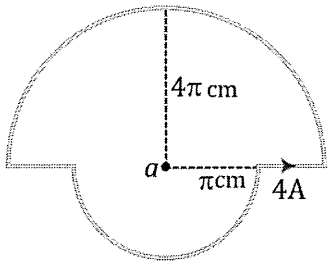


(اعتبر $\mu_\circ = 4\pi \times 10^{-7}$ T)

أ) $0.9\ \pi \times 10^{-5}$ T, $+z$ ب) $0.3\ \pi \times 10^{-5}$ T, $+z$

ج) $1.2\ \pi \times 10^{-5}$ T, $-z$ د) 4×10^{-5} T, $-z$

51 معتمدًا على الشكل المجاور وبياناته، فإن مقدار المجال المحصل عند النقطة (a) بوحدة تسلا (T) يساوي:



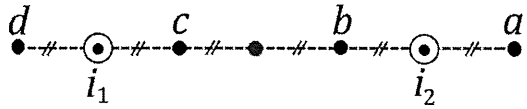
أ) 5×10^{-5} T, $+z$ ب) 3×10^{-5} T, $-z$

ج) 5×10^{-5} T, $-z$ د) 3×10^{-5} T, $+z$

52 قذف جسيم عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم فاتخذ مسارًا دائريًا نصف قطره (R)، إذا ضاعفنا المجال المغناطيسي إلى مثليّ ما كان عليه، فإن نصف قطر المسار الدائري الجديد يساوي:

أ) $0.25\ R$ ب) $0.5\ R$ ج) R د) $2R$

53 موصلان متوازيان يحملان تيارين (i_1 , i_2)، والنقاط (a, b, c, d) تقع جميعها ضمن المجال المغناطيسي لكليهما، إذا كان $(i_2 < i_1)$ فإن النقطة التي يكون عندها مقدار المجال المحصل أكبر ما يمكن هي:

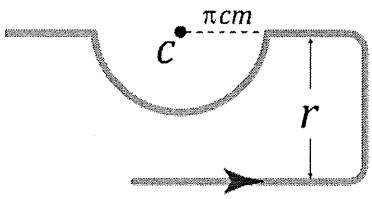


أ) d ب) c
ج) b د) a

54 قذف جسيم عموديًا على مجال مغناطيسي فتأثر بقوة مغناطيسية 2×10^{-4} N ، إذا كانت كتلة الجسيم 2×10^{-14} kg جد مقدار التسارع المركزي للجسيم بوحدة m/s^2:

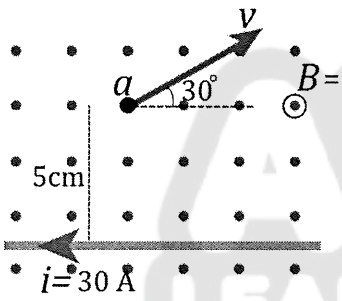
أ) 1×10^{-9} ب) 1×10^{9} ج) 1×10^{-10} د) 1×10^{10}

55 يمثل الشكل جزء من ملف إذا أهملنا تأثير السلك الرأسي على المركز (c) وانعدم المجال المغناطيسي عند (c) فإن المسافة (r) بالمتر:



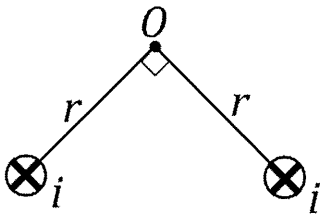
أ) 0.01 ب) 0.02 ج) 1 د) 2

56 الشكل يمثل شحنة نقطية $(2\mu c)$ لحظة مرورها بالنقطة (a) بسرعة مقدارها $(5\times10^{4}\ m/s)$ في الاتجاه الموضح، إن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة عليها بوحدة (N) والزاوية التي تصنعها القوة مع $+x$ بعكس عقارب الساعة:



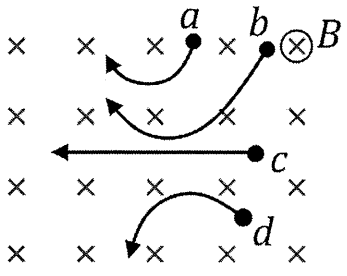
أ) $44\times10^{-6}, 300°$ ب) $88\times10^{-6}, 60°$
ج) $88\times10^{-6}, 300°$ د) $112\times10^{-6}, 60°$

57 يكون اتجاه المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (O) في الشكل أعلاه نحو:



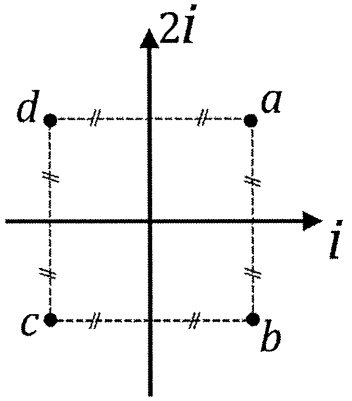
أ) $+x$ ب) $-x$
ج) $+y$ د) $-y$

58 دخلت (4) جسيمات (a, b, c, d) متماثلة الكتلة والسرعة إلى مجال مغناطيسي منتظم فتحركت في المسارات الموضحة على الشكل لذلك فإن الجسيم السالب الذي له أكبر شحنة من حيث المقدار:



أ) a ب) b
ج) c د) d

59 في الشكل موصلان يحملان تيارين اعتمادًا على الشكل وبياناته فإن النقطة التي يكون عندها أقل مقدار للمجال المغناطيسي باتجاه (-z) هي:



أ) a

ب) b

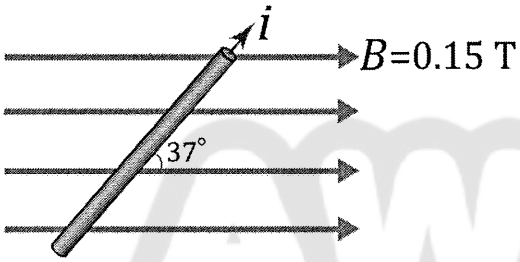
ج) c

د) d

60 جسيم مشحون يتحرك بسرعة (2 m/s) ثم يدخل مجال مغناطيسي (10 T) متعامد مع اتجاه سرعته فسلك مسار دائري نصف قطره (10 cm) إن الشحنة النوعية للجسيم بوحدة (c/kg):

أ) 0.02 ب) 0.2 ج) 20 د) 2

61 في الشكل إذا كان تيار السلك (2 A) فإن القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال بوحدة (N/m):



أ) $0.18\ -z$ ب) $0.18\ +z$

ج) $1.8\ -z$ د) $1.8\ +z$

62 جسيم شحنته 2μc يتحرك في مسار دائري في مجال مغناطيسي (10 T) حيث يكمل (10 دورات) داخل المجال المغناطيسي خلال (3.14 ms) إن كتلة هذا الجسيم بوحدة (kg). (إعتبر $\pi=3.14$)

أ) 1×10^{-12} ب) 1×10^{-9} ج) 1×10^{-6} د) 1×10^{-3}

الإجابة النموذجية
الوحدة الرابعة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
د	ج	د	د	أ	ب	ج	د	أ	ج
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
أ	ج	ج	ج	ب	أ	ج	ب	ب	د
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
أ	د	ب	د	ب	ب	ب	ب	د	ب
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
ب	ب	أ	ب	أ	أ	د	ج	ب	ب
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
د	ب	ج	ب	ج	ب	أ	ب	ج	أ
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
أ	ب	أ	د	ب	ج	أ	ب	أ	د
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
أ	ب								
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

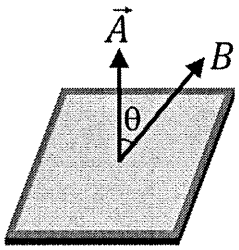
الوحدة الخامسة

الحث الكهرمغناطيسي

الدرس الأول/ (أولاً) الجزء النظري

1) التدفق المغناطيسي (Φ)

عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحًا ما بشكل عمودي.



رياضيًا: $\Phi = B\,A\cos\theta$ ... θ بين ($\vec{B}$, $\vec{A}$ العموي)

2) يقاس التدفق بوحدة ويبر (Wb): $1Wb = T.m^2$

3) **ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي:** ظاهرة توليد التيار الحثي بسبب تغيّر التدفق المغناطيسي عبر ملف.

4) **نص قانون فارادي:** متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في دارة كهربائية يتناسب طرديًا مع المعدل الزمني لتغيّر التدفق المغناطيسي الذي يخترقه.

رياضيًا: $\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

N ← عدد لفات الملف

5) **المعنى الفيزيائي للإشارة السالبة في قانون فارادي:**

"إن القوة الدافعة الحثية المتولّدة تكون في الاتجاه الذي يقاوم التغيّر في التدفق المغناطيسي الذي يؤدي إلى توليدها" **وهذا التفسير يمثل نص قانون لنز**

6) **أهمية قانون لنز:** تحديد اتجاه المجال المغناطيسي الحثي والتيار الحثي الناتج عن تغير التدفق عبر ملف.

7) **ظاهرة الحث الذاتي:** هي ظاهرة تولّد قوة دافعة حثية ذاتية في دارة كهربائية مغلقة نتيجة تغيّر التدفق المغناطيسي بسبب تغيّر مقدار التيار في الدارة نفسها.

8) المحث (—ᔓᔓᔓ—): هي ملف ظاهرة الحث الذاتي فيه واضحة والكتاب يعتبر أن المحث هو الملف اللولبي.

انون القوة الدافعة الحثية الذاتية ($\bar{\varepsilon}_L$) : $\bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}$

9) معامل الحث الذاتي (المحاثة) (L): $\boxed{L=\frac{\bar{\varepsilon}_L}{\Delta i/\Delta t}} \Rightarrow \boxed{H=\frac{V.S}{A}}$

هو نسبة القوة الدافعة الحثية الذاتية ($\bar{\varepsilon}_L$) إلى المعدل الزمني للتغير في التيار في ذلك المحث، ويقاس بوحدة هنري (H)

10) تعريف الهنري (1H):"محاثة محث يتولد فيه قوة دافعة حثية ذاتية (1 V) عندما يتغيّر فيه التيار بمعدل (1A/s)

$$1H=\frac{1V}{1A/S}$$

11) **ماذا نعني بقولنا أن محاثة محث 5H؟** $\mathbf{5H=\frac{5V}{1A/S}}$

أي أنه يتولد في هذا المحث قوة دافعة حثية 5V عندما يتغير فيه التيار بمعدل (1 A/S)

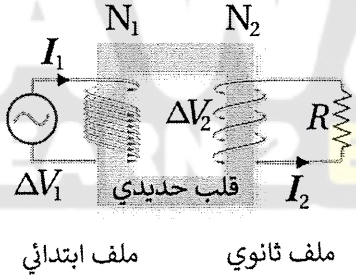
12) **المحول الكهربائي:** هو جهاز يعمل على رفع أو خفض الجهد الكهربائي المتردد.

13) **استخدامات المحول:**

أ) تشغيل بعض الأجهزة الكهربائية مثل الثلاجة أو التلفزيون ...

ب) نقل الطاقة الكهربائية من محطات توليدها إلى أماكن استهلاكها دون فقد طاقة يُذكر.

14) **تركيب المحوّل:**



- ملف ابتدائي (N_1) يتصل مع المصدر المتردد
- ملف ثانوي (N_2) يتصل مع الجهاز (R)
- قلب حديدي يصل بين الملفين ...

15) **أهمية القلب الحديدي:** نقل التدفق المتغيّر من الملف الابتدائي إلى الثانوي مما يولد فرق جهد ($\bar{\varepsilon}$) بين طرفي الثانوي.

16) لا يعمل المحوِّل على مصدر تيار مستمر لأن التيار المستمر (الثابت) يولد تدفق ثابت وهذا لا يولد ($\bar{\varepsilon}$)

17) **المحول نوعان:**

أ) محول رافع للجهد وخافض للتيار: $N_2 > N_1 \Rightarrow V_2 > V_1 \Rightarrow I_2 < I_1$

ب) محول خافض للجهد ورافع للتيار: $N_2 < N_1 \Rightarrow V_2 < V_1 \Rightarrow I_2 > I_1$

18) **مطلوب منا فقط دراسة المحوّل المثالي وهو المحوّل الذي تكون القدرة الداخلة إليه مساوية للقدرة الخارجة منه ($P_1=P_2$) أو ($I_1V_1 = I_2V_2$)**

(ثانيًا) القوانين:

1) $\Phi = B\,A\cos\theta$ ..... θ بين (B، متجه المساحة $\vec{A}$)

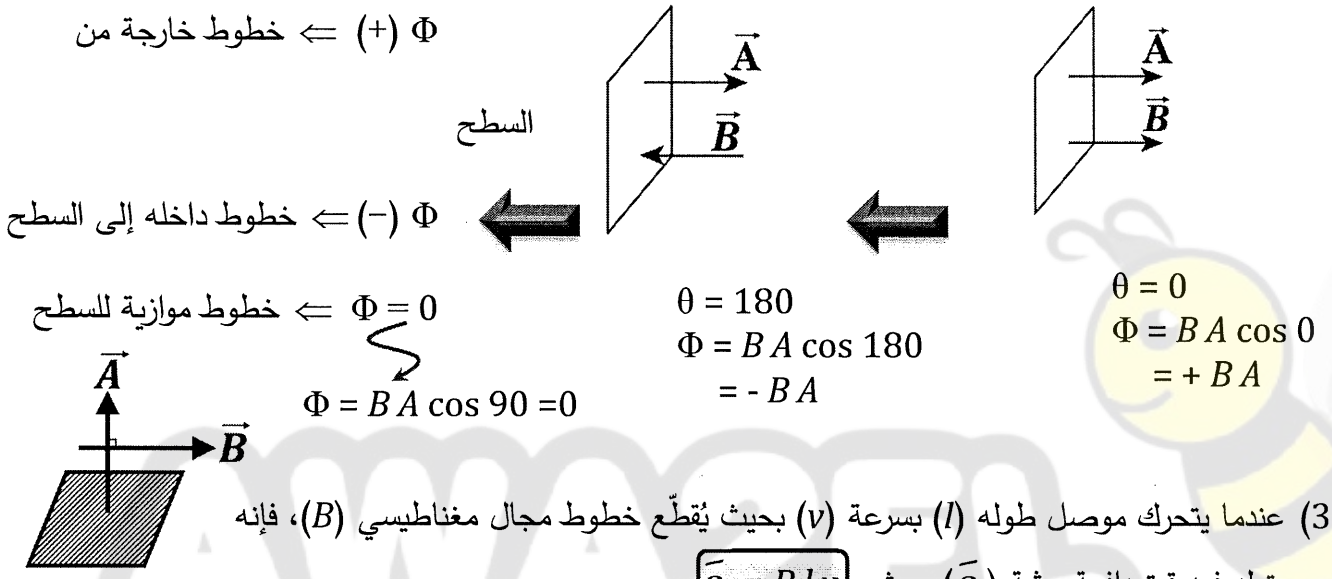
2) يمكن تغيير التدفق المغناطيسي الذي يخترق ملف بثلاث طرق:

أ) عن طريق تغير (B) ⟵ $\Delta\Phi = \Delta B\,A\cos\theta$

ب) عن طريق تغير (A) ⟵ $\Delta\Phi = B\,\Delta A\cos\theta$

ج) عن طريق تغير (θ) ⟵ $\Delta\Phi = B\,A\,(\cos\theta_2 - \cos\theta_2)$

د) انعكاس خطوط المجال المغناطيسي يُمَثّل تغيّر في الزاوية بمقدار $180°$ ويؤدي إلى انعكاس إشارة التدفق:

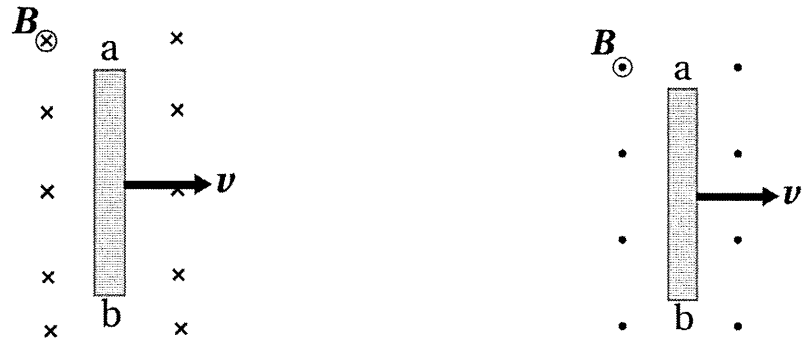


3) عندما يتحرك موصل طوله (l) بسرعة (v) بحيث يُقطّع خطوط مجال مغناطيسي (B)، فإنه يتولد فيه قوة دافعة حثية ($\bar{\varepsilon}$) حيث $\boxed{\bar{\varepsilon} = B\,l\,v}$

$\bar{\varepsilon} = B\,l\,v$ ⇐ شرط تولد ($\bar{\varepsilon}$) أو شرط التقطيع ($B \perp l \perp v$)

إذا توازى أي متجهين من (B, l, v) لا يتولد ($\bar{\varepsilon}$)

4) باستخدام قاعدة كف اليد اليمنى حيث الأصابع مع المجال المغناطيسي والإبهام مع السرعة يكون العمود الخارج من باطن الكف باتجاه القطب الموجب أو اتجاه ($\bar{\varepsilon}$) طبعًا $V_+ > V_-$ ..... توضيح:



$V_a\,(+) > V_b\,(-)$ ⟵ $V_b\,(+) > V_a\,(-)$

$\bar{\varepsilon} \Rightarrow +y$ ⟵ $\bar{\varepsilon} \Rightarrow -y$

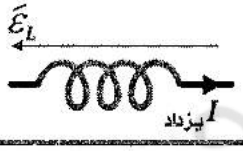
5) $\boxed{\bar{\varepsilon} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$ ⟸ قانون فارادي يحسب القوة الدافعة الحثية المتولدة بداخل ملف بسبب تغيّر التدفق فيه.

⟵ الإشارة السالبة لا تدل على القيمة بل تدل على أن $\bar{\varepsilon}$ تقاوم المسبب لها.

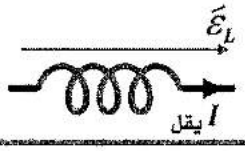
6) $\boxed{\bar{\varepsilon}_L = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}}$ ⟸ القوة الدافعة الحثية الذاتية المتولدة بسبب تغير التيار في المحث.

للتيار تغيران

إذا تزايد التيار في المحث يتولد فيه $\bar{\varepsilon}_L$ ذاتية عكسية



إذا تناقص التيار في المحث يتولد فيه $\bar{\varepsilon}_L$ ذاتية طردية



7) يمكن إيجاد المحاثة (معامل الحث الذاتي L) من خلال:

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l} \longrightarrow L = \frac{N\Phi}{i}$$

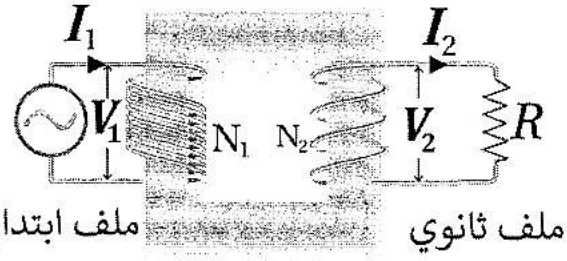
ملاحظة هامة جداً جداً معامل الحث الذاتي (L) لا يعتمد على التيار (i) يعتمد فقط على (μ, N^2, A, l) وتعتبر محاثة المحث مقياس لممانعة المحث للتغير في مقدار التيار المار فيه.

8) أهمية المحث في الدارات الكهربائية تكمن في منع التغيرات الفجائية في التيار حيث:

أ) يمنع الزيادة الفجائية في التيار عن طريق توليد قوة دافعة حثية عكسية ضد التيار لتمانع زيادة فيزداد تدريجيًا وليس لحظيًا.

ب) يمنع النقص الفجائي في التيار عن طريق توليد قوة دافعة حثية طردية مع اتجاه التيار لتمانع نقصه فيتناقص بالتدريج.

9) قوانين المحوّل:



$$P = I\,V$$
$$P_1 = P_2 \longrightarrow I_1\,V_1 = I_2\,V_2$$
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}$$

في الملف الثانوي

$$V_2 = I_2\,R_2$$

10) التعامل مع مسائل لنز:

الطريقة السريعة للتعامل مع مسائل لنز:

1) حدد اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر على الملف.

2) حدد هل يزداد التدفق المغناطيسي أم يقل.

3) حدد اتجاه المجال المغناطيسي الحثي $(\bar{B})$ مع اتجاه المجال المؤثر (B) أو عكسه.

4) حدد اتجاه التيار الحثي باستخدام قبضة اليد اليمنى حيث الإبهام مع $(\bar{B})$ ودوران الأصابع يدل على التيار الحثي $(\bar{i})$

لنز بلغة الأقطاب:

* عند تقريب قطب مغناطيسي من ملف يزيد التدفق فيتولد قطب مشابه لمنع الاقتراب.
* عند إبعاد قطب مغناطيسي عن ملف يقل التدفق المغناطيسي فيتولد قطب مخالف لمنع الابتعاد.
* بعد معرفة موقع القطب الشمالي الحثي $(\bar{N})$ ضع إبهامك عند $(\bar{N})$ ودوران الأصابع يدل على التيار.

ترتيب الأحداث:

$\Delta\Phi$ يتغير التدفق داخل ملف

↓ يتولد

$\bar{\varepsilon}$ قوة دافعة حثية

↓ تولّد

$\bar{i}$ تيار حثي

↓ يولّد

$\bar{B}$ مجال مغناطيسي حثي له احتمالان

$\bar{B}$ عكس B المؤثر لو كان التدفق متزايد	$\bar{B}$ مع B المؤثر لو كان التدفق متناقص
↓	↓
يقاوم زيادة التدفق	يقاوم نقص التدفق

الدرس الثاني/ (أولاً) الجزء النظري

1) الزمن الدوري (T): هو الزمن اللازم لاتمام دورة كاملة.

2) تردد الحركة (f): هو عدد الدورات التي يُتمها الجسم كل ثانية ويساوي مقلوب الزمن الدوري ($f = \frac{1}{T}$)

3) التردد الزاوي (ω): تردد الحركة مضروب بـ 2π، وهو يمثل السرعة الزاويّة الثابتة.

$$\omega = 2\pi f \xrightarrow{\text{توضيح}} \omega = \frac{\theta}{t} \frac{\theta = 2\pi \text{ خلال دورة}}{t = T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

مثال للتوضيح: ملف يدور 1200 دورة في دقيقة؛ جد:

1) الزمن الدوري للحركة 2) تردد دوران الملف 3) التردد الزاوي للحركة

الحل: 1) عندما يعطي عدد الدورات في زمن معين يفضل إيجاد الزمن الدوري من خلال النسبة والتناسب.

$$\left.\begin{array}{l} 1200 \text{ دورة} \longrightarrow 60\ s \\ 1 \text{ دورة} \longrightarrow T \end{array}\right\} \quad \begin{array}{l} 1200 \times T = 1 \times 60 \\ T = \frac{60}{1200} = \frac{1}{20} = 0.05\ sec \end{array}$$

2) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\frac{1}{20}} = 20\ \text{Hz}$

3) $\omega = 2\pi f = (2\pi)(20) = 40\ \pi\ r/s$

4) التيار المتناوب (المتردد): هو التيار الذي يتغيّر مقداره واتجاهه بشكل دوري وينتج عن المولد الكهربائي.

5) المولد الكهربائي: جهاز يعمل على تحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية وينتج عنه فرق جهد متناوب أو متردد.

6) فرق الجهد المتردد الناتج عن المولّد الكهربائي يكون على شكل اقتران جيبي

$V = V_{max} \sin(\omega t)$ V_{max} : القيمة العظمى للجهد أو سعة الجهد

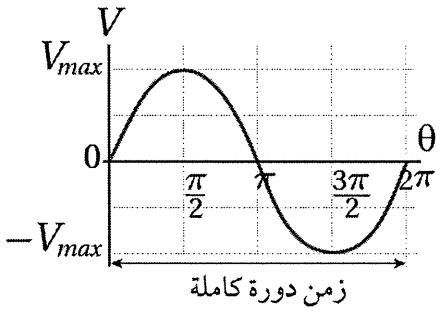
$(V_{max} = N\ \omega\ A\ B) \longrightarrow$ غير مطلوب

7) العوامل التي تعتمد عليها القيمة العظمى للجهد الناتج عن المولّد:

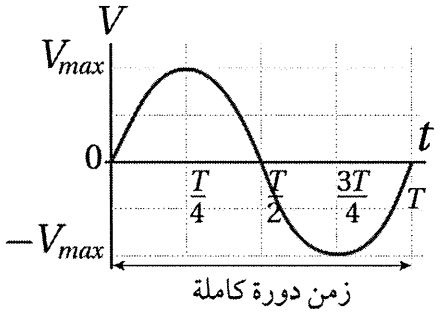
أ) عدد لفات الملف N ب) التردد الزاوي للملف ω

ج) مساحة سطح الملف د) المجال المغناطيسي المؤثر على الملف.

8) التمثيل البياني لفرق الجهد الناتج عن المولد ...(فرق الجهد المتردد):

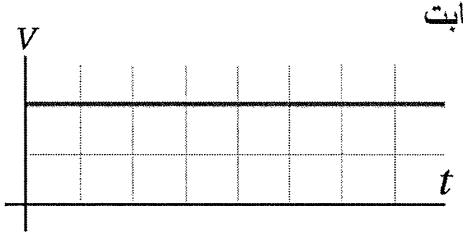


العلاقة بين V والزاوية θ بين $\vec{A},\vec{B}$



العلاقة بين V والزمن (t)

9) التمثيل البياني لفرق الجهد الناتج عن بطارية ... مصدر جهد ثابت



10) دارات التيار الكهربائي المتردد البسيطة: (مطلوب منا دراسة الدارات التالية):

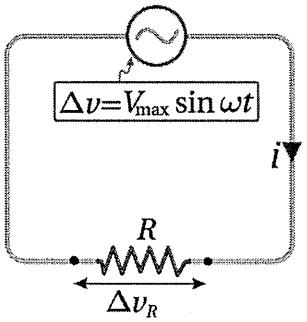
أ) دارة مقاومة مع مصدر تيار متردد (AC)

ب) دارة محث مع مصدر تيار متردد.

ج) دارة مواسع مع مصدر تيار متردد.

د) دارة (مقاومة، محث، مواسع) مع مصدر تيار متردد.

11) دارة مقاومة مع مصدر تيار متردد:



الجهد اللحظي $\boxed{V_R = V = V_{max} \sin\omega\, t}$

جهد المقاومة (R) يساوي جهد المصدر عند أي لحظة.

$$* \; i = \frac{V}{R} = \frac{V_{max} \sin\omega t}{R}$$

$* \; i = I_{max} \sin \omega\, t$ تيار المقاومة عند أي لحظة (التيار اللحظي)

$* \; i_{max} = \frac{V_{max}}{R}$ تنبيه: R لا تتأثر بتردد مصدر الجهد (ω)

ملاحظة هامة: كل كمية تعتمد على الزمن (t) تسمى لحظية.

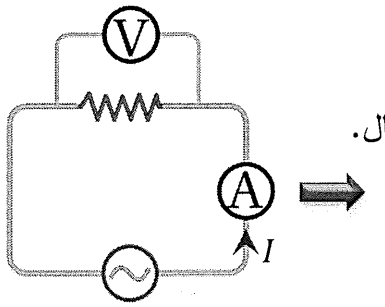
* القيمة الفعالة للجهد (V_{rms}) والتيار (I_{rms})

* $I_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ I_{max} = 0.71\ I_{max}$

* $V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ V_{max} = 0.71\ V_{max}$

* لحساب متوسط القدرة المستهلكة في مقاومة: $(\overline{P})$

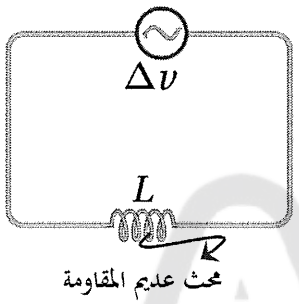
* $\overline{P} = I_{rms}^2\ R \quad \Leftrightarrow \quad \overline{P} = \frac{1}{2} I_{max}^2\ R$ لأن $\begin{cases} I_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}}\ I_{max} \\ I_{rms}^2 = \frac{1}{2}\ I_{max}^2 \end{cases}$



* في هذه الدارة فإن الأميتر يقيس التيار الفعّال والفولتميتر يقيس الجهد الفعّال.

$(A) = I_{rms}$, $(V) = V_{rms}$

12) دارة محث مع مصدر تيار أو جهد متردد:



محث عديم المقاومة

(مصنوع من سلك ليس له مقاومة)

* معاوقة المحث (X_L): هي الممانعة التي يبديها المحث لمرور التيار الكهربائي المتردد فيه.

$$X_L = \omega\ L \ \ldots\ \Omega$$

في هذه الدارة والتي تليها مطلوب فقط القيمة العظمى للتيار أما القيم اللحظية التي تعتمد على الزمن فهي غير مطلوبة.

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L}\ ,\ I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_L}$$

ملاحظة هامة:

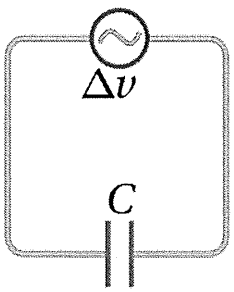
أ) عند الترددات العالية: $\omega \to \infty \Rightarrow X_L \to \infty \Rightarrow I \to 0$

المعاوقة كبيرة جدًا والتيار صغير جدًا

ب) عند الترددات الصغيرة: $\omega \to 0 \Rightarrow X_L \to 0 \Rightarrow I \to \infty$

المعاوقة الحثية صغيرة جدًا فالتيار كبير جدًا

13) دارة مواسع مع مصدر تيار أو جهد متردد:



* معاوقة المواسع (X_C): هي الممانعة التي يبديها المواسع لمرور التيار الكهربائي المتردد فيه.

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

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C}\ ,\ I_{rms} = \frac{V_{rms}}{X_C}$$

ملاحظة هامة:

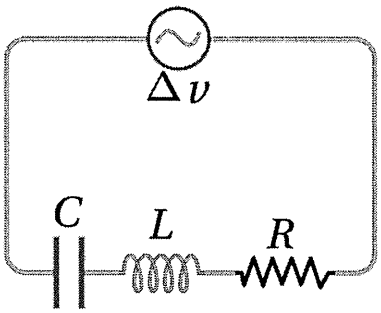
أ) عند الترددات العالية: $\omega \to \infty \Rightarrow X_C \to 0 \Rightarrow I \to \infty$

المعاوقة المواسعيّة صغيرة جدًا لذلك التيار كبير جدًا

ب) عند الترددات الصغيرة: $\omega \to 0 \Rightarrow X_L \to \infty \Rightarrow I \to 0$

المعاوقة المواسعية كبيرة جدًا لذلك التيار صغير جدًا

14) دارة (مقاومة ومحث ومواسع $R - L - C$) على التوالي مع مصدر تيار متردد



* المعاوقة الكلية للدارة (Z):

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

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{Z} \quad , \quad I_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z}$$

15) حالة الرنين في دارة $(R - L - C)$:

نقول أن دارة (RLC) في حالة رنين عندما يكون التيار الفعال I_{rms} أكبر ما يمكن وذلك يتحقق عندما تكون المعاوقة الكلية للدارة (Z) أقل ما يمكن وهذا يتحقق عندما $(X_L = X_C) \Leftarrow (Z = R)$

❖ شرط الرنين تساوي المعاوقة المحثية مع المعاوقة المواسعيّة

التردد الزاوي (ω) الذي تتساوى عنده X_L مع X_C يسمى تردد الرنين أو التردد الطبيعي ويرمز له $(\omega_\circ)$ ويعطى بالعلاقة: $\omega_\circ = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

وللتحقق جد قيمة X_C ، X_L عند تردد الرنين:

$$X_C = \frac{1}{\omega_\circ C} = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{LC}} \times C} = \frac{\sqrt{LC}}{C} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$X_L = \omega_\circ L = \frac{1}{\sqrt{LC}} \times L = \frac{L}{\sqrt{LC}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

❖ عندما يكون تردد المصدر يساوي $\omega_\circ$ فإن: $X_L = X_C = \sqrt{\frac{L}{C}}$

❖ كل أجهزة الإرسال والاستقبال عن بعد تحوي دارة RLC شرط استقبال أي جهاز لموجة راديو أن يكون التردد الطبيعي للجهاز (أو تردد الرنين $\omega_\circ$) يساوي التردد الزاوي للموجة المطلوب استقبالها

$\omega_{\circ \text{ للدارة}} = \omega_{\text{موجة}}$

أكبر تيار فعّال $\longleftarrow$ $I_{rms} = \frac{V_{rms}}{Z} \xrightarrow[Z = R]{\text{في حالة رنين}} I_{rms} = \frac{V_{rms}}{R}$

الدرس الثالث/ (أولاً) الجزء النظري

1) **الكترونات التكافؤ:** هي الالكترونات الموجودة في آخر مستوى طاقة.

2) **تقسم المواد من حيث قابليتها لتوصيل الكهرباء إلى ثلاث أقسام:**

أ) **مواد عازلة:** عدد الكترونات التكافؤ لها أكثر من (4)، وتوجد عادةً على شكل مركبات مثل المطاط والزجاج والمايكا، عدد الإلكترونات الحرة فيها قليل لذلك فهي عازلة.

ب) **مواد موصلة:** عدد الكترونات التكافؤ لها أقل من (4)، لديها الكثير من الإلكترونات الحرة لذلك فهي موصلة جيدة للتيار مثل الحديد، النحاس، الفضة ...

ج) **أشباه الموصلات:** عدد الكترونات التكافؤ لها يساوي (4)، تقع في درجة متوسطة بين الموصل والعازل. من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربائي.

3) أهم **أشباه الموصلات** السيليكون(Si) والجرمانيوم (Ge)، لكل ذرة منهما (4) الكترونات تكافؤ وتكون روابطها تساهمية.

4) **بلورة السيليكون:** هي مجموعة كبيرة من ذرات السيليكون، حيث ترتبط كل ذرة بأربع ذرات مجاورة لها بروابط تساهمية، وهذا ينطبق على بلورة الجرمانيوم.

5) عند درجة حرارة الصفر المطلق (صفر كلفن = 0 K°) تكون جميع الكترونات التكافؤ في بلورة السيليكون مقيدة ولا يوجد الكترونات حرة لذلك نقول أن السيليكون عازل ولا يوصل التيار عند درجة الصفر المطلق.

6) عند درجة حرارة الغرفة (20 C°) تمتص بعض الإلكترونات طاقة حرارية تؤدي إلى كسر الروابط وتتحرر هذه الإلكترونات التي تسمى الكترونات التوصيل.

7) كل الكترون يغادر الرابطة التساهمية يترك خلفه فراغ يسمى فجوة وتعامل هذه الفجوة وكأنها شحنة موجبة بسبب نقص الشحنة السالبة الكلية على الذرة عند ترك الإلكترون موقعه.

8) في بلورة السيليكون النقية (التي لا تحوي شوائب) يكون عدد الفجوات مساويًا لعدد الإلكترونات أي أن الكترونات التوصيل والفجوات تكون على شكل أزواج يسمى الواحد: زوج (الكترون – فجوة).

9) عند درجة حرارة الغرفة إذا وصّلنا بلورة السيليكون مع فرق جهد يسري فيها تيار بسبب حركة الإلكترونات والفجوات حيث تكون حركة الفجوات بعكس حركة الكترونات التوصيل.

10) أشباه الموصلات لا توصل التيار جيدًا لكن يمكن زيادة موصليتها الكهربائية بطريقتين:

أ. عن طريق رفع درجة الحرارة.

ب. عن طريق إضافة شوائب إلى البلورة النقية

11) الإشابة: هي عملية زيادة الموصلية الكهربائية لأشباه الموصلات، عن طريق إضافة بعض المواد إليها تسمى شوائب وهي ذرات لعناصر إما خماسية التكافؤ أو ثلاثية.

12) الشوائب خماسية التكافؤ مثل: الأنتيمون، الفسفور، الزرنيخ.
الشوائب ثلاثية التكافؤ مثل: الغاليوم، البورون، الألمنيوم.

13) أشباه الموصلات غير النقية:

أ. شبه موصل من النوع السالب أو البلورة السالبة $(n - type)$

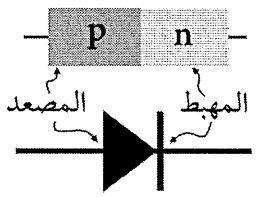
* نحصل عليه من إضافة ذرات لعنصر خماسي التكافؤ إلى بلورة السيليكون.
* في النوع السالب يكون عدد الكترونات التوصيل أكبر من عدد الفجوات.
* في هذا النوع نسمي الإلكترونات بالناقلات الأغلبية والفجوات هي الناقلات الأقلية.
* البلورة ككل متعادلة الشحنة.

ب. شبه موصل من النوع الموجب أو البلورة الموجبة $(p - type)$

* نحصل عليه من إضافة ذرات لعنصر ثلاثي التكافؤ إلى بلورة السيليكون.
* في النوع الموجب يكون عدد الفجوات أكبر من عدد الكترونات التوصيل.
* في هذا النوع نسمي الفجوات بالناقلات الأغلبية والإلكترونات هي الناقلات الأقلية.
* البلورة ككل متعادلة الشحنة.

14) الثنائي البلوري (الدايود $- Diode$)

- ينتج عن تلامس بلورة سالبة (n) مع بلورة موجبة (p)، فإن التركيب الناتج يسمى بلورة ثنائية أو ثنائي أو دايود.
- الطرف (p) يسمى المصعد Anode
- الطرف (n) يسمى المهبط Cathode



15) عند تلامس البلورتين (n)، (p) يتكوّن بين طرفي الدايود فرق جهد يسمى حاجز الجهد:

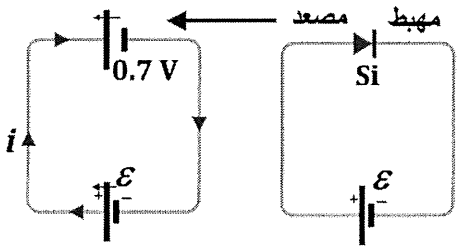
حفظ
- **أ.** حاجز الجهد في بلورة السيليكون $(0.7\ V)$
- **ب.** حاجز الجهد في بلورة الجرمانيوم $(0.3\ V)$

16) قاعدة عامة وهامة: فرق الجهد بين طرفي الدايود $(\breve{V}_D)$ دائمًا يعني جهد المصعد المطروح منه جهد المهبط.

$$\breve{V}_D = \breve{V}_{مصعد} - \breve{V}_{مهبط}$$

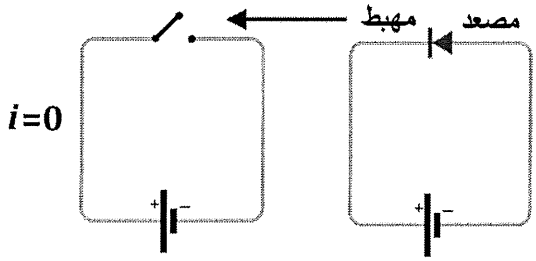
17) توصيل الدايود في الدوائر الكهربائية: يمكن توصيل الدايود في الدوائر الكهربائية بطريقتين:

توصيل الانحياز الأمامي



- يوصل مصعد الدايود مع القطب الموجب للبطارية والمهبط مع القطب السالب (التيار يدخل من جهد المصعد)
- شرط سريان التيار ε > حاجز الجهد.
- عند سريان التيار يبدو الدايود ولأنه بطارية قوتها الدافعة تساوي حاجز الجهد.
- فرق الجهد بين طرفي الدايود (حاجز الجهد = V_D)
- فقط في حالة الانحياز الأمامي
  - Si : V_D = 0.7 V
  - Ge : V_D = 0.3 V

توصيل الانحياز العكسي

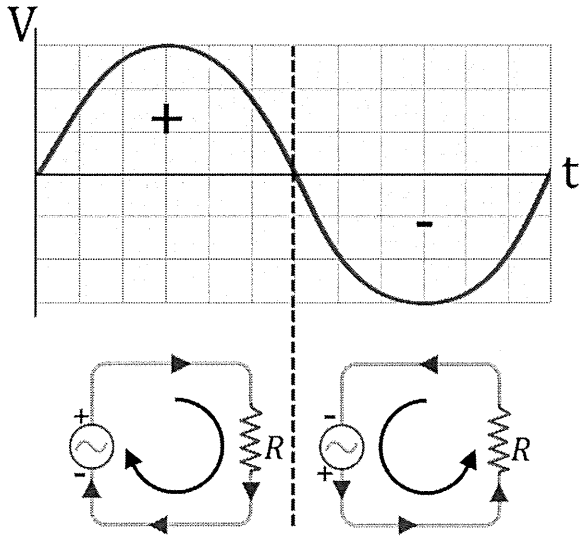


- يوصل مصعد الدايود مع القطب السالب للبطارية والمهبط مع القطب الموجب (التيار يحاول أن يدخل من جهد المهبط)
- لا يسري تيار كهربائي.
- يبدو الدايود وكأنه مفتاح مفتوح.
- فرق الجهد بين طرفي الدايود في الانحياز العكسي (V_D=ε)

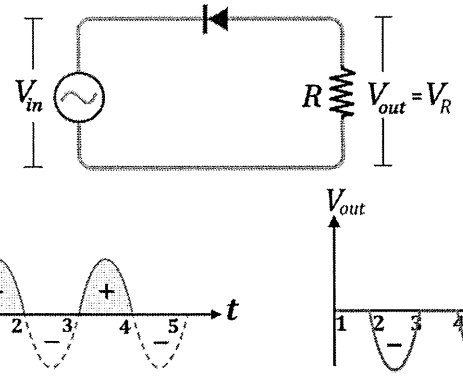
18) تقويم التيار المتردد يعني تحويله إلى تيار مستمر باستخدام الدايود.

ملاحظة:

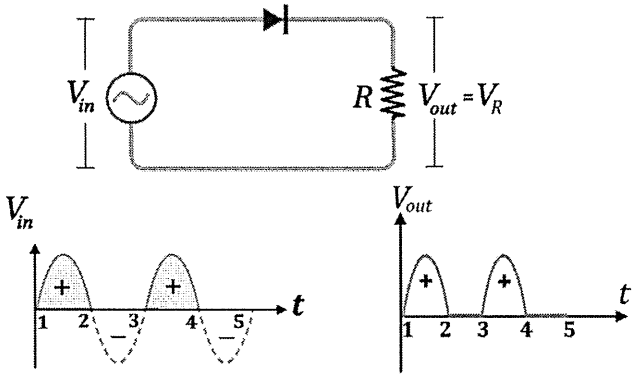
- تذكر أن التيار المتردد أو المتناوب ينعكس اتجاهه كل نصف دورة والجهد المتناوب يمثل على شكل موجة جيبية.
- حسب الكتاب النصف الموجب للموجة الجيبية يدل على تيار يدور مع عقارب الساعة والنصف السالب يدل على تيار يدور عكس عقارب الساعة.



لو اتصل مع كل دارة دايود فإنه سيمرر نصف الموجة الذي يجعله في حالة انحياز أمامي أي عندما يمرر التيار من المصعد إلى المهبط عبر الدايود (التيار يدخل إلى الدايود من جهة المصعد) لأن الدايود لا يمرر التيار إلا في اتجاه واحد..



هنا الدايود يمرر فقط نصف الموجة السالب لأنه يكون في حالة انحياز أمامي



الدايود يمرر فقط نصف الموجة الموجب هنا لأنه يكون في حالة انحياز أمامي.

19) الترانزستور:

* استخداماته:

أ) مضخم للتيار أو الجهد أو القدرة.

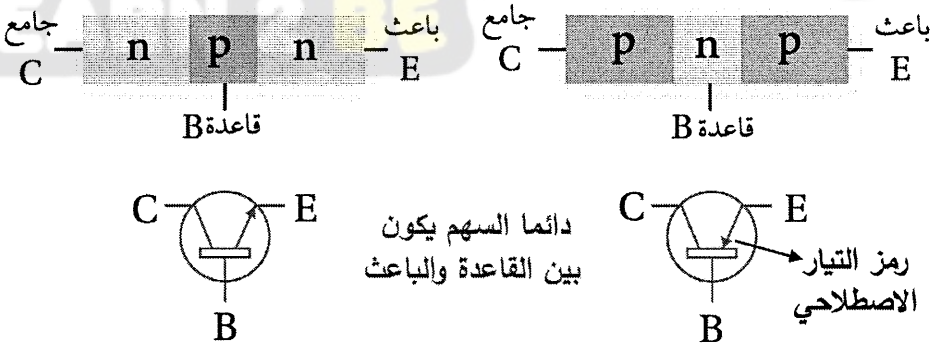
ب) مفتاح سريع الفتح والإغلاق.

* أنواعه:

أ) ترانزستور ثنائي القطبية.

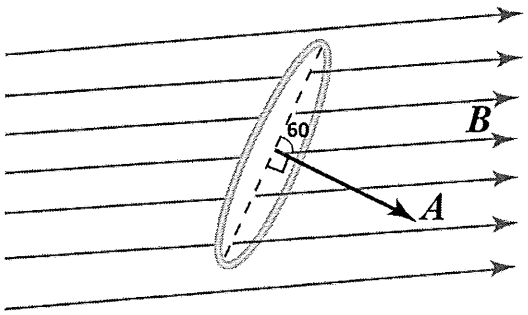
ب) ترانزستور تأثير المجال.

الترانزستور ثنائي القطبية يتكون من ثلاث طبقات شبه موصلة الوسطى تختلف عن الجانبيتين.



أسئلة الاختيار من متعدد

1 حلقة دائرية موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم كما في الشكل المجاور. التدفق المغناطيسي عبر الحلقة يساوي:



أ) $BA\cos30°$

ب) $BA\cos60°$

ج) $BA\cos90°$

د) $BA\cos120°$

2 يزداد مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة بين طرفي موصل يتحرك عموديًا على طوله، وعلى اتجاه مجال مغناطيسي منتظم مغمور فيه، عندما:

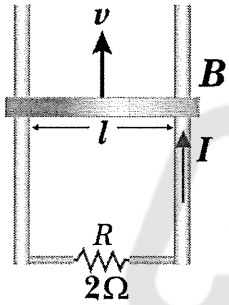
أ) ينقص طول الموصل

ب) تزداد مساحة مقطع الموصل

ج) يزداد طول الموصل

د) تنقص مساحة مقطع الموصل

3 موصل مستقيم مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (B). عند سحب الموصل بسرعة ثابتة مقدارها (v) على مجرى فلزي باتجاه ($+y$)، يمرّ في المقاومة (R) تيار كهربائي حثي (I) بالاتجاه المبين في الشكل. أجب عن الفقرتين الآتيتين:



يكون اتجاه المجال المغناطيسي (B) باتجاه محور:

أ) $+z$ ب) $-z$ ج) $+x$ د) $-x$

4 إذا كان متوسط التيار الكهربائي الحثي (I) يساوي (0.2 A)، فإنّ متوسط القوة الدافعة الكهربائي الحثية المتولدة في الموصل بوحدة فولت (V) يساوي:

أ) 0.1 ب) 0.4 ج) 4 د) 10

❄ محثّ معامل الحث الذاتي له (6×10^{-5} H) ومساحة مقطعه العرضي (1.5×10^{-4} m^2) وعدد لفاته (100) لفة، وملفوف حول أنبوب كرتوني يملؤه الهواء. وُصل المحث بدارة كهربائية وتغيّر التيار الكهربائي المار فيه من (5 A) إلى (3 A) خلال مدة زمنية، اعتمادًا على ذلك، أجب عن الفقرتين الآتيتين:

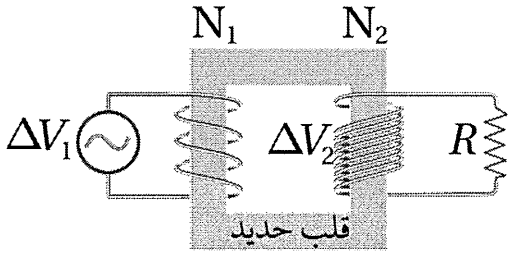
مقدار التغيّر في التدفق المغناطيسي الذي يخترق المحث خلال المدة الزمنية لتغيّر التيار بوحدة الويبر (Wb) يساوي:

أ) 1.2×10^{-6} ب) -1.2×10^{-6} ج) 1.2×10^{-4} د) -1.2×10^{-4}

6 مقدار طول المحث بوحدة متر (m) بدلالة (π) يساوي:

أ) 0.01 π ب) 0.1 π ج) 0.16 π د) 1.6 π

7 يبين الشكل المجاور محولًا كهربائيًا عدد لفات ملفه الابتدائي (N_1) وعدد لفات ملفه الثانوي (N_2) ويتصل بمقاومة (R). اعتمادًا على الشكل فإنّ المحول يكون:



أ) خافض للجهد ($\Delta V_2 > \Delta V_1$)

ب) خافض للجهد ($\Delta V_2 < \Delta V_1$)

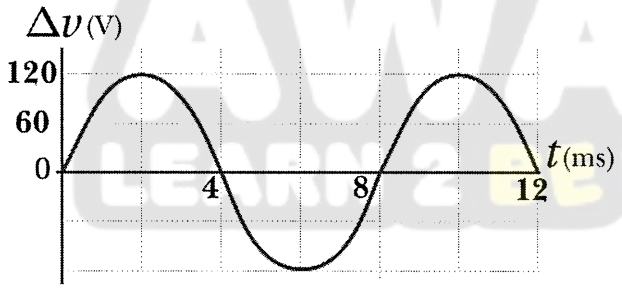
ج) رافع للجهد ($\Delta V_2 > \Delta V_1$)

د) رافع للجهد ($\Delta V_2 < \Delta V_1$)

8 وُصل مصدر فرق جهد متردد بمقاومة (R). فكانت القيمة العظمى للتيار المتردد الذي يسري فيها (6 A). إذا علمت أن القدرة المتوسطة المستهلكة في المقاومة (720 W) فإن قيمة (R) بوحدة (Ω) تساوي:

أ) 10 ب) 20 ج) 40 د) 120

9 معتمدًا على الشكل المجاور الذي يمثّل تغيّر فرق الجهد المتردّد بين طرفي ملف مولد كهربائي مع الزمن، فإن فرق الجهد المتردّد يُعبَّر عنه بالعلاقة الآتية:



أ) $\Delta v = 120 \sin 250\pi t$

ب) $\Delta v = 60 \sin 250\pi t$

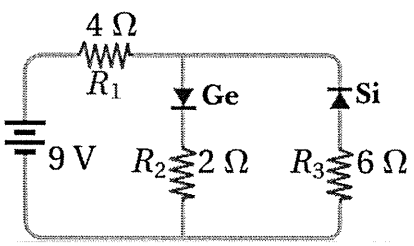
ج) $\Delta v = 120 \sin 500\pi t$

د) $\Delta v = 60 \sin 500\pi t$

10 يطلق على "زيادة الموصلية الكهربائية لأشباه الموصلات، بإضافة بعض المواد إليها"، اسم:

أ) انحياز عكسي ب) انحياز أمامي ج) فجوات د) إشابه

اعتمادًا على البيانات المثبتة على الشكل المجاور، وإذا علمت أن المقاومة الداخلية لمصدر فرق الجهد مهملة. أجب عن الفقرتين الآتيتين:



1 مقدار التيار المارّ في المقاومة (R_1) بوحدة أمبير (A):

أ) 0 ب) 0.83 ج) 1.45 د) 2.10

12 إذا عُكست أقطاب البطارية، فإنّ مقدار التيار المارّ في المقاومة (R_3) بوحدة أمبير (A) يساوي:

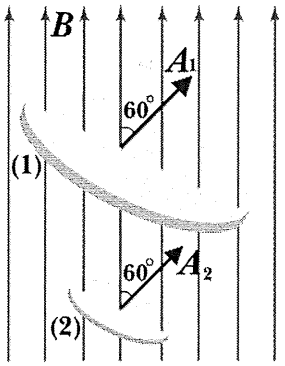
أ) 0 ب) 0.83 ج) 0.87 د) 2.90

13 الناقلات الأقلية في أشباه الموصلات من النوع (n) والنوع (p) على الترتيب هي:

أ) إلكترونات حرة، فجوات ب) فجوات، إلكترونات حرة

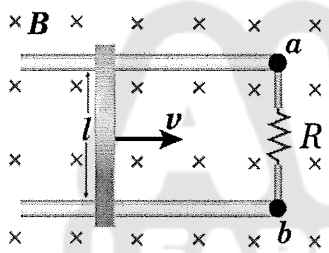
ج) فجوات، فجوات د) إلكترونات حرة، إلكترونات حرة

14 حلقتان موصلتان (1, 2) مغمورتان في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (B) كما في الشكل المجاور، مساحة الحلقة (1) تساوي مثلي مساحة الحلقة (2)، فإن النسبة بين التدفق المغناطيسي عبر الحلقة (1) إلى التدفق المغناطيسي عبر الحلقة (2) تساوي $\left(\frac{\Phi_{B1}}{\Phi_{B2}}\right)$



أ) $\frac{4}{1}$ ب) $\frac{1}{4}$ ج) $\frac{2}{1}$ د) $\frac{1}{2}$

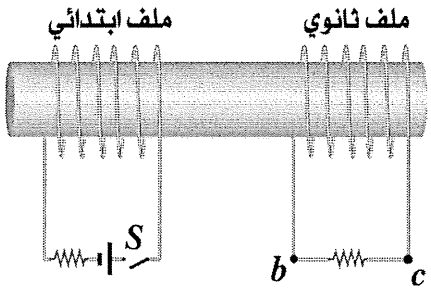
15 موصل مستقيم طوله (l) مغمور داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره (B) كما في الشكل المجاور، عند سحب الموصل بسرعة ثابتة مقدارها (v) على مجرى فلزي باتجاه محور ($+x$) يمر بالمقاومة (R) تيار كهربائي حثي (I)، إنّ مقدار التيار واتجاهه عبر المقاومة:



أ) $\frac{Blv}{R}$، من a إلى b ب) $\frac{Blv}{R}$، من b إلى a

ج) $\frac{R}{Blv}$، من a إلى b د) $\frac{R}{Blv}$، من b إلى a

لفّ ملفان عدد لفات كل منهما (200) لفة، ومساحة المقطع العرضي لكل منهما ($4 \times 10^{-4}\ m^2$) على قلب حديدي على نحو ما هو موضّح في الشكل المجاور، عند إغلاق مفتاح دارة الملف الابتدائي (S) تتولد قوة دافعة كهربائية حثية في الملف الثانوي مقدارها (0.032 V) خلال (0.05 s)، أجب عن الفقرتين الآتيتين:



1 مقدار المجال المغناطيسي الحثي المسبب للقوة الدافعة الكهربائية الحثية بوحدة تسلا (T) يساوي:

أ) 0.02 ب) 0.2 ج) 5 د) 50

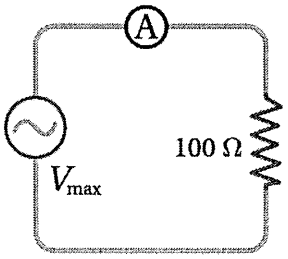
17 اتجاه سريان التيار الكهربائي الحثي عبر الملف الثانوي:

أ) من c إلى b، ليقاوم النقص في التدفق المغناطيسي

ب) من b إلى c، ليقاوم النقص في التدفق المغناطيسي

ج) من c إلى b، ليقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي

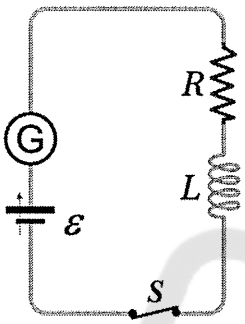
د) من b إلى c، ليقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي



18 يبين الشكل المجاور دارة كهربائية تتكون من مقاومة مقدارها (100 Ω) وُصلت بمصدر فرق جهد متردد قيمته العظمى (200 V) قراءة الأميتر بوحدة (A) تساوي:

أ) 0.71 ب) 1.42 ج) 2 د) 4

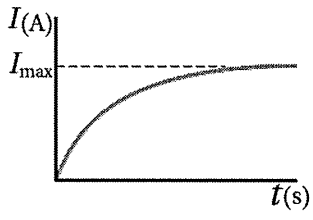
الشكل المجاور يوضّح دارة كهربائية تحوي بطارية ومقاومة وغلفانوميتر ومفتاح مغلق ومحث معامل الحث الذاتي له (L) يسري فيه تيار كهربائي (I). أجب عن الفقرتين الآتيتين:

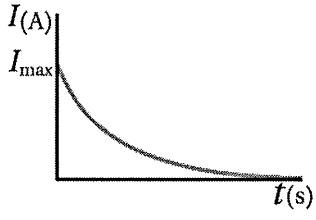


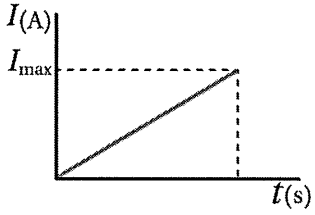
19 إذا عُكس اتجاه التيار المار في المحث خلال فترة زمنية (Δt) فإنّ القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتوسطة المتولدة فيه ($\grave{\varepsilon}_L$) تساوي:

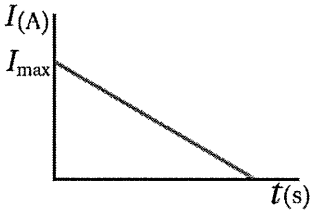
أ) $\frac{2LI}{\Delta t}$ ب) $-\frac{2LI}{\Delta t}$ ج) $\frac{LI}{\Delta t}$ د) $-\frac{LI}{\Delta t}$

20 التمثيل البياني لعلاقة التيار الكهربائي مع الزمن من لحظة فتح المفتاح في الدارة هو:

أ)


ب)


ج)


د)


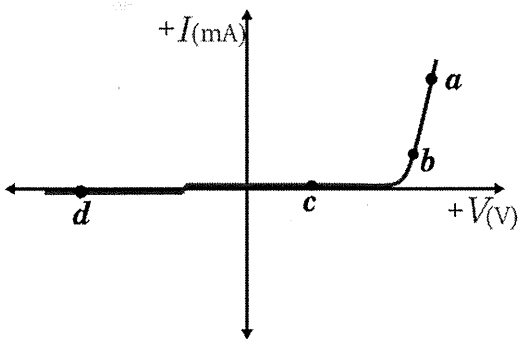
21 محوّل كهربائي رافع للجهد عدد لفات ملفه الابتدائي (600) لفة ويتصل بمصدر فرق جهد (230 V)، وعدد لفات ملفه الثانوي (1800) لفة. إذا علمت أن ملفه الثانوي يتصل بمقاومة يمر فيها تيار مقداره (2 A)، فإن مقدار القدرة الناتجة عن الملف الثانوي بوحدة واط (W) تساوي:

أ) 460 ب) 690 ج) 1380 د) 2760

22 عند إشابة بلورة السليكون النقي بعنصر ثلاثي التكافؤ ينتج:

أ) ترانزستور ب) ثنائي بلوريّ ج) بلورة من نوع (p) د) بلورة من نوع (n)

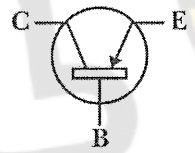
23 يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني لعلاقة التيار الكهربائي مع فرق الجهد على طرفي ثنائي، اعتمادًا على الشكل فإن النقطة التي تكون عندها مقاومة الثنائي كبيرة جدًا هي:

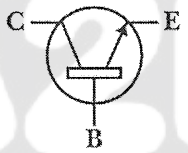


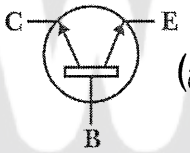
أ) a ب) b

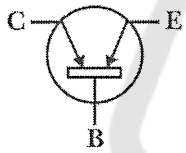
ج) c د) d

24 الشكل الذي يمثل الترانزستور من النوع (npn) هو:

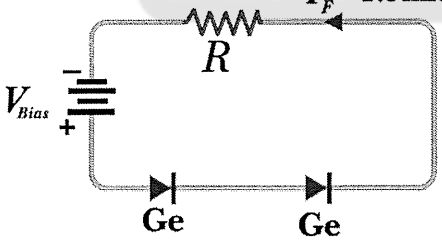
أ)


ب)


ج)


د)


* اعتمادًا على البيانات المثبتة على الشكل المجاور، وإذا علمت أنّ فرق الجهد على طرفي المقاومة (3 V)، والمقاومة الداخلية لمصدر فرق الجهد مهملة. أجب عن الفقرتين الآتيتين:



25 فرق جهد المصدر (V_{Bais}) بوحدة فولت (V) يساوي:

أ) 2.4 ب) 2.7

ج) 3.3 د) 3.6

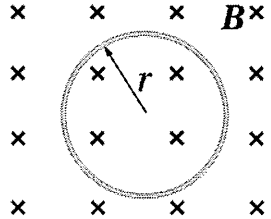
26 قيمة المقاومة (R) بوحدة كيلو أوم (k Ω) تساوي:

أ) 0.5 ب) 2 ج) 2.4 د) 4.5

27 حلقة مربعة الشكل مساحة سطحها (A)، موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم (B)، بحيث تكون الزاوية بين مستوى الحلقة وخطوط المجال (60°). إذا تضاعف مقدار المجال المغناطيسي خلال مدة زمنية مقدارها (Δt)، فإنّ التغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الحلقة خلال تلك المدة يساوي:

أ) $BA\cos30°$ ب) $2BA\cos30°$ ج) $BA\cos60°$ د) $2BA\cos60°$

ملف دائري عدد لفاته (100) لفة، ومتوسط نصف قطر اللفة الواحدة (2 cm)، موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.25 T)، كما في الشكل المجاور. إذا سُحِب الملف خارج المجال المغناطيسي خلال زمن مقداره (0.01 s)، فأجب عن الفقرتين الآتيتين:



28 القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولدة في الملف بوحدة فولت (V) تساوي:

أ) π ب) -π ج) 1 د) -1

29 اتجاه التيار الكهربائي الحثّي المتولّد في الملف يكون:

أ) عكس اتجاه حركة عقارب الساعة؛ ليقاوم النقص في التدفق المغناطيسي

ب) عكس اتجاه حركة عقارب الساعة؛ ليقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي

ج) مع اتجاه حركة عقارب الساعة؛ ليقاوم النقص في التدفق المغناطيسي

د) مع اتجاه حركة عقارب الساعة؛ ليقاوم الزيادة في التدفق المغناطيسي

30 محوّل كهربائي مثالي خافض للجهد، عدد لفات ملفه الابتدائي (600) لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي (200) لفة. إذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي ملفه الثانوي (3 V) ويتصل بمقاومة تستهلك قدرة كهربائية مقدارها (18 W)، فإنّ مقدار التيار في الملف الابتدائي بوحدة الأمبير (A) يساوي:

أ) 0.5 ب) 2 ج) 6 د) 18

31 يزوّدنا مولد كهربائي بفرق جهد متردد يتغيّر حسب العلاقة: ($\Delta V = 420\ sin\ 400\pi\ t$).

إن مقدار فرق الجهد المتردد بين طرفي المولّد عند اللحظة ($t=\frac{1}{800}$ s) وتردده يساويان:

أ) 420 V و 200 Hz ب) 240 V و 0.005 Hz

ج) 210 V و 200 Hz د) 210 V و 0.005 Hz

دارة تيار متردّد تحتوي على مصباح مقاومته (R) ومواسع معاوقته المواسعية (X_C) ومحث معاوقته المحثية (X_L)، موصولة على التوالي. أجب عن الفقرتين الآتيتين:

32 تكون الدارة في حالة رنين عندما:

أ) $X_L = X_C$ ب) $X_L = 2X_C$ ج) $X_C = X_L + R$ د) $X_L = X_C + R$

33 عند زيادة تردد مصدر فرق الجهد، فإنّ الذي يحدث لكل من المعاوقة المواسعية والمعاوقة المحثية على الترتيب:

أ) تقل، لا تتغير ب) تزداد، تقل ج) تقل، تزداد د) لا تتغير، تقل

34 الناقلات الأغلبية في أشباه الموصلات من النوع (n) ومن النوع (p) على الترتيب، هي:

أ) فجوات، إلكترونات حرة ب) فجوات، فجوات

ج) إلكترونات حرة، فجوات د) إلكترونات حرة، إلكترونات حرة

35 العبارة التي تصف نوع القاعدة في الترانزستور من النوع (pnp)، واتجاه التيار الاصطلاحي فيه، هي:

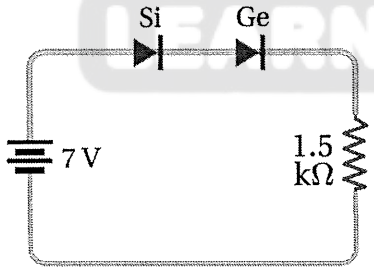
أ) القاعدة من النوع (p)، واتجاه التيار من القاعدة إلى الباعث

ب) القاعدة من النوع (p)، واتجاه التيار من الباعث إلى القاعدة

ج) القاعدة من النوع (n)، واتجاه التيار من القاعدة إلى الباعث

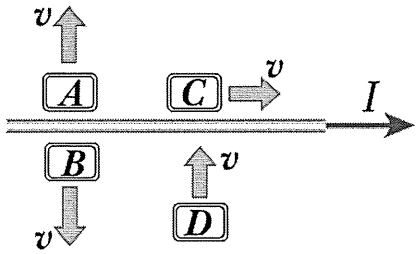
د) القاعدة من النوع (n)، واتجاه التيار من الباعث إلى القاعدة

36 اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل المجاور، وإذا علمت أنّ المقاومة الداخلية لمصدر فرق الجهد مهملة، فإنّ مقدار التيار المارّ في المقاومة بوحدة (mA) يساوي:



أ) 0.2 ب) 4 ج) 4.2 د) 6

37 يبين الشكل المجاور أربع محاولات مختلفة لتوليد تيار كهربائي حثي في الملفات $(A,\ B,\ C,\ D)$ التي تتحرك في المجال المغناطيسي لموصل مستقيم يسري فيه تيار، الملفان اللذان يتولّد فيهما التيار الكهربائي الحثي بالاتجاه نفسه هما:



أ) A و B ب) B و C ج) A و C د) A و D

38 ملف لولبي طوله (l) ومعامل الحث الذاتي له (L) قُطِع إلى جزأين متماثلين ليصبح طول كل جزء $(\frac{l}{2})$ معامل الحث الذاتي لكل جزء $(\overline{L})$ بدلالة معامل الحث الذاتي للملف اللولبي يساوي:

أ) $\frac{L}{4}$ ب) $\frac{L}{2}$ ج) $2\,L$ د) $4\,L$

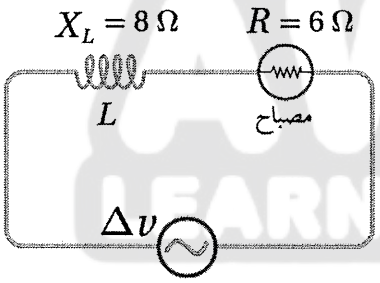
39 محول مثالي خافض للجهد، النسبة بين عدد لفات ملفيه $(\frac{4}{1})$، وملفه الثانوي يتصل بمصباح، إذا كان فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملف الثانوي (60 V) والتيار المار فيه (20 A)، فإنّ فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الملف الابتدائي والتيار المار فيه يساويان:

أ) (40 A, 150 V) ب) (5 A, 240 V) ج) (80 A, 240 V) د) (5 A, 15 V)

40 وصل مصدر للتيار المتردّد مع مقاومة R. فكانت القدرة المتوسطة المستهلكة في المقاومة (20 W)، إذا أصبح فرق الجهد الفعّال الخارج من المصدر مثلي ما كان عليه، فإنّ القدرة المتوسطة المستهلكة في المقاومة بوحدة واط (W) تساوي:

أ) 10 ب) 20 ج) 40 د) 80

* يبين الشكل المجاور دارة يتصل فيها محثّ ومصباح بمصدر فرق جهد متردّد، أجب عن الفقرتين الآتيتين:



41 المعاوقة الكلية للدارة (Z) بوحدة أوم (Ω) تساوي:

أ) 2 ب) 10 ج) 14 د) 48

42 عند نقصان تردّد المصدر مع بقاء القيمة العظمى لفرق الجهد ثابتة، فإن ما يحدث لإضاءة المصباح:

أ) تزداد الإضاءة بسبب نقصان الممانعة التي يبديها المحثّ لمرور التيار

ب) تزداد الإضاءة بسبب زيادة الممانعة التي يبديها المحثّ لمرور التيار

ج) تقلّ الإضاءة بسبب نقصان الممانعة التي يبديها المحثّ لمرور التيار

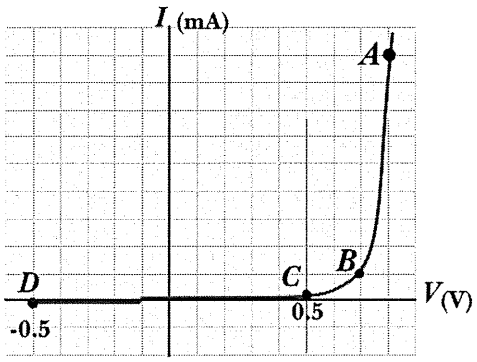
د) تقلّ الإضاءة بسبب زيادة الممانعة التي يبديها المحثّ لمرور التيار

المادة التي تضاف إلى بلورة السليكون النقي فتنتج البلورة من النوع (n) هي:

أ) البورون (ثلاثي التكافؤ) ب) النيكل (ثنائي التكافؤ)

ج) الأنتيمون (خماسي التكافؤ) د) الألمنيوم (ثلاثي التكافؤ)

الرسم البياني المجاور يوضّح العلاقة بين التيار الكهربائي المار في ثنائي بلوري وفرق الجهد بين طرفيه، أجب عن الفقرتين الآتيتين:



44 النقطة التي تكون عندها مقاومة الثنائي البلوري هي الأكبر من بين النقاط الآتية هي:

أ) A ب) B

ج) C د) D

45 حاجز الجهد للثنائي البلوري بوحدة فولت (V) يساوي:

أ) 0.5- ب) 0.1- ج) 0.7 د) 0.5

46 يشير السهم في رمز الترانزستور إلى اتجاه التيار الإصطلاحي، إذ يكون في الترانزستور من نوع (npn) خارجًا من:

أ) القاعدة (B) باتجاه الباعث (E) ب) القاعدة (B) باتجاه الجامع (C)

ج) الباعث (E) باتجاه القاعدة (B) د) الجامع (C) باتجاه القاعدة (B)

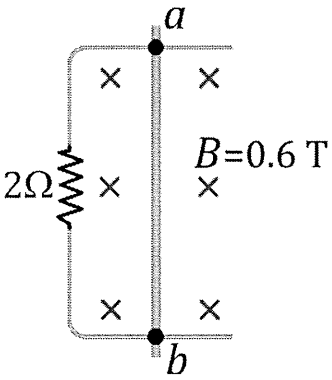
47 تبلغ قيمة التدفق عبر سطح نصف قيمتها العظمى عندما يصنع المجال المغناطيسي مع مستوى السطح زاوية:

أ) 45° ب) 0° ج) 60° د) 30°

48 أحد العوامل التالية لا تعتمد عليها قيمة القوة الدافعة الحثية المتولدة في موصل يقطع خطوط المجال المغناطيسي:

أ) سرعته ب) طوله ج) كتلته د) مقدار المجال المغناطيسي

49 في الشكل إذا كان طول الموصل (ab) يساوي $\frac{1}{2}$m ، فإنه حتى يتولد تيار حثي مقداره (6A) باتجاه مع عقارب الساعة فإن سرعة الموصل يجب أن تكون بوحدة (m/s):



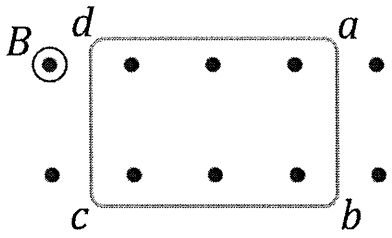
أ) $40, +x$

ب) $12, -x$

ج) $2, +x$

د) $40, -x$

50 في الشكل ملف مغمور في مجال مغناطيسي (B) إذا كان التدفق الذي يخترق الملف هو (Φ)، فإذا دار الملف ربع دورة حول الضلع (ab) فإن التغيّر في التدفق عبر الملف يساوي:



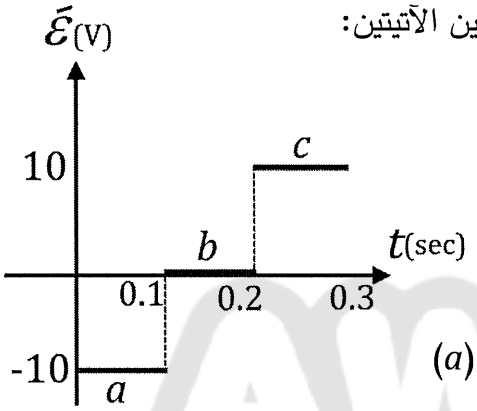
أ) 0 ب) $-\Phi$

ج) $\frac{1}{4}\Phi$ د) Φ

51 ملف عدد لفاته (100) لفة ومساحة مقطعه $0.4\ m^2$ يؤثر عليه مجال مغناطيسي (2 T) باتجاه يصنع زاوية $(60°)$ مع العمودي إذا انعدم المجال خلال (0.1 sec) فإن مقدار $(\bar{\varepsilon})$ المتولدة فيه بوحدة فولت:

أ) 0 ب) -0.4 ج) -4 د) 400

الشكل يمثل العلاقة بين $(\bar{\varepsilon},t)$ لملف عدد لفاته (20) لفة أجب عن الفقرتين الآتيتين:



52 الفترة التي ينشأ فيها قوة دافعة حثية تقاوم نقص التدفق عبر الملف:

أ) a ب) b

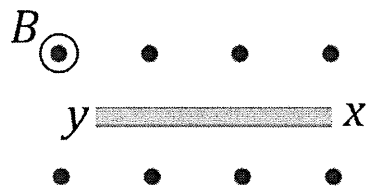
ج) c د) (a, c)

53 في الفقرة السابقة تكون قيمة التغيّر في التدفق المغناطيسي في المرحلة (a) بوحدة Wb يساوي:

أ) -10 ب) 0.05

ج) 10 د) -0.05

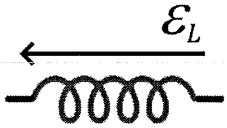
54 في الشكل موصل (xy) مغمور في مجال مغناطيسي منتظم اتجاهه كما في الشكل حتى يكون الطرف (x) أعلى جهدًا من (y) فإن الموصل يجب أن يتحرك باتجاه:



أ) $+x$ ب) $+y$

ج) $-x$ د) $-y$

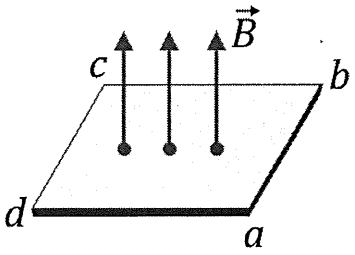
55 في الشكل تولدت قوة دافعة حثية ذاتية في المحث باتجاه اليسار لذلك فإن التيار في المحث:



أ) متزايد لليسار ب) متناقص لليمين

ج) ثابت لليمين د) متزايد لليمين

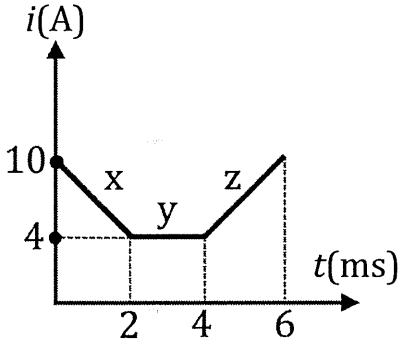
56 في الشكل ملف عدد لفاته (100) لفة ومساحته $0.2\ m^2$ يؤثر عليه مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.5 T) فإذا دار حول الضلع (ab) بمقدار $\frac{1}{6}$ دورة خلال 0.1 sec، فإن القوة الدافعة الحثية المتولدة فيه بوحدة فولت:



أ) 0.05 ب) -5

ج) 5 د) 50

57 الشكل يمثل تغيّر التيار عبر محث مع مرور الزمن، يتولد قوة دافعة حثية ذاتية طردية في الفترة:



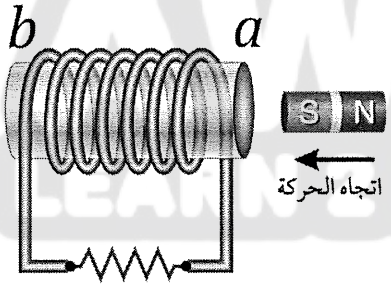
أ) z ب) y

ج) x د) (x, z)

58 في الفقرة السابقة إذا كان معامل الحث الذاتي للمحث (4 H) وعدد لفاته (100) لفة فإن المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي عبره بوحدة (Wb/s) في الفترة (x) يساوي:

أ) 120 ب) -24×10^{-2} ج) -120 د) 24×10^{-2}

59 في الشكل أثناء حركة المغناطيس فإن، الطرف (a):



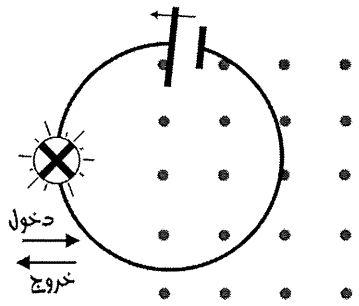
أ) قطب شمالي ليقاوم زيادة التدفق

ب) قطب جنوبي ليقاوم نقص التدفق

ج) قطب شمالي ليقاوم نقص التدفق

د) قطب جنوبي ليقاوم زيادة التدفق

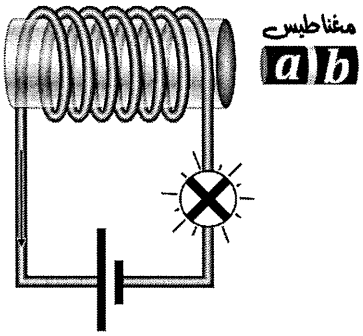
60 مصباح يتصل مع بطارية ضمن دارة مغلقة في مجال مغناطيسي عمودي على مستوى الورقة إن إضاءة المصباح أثناء دخول الملف وأثناء خروجه من المجال المغناطيسي على الترتيب:



أ) تقل، تقل ب) تزداد، تزداد

ج) تزداد، تقل د) تقل، تزداد

61 أثناء ابتعاد المغناطيس عن الملف فإن أحد الخيارات التالية صحيحة:



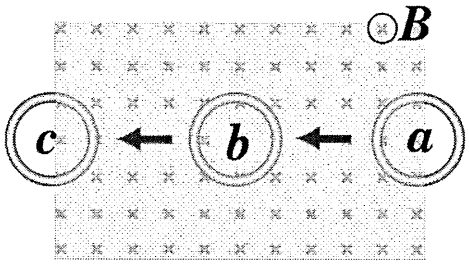
أ) الطرف (a) جنوبي وتقل إضاءة المصباح.

ب) الطرف (a) شمالي وتزداد إضاءة المصباح .

ج) الطرف (a) جنوبي وتزداد إضاءة المصباح.

د) الطرف (a) شمالي وتثبت إضاءة المصباح.

62 إذا تحركت الحلقة الفلزية في الشكل أعلاه قاطعة المجال المغناطيسي باتجاه اليسار، فإنه يتولد فيها تيار حثي مع عقارب الساعة في الوضع:



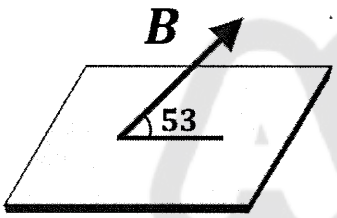
أ) (a)

ب) (b)

ج) (c)

د) (a, c)

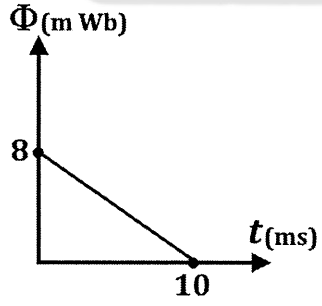
63 في الشكل سطح مساحته $0.5\ m^2$ مغمور في مجال مغناطيسي (B) منتظم إذا كان التدفق عبر السطح 0.3 Wb فإن مقدار المجال المغناطيسي بوحدة تسلا (T):



أ) 0.5 ب) 0.6

ج) 0.75 د) 0.8

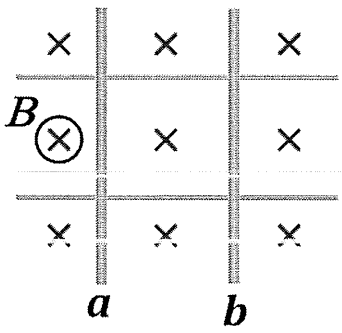
64 يبين الشكل تغير التدفق الذي يخترق ملف بالنسبة للزمن، إذا تولد فيه قوة دافعة حثية مقدارها 80 فولت فإن عدد لفات الملف:



أ) 50 ب) 120

ج) 100 د) 60

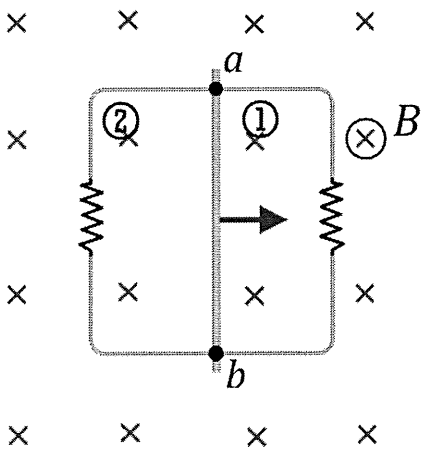
65 موصلان (a, b) غُمرا في مجال مغناطيسي منتظم وقابلان للحركة على مجرى فلزي إذا سُحِب الموصل (a) نحو $(+x)$ فإن الموصل (b) يتحرك نحو:



أ) $+x$، ليقاوم زيادة التدفق. ب) $+x$، ليقاوم نقص التدفق

ج) $-x$، ليقاوم زيادة التدفق د) $-x$، ليقاوم زيادة التدفق

66 موصل مستقيم (ab) قابل للانزلاق على مجرى فلزي مغمور في مجال مغناطيسي أثناء حركة الموصل نحو $(-x)$ فإن اتجاه التيار الحثي في ②, ①) على الترتيب:



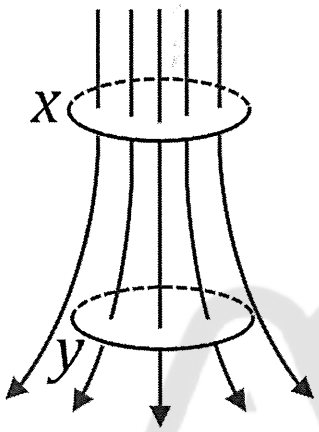
أ) مع عقارب الساعة، عكس عقارب الساعة

ب) عكس عقارب الساعة، مع عقارب الساعة

ج) عكس عقارب الساعة، عكس عقارب الساعة

د) مع عقارب الساعة، مع عقارب الساعة

67 في الشكل حلقة فلزية سقطت من الموقع (x) إلى (y) خلال (0.1 s) إذا علمت أن التدفق عند الموقع (x) يساوي (0.5 Wb) وعند الموضع (y) يساوي (0.3 Wb) فإن القوة الدافعة الحثية المتولدة في الحلقة بوحدة فولت واتجاه التيار الحثي عند النظر للحلقة من الأعلى على الترتيب:



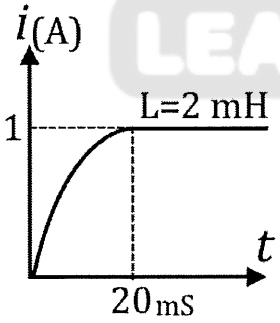
أ) 2، مع عقارب الساعة

ب) 2، عكس عقارب الساعة

ج) 8، مع عقارب الساعة

د) 8، عكس عقارب الساعة

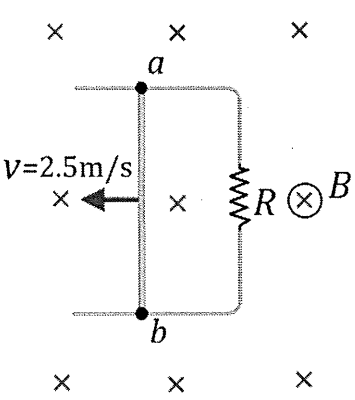
68 يبين الشكل تغيّر التيار في دارة محث عند علق دارته لغاية وصول التيار إلى قيمته العظمى، إن القوة الدافعة الحثية الذاتية المتولدة فيه بوحدة فولت:



أ) 0.2 ب) 0.1

ج) -0.2 د) -0.1

69 بالاعتماد على الشكل عندما تحرك الموصل (ab) الذي طوله (40 cm) تولد بين طرفيه فرق جهد (2 V)، لذلك فأن مقدار المجال المغناطيسي (B) بوحدة تسلا (T):



أ) 2 ب) 4

ج) 8 د) 16

70 ملف لولبي طوله ($\pi\times10^{-2}\ m$) ومساحة مقطعه العرضي ($2\times10^{-4}\ m^2$) ومحاثة الملف (2 mH) ومغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (4 T) عمودي على مستوى اللفة إذا انعكس المجال المغناطيسي خلال (0.2 s) فإن متوسط القوة الدافعة المتولدة فيه بوحدة (فولت):

أ) 2 ب) 4 ج) 8 د) 16

71 محول مثالي عدد لفات ملفه الابتدائي (400) لفة والثانوي (100) لفة فرق الجهد بين طرفي الابتدائي (20 V) ويمر فيه تيار (2 A) فإن فرق الجهد بين طرفي ملفه الثانوي والتيار المار فيه (I_2 , V_2) على الترتيب:

أ) (0.5 A , 80 V) ب) (6.7 A , 60 V)

ج) (1 A , 40 V) د) (8 A , 5 V)

72 محول مثالي إذا كانت $i_1 = \frac{2}{5}\ i_2$ فإن النسبة ($V_1 : V_2$) ونوع المحول:

أ) (2 : 5) رافع للجهد ب) (5 : 2) رافع للجهد

ج) (2 : 5) خافض للجهد د) (5 : 2) خافض للجهد

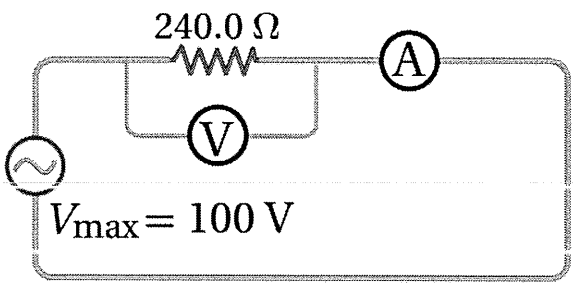
73 محول كهربائي مثالي نسبة عدد لفاته ($N_2 : N_1$) = (2 : 55) وصل ملفه الابتدائي مع مصدر جهد (220 V) إذا كانت القدرة الداخلة إلى الابتدائي (440 Watt) فإن التيار المار في الملف الثانوي بوحدة أمبير، وفرق الجهد في الثانوي بالفولت (V_2 , i_2) على الترتيب بوحدة (V , A):

أ) (55, 8) ب) (8, 55) ج) (2, 220) د) (220, 2)

74 جرس كهربائي مركب على محوّل مثالي يعطي جهد (8 V) إذا كان الجهد في المنزل (220 V) وكان عدد لفات الابتدائي (1100) لفة والتيار المار فيه (0.1 A) لذلك فإن عدد لفات الثانوي، تيار الملف الثانوي بالأمبير على الترتيب:

أ) (2.75 , 40) ب) (3, 40) ج) (40, 3) د) (0.2, 2200)

75 قراءة (V , A) المتصلان في الدارة المجاورة على الترتيب:



أ) (100 V , 0.4 A)

ب) (240 V , 10 A)

ج) (71 V , 0.3 A)

د) (142 V , 0.6 A)

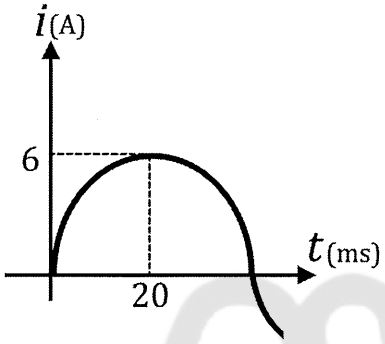
76 مدفأة مقاومتها (22 Ω) تعمل على فرق جهد متردد Volt .. ($V=310 \sin \omega t$) إن القيمة الفعالة لتيار المدفأة ومتوسط القدرة التي تستهلكها ($\overline{P}, I_{rms}$) على الترتيب:

أ) (2.2 Kw , 10 A)
ب) (4.3 Kw , 14 A)
ج) (22 Kw , 10 A)
د) (43 Kw , 14 A)

77 فرق الجهد المتناوب الناتج عن مولد يعطى بالعلاقة ($V= V_{max} \sin (3\pi t)$) اللحظة الزمنية التي يكون فيها فرق الجهد مساويًا لنصف قيمته العظمى بوحدة (sec):

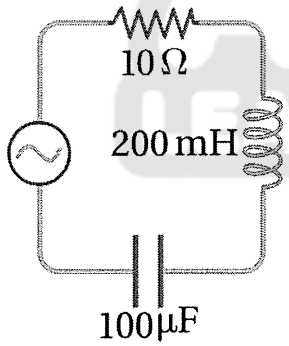
أ) $\frac{1}{8}$
ب) $\frac{1}{9}$
ج) $\frac{1}{6}$
د) $\frac{1}{3}$

78 مقاومة (3Ω) تتصل مع مصدر جهد متناوب والشكل أعلاه يمثل تغيّر التيار الذي يمر فيها مع الزمن إن فرق الجهد اللحظي للمصدر:



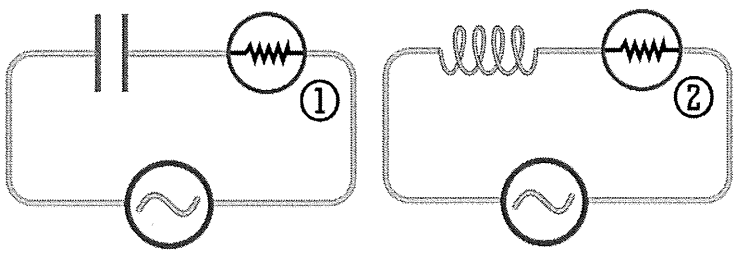
أ) $6 \sin(25\pi t)$
ب) $2 \sin(25\pi t)$
ج) $18 \sin(25t)$
د) $18 \sin(25\pi t)$

79 في الدارة الموضحة إذا كانت القيمة العظمى للجهد المتردد (400 V) والتردد الزاوي ($100\ r/s$) فإن المعاوقة الكلية والتيار الأعظم (I_{max}, Z) على الترتيب:



أ) (5A , 80Ω)
ب) (50A , 8Ω)
ج) (10A , 40Ω)
د) (20A , 200Ω)

80 الشكل المجاور يبين دارتين تحوي كل واحدة مصدر جهد متناوب ومصباح الأولى مع مواسع والثانية مع محث عند إنقاص تردد المصدر، فإن (إضاءة ① ، إضاءة ②) على الترتيب:



أ) (تقل، تقل)
ب) (تقل، تزداد)
ج) (تزداد، تقل)
د) (تزداد، تزداد)

81 عندما تصبح دارة (RLC) في حالة رنين، فإن العبارات التالية صحيحة ما عدا:

أ) معاوقة الدارة أقل ما يمكن. ب) التيار الفعّال أكبر ما يمكن

ج) معاوقة المواسع = معاوقة المحث د) المقاومة R تكون بأقل قيمة لها.

82 محطة إذاعية تبث أمواج بتردد $\frac{50}{\pi}$ MHz فيستقبلها مذياع مواسعة المواسع فيه (1 μF) محاثة المحث في هذا المذياع بوحدة (H) تساوي:

أ) 1×10^{-10} ب) 1×10^{-16} ج) 1×10^{10} د) 1×10^{16}

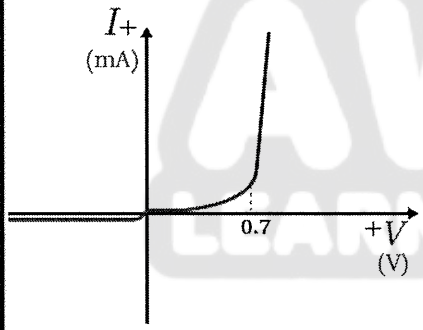
83 دارة (RLC) تتكون من مقاومة (80 Ω) ومواسع (5 μF) ومحث موصولة مع مصدر جهد متردد على التوالي جهده الفعال (12 V) وتردده الزاوي ($2000\ r/s$) إن قيمة المحاثة L التي تجعل معاوقة الدارة أقل ما يمكن:

أ) 5 H ب) 0.05 H ج) 0.5 H د) 50 H

84 في الفقرة السابقة ما قيمة التيار الفعّال في الحالة المذكورة:

أ) 0.15 A ب) 15 A ج) 1.5 A د) 150 A

85 يمثل الشكل المجاور تغير تيار الثنائي البلوري المصنوع من السليكون

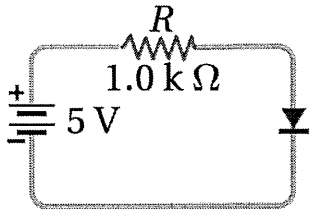


أن الرقم (0.7 V) يسمى:

أ) جهد الانهيار ب) جهد المصدر

ج) حاجز الجهد د) جهد الايقاف

* وصل ثنائيان مصنوعان من الجرمانيوم في الدارتين كما في الشكل المجاور، أجب عن الفقرات التالية

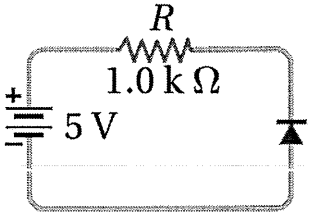


86 فرق الجهد بين طرفي الدارتين ($(V_R)_أ$ ، $(V_R)_ب$)

أ) (5 , 5) ب) (0.0 , 5) ج) (0.0 , 4.7) د) (4.7 , 0.0)

87 فرق الجهد بين طرفي الثنائي ($(V_d)_أ$ ، $(V_d)_ب$)

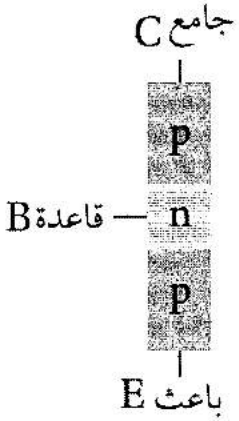
أ) (0 , 0.3) ب) (5 , 0.3) ج) (0.3 , 0.3) د) (0 , 5)

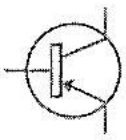


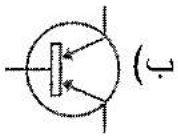
88 تيار المقاومة في الدارتين ($I_أ$ ، $I_ب$) بوحدة (mA):

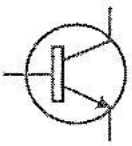
أ) (0 , 5) ب) (0 , 4.7) ج) (0 , 4.3) د) (4.7 , 4.7)

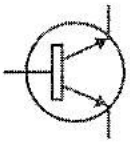
89 الرسم المجاور يبين ثلاث طبقات شبه موصلة لترانزستور أن الشكل الاصطلاحي الذي يعبر عن هذا الترانزستور:



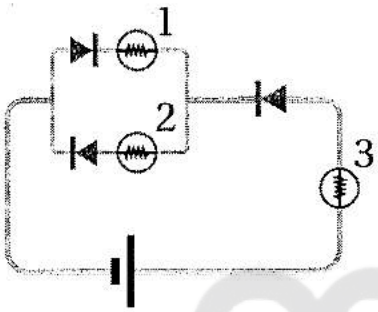
أ)


ب)


ج)


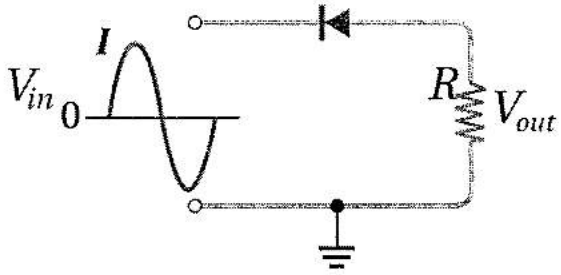
د)


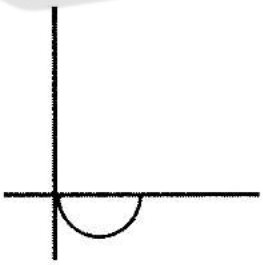
90 اعتمادًا على الشكل المجاور الذي يبين ثلاثة مصباح تتصل ضمن دارة تحتوي ثلاثة ثنائيات المصابيح المضيئة:

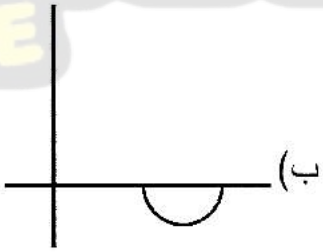


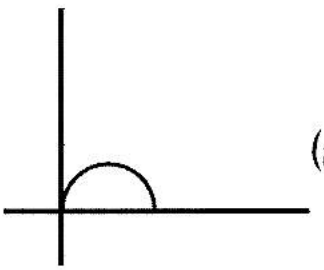
أ) (1)
ب) (1 , 2)
ج) (2 , 3)
د) جميع المصابيح مضيئة

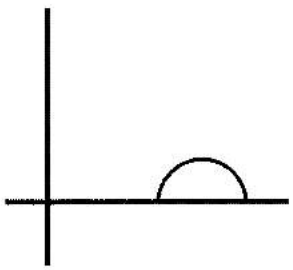
91 شكل الموجة الناتجة من دارة مصحح نصف الموجة المجاورة هو:



أ)


ب)


ج)


د)


92 عدد الكترونات التكافؤ في المادة شبه الموصلة:

أ) 8 ب) أقل من 4 ج) أكبر من 4 د) 4

93 أحد المواد الآتية عند إضافتها إلى بلورة السليكون تزيد عدد الفجوات:

أ) الأنتيمون ب) الفسفور ج) الزرنيخ د) الغاليوم

AWA2EL LEARN 2 BE

الإجابة النموذجية
الوحدة الخامسة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
أ	ج	ب	ب	ب	أ	ج	ج	أ	د
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ج	ب	ب	ج	أ	أ	د	ب	أ	ب
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ج	ج	د	ب	د	ب	أ	أ	ج	ب
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
أ	أ	ج	ج	د	ب	د	ب	ب	د
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
ب	أ	ج	د	ج	أ	د	ج	د	ب
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
د	ج	ب	ب	د	د	ج	ج	د	د
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
ج	ج	ج	ج	ب	أ	أ	د	أ	ب
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
د	د	ب	أ	ج	أ	أ	د	أ	ب
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
د	أ	ب	أ	ج	ج	ب	ب	أ	ج
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
ب	د	د							

الوحدة السادسة

الفيزياء الحديثة

(أولاً) القسم النظري

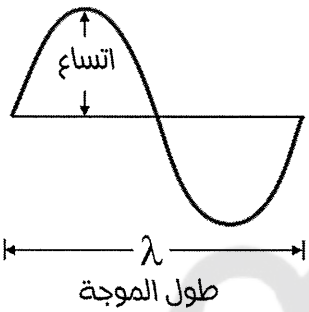
1) **الطيف الكهرومغناطيسي:** هو كل الأمواج الكهرومغناطيسية الضوئية سواء الضوء المرئي أو غير المرئي.

2) **الإلكترون فولت (eV):** هو الطاقة التي يكتسبها الكترون عند تسريعه بفرق جهد (1 V) .

3) **الظواهر التي أدت إلى نشوء الفيزياء الحديثة أو الظواهر التي عجزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسيرها:**

أ. إشعاع الجسم الأسود.
ب. الظاهرة الكهروضوئية
ج. تأثير كمبتون
د. تركيب الذرات والأطياف الخطية لها.

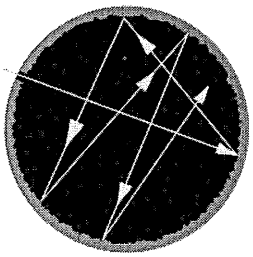
4) **وجهة نظر الفيزياء الكلاسيكية للإشعاع:**



أ) كل جسم درجة حرارته فوق الصفر المطلق ينبعث منه طاقة على شكل أشعة (أمواج) كهرومغناطيسية.
ب) الطاقة التي تحملها الموجة تعتمد على إتساعها وليس على ترددها.
ج) الاجسام تُشع الطاقة أو تمتصها على هيئة سيل متصل من الطاقة.
د) عند أي تردد الأجسام تشع أو تمتص أي مقدار من الطاقة (طاقة غير محددة).
هـ) الاجسام العادية الطاقة المنبعثة منها تعتمد على درجة حرارة الجسم وطبيعة سطحه.

5) **الجسم الأسود المثالي:** هو جسم يمتص كل الأشعة الساقطة عليه بغض النظر عن ترددها، وعند تسخينه يشع كل الأمواج بغض النظر عن ترددتها.

6) **نمثل الجسم الأسود بثقب صغير داخل جسم مجوّف.**



عند سقوط الضوء المرئي الأبيض على الثقب نرى الثقب أسود لأنه امتص كل الترددات الساقطة عليه ولا يعكس شيء منها (تذكر اللون الأبيض هو مزيج من كل الألوان والترددات).

7) المقصود بإشعاع الجسم الأسود هو دراسة شدة الإشعاع الصادر عن الجسم الأسود (عن الثقب) عند تسخين الفجوة.

ملاحظات حول إشعاع الجسم الأسود:

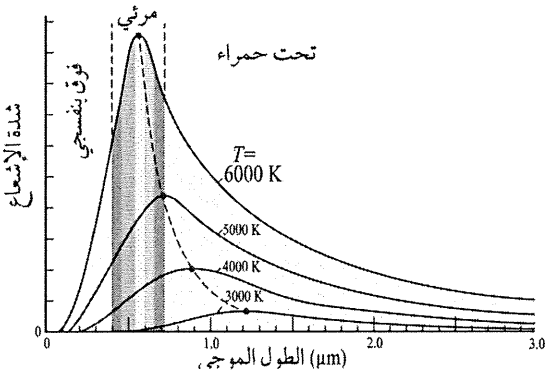
أ. شدة الإشعاع تعني كمية الطاقة المنبعثة من الجسم الأسود (الثقب) كل ثانية من وحدة المساحة.

ب. شدة الإشعاع المنبعثة من الجسم الأسود تعتمد على درجة الحرارة والطول الموجي المنبعث.

ج. الطاقة التي يبعثها الجسم الأسود تعتمد فقط على درجة حرارته.

- عند دراسة العلاقة بين شدة الإشعاع المنبعث من الجسم الأسود ودرجة الحرارة والأطوال الموجية للأشعة المنبعثة حصلنا على المنحنى التالي:

من الشكل نلاحظ:



أ. تزداد شدة الإشعاع مع زيادة درجة الحرارة.

ب. λ_{max} الطول الموجي الذي تظهر عنده قمة منحنى شدة الإشعاع تنزاح لليسار عند زيادة درجة الحرارة $(\lambda_{max} \propto \frac{1}{T})$

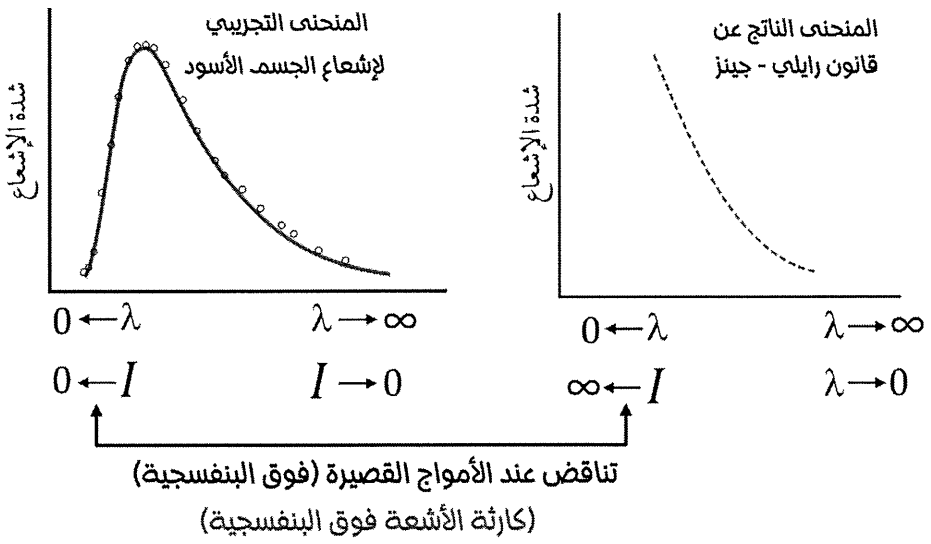
أي أنه مع زيادة درجة الحرارة: تكون القيمة العظمى لشدة الإشعاع عند أمواج أقصر أو ترددات أعلى.

ج. عند درجة حرارة (6000 K) وهي درجة حرارة سطح الشمس تكون القيمة العظمى لشدة الإشعاع واقعة في منطقة الضوء المرئي لذلك عند هذه الدرجة يتوهج الجسم باللون الأبيض لأنه يُشع كل الترددات والأطوال الموجية المرئية.

8) حاول العلماء تفسير المنحنى التجريبي لإشعاع الجسم الأسود رياضيًا والمقصود بذلك: محاولة إيجاد علاقة رياضية (قانون) تمثيله البياني يشبه المنحنى الناتج عن التجربة:

أ. **تفسير رايلي وجينز** اقترح العالمان رايلي – جينز علاقة رياضية $(I_{\text{الشدة}} = \frac{aT}{\lambda^4})$ / غير موجودة في كتاب الطالب)

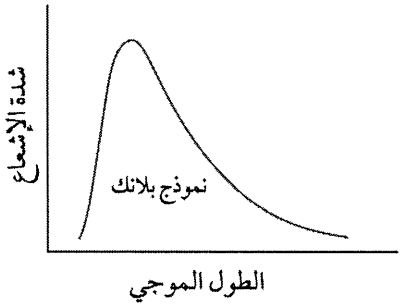
لتفسير التجربة، لكن هذه العلاقة رسمها البياني يتطابق مع التجربة فقط عند الأمواج الطويلة ويتناقص مع التجربة عند الأمواج القصيرة (الأشعة فوق البنفسجية) وسمي هذا التناقض بـ (كارثة الأشعة فوق البنفسجية).



ب. **تفسير بلانك** لإشعاع الجسم الأسود:

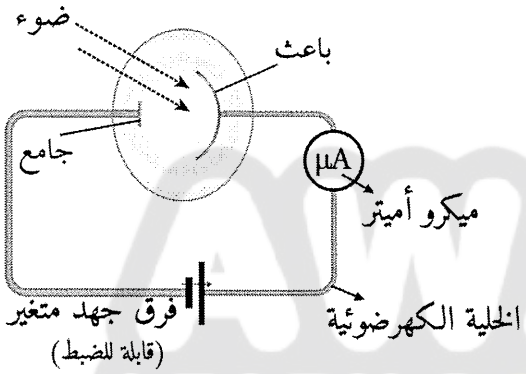
افترض بلانك أن الأشعة الصادرة عن الأجسام ناتجة عن متذبذبات (⊖ ⊕) وهي الإلكترونات داخل الذرات. وأن هذه المتذبذبات تشع الطاقة أو تمتصها بكميات محددة (متقطعة) أو منفصلة غير متصلة على شكل وحدات أولية من الطاقة أو كمات من الطاقة سميت لاحقًا فوتونات.

حيث أن طاقة الفوتون الواحد (E) تعطى بالعلاقة ($E = h f$) حيث (f) تردد الموجة الناتجة عن المتذبذب وتساوي تردد المتذبذب نفسه لذلك فإن الطاقة الكلية التي يمتصها الجسم هي مضاعفات لطاقة الفوتون ($E_{إشعاع} = n h f$)، حيث (h) ثابت بلانك.



- فسّر بلانك إشعاع الجسم الأسود حيث توصل إلى علاقة رياضية (قانون) تمثيلها البياني يُشبه المنحنى التجريبي لإشعاع الجسم الأسود.

9) **الظاهرة الكهروضوئية:** هي ظاهرة انبعاث الكترونات من سطح فلز عند سقوط إشعاع بتردد معين على سطحه.



10) **الإلكترونات الضوئية:** هي الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز بفعل الضوء الساقط عليه.

11) **التيار الكهرضوئي:** هو التيار الناتج عن حركة الإلكترونات المنبعثة من المهبط والمتجهة إلى المصعد.

12) **جهد الايقاف:** أو جهد القطع (V_s): هو فرق الجهد بين الجامع والباعث اللازم لإيقاف الإلكترونات ذات الطاقة الحركية العظمى قبل وصولها إلى الجامع.

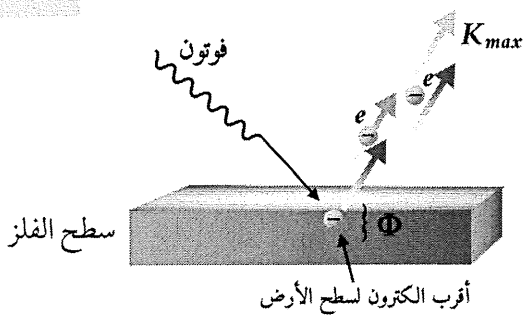
13) تردد العتبة ($f_\circ$): أقل تردد يلزم لتحرير الكترونات من سطح فلز دون أن تمتلك طاقة حركية.

14) اقتران الشغل (Φ): أقل طاقة تلزم لتحرير الكترون من سطح فلز دون طاقة حركية.

15) الطاقة الحركية العظمى (K_{max}): هي الطاقة الحركية التي تمتلكها الإلكترونات الأقرب للسطح عند سقوط أشعة طاقتها أكبر من اقتران الشغل أو ترددها أكبر من تردد العتبة $f_\circ$

وترتبط الطاقة الحركية العظمى مع جهد الايقاف حسب العلاقة: $K_{max} = eV_s$ حيث e شحنة الإلكترون.

16) فرضية آينشتين: طاقة الضوء تتركز في حزم منفصلة أي كمات، سمّيت فوتونات كل فوتون يحمل طاقة (hf) عند سقوط الضوء على سطح فلز فإن الفوتون الواحد يعطي طاقته لإلكترون واحد.



وهناك ثلاث حالات لطاقة الفوتون الساقط على سطح الفلز (E):

- $f < f_\circ$ ولا يتحرر الإلكترون $\Rightarrow E < \phi$ *
- $f = f_\circ$ ويتحرر الإلكترون دون طاقة حركية $\Rightarrow E = \phi$ **
- $f > f_\circ$ وينبعث الإلكترون مع طاقة حركية $\Rightarrow E > \phi$ ***

عندما تكون طاقة الفوتون (E) أكبر من اقتران الشغل (Φ) فإن الإلكترون يأخذ جزء من الطاقة حتى يتحرر (Φ) والباقي ينطلق به على شكل طاقة حركية عظمى (K_{max})

قوانين الطاقة الحركية:

ملاحظة: أينما ظهر ثابت بلانك الطاقة بالجول ولإيجاد السرعة (v) من (K) ⇐ k بالجول

1) $E_J = E_{eV} \times e$ ⟵ للتحويل من eV إلى J

2) $\Phi = h f_\circ$ ⟵ لإيجاد $f_\circ$ أو Φ إذا عُلم أحدهما

3) $\lambda f = C \rightarrow \lambda = \frac{C}{f} \rightarrow \lambda_\circ = \frac{C}{f_\circ}$ ⟵ طول موجة العتبة أو أكبر طول موجي يحرر (e)

4) $K_{max} = eV_s$ ⟵ لحساب V_s أو K_{max}

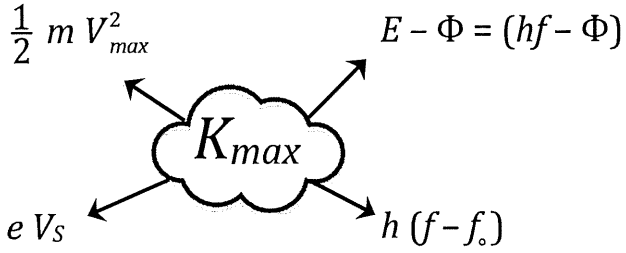
5) $eV_s = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = K_{max} = hf - \Phi$

$f = \frac{C}{\lambda}$ ⇐ طاقة الفوتون (E)

$(\Phi = h f_\circ)$ اقتران الشغل للفلز

$f_\circ = \frac{C}{\lambda_\circ}$ ⇐ تردد العتبة

أو يمكننا كتابة:



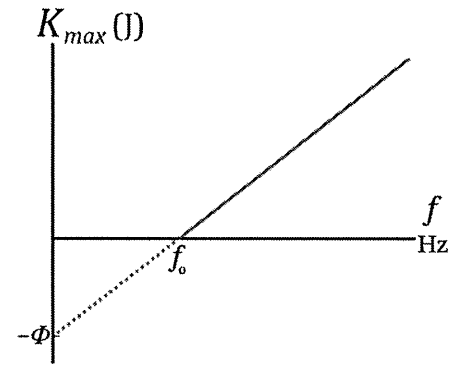
ملاحظة هامة:

عندما نكتب $[K_{max} = E - \Phi]$ يجوز أن تكون كل الكميات بوحدة (eV) أو (J) بدون خلط لأن هذه الصورة لا يظهر فيها ثابت بلانك (h)

17) الرسومات البيانية الهامة (للظاهرة الكهرضوئية):

العلاقة (f, K_{max})

الطاقة الحركية العظمى والتردد



f_o = المقطع السيني

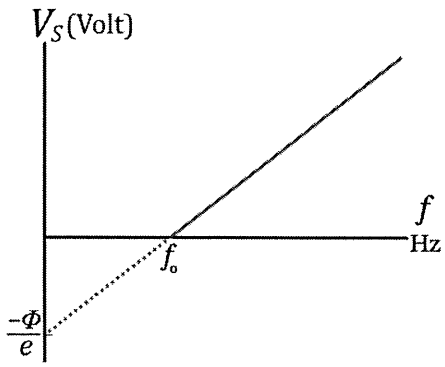
Φ = |المقطع الصادي|

$Slope = h$

$\therefore h = \frac{\Delta K}{\Delta f}$

العلاقة (f, V_S)

جهد الإيقاف والتردد



f_o = المقطع السيني

$\frac{\Phi}{e}$ = |المقطع الصادي|

$Slope = \frac{h}{e}$

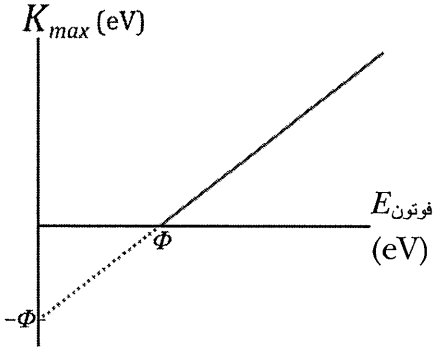
$\therefore \frac{h}{e} = \frac{\Delta V_S}{\Delta f}$

$\therefore h = \frac{\Delta V_S}{\Delta f} \times e$

العلاقة (E, K_{max})

الطاقة الحركية العظمى وطاقة الفوتون

بوحدة (eV)



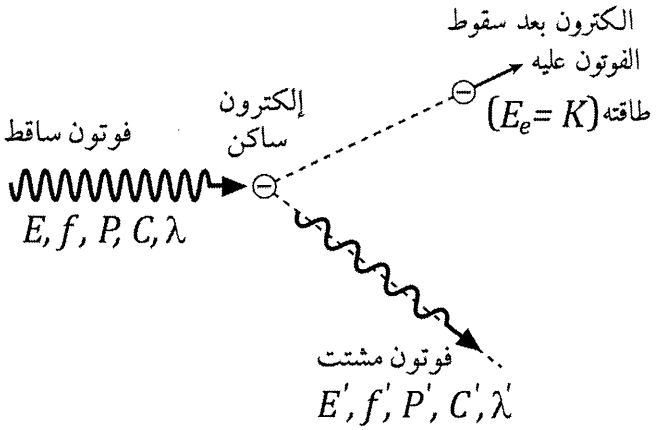
Φ = المقطع السيني

$-\Phi$= المقطع الصادي

$Slope = 1$

18) ظاهرة كومبتون: هي ظاهرة تشتت فوتونات الأشعة السينية عند سقوطها على الكترونات ساكنة، وهي إحدى الظواهر التي تؤكد الطبيعة الجسيمية للضوء أو الفوتونات.

19) بيّن العالم كومبتون أن الفوتون يحمل زخمًا (P) يعطى بالعلاقة $(P=\frac{E}{C}=\frac{h}{\lambda})$ وعند سقوط هذا الفوتون على الكترون ساكن فإنه يعطى جزءًا من زخمه وطاقته للإلكترون فيتحرك الإلكترون مكتسبًا طاقة حركية $(E_e=K)$ وزخم (P) .... وهذا يدل على أنه حدث تصادم بين الفوتون والإلكترون والتصادم صفة للجسيمات وهذا يؤكد أن الفوتون تصرف كجسيم، ويفقد الفوتون جزء من طاقته لذلك تقل طاقته وتردده وزخمه بينما تزداد طوله موجته وتبقى سرعته أي سرعة الضوء (C) ثابتة.



مقارنة بين الفوتون الساقط والمتشتت	الفوتون المتشتت		الفوتون الساقط
	E'	>	E
	f'	>	f
	P'	>	P
	λ'	<	λ
	C'	=	C

ملاحظة:

من مبدأ حفظ الطاقة

$E_{ساقط} = E'_{متشتت} + E_e$

20) قارن تفاعل الفوتون مع الإلكترون في الظاهرة الكهرضوئية وظاهرة كومبتون

الظاهرة الكهروضوئية	ظاهرة كومبتون
أ) الإلكترون يمتص طاقة الفوتون كاملة.	أ) الإلكترون يمتص جزء من طاقة الفوتون.
ب) الإلكترون يغادر سطح الفلز.	ب) الإلكترون لا يغادر سطح المادة.
ج) الفوتون يختفي.	ج) الفوتون يتشتت ولا يختفي.

21) نموذج رذرفورد للذرة:

الذرة تتكون من نواة موجبة الشحنة تشغل حيزًا صغيرًا جدًا، تتركز فيه غالبية كتلة النواة، تدور حوله الكترونات سالبة مثل دوران الكواكب حول الشمس.

22) فشل نموذج رذرفورد في تفسير استقرار الذرة لأنه حسب نموذج رذرفورد الإلكترون شحنة متسارعة بتسارع مركزي وحسب النظرية الكهرمغناطيسية فإنه يُشع طاقة على شكل أمواج كهرومغناطيسية فيفقد طاقة بشكل مستمر لذلك سينجذب نحو النواة إلى أن يسقط فيها وهذا يعني انهيار الذرة وعدم استقرارها، وهذا يخالف الواقع إذ أن كل الذرات حولنا مستقرة.

23) فرضيات بور لذرة الهيدروجين:

* يدور الإلكترون حول النواة (البروتون) في مسارات دائرية تحت تأثير قوة التجاذب الكهربائي

** توجد مدارات محددة (مستويات طاقة) مسموح للإلكترون أن يحتلها وإذا بقي في مستوى الطاقة نفسه فلا يُشع طاقة ولا يمتصها.

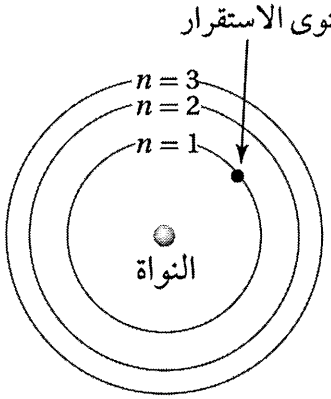
*** يشع الإلكترون طاقة أو يمتصها فقط إذا انتقل من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة آخر.

**** المدارات المسموح للإلكترون أن يحتلها هي تلك المدارات التي يكون فيها مقدار زخمه الزاوي $(L=m_e v_e r)$ يساوي عددًا صحيحًا من مضاعفات العدد $(\hbar)$ حيث $(\hbar = \frac{h}{2\pi})$ أي أن:

مبدأ تكميم الزخم الزاوي ⟵ $(L=m_e v_e r = n\hbar)$ $(.\hbar = 1.05\times10^{-34}\ J.s)$

مبدأ تكميم الزخم الزاوي ⟵ $(L=m_e v_e r = n\ \hbar)$ "$\hbar = 1.05\times10^{-34}\ J.s$"

24) قوانين نموذج بور لذرة الهيدروجين:



الشكل يمثل مدارات الإلكترون أو مستويات الطاقة للإلكترون في ذرة الهيدروجين

1) $L = n\hbar$ ⟶ لحساب الزخم الزاوي أو رقم المدار إذا عُلم أحدهما

2) $L = m_e v_e r$ ⟶ لحساب نصف قطر المدار (r) أو سرعة الإلكترون (v)

3) $E_n = -\frac{13.6}{n^2} eV$ ⟶ لحساب طاقة الإلكترون في المدار (n)

4) $E = |\Delta E| = E_f - E_i$ ⟶ لحساب طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص عند انتقال (e) بين مستويين

حيث: يكون الفوتون ممتص في حالة صعود الإلكترون للأعلى

يكون الفوتون منبعث في حالة هبوط الإلكترون للأسفل.

5) $hf = E_{\text{Jole}}$ (فوتون) $\Rightarrow f = \frac{E_{\text{Jole}}}{h} = \frac{|\Delta E|}{h}$ ⟶ لحساب تردد الفوتون الممتص أو المنبعث

يجب أن تكون (ΔE) بوحدة جول (J)

6) $\lambda = \frac{C}{f}$ ⟶ حساب طول موجة الفوتون إذا عُلم تردده

7) $\frac{1}{\lambda} = R_H \left| \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right|$ ⟶ قانون ريدبيرغ لحساب طول موجة الفوتون الممتص أو المنبعث

من خلال معرفة أرقام المدارات التي تم الانتقال بينهما (ثابت ريدبيرغ R_H)

8) $E_{\text{تحرير}} = |E_n|$ ⟶ حساب الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من المدار رقم (n)

أو نقول طاقة التأيين وهي الطاقة اللازمة لنقل (e) من المدار (n) إلى ∞ حيث $(E_\infty = 0)$

ملاحظات هامة

1) مستوى الاستقرار: هو مستوى الطاقة الأول وهو أقل مستوى طاقة حيث طاقة الإلكترون فيه (-13.6 eV)

2) الذرة المثارة أو غير المستقرة: هي ذرة هيدروجين الكترونها موجود في أي مستوى ما عدا الأول.

3) مستويات الإثارة: هي المستويات التي تعلو مستوى الاستقرار أي $n>1$ ⟸ $(n=2, 3, 4, ...)$

أول إثارة ثاني ثالث

قاعدة جميلة

مستوى الإثارة +1 = n (رقم المدار)

مثلا: مستوى الإثارة الأول ⇐ المدار الثاني $n=1+1=2$

مستوى الإثارة الرابع ⇐ المدار الخامس $n=1+4=5$

مستوى الإثارة التاسع ⇐ المدار العاشر $n=1+9=10$

سؤال: انتقل الكترون من مستوى الإثارة الثالث إلى مستوى الاستقرار بين أي مدارين تم الانتقال؟

الحل: من $n=1+3=4$ إلى $n=1$

4) تذكر أن: $E_{فوتون} = |E_f - E_i|$ إذا كان لدينا مجهول داخل الطلق

لدينا حالتان ⟵ في حالة هبوط $E_f - E_i = -E_{فوتون}$ (e)

⟵ في حالة صعود $E_f - E_i = +E_{فوتون}$ (e)

5) الربط بين (λ) طول موجة الفوتون الممتص أو المنبعث وفرق الطاقة بين المدارين.

أكبر λ ⟵ أقل f ⟵ أقل $|\Delta E|$

أقل λ ⟵ أكبر f ⟵ أكبر $|\Delta E|$

ثوابت متكررة الاستخدام:

1) $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J.s

2) $\hbar = 1.05\times10^{-34}$ J.s

3) $C = 3\times10^{8}\ m/s$

4) $e=1.6\times10^{-19}$ C

5) $m_e = 9.11\times10^{-31}\ kg$

6) $R_H = 1.097\times10^{7}\ m^{-1}$

7) $\{E_1 = -13.6\ eV, E_2 = -3.4\ eV, E_3 = -1.5\ eV, E_4 = -0.85\ eV\}$ ← مدارات (4) في أول طاقة (e)

سؤال: ما معنى الإشارة السالبة في العلاقة $(E_n = -\frac{13.6}{n^2} eV)$؟

الحل: أي أن الإلكترون يحتاج طاقة $(+\frac{13.6}{n^2} eV)$ في المدار رقم (n) حتى يتحرر من ذرة الهيدروجين دون طاقة حركية.

25) الأطياف الذرية:

1) طيف الانبعاث الخطي: خطط ملونة منفصلة تظهر على خلفية سوداء عند تحليل الضوء الناتج عن ذرات غاز مثارة.
2) طيف الامتصاص الخطي: خطوط سوداء تتخلل الطيف المتصل للضوء عند تحليله بعد مروره عبر ذرات غاز معين.
3) يعد الطيف الخطي للعنصر (سواء إنبعاث أو امتصاص خطي) صفة مميزة خاصة بالعنصر نفسه حيث لا يمكن لعنصرين أن يكون لهما نفس الطيف الخطي.

26) الطبيعة المزدوجة للإشعاع (موجيّة – جسيمية):

1) الظواهر التي تدل على أن للضوء طبيعة موجية.
   أ) ظاهرة الحيود ب) ظاهرة التداخل
2) الظواهر التي تدل على أن للضوء طبيعة جسيمية.
   أ) إشعاع الجسم الأسود ب) الظاهرة الكهرضوئية
   ج) ظاهرة كومبتون د) الأطياف الذرية
3) فرضية دي بروي:

"للجسيمات الماديّة طبيعة موجيّة – جسيمية، والطول الموجي المصاحب للجسيم يعطى بالعلاقة ($\lambda = \frac{h}{P}$)

4) تحقق العالمان دافيسون وجيرمر من صحة فرضية دي بروي حيث لاحظا حيود الإلكترونات عند سقوطها على بلورة النيكل يشبه حيود الأشعة الضوئية عند مرورها من فتحة دائرية أو حتى عند مرورها من نفس البلورة (بلورة النيكل)، وهذا يعني أن الإلكترونات تصرفت كأمواج لأن الحيود صفة للأمواج.

ملاحظة: يحدث الحيود للأمواج عند مرورها من فتحات ضيقة مثل المسافة بين ذرتين في بلورة، بحيث تكون λ قريبة من هذه المسافة.

سؤال: لماذا لا نلاحظ الطبيعة الموجيّة للأجسام الكبيرة (الجاهريّة) في حياتنا العملية؟

الجواب: لأن كتلها كبيرة فيكون الطول الموجي المصاحب لها قصير جدًا أقصر من أبعاد الجسم نفسه حسب العلاقة ($\lambda = \frac{h}{mv}$)، ويكون أصغر بكثير من المسافة بين ذرتين لذلك لا يمكن مشاهدة حيود هذه الأمواج.

نين الهامة:

1) $\lambda_{\text{دي بروي}} = \frac{h}{P} = \frac{h}{mv}$ ← طول موجة دي بروي أو الموجة المرافقة/المصاحبة للجسيم

إذا تم تسريع جسيم كتلته (m)، وشحنته (q)، خلال فرق جهد (ΔV) من حالة السكون ($v_i = 0$) فإن طول موجة دي بروي المرافقة للجسيم مع نهاية فترة التسريع:

2) $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mq\Delta V}}$

أسئلة الاختيار من متعدد

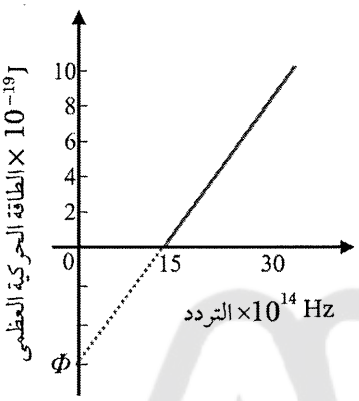
1 سقط ضوء على سطح فلزّ فتحرّرت منه إلكترونات. فإذا زاد تردّد الضوء الساقط مع بقاء شدته ثابتة، فإنّ الذي يحدث لعدد الإلكترونات المتحرّرة والطاقة الحركية العظمى لها على الترتيب:

أ) يبقى ثابتًا، تقل ب) يزداد، تبقى ثابتة ج) يقل، يزداد د) يبقى ثابتًا، تزداد

2 إذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في أحد المستويات يساوي $(4\hbar)$، فإنّ رقم المستوى الموجود فيه الإلكترون هو:

أ) 1 ب) 2 ج) 3 د) 4

3 يوضّح الرسم البياني المجاور العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة من سطح فلز وتردد الضوء الساقط على مهبط خلية كهرضوئية مستعينًا بالرسم البياني، أجب عن الفقرتين الآتيتين:



اقتران الشغل للفلز بوحدة جول (J) يساوي:

أ) 10×10^{-19} ب) 10×10^{-20}

ج) 100×10^{-19} د) 100×10^{-34}

4 إذا سقط ضوء تردده $(3 \times 10^{15}\ Hz)$ على سطح الفلز، فإنّ الجهد اللازم لإيقاف الإلكترونات الضوئية المتحررة بوحدة فولت (V) يساوي:

أ) 3 ب) 6.25 ج) 12.5 د) 30

5 طاقة الفوتون المنبعث عند انتقال إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى الطاقة الأول تساوي:

أ) 17 eV ب) 17 J ج) 10.2 eV د) 10.2 J

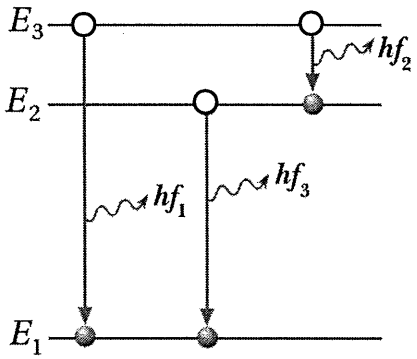
6 إلكترون ذرة الهيدروجين في مستوى الطاقة الأول، حتى يغادر الإلكترون الذرة نهائيًا، فإنّ أقل طاقة يكتسبها بوحدة إلكترون فولت (eV) تساوي:

أ) 13.6 ب) 6.8 ج) 10.2 د) 3.4

7 سقط ضوء تردده (f) على سطح فلز، اقتران الشغل له (Φ)، فكانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (KE_{max}). إذا سقط ضوء تردده يساوي $(2f)$ على سطح الفلز نفسه، فإنّ الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة تصبح:

أ) $(2\ KE_{max})$ ب) $(2KE_{max} - \Phi)$ ج) $(2KE_{max} + \Phi)$ د) $(2KE_{max} + 2\Phi)$

8 في الشكل المجاور ثلاثة انتقالات لإلكترون ذرة هيدروجين. عند مقارنة تردّد الفوتون المنبعث في كل من الانتقالات الثلاثة، فإنّ:



أ) $f_1 > f_2 > f_3$

ب) $f_3 > f_2 > f_1$

ج) $f_1 > f_3 > f_2$

د) $f_2 > f_1 > f_3$

9 الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في المدار الرابع يساوي:

أ) $\frac{h}{4\pi}$ ب) $\frac{4h}{\pi}$ ج) $4\pi h$ د) $\frac{2h}{\pi}$

10 إذا كان اقتران الشغل لفلزّ $(3.3 \times 10^{-19}\ J)$، فإنّ تردّد العتبة لهذا الفلز بوحدة هيرتز (Hz) يساوي:

أ) (0.5×10^{14}) ب) (5×10^{14}) ج) (2.5×10^{14}) د) (25×10^{14})

11 وفقًا لنظرية بلانك، فإن القيم الممكنة لطاقة الأشعة الصادرة عن جسم عند تردد (f)، هي:

أ) $hf, 2hf, 3hf, 4hf, \ldots$ ب) $\frac{hf}{1}, \frac{hf}{2}, \frac{hf}{3}, \frac{hf}{4}, \ldots.$

ج) $\hbar f, 2\hbar f, 3\hbar f, 4\hbar f, \ldots.$ د) $\frac{\hbar f}{1}, \frac{\hbar f}{2}, \frac{\hbar f}{3}, \frac{\hbar f}{4}, \ldots.$

12 فلز اقتران الشغل له (4 eV)، فإنّ أكبر طول موجي لفوتون بوحدة نانومتر (nm) يكفي لتحرير، إلكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركية يساوي:

أ) 60 ب) 300 ج) 400 د) 500

13 في ظاهرة كومبتون، سقط فوتون أشعة غاما طاقته (662 KeV) على إلكترون حرّ ساكن، إذا علمت أن طاقة الفوتون المشتّت (613 KeV)، فإنّ الطاقة التي يكتسبها الإلكترون بوحدة (KeV) تساوي:

أ) 1.1×10^{-13} ب) 9.8×10^{-14} ج) 49 د) 1275

14 يتناسب طول موجة دي بروي المُصاحِبة لجُسيم متحرك تناسبًا:

أ) طرديًا مع كل من كتلته وسرعته ب) طرديًا مع كتلته، وعكسيًا مع سرعته

ج) عكسيًا مع كتلته، وطرديًا مع سرعته د) عكسيًا مع كل من كتلته وسرعته

15 عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أدنى منه، فإنّ ما يحدث للذرة:

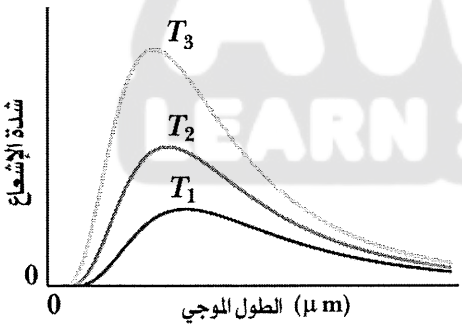
أ) تمتص فوتونًا طاقته تساوي $(E_f - E_i)$ ب) تبعث فوتونًا طاقته تساوي $(E_f - E_i)$

ج) تمتص فوتونًا طاقته تساوي $(E_f + E_i)$ د) تبعث فوتونًا طاقته تساوي $(E_f + E_i)$

16 إلكترون في مستوى الطاقة الرابع لذرة الهيدروجين، الزخم الزاوي له بدلالة ثابت بلانك (h) يساوي:

أ) $\frac{h}{\pi}$ ب) $\frac{2h}{\pi}$ ج) $\frac{h}{2\pi}$ د) $\frac{4h}{\pi}$

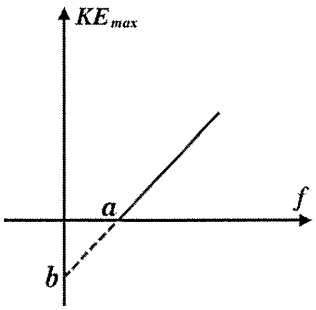
17 الشكل المجاور يمثل العلاقة بين شدة الإشعاع الصادر عن الجسم الأسود والطول الموجي له عند درجات حرارة مختلفة. عند مقارنة درجات الحرارة (T_3, T_2, T_1) فإنها تكون على إحدى الصور الآتية:



أ) $T_1 > T_2 > T_3$ ب) $T_3 > T_1 > T_2$

ج) $T_3 > T_2 > T_1$ د) $T_2 > T_1 > T_3$

18 الشكل البياني المجاور يمثل العلاقة بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (KE_{max}) بوحدة جول (J)، وتردد الضوء الساقط على سطح فلز (f) بوحدة هيرتز (Hz) في الظاهرة الكهرضوئية. فإنّ النسبة $(\frac{b}{a})$ تمثل:



أ) ثابت بلانك ب) تردد العتبة

ج) اقتران الشغل د) طاقة الفوتون

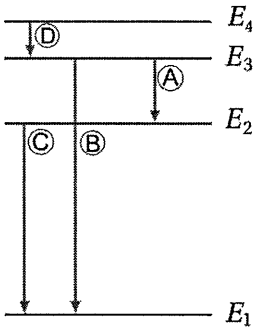
19 سقطت فوتونات ترددها (f) على سطح فلز في الخلية الكهرضوئية فكانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (0.5 eV)، وعند سقوط فوتونات ترددها (f 1.2) على سطح الفلز نفسه أصبحت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة (0.8 eV). اقتران الشغل لهذا الفلز بوحدة جول (J) يساوي:

أ) (6.4×10^{-19}) ب) (4.8×10^{-19}) ج) (3.2×10^{-19}) د) (1.6×10^{-19})

20 أقل طاقة بوحدة إلكترون فولت (eV) تكفي لإثارة ذرة الهيدروجين من مستوى الاستقرار تساوي:

أ) 13.6 ب) 6.8 ج) 10.2 د) 3.4

21 يمثل الشكل المجاور عدة انتقالات (A, B, C, D) بين مستويات الطاقة لإلكترون ذرة الهيدروجين، الانتقال الذي ينتج عنه انبعاث فوتون بأكبر طاقة:



أ) A ب) B

ج) C د) D

22 في ظاهرة كومبتون، عندما يصطدم فوتون عالي التردد بإلكترون حرّ ساكن، فإن الكمية التي يزيد فيها الفوتون المتشتت عن الفوتون الساقط هي:

أ) الطاقة ب) التردد ج) الزخم الخطي د) الطول الموجي

23 عبارة "الطاقة التي تشعها الأجسام أو تمتصها تكون عدد صحيح من مضاعفات الكمة الواحدة hf" تمثل:

أ) مبدأ تكمية الشحنة ب) مبدأ تكمية الطاقة ج) مبدأ حفظ الزخم د) مبدأ حفظ الطاقة

24 التناقض الذي حدث بين النتائج التجريبية وتفسير الفيزياء الكلاسيكية للإشعاع يسمى:

أ) كارثة الأشعة تحت الحمراء ب) كارثة الأشعة فوق البنفسجية

ج) كارثة الأشعة السينية د) كارثة الجسم الأسود

25 سقط فوتونان طاقة كل فوتون $\frac{1}{2}\Phi$ على فلز اقتران الشغل له ϕ، لذلك فإن الإلكترون:

أ) يتحرر فقط ب) ينبعث مع طاقة حركية

ج) لا يتحرر د) لا يمكن الحكم عليه

26 سقط فوتون طاقته (6 eV) على فلز اقتران الشغل له (1 eV)، فإن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة بوحدة (eV):

أ) 5 ب) 7 ج) 8×10^{-19} د) 6

27 نجح العالمان رايلي – جينز في تفسير إشعاع الجسم الأسود في منطقة:

أ) الأمواج الطويلة ب) الأمواج المتوسطة

ج) الأشعة فوق البنفسجية د) الترددات العالية

28 إذا كان تردد الضوء الساقط على سطح فلز أكبر من تردد العتبة فإن لزيادة عدد الإلكترونات المتحررة يجب:

أ) زيادة تردد الضوء ب) زيادة شدة الضوء

ج) إنقاص طول موجته د) تغيير لونه

29 تسمى أقل طاقة يجب تزويدها للإلكترون ليتحرر من الذرة دون طاقة حركية .... طاقة:

أ) التاين ب) الإثارة ج) الإشباع د) الاستقرار

30 مستوى الإثارة الثاني هو المدار:

أ) الأول ب) الثاني ج) الثالث د) الرابع

31 إذا كانت (x) هي طاقة فوتون سقط على سطح فلز اقتران الشغل له (y) فإن الإلكترونات تتحرر من سطحه بشرط أن تكون:

أ) $(y \leq x)$ ب) $(y \geq x)$ ج) $(V_S = x - y)$ د) $(K_{max} = x + y)$

32 أقتران الشغل لسطح باعث للإلكترونات الضوئية يعتمد على:

أ) طول موجة الفوتون ب) تردد الفوتون

ج) طاقة الفوتون د) نوع مادة السطح

33 لزيادة السرعة التي تنبعث بها الإلكترونات الضوئية من سطح الفلز، فإننا:

أ) نزيد شدة الضوء الساقط ب) ننقص طول موجة الضوء الساقط

ج) ننقص تردد الضوء الساقط د) نزيد تردد العتبة للفلز

34 إذا زاد تردد الفوتونات الساقطة على سطح فلز فإن الذي لا يتغير من المقادير التالية:

أ) طاقة الفوتونات ب) سرعة الإلكترونات المنبعثة

ج) جهد القطع د) سرعة الفوتونات

35 فوتونان الأول طاقته E_1، وطول موجته λ_1 ، والثاني E_2 ، λ_2 إن النسبة $\left(\frac{E_1}{E_2}\right)$ تساوي:

أ) $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ ب) $\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ ج) $(\lambda_1 + \lambda_2)$ د) $(\lambda_2 - \lambda_1)$

36 حسب الفيزياء الكلاسيكية فإن طاقة الضوء تعتمد على:

أ) تردده ب) شدته ج) طول موجته د) جميع ما ذكر

37 في الظاهرة الكهروضوئية، يزداد جهد الإيقاف (القطع) للإلكترونات الضوئية:

أ) بزيادة طول موجة الضوء الساقط ب) بإنقاص طول موجة الضوء الساقط

ج) بزيادة شدة الضوء الساقط د) بإنقاص شدة الضوء الساقط

38 فوتون تردده (f) سقط على سطح فلز باعث للإلكترونات فكانت سرعة الإلكترونات المتحررة تساوي (صفر) فإن اقتران الشغل لهذا الفلز:

أ) يساوي hf ب) يساوي صفر ج) أكبر من hf د) أقل من hf

39 إحدى الكميات التالية لا تعبّر عن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة في الظاهرة الكهرضوئية:

أ) $E - \Phi$ ب) eV_S ج) $\frac{1}{2}m_eV^2$ د) hf

40 إذا كانت (x) هي طاقة فوتون ساقط على سطح باعث للإلكترونات وطاقة الحركة لأسرع الإلكترونات هي (y) فإن اقتران الشغل لهذا الفلز يساوي:

أ) $\frac{x}{y}$ ب) $\frac{y}{x}$ ج) $y + x$ د) $x - y$

41 إحدى القفزات التالية لإلكترون ذرة الهيدروجين، ينبعث منها فوتون له أكبر طول موجي:

أ) $n{=}1 \rightarrow n{=}2$ ب) $n{=}2 \rightarrow n{=}6$

ج) $n{=}2 \rightarrow n{=}1$ د) $n{=}4 \rightarrow n{=}2$

42 عندما تعود ذرة الهيدروجين المثارة إلى حالة الاستقرار فإنها تصدر:

أ) الكترونات ب) بروتونات ج) فوتونات د) نيوترونات

43 الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في مدار ما يساوي $\left(\frac{3h}{2\pi}\right)$ فما هو رقم المدار:

أ) 3 ب) 2 ج) 1 د) 6

44 يتحرك الكترون وبروتون بسرعة واحدة فإن:

أ) طول الموجة المصاحبة للإلكترون أقصر ب) طول الموجة المصاحبة للبروتون أقصر

ج) طول الموجتين متساوي د) لا توجد موجة مصاحبة للبروتون

45 طيف ذري يظهر على هيئة خطوط سوداء تتخلل الطيف المرئي يدعى:

أ) طيف الامتصاص الخطي ب) الطيف المتصل

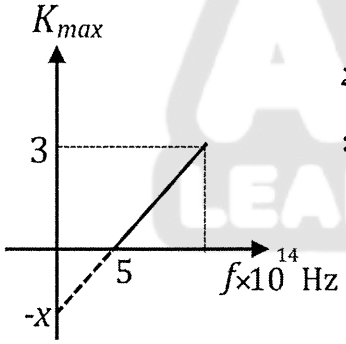
ج) طيف الانبعاث الخطي د) الطيف المستمر

46 انتقل الكترون ذرة الهدروجين من المستوى الذي طاقته (-1.5 eV) إلى المستوى (-3.4 eV) فإن طول موجة الفوتون المنبعث بدلالة (R_H):

أ) $\frac{5R_H}{36}$ ب) $\frac{36}{5R_H}$ ج) $\frac{R_H}{6}$ د) $\frac{6}{R_H}$

47 يوضح الشكل العلاقة بين تردد الضوء الساقط في الخلية الكهروضوئية والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة... إن قيمة (x) في الشكل بوحدة جول تساوي:

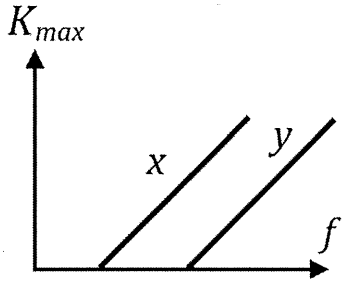
(اعتبر $h=6.4\times10^{-34}$)



أ) 2 ب) 3.2×10^{-19}

ج) -2 د) -3.2×10^{-19}

48 الشكل يوضح العلاقة بين تردد الضوء الساقط على فلزين (x, y) والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة إذا سقط ضوء له نفس التردد على الفلزين وانبعث من كل منهما الكترونات وكان طول موجة العتبة هو ($\lambda_\circ$) وطاقة فإن:



أ) $K_y < K_x$, $_\circ\lambda_y < {}_\circ\lambda_x$

ب) $K_y > K_x$, $_\circ\lambda_y < {}_\circ\lambda_x$

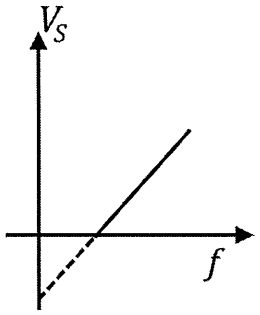
ج) $K_y < K_x$, $_\circ\lambda_x < {}_\circ\lambda_y$

د) $K_y > K_x$, $_\circ\lambda_x < {}_\circ\lambda_y$

49 فوتون طول موجته $(600\ nm)$ إن طاقته بوحدة الجول تساوي:

أ) 3.32×10^{-19} ب) 2.21×10^{-21} ج) 19.89×10^{-19} د) 1.1×10^{-19}

50 الشكل يمثل العلاقة بين جهد الإيقاف وتردد الأشعة الساقطة على مهبط خلية كهروضوئية إن ميل الخط:



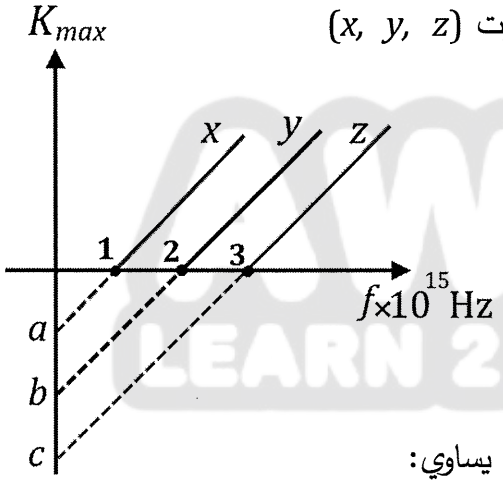
أ) h ب) $h\,e$

ج) $\frac{h}{e}$ د) $V_S\,e$

51 رصاصة كتلتها $(10\ g)$ تسير بسرعة $10^3\ m/s$ إن طول موجة دي بروي المصاحبة لها بوحدة متر وبدلالة ثابت بلانك (h):

أ) $\frac{h}{10}$ ب) $10h$ ج) h د) $0.01\,h$

الشكل يمثل العلاقة بين K_{max} للإلكترونات المتحررة من أسطح الفلزات $(x,\ y,\ z)$ وتردد الضوء الساقط عليها، اجب عن الأسئلة (52-57):



52 الخطوط متوازية لأن ميل كل منها يمثل:

أ) $\frac{e}{h}$ ب) h

ج) $\frac{h}{e}$ د) $\frac{V_S}{e}$

53 أكبر طول موجي يلزم لتحرير الكترون من سطح الفلز (z) بوحدة (متر) يساوي:

أ) 3×10^{8} ب) 3×10^{-7} ج) 3×10^{15} د) 1×10^{-7}

54 إذا سقط ضوء طول موجته $1.2\times10^{-7}\ m$ على الفلوات الثلاث فإن الإلكترون ذو الطاقة الحركية الأعظم ينطلق من سطح الفلز:

أ) z ب) y ج) x د) (x, z)

55 إذا سقط ضوء طول موجته $(1\times10^{-7}\ m)$ على الفلزات الثلاث فإن الفلز الذي سيتحرر منه الكترون دون طاقة حركية هو:

أ) z ب) y ج) x د) (x, z)

56 أقل طاقة تلزم لتحرير الكترون تكون من سطح الفلز:

أ) z ب) y ج) x د) كلها متساوية

57 إن قيمة (b) بوحدة eV:

أ) 8.25 ب) 13.2×10^{-19} ج) 13.2 د) 1

58 الكترون ذرة (H) في مستوى ابتدائي n_i بعث فوتون طاقته (0.65 eV) وانتقل إلى مستوى الإثارة الثاني.. إن قيمة n_i:

أ) 1 ب) 2 ج) 5 د) 4

AWA2EL LEARN 2 BE

الإجابة النموذجية
الوحدة السادسة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
د	د	أ	ب	ج	أ	ج	أ	د	ب
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
أ	ب	ج	د	ب	ج	ج	أ	د	ج
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ب	د	ب	ب	ج	أ	أ	ب	أ	ج
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
أ	د	ب	د	ب	ب	ب	أ	د	د
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
د	ج	أ	ب	أ	ب	ب	أ	أ	ج
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
أ	ب	د	ج	أ	ج	أ	د		
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

الوحدة السابعة: الفيزياء النووية

1) تتكون نوى الذرات من بروتونات موجبة ونيوترونات متعادلة عدا نواة الهيدروجين، حيث تحوي بروتون واحد فقط.

2) **النيوكليون:** هو أي جسم داخل النواة يعني بروتون أو نيوترون.

3) **العدد الذري (Z):** هو عدد البروتونات في النواة لذلك لحساب شحنة النواة $(q) \Leftarrow (q_{\text{نواة}} = Z\,e^+)$

حيث e^+ هي شحنة البروتون $= 1.6\times10^{-19}\ C$

4) يرمز لعدد النيوترونات بالرمز (N)

5) العدد الكتلي (A) = عدد النيوكليونات

= عدد البروتونات + عدد النيوترونات

N + Z =

$\Rightarrow A = Z + N \Rightarrow N = A - Z$

6) نرمز لأي نواة بالرمز $\longleftarrow {}^{A}_{Z}X$

حيث: X ← الرمز الكيميائي للعنصر

7) **نظائر العنصر:** هي ذرات لنفس العنصر تتفق مع العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي مثل نظائر الهيدروجين والكربون.

- سبب اختلاف الأعداد الكتلية هو اختلاف عدد النيوترونات (N)

$\underbrace{{}^{1}_{1}H, {}^{2}_{1}H, {}^{3}_{1}H}_{\text{نظائر الهيدروجين}} \rightarrow \underbrace{{}^{12}_{6}C, {}^{13}_{6}C, {}^{14}_{6}C}_{\text{نظائر الكربون}}$

8) وحدة الكتل الذرية (amu): $amu = \frac{1}{12} M_{{}^{12}_{6}C} = 1.66\times10^{-27}\ kg$

وتستخدم للتعبير عن كتل الأنوية $\Leftarrow M_{\text{نواة}} = (no.)(amu)$

على سبيل المثال للتعبير عن كتلة البروتون (P) والنيوترون (n)

$m_P = 1.0073\ amu\ ,\ m_n = 1.0087\ amu$

لاحظ أن: $m_P \simeq m_n$ متوسط كتلة (m_n, m_P) هي كتلة النيوكليون ويرمز لها (m_{nuc})

لذلك حساب الكتلة التقريبية للنواة: $M_{\text{تقريبية}} = (A)(m_{nuc})$ تعطى في الامتحان

9) النواة كروية الشكل ولحساب نصف قطرها $\Leftarrow (r = r_\circ \sqrt[3]{A})$ حيث $(r_\circ = 1.2\times10^{-15}\ m)$

10) حجم النواة (V): $V = \frac{4}{3}\pi r^2 = \frac{4}{3}\pi \times r_\circ^{\,3} \times A$

11) **كثافة النواة D أو ρ:**

اختصار العدد الكتلي من البسط والمقام يعني أن الكثافة للنوى لا تعتمد على العدد الكتلي (A) فهي ثابتة لكل العناصر

$$D = \frac{M}{V} = \frac{A m_{nuc}}{\frac{4}{3}\pi r_\circ^3 A} = \frac{m_{nuc}}{\frac{4}{3}\pi r_\circ^3} = constant$$

(كل الأنوية لها نفس الكثافة تقريبًا)

سؤال شامل

بالنسبة لنواة الألمنيوم $^{27}_{13}A$ جد:

1) عدد النيوكليونات 2) العدد الكتلي 3) العدد الذري 4) عدد نيوترونات

5) الكتلة التقريبية للنواة 6) نصف قطر النواة 7) حجم النواة 8) شحنة النواة

الحل:

1) 27 2) 27 3) 13 4) 14 5) $27\ m_{nuc}$ 6) $3.6\times10^{-15}\ m$

7) $\frac{4}{3}\pi\ (3.6\times10^{-15})^3 = 195\times10^{-45}\ m^3$ 8) $13\times e^+ = 20.8\times10^{-19}\ C$

ملحوظة: قيمة m_{nuc} في الامتحان قد يعطيها $(m_{nuc}=1\ amu \text{ or } m_{nuc}=1.66\times10^{-27}\ kg)$

12) **القوة النووية:** هي القوة التي تربط مكونات النواة ببعضها.

خصائص القوة النووية:

أ) قوة تجاذب كبيرة المقدار بين النيوكليونات في النواة.

ب) لا تعتمد على ماهيّة (نوعية) أو شحنة النيوكليونين المتجاذبين.

ج) قوة قصيرة المدى لا تظهر إلا إذا كانت النيوكليونات قريبة جدًا من بعضها البعض....

ملاحظة: إذا زادت المسافة بين نيوكليونين عن (3 fermi)، فإن القوة النووية تنعدم بينهما.

حيث: $1\ fermi = 10^{-15}\ m$

13) عند دراسة استقرار الأنوية تم تقسيمها إلى ثلاث فئات حسب العدد الذري (Z):

الفئة الأولى	الفئة الثانية	الفئة الثالثة
$Z \le 20$	$20 < Z < 83$	$Z > 83$
↓	↓	↓
معظمها يستقر عندما N=Z	تستقر فقط عندما N > Z	لا تستقر أبدًا
$\frac{N}{Z}=1$	مثل الحديد: $^{A=56}_{Z=26}F$	
حالة شاذة $^{7}_{3}Li$ مستقرة	آخر نواة في الفئة الثانية	
مع أن Z=3 ≠ N=4	عددها الذري Z=82 وهي نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$	

14) **تكافؤ الكتلة والطاقة:** لحساب الطاقة المكافئة لكتلة (Δm) عند افنائها وتحويلها إلى طاقة لدينا علاقتان:

$$E = \Delta m \times 931.5 \quad \text{(نختار العلاقة حسب وحدة قياس الكتلة)} \quad E = \Delta m\, C^2$$

MeV Δm (amu) — J kg

15) **طاقة الربط (BE):** مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عند بعضها نهائيًا

$$BE = [Zm_P + Nm_n - M_{\text{نواة}}] \times 931.5 \ldots MeV$$

$$(BE/A) = \frac{BE}{A} \Rightarrow$$ * طاقة الربط لكل نيوكليون

** معدل طاقة الربط

ملاحظات:

$(Zm_P + Nm_n)$ ⟵ كتلة مكونات النواة

$M_{\text{نواة}}$ ⟵ كتلة النواة منفردة بعد تكونها

$M_{\text{نواة}} < (Zm_P + Nm_n)$: دائمًا

$\Delta m = [Zm_P + Nm_n - M_{\text{نواة}}] \ldots amu$ ⟵ فرق الكتلة بين المكونات والنواة المفردة

مثال خاص وهام

تقل كتلة نواة $_2^4He$ عن مكوناتها بمقدار $(0.02\ amu)$، جد طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

الحل:

اعطى المثال: $(\Delta m = 0.002\ amu)$ ⟵ $BE = \Delta m \times 931.5$

$= 18.6$ MeV

$$(BE/A) = \frac{BE}{A} = \frac{18.6}{4} = 4.66\ MeV/nuc$$

16) عند دراسة العلاقة بين الاستقرار وطاقة الربط لكل نيوكليون وجد أنه مع زيادة طاقة الربط لكل نيوكليون (BE/A) يزداد الاستقرار.

- وجد أن الأنوية التي عددها الكتلي (A) بين (50 ,80) يكون لها أكبر معدلات طاقة ربط لكل نيوكليون (BE/A)
- الأنوية ذات العدد الكتلي (A<50) فإن (BE/A) لها قليلة.
- الأنوية ذات العدد الكتلي (A>80) فإن (BE/A) لها قليلة أيضًا.

ملاحظة: أ) الأنوية الثقيلة (A>80) تميل إلى الانشطار حتى تستقر.

ب) الأنوية الخفيفة (A<50) مثل نواتي $(_1^2H, _1^3H)$ تميل إلى الاندماج حتى تصلا إلى حالة اكثر استقرارًا.

(راجع المنحنى في الدوسية ص21 ، أو الكتاب ص108)

17) **الاضمحلال الإشعاعي:** التحول التلقائي لنواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقرارًا عن طريق انبعاث جسيمات مثل ألفا أو بيتا أو غاما.

18) أي نواة غير مستقرة تُشع إحدى ثلاث أنواع:

* أشعة ألفا (α) وهي أنوية الهيليوم $^{4}_{2}\alpha = {}^{4}_{2}He$
* أشعة (β^-) وهي الكترون $^{0}_{-1}e = {}^{0}_{-1}\beta$
* أشعة (β^+) وهي البوزيترون $^{0}_{+1}e = {}^{0}_{+1}\beta$
* غاما ($^{0}_{0}\gamma$) وهي فوتونات

كل هذه الإشعاعات لها قدرة على تأيين ذرات الوسط الذي تعبره تعتمد القدرة على التأيين على كتلة الإشعاع وشحنته طرديًا، والنفاذ يتناسب عكسيًا مع التأيين.

بما أن: $m_\alpha > m_\beta > m_\gamma$

فإن تأيين γ > تأيين β > تأيين α

بالتالي نفاذية γ > نفاذية β > نفاذية α

19) ما التغيرات التي تطرأ على النواة الأم التي تبعث (γ, β, α)

* النواة التي تشع ($^{4}_{2}\alpha = {}^{4}_{2}He$) يقل عددها الذري بمقدار (2) وعددها الكتلي يقل بمقدار (4).

بشكل عام: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$

مثال: $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$

* النواة التي تشع بيتا السالبة ($^{0}_{-1}\beta = \beta^- = {}^{0}_{-1}e$) يزداد عددها الذري بمقدار (1) ولا يتغير عددها الكتلي.

بشكل عام: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{A}_{Z+1}Y + \bar{\nu}$

مثال: $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

انبعاث الإلكترون $^{0}_{-1}\beta$ من النواة الأم ناتج عن تحلل نيوترون إلى بروتون والكترون ويرافق انبعاث الإلكترون جسيم ($\bar{\nu}$) ضديد النيوترينو. حسب المعادلة :

$$^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

* النواة التي تشع بيتا الموجبة (بوزيترون) ($^{0}_{+1}\beta = \beta^+ = {}^{0}_{+1}e$) يقل عددها الذري بمقدار (1) ولا يتغير عددها الكتلي (A).

بشكل عام: $^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{1}e + {}^{A}_{Z-1}Y + \nu$

مثال: $^{14}_{7}N \rightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{0}_{1}e + \nu$

انبعاث البوزيترون ${}^{0}_{+1}\beta = \beta^{+} = {}^{0}_{1}e$ من النواة الأم ناتج عن تحلل بروتون إلى نيوترون وبوزيترون ويرافق انبعاث البوزيترون جسيم (ν)النيوترينو. حسب المعادلة :

$$ {}^{1}_{1}\mathrm{P} \rightarrow {}^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{0}_{1}e + \nu $$

* اضمحلال غاما (γ): بعض الأنوية التي تشع α أو β تبقى مثارة (لديها طاقة زائدة) ويرمز لها بالرمز $({}^{A}_{Z}X^{*})$

* حتى تستقر النواة المثارة فإنها تشع غاما $({}^{0}_{0}\gamma)$ والنواة التي تشع غاما لا يتغير عددها الكتلي ولا الذري.

بشكل عام: ${}^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma$

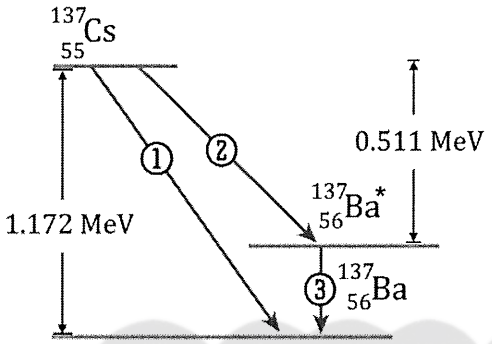
مثال

الشكل يمثل اضمحلال نواة (Cs) بالاعتماد على الشكل:

أ) ما نوع الإشعاعات ①, ②, ③

ب) ما طاقة كل إشعاع.

ج) اكتب معادلة موزونة تمثل اضمحلال Cs إلى Ba^{*}



20) **سلسلة الاضمحلال**: مجموعة الاضمحلالات التلقائية التي تبدأ بعنصر ثقيل مشع وتنتهي بعنصر مستقر عن طريق إشعاع جسيمات β, α

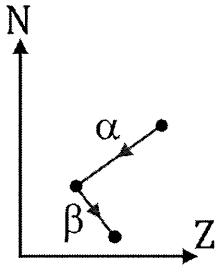
21) تسمى سلسلة الاضمحلال باسم العنصر الذي له أطول عمر نصف وهناك (3) سلاسل مشهورة:

أ) سلسلة يورانيوم – 238 وتبدأ بنظير اليورانيوم ${}^{238}_{92}\mathrm{U}$

ب) سلسلة الثوريوم – 234 وتبدأ بنظير الثوريوم ${}^{234}_{90}\mathrm{Th}$

ج) سلسلة الأكتينوم وتبدأ بنظير اليورانيوم ${}^{235}_{92}\mathrm{U}$

تمثل هذه السلاسل على مسوى بياني (N – Z):



حيث:

* كل سهم طويل لليسار يدل على انبعاث α

** كل سهم قصير لليمين يدل على انبعاث β

راجع الشكل ص39 في الدوسية أو ص124 في الكتاب

مثال (1)

تمثل المعادلة سلسلة اضمحلال $^{238}_{92}U$: ($^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + n\,{}^{4}_{2}\alpha + m\,{}^{0}_{-1}\beta + m\bar{\nu}$) جد عدد جسيمات (α) وعدد جسيمات (β) المنبعثة $(n.\ m)$؟

الحل: $(n=8\ ,\ m=6)$

مثال (2)

المعادلة التالية تمثل سلسلة اضمحلال $^{232}_{90}Th$: ($^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + 6\,{}^{4}_{2}He + 4\,{}^{0}_{-1}e + 4\bar{\nu}$) جد قيمة (A, Z).

الحل: $(A=208\ ,\ Z=82)$

22) **النشاطية الإشعاعية:** عند بدء الاهتمام في لحظة ما بعينه من مادة مشعة فإن عدد الأنوية غير المستقرة المضمحلة (أو التي ستضمحل) نرمز له ($N_\circ$) عدد الأنوية المضمحلة الابتدائي.

- بينما عدد الأنوية عند أي لحظة زمنية لاحقة نرمز له (N)
- عمر النصف $t_{1/2}$: الزمن اللازم لإضمحلال (إشعاع) نصف عدد النوى الموجودة.
- قانون حساب عمر النصف ⟵ $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$

  ومنه نجد أيضًا ثابت الاضمحلال λ ⟵ $\lambda = \frac{0.693}{t_{1/2}}$
- النشاطية الإشعاعية (A): هي عدد الاضمحلالات في الثانية الواحدة

$\underbrace{A_\circ = \lambda N_\circ}_{\text{النشاطية الإشعاعية}} \longrightarrow \underbrace{A = \lambda N}_{\text{النشاطية الإشعاعية}}$ حيث $\lambda = \frac{0.693}{t_{1/2}}$

$N_\circ$: الابتدائية لحظة الاهتمام بالعينة — N: بعد زمن معين — $t_{1/2}$: ضروري الزمن بـ (S)

في هذه العلاقة: λ بوحدة (sec^{-1}) ، A بوحدة (Bq)

- قد يعطي النشاطية (A) بوحدة كوري (Ci) أو أجزاء مثل μCi أو (nCi) عند يجب التحويل إلى (Bq) عند التعويض في $(A=\lambda N)$

حيث: $Ci = 3.7\times10^{10}\ Bq$

$mCi = 10^{-3}\ Ci = 10^{-3}\ (3.7\times10^{10})\ Bq = 3.7\times10^{7}\ Bq$

$\mu \rightarrow 10^{-6}$ ..... $n = 10^{-9}$ ...

إذا مر على العينة عدد صحيح من أعمار النصف $(t_{1/2})$ فإنه لمعرفة عدد الأنوية المتبقية دون انحلال N

هنا الزمن ليس بالضرورة بوحدة (sec)

$N = N_\circ (\frac{1}{2})^{\frac{t}{t_{1/2}}}$ ممكن أي وحدة (y, day, min, s)

لكن شرط تجانس وحدتي $(t_{1/2}, t)$

ويمكن تمثل العلاقة بمخطط:

$$N_\circ \xrightarrow{t_{1/2}} \frac{1}{2}N_\circ \xrightarrow{2t_{1/2}} \frac{1}{4}N_\circ \xrightarrow{3t_{1/2}} \frac{1}{8}N_\circ \rightarrow ....$$

وكذلك بالنسبة للنشاطية الإشعاعية (A) بعد مرور من (t) $A = A_\circ (\frac{1}{2})^{\frac{t}{t_{1/2}}}$

وهنا يمكن أن نعوض $A, A_\circ$ بأي وحدة Bq , Ci , μCi ,... بشرط تجانس وحدة $A_\circ, A$ وكذلك بشرط تجانس وحدتي $(t_{1/2}, t)$ وليس بالضرورة أن تكونا (sec).

ملاحظة: عند اضمحلال 20% من الأنوية يعني المتبقي 80% أي أن $(N=\frac{80}{100}N_\circ)$ .... وهكذا...

23) **التفاعل النووي:** عملية تصادم نواتي ذرتين أو تصادم جسيم نووي مثل بروتون أو نيوترون أو جسم (α) بنواة وينتج عن ذلك نواة جديدة أو أكثر.

ويمكن التعبير عن التفاعل النووي بالصورة الآتية

$$a + X \longrightarrow (aX)^* \longrightarrow b + Y$$

قذيفة — هدف — نواة مركبة C.N — إشعاع (جسم ناتج) — نواة ناتجة

مثال: $^{4}_{2}\alpha + ^{14}_{7}N \longrightarrow ^{18}_{9}F \longrightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}P$

قذيفة — هدف — نواة مركبة — نواة ناتجة — إشعاع

* من أفضل القذائف النيوترون لأنه متعادل
* عادة K للإشعاع b < K للنواة الناتجة Y

طاقة التفاعل (Q): كمية فيزيائية من خلالها يتم الحكم على التفاعل أنه منتج للطاقة أو ماصّ للطاقة.

$$Q = [m_a + m_X - (m_b + m_Y)] \times 931.5$$

Q
- (+) ← تفاعل طارد أو منتج للطاقة
- (-) ← تفاعل ماصّ للطاقة أو يحتاج طاقة حتى يحدث

24) من الأمثلة الهامة على التفاعلات النووية:

أ) *الانشطار النووي*: وكمثال عليه عند قذف نيوترون بطيء $(^{1}_{0}n)$ على نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ حيث تنشطر إلى نواتين متوسطتين لهما معدل طاقة ربط أكبر وهما $^{141}_{56}Ba$ ، $^{92}_{36}Kr$ بالإضافة إلى (3) نيوترونات.

حسب المعادلة: $^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{236*}_{92}U \longrightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\,{}^{1}_{0}n$

وبسبب الطاقة الناتجة عن هذا التفاعل... فرق الكتلة حيث أن مجموع كتل النواتج أقل من المتفاعلات وفرق الكتلة يتحول إلى طاقة كبيرة.

- *شرط استمرار التفاعل الانشطاري التسلسل*:

1) توافر اليورانيوم المخصب 2) توافر الكتلة الحرجة لمنع تسرب النيوترونات

أجزاء المفاعل النووي:

1) الوقود النووي:
2) قضبان التحكم: تتكون من الكادميوم أو البورون للتحكم في سرعة التفاعل الانشطاري.
3) المواد المهدئة: أنوية ذات كتل صغيرة مثل الماء العادي والماء الثقيل والغرافيت تستخدم لتهدئة وتقليل سرعة النيوترونات.
4) نظام التبريد: لتبريد المفاعل النووي.
5) مولد بخار الماء: يستخدم لتحويل الماء الساخن القادم من المفاعل إلى بخار ويستفاد من هذا البخار في تدوير توربينات المولدات الكهربائية لتوليد الكهرباء.

ب) *الاندماج النووي*: تفاعل تندمج فيه نواتين خفيفتين لتكوين نواة كتلتها أقل من كتلتي النواتين المندمجتين ولها معدل طاقة ربط (BE/A) أكبر مما لهما.

ولأن الاندماج بحاجة لحرارة عالية حتى تمتلك الأنوية المندمجة طاقة حركية كافية للاقتراب من بعضهما للتغلب على طاقة التنافر، يسمى الاندماج بالتفاعل النووي الحراري، مثل التفاعلات التي تحدث داخل الشمس والنجوم.

من الجدير بالذكر أن الطاقة الناتجة عن الاندماج أكبر بكثير من الطاقة الناتجة عن الانشطار لنفس الكمية من الوقود.

ملاحظات على الاندماج: $\overset{2}{\underset{1}{H}} + \overset{3}{\underset{1}{H}} \longrightarrow \overset{4}{\underset{2}{H}} + \overset{1}{\underset{0}{n}}$

$$\left.\begin{array}{l} m_{He} > m_{\overset{2}{\underset{1}{H}}} \\ m_{He} > m_{\overset{3}{\underset{1}{H}}} \end{array}\right\} \Rightarrow m_{He} < m_{\overset{2}{\underset{1}{H}}} + m_{\overset{3}{\underset{1}{H}}}$$

لكن $(BE/A)_{He} > (BE/A)_{\overset{2}{\underset{1}{H}}} + (BE/A)_{\overset{3}{\underset{1}{H}}}$

25) من التطبيقات على الفيزياء النووية:

أ) التعقب ويستخدم فيه اليود المشع والصوديوم المشع.

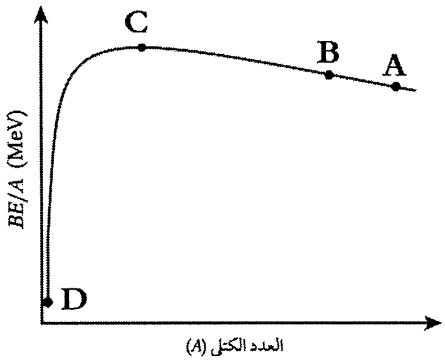
ب) العلاج بالإشعاع ⟵ يود مشع

ج) تحليل المواد

د) حفظ المواد الغذائية ⟵ أشعة غاما والإلكترونات السريعة.

AWA2EL LEARN 2 BE

أسئلة الاختيار من متعدد



1 يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر منها (A, B, C, D). اعتمادًا على المنحنى، فإنّ النوى القابلة للاندماج في حال توافرت ظروف مناسبة لتكوين نوى أكثر استقرارًا هي نوى العنصر:

أ) A ب) B ج) C د) D

2 الأشعة الكهرمغناطيسية التي تبعثها بعض النوى غير المستقرة للتخلص من طاقتها الفائضة، هي أشعة:

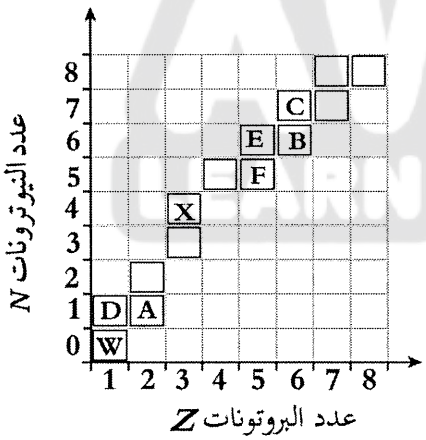
أ) ألفا ب) بيتا الموجبة ج) بيتا السالبة د) غاما

3 جميع النوى التي تكون فيها ($Z > 82$) توصف بإحدى الآتية:

أ) مستقرة ب) النسبة ($\frac{N}{Z}$) تساوي 1 ج) غير مستقرة د) النسبة ($\frac{N}{Z}$) أقل من 1

4 عندما يتحول عنصر ($_{Z}^{A}X$) إلى ($_{Z+1}^{A}Y$)، فإنّه يُبعث إشعاع:

أ) ألفا ب) بيتا الموجبة ج) بيتا السالبة د) غاما



* معتمدًا على الشكل المجاور الذي يبين جزء من منحنى الاستقرار، وكل مربع يعبّر عن نواة مستقرة، أجب عن الفقرتين الآتيتين:

5 إذا علمت أن كتلة النواة (X) تساوي ($7.014\ amu$) فإنّ طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لهذه النواة بوحدة (MeV) تساوي:

أ) 0.043 ب) 39.99

ج) 5.71 د) 7.01

6 نواتان تعدّان نظيرين للعنصر نفسه، هما:

أ) (A) و (D) ب) (E) و (F) ج) (C) و (E) د) (B) و (E)

7 لإكمال المعادلة النووية الآتية: ($_{5}^{12}B \rightarrow {}_{6}^{12}C + X + Y$) فإن الرمزين (X و Y) المناسبين لتصبح المعادلة النووية، هما:

أ) ($\bar{\nu}$ و $_{-1}^{0}e$) ب) (ν و $_{+1}^{0}e$) ج) ($\bar{\nu}$ و $_{+1}^{0}e$) د) (ν و $_{-1}^{0}e$)

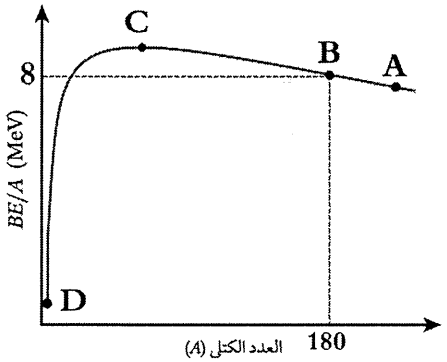
8 نواتان (a, b) العدد الكتلي للنواة (b) مِثلَي العدد الكتلي للنواة (a). نسبة نصفي قطري النواتين $(r_a : r_b)$ تساوي:

أ) 1 : 8 ب) 8 : 1 ج) $\sqrt[3]{2}$: 1 د) 1 : $\sqrt[3]{2}$

9 عدد البروتونات داخل نواة ذرة عددها الذري (Z) وعددها الكتلي (A) يساوي:

أ) A + Z ب) Z ج) A – Z د) A

* يمثل المنحنى المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة من العناصر (A, B, C, D) اعتمادًا على المنحنى، أجب عن الفقرتين الآتيتين:



10 نواة العنصر الأكثر استقرارًا هي:

أ) A ب) B ج) C د) D

11 طاقة الربط النووية للنواة (B) بوحدة (MeV) تساوي:

أ) 8 ب) 1440 ج) 22.5 د) 180

12 الاضمحلال الذي يتغير فيه عدد البروتونات وعدد النيوترونات للنواة المشعة هو اضمحلال:

أ) ألفا ب) بيتا السالبة ج) بيتا الموجبة د) غاما

13 عملية التحوّل التلقائي لنواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقرارًا تسمى:

أ) انشطار نووي ب) اندماج نووي

ج) اضمحلال إشعاعي د) تفاعل نووي صناعي

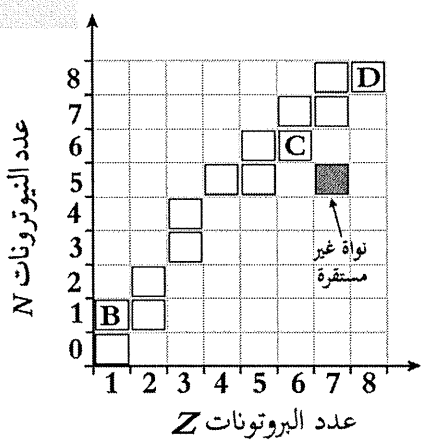
14 يصاحب انبعاث جُسيم بيتا الموجب في التفاعلات النووية انبعاث جُسيم آخر يسمّى:

أ) نيوترينو ب) نيوترون ج) ضديد نيوترينو د) بوزيترون

1 عنصر (X) له نظيران، تتساوى نواتا النظيرين لهذا العنصر في:

أ) عدد البروتونات ب) مجموع عددي البروتونات والنيوترونات

ج) عدد النيوترونات د) الفرق بين عددي البروتونات والنيوترونات



* معتمدًا على الشكل المجاور الذي يبين جزءًا من منحنى الاستقرار، حيث المربع (□) يمثل نواة مستقرة، والمربع (▨) يمثل نواة غير مستقرة، أجب عن الفقرتين الآتيتين:

16 تضمحل النواة غير المستقرة لتتحول إلى النواة (C) باعثة إشعاع:

أ) بيتا الموجبة ب) بيتا السالبة

ج) ألفا د) غاما

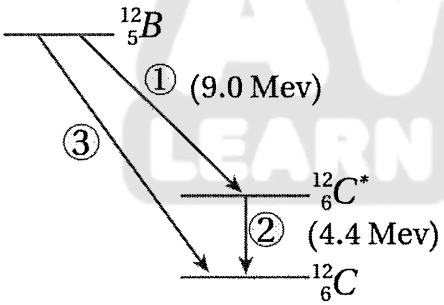
17 نسبة نصف قطر النواة (D) إلى نصف قطر النواة (B)؛ $\left(\frac{r_D}{r_B}\right)$ تساوي:

أ) $\frac{8}{1}$ ب) $\frac{1}{8}$ ج) $\frac{2}{1}$ د) $\frac{1}{2}$

18 إذا علمت أن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في ذرة الكربون $\left({}^{12}_{6}C\right)$ تساوي (7.7 MeV) فإن كتلة هذه النواة بوحدة (amu)، هي:

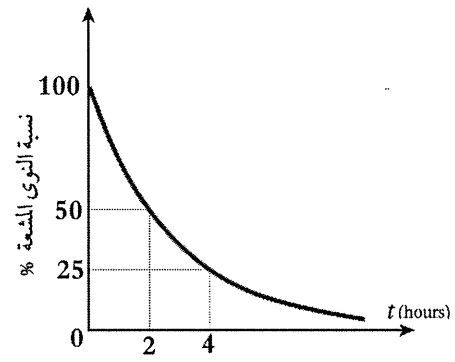
أ) (6.042) ب) (11.997) ج) (6.054) د) (12.056)

19 يوضّح الرسم التخطيطي المجاور اضمحلال نواة بورون إلى نواة كربون بطريقتين مختلفتين، اعتمادًا على البيانات المثبتة على الرسم، فإنّ نوع الجسيم المنبعث في الاضمحلال المشار إليه بالرقم (3) وطاقته بوحدة (MeV):



أ) بيتا الموجبة وطاقته (4.6) ب) بيتا السالبة وطاقته (4.6)

ج) بيتا الموجبة وطاقته (13.4) د) بيتا السالبة وطاقته (13.4)



20 يوضح الرسم البياني المجاور العلاقة بين النسبة $\left(\frac{N}{N_0}\times 100\%\right)$ لعيّنة من عنصر مشع والزمن. إن ثابت الاضمحلال (λ) للعنصر يساوي:

أ) $\frac{\ln(2)}{4}$ ب) $\frac{\ln(2)}{2}$

ج) $2\ln(2)$ د) $\ln(2)$

21 تعرّض بعض المواد الغذائية لإشعاعات نووية لتخزينها لفترات طويلة دون أن تفسد، إحدى هذه الإشعاعات، هي:

أ) نيوترونات منخفضة الطاقة ب) نيوترونات عالية الطاقة

ج) إلكترونات منخفضة الطاقة د) إلكترونات عالية الطاقة

22 تضمحل نواة الصوديوم ($^{22}_{11}\mathrm{Na}$) منتجة جُسيم بيتا الموجبة ونواة النيون (Ne). المعادلة النووية الصحيحة التي تمثل هذا الاضمحلال:

أ) $^{22}_{11}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{22}_{12}\mathrm{Ne} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ ب) $^{22}_{11}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{22}_{10}\mathrm{Ne} + {}^{0}_{+1}e + \bar{\nu}$

ج) $^{22}_{11}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{22}_{10}\mathrm{Ne} + {}^{0}_{+1}e + \nu$ د) $^{22}_{11}\mathrm{Na} \rightarrow {}^{22}_{12}\mathrm{Ne} + {}^{0}_{-1}e + \nu$

23 عند قذف نواة يورانيوم ($^{235}\mathrm{U}$) بنيوترون بطيء، فإنها تنشطر إلى نواتين وينبعث ثلاثة نيوترونات. إحدى النواتين هي نواة ($^{92}\mathrm{Kr}$)، والنواة الأخرى، هي:

أ) ^{142}Ba ب) ^{141}Ba ج) ^{140}Ba د) ^{139}Ba

24 نسبة نصف قطر نواة الألمنيوم ($^{27}_{13}Al$) إلى نصف قطر نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$)، تساوي:

أ) $\left(\frac{3}{4}\right)$ ب) $\left(\frac{3}{8}\right)$ ج) $\left(\frac{27}{64}\right)$ د) $\left(\frac{8}{27}\right)$

25 معتمدًا على الجدول المجاور، فإن الترتيب التصاعدي للنوى من الأقل استقرارًا إلى الأكثر استقرارًا، هو:

النواة	X	Y	Z
طاقة الربط النووية (MeV)	1600	492	28
العدد الكتلي	200	56	4

أ) (X) ثم (Y) ثم (Z)

ب) (Y) ثم (X) ثم (Z)

ج) (Z) ثم (X) ثم (Y)

د) (Z) ثم (Y) ثم (X)

26 عملية التحول التلقائي لنواة غير مستقرة إلى نواة أكثر استقرارًا عن طريق انبعاث إشعاعات (ألفا، بيتا، غاما)، هي:

أ) الإضمحلال الإشعاعي ب) الاندماج النووي ج) الانشطار النووي د) التفاعل المتسلسل

27 تمثل المعادلة الآتية: ($^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{A}_{Z}Rn + {}^{4}_{2}He$) تحوّل نواة عنصر الراديوم إلى نواة عنصر الرادون، معتمدًا على المعادلة، فإن عدد البروتونات في نواة الرادون (Z) و (N) على الترتيب، هما:

أ) (86) و (86) ب) (86) و (222) ج) (136) و (86) د) (86) و(136)

28 نظير مشع نشاطيته الإشعاعية الآن (800 Bq)، وثابت الاضمحلال له ($2\ln(2)\ min^{-1}$). حتى تصبح نشاطيته الإشعاعية (50 Bq)، فإنّ المدة الزمنية لوحدة دقيقة (min) اللازمة لذلك تساوي:

أ) (1) ب) (2) ج) (4) د) (8)

29 عند قذف النيتروجين المستقرة بجُسيم ألفا، تنتج نواة الفلور غير المستقرة، حسب المعادلة: ($\alpha \rightarrow {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{18}_{9}F^{*}$)، ولكي تصبح نواة الفلور مستقرة، فإنّها تتحول إلى نواة الأكسجين (${}^{17}_{8}O$) باعثة أحد الجسيمات الآتية:

أ) بوزيترون ب) نيوترون ج) بروتون د) إلكترون

30 تمثل المعادلة الآتية تفاعل اندماج نووي: (${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$)، بافتراض أنّ كتل الجسيمات والنوى بوحدة كتل ذرية (amu) كما في الجدول الآتي، وأنّ وحدة الكتل الذرية تكافئ (930 MeV)، فإنّ مقدار طاقة التفاعل بوحدة مليون إلكترون فولت (MeV) يساوي:

الجسيم/ النواة	${}^{1}_{0}n$	${}^{4}_{2}He$	${}^{3}_{1}H$	${}^{2}_{1}H$
الكتلة (amu)	1.01	4.00	3.02	2.01

أ) (9.3) ب) (18.6) ج) (27.9) د) (37.2)

31 لاستمرار حدوث تفاعلات نووية جديدة في المفاعلات النووية، عن طريق إبطاء النيوترونات الناتجة من الانشطار، تُستخدم إحدى المواد الآتية:

أ) الكادميوم ب) الغرافيت ج) البورون د) الباريوم

32 النواة التي قد تكون مستقرة:

أ) ${}^{180}_{84}X$ ب) ${}^{90}_{40}X$ ج) ${}^{180}_{85}X$ د) ${}^{180}_{90}X$

33 أفضل القذائف النووية المستخدمة:

أ) البروتون ب) الهيدروجين ج) البوزيترون د) النيوترون

34 نظائر العنصر الواحد تتشابه في:

أ) عدد النيوترونات ب) العدد الكتلي ج) عدد البروتونات د) عدد النيوكليونات

35 يسمى مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن نزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائيًا... طاقة:

أ) التأين ب) الربط النووية لكل نيوكليون

ج) الربط النووية د) الانشطار النووي

36 تكون قوة التنافر الكهربائي بين البروتونين في النواة أكبر من القوة النووية إذا كان البعد بينهما أكبر من:

أ) 1.2×10^{-15} m ب) 1.4×10^{-15} m ج) 2.8×10^{-15} m د) 3×10^{-15} m

37 أي الآتية لا تعد من خصائص القوة النووية:

أ) مداها قصير

ب) مقدارها كبير

ج) يمكن أن تكون قوة تجاذب أو تنافر

د) تؤثر في النيوكليونات المتجاورة سواء كانت بروتونات أو نيترونات

38 تمتاز دقائق ألفا بقدرتها العالية على تأيين ذرات المادة التي تصطدم بها وذلك بسبب:

أ) قدرتها العالية على النفاذ ب) كبر كتلتها وكبر شحنتها

ج) كبر كتلتها وكبر سرعتها د) كبر شحنتها وكبر سرعتها

39 إذا كان النقص في كتلة نواة الهيليوم $_{2}^{4}He$ عن كتل مكوناتها $(0.03\ amu)$ فإن كتلة نواة الهيليوم بوحدة (amu) تساوي:

أ) 2 ب) 4.032 ج) 4.002 د) 4.064

40 عندما ينبعث بوزيترون من نواة ما، فإن ما يحدث للعدد الذري والعدد الكتلي على الترتيب للنواة الناتجة مقارنة بالنواة المشعة هو:

أ) يقل بمقدار واحد، لا يتغير ب) يقل بمقدار واحد، يقل بمقدار واحد

ج) يزيد بمقدار واحد، لا يتغير د) يزيد بمقدار واحد، يقل بمقدار واحد

41 أي النوى الآتية غير مستقرة:

أ) $_{3}^{7}Li$ ب) $_{11}^{23}Na$ ج) $_{40}^{90}Zr$ د) $_{90}^{234}Th$

كتلة نواة العنصر تكون:

أ) مساوية لمجموع كتل مكوناتها ب) أصغر من مجموع كتل مكوناتها

ج) مساوية لمجموع الأعداد الذرية لمكوناتها د) أكبر من مجموع كتل مكوناتها

43 تمر نواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ بسلسلة اضمحلالات إشعاعية باعثة (4) دقائق ألفا وأربع دقائق بيتا السالبة إن العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة على الترتيب:

أ) (210 , 84) ب) (212 , 84) ج) (210 , 86) د) (212 , 86)

44 الأشعة النووية الأكثر خطورة على الإنسان عند التعرض لها من مصدر خارج جسم الإنسان هي:

أ) ألفا ب) بيتا الموجبة ج) بيتا السالبة د) غاما

45 الآلية التي يتم فيها تسمية سلسلة النشاط الإشعاعي الطبيعي هي أنها تسمى باسم العنصر:

أ) الأطول عمرًا في السلسلة ب) الأول في السلسلة

ج) المستقر في السلسلة د) المثار في السلسلة

46 أي النوى الآتية تنتج عندما تضمحل نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ باعثة دقيقة ألفا:

أ) $^{232}_{90}Th$ ب) $^{233}_{90}Th$ ج) $^{234}_{90}Th$ د) $^{235}_{90}Th$

47 الطاقة المكافئة لكتلة ($10\ amu$) بوحدة مليون الكترون فولت:

أ) 931.5 ب) 93.15 ج) 9315 د) 9×10^{17}

48 إذا كانت طاقة الربط النووية لنواة اليورانيوم – 238 تساوي 1780 مليون الكترون فولت فإن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون بوحدة مليون الكترون فولت:

أ) 6.5 ب) 7.5 ج) 8.5 د) 19.5

49 النسبة بين حجم نواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$ إلى حجم نواة الهيليوم $^{4}_{2}He$ هي:

أ) 1 : 2 ب) 1 : 1 ج) 2 : 1 د) 3 : 2

50 يتحلل الثوريوم $^{232}_{90}Th$ إلى نواة الرصاص $^{208}_{82}Pb$ إن عدد جسيمات (ألفا، بيتا السالبة) المنبعثة في هذا التحلل على الترتيب:

أ) (5 , 7) ب) (4 , 6) ج) (6 , 6) د) (6 , 7)

51 جميع خصائص أشعة غاما الآتية صحيحة ما عدا:

أ) أنها فوتونات ب) ليس لها كتلة

ج) طاقتها عالية جدًا د) قدرتها على التأيين عالية جدًا

52 مقدار الطاقة المكافئة لكتلة الإلكترون بوحدة مليون الكترون فولت تساوي تقريبًا، اعتبر $(m_e = 5\times10^{-4}\ amu)$

أ) 0.47 ب) 0.36 ج) 4.7 د) 3.6

53 إذا كانت كتلة التريتوم $(\overset{3}{\underset{1}{H}})$ تساوي $(3.015\ amu)$ فإن طاقة الربط النووية بالمليون الكترون فولت ...

$(m_N=1.009\ amu\ ,\ m_P = 1.007\ amu)$

أ) 9.13 ب) 9.32 ج) 8.54 د) 8.77

54 في المعادلة النووية الآتية: $\overset{64}{\underset{29}{Cu}} \longrightarrow \overset{64}{\underset{28}{Ni}} + x + y$ يمثل كل من $(y\ ,x)$:

أ) ضديد نيوترينو، الكترون ب) نيوترينو، الكترون

ج) ضديد نيوترينو، بوزيترون د) نيوترينو، بوزيترون

55 عند اضمحلال ألفا تكون النواة الناتجة أقل من النواة الأم في عدد النيوكليونات بمقدار:

أ) 1 ب) 2 ج) 4 د) 6

56 أي العبارات التالية تصف النواتين $\overset{63}{\underset{29}{X}}\ ,\overset{67}{\underset{33}{Y}}$ وصفًا صحيحًا:

أ) $N_X > N_Y$ ب) $N_X < N_Y$ ج) $N_X = N_Y$ د) $Z_X = Z_Y$

57 إذا كان العدد الكتلي للعنصر (X) يساوي ثمانية أمثال العدد الكتلي للعنصر (Y)، فإن نسبة قطر نواة (X) إلى قطر نواة (Y) تساوي:

أ) 1 ب) 2 ج) 8 د) $\frac{1}{8}$

58 النسبة بين حجم النواة $\overset{48}{\underset{20}{Ca}}$ إلى حجم الكربون $\overset{12}{\underset{6}{C}}$:

أ) (1 : 4) ب) (4 : 1) ج) (1 : 8) د) (8 : 1)

59 إذا علمت أن العدد الذري لعنصر ما يساوي (31) ونصف قطر نواته 4.8×10^{-15} m، فإن عدد النيوترونات في نواته:

أ) 31 ب) 32 ج) 33 د) 34

60 إذا كان فرق الكتلة بين النواة $\overset{10}{\underset{5}{X}}$ وكتل مكوناتها يكافئ طاقة 20 مليون الكترون فولت، فإن طاقة الربط لكل نيوكليون لها بوحدة مليون الكترون فولت:

أ) 20 ب) 2 ج) 0.5 د) 4

61 إذا كانت طاقات الربط للأنوية المجاورة مقدرة بوحدة MeV فإن أكثر الأنوية استقرارًا:

النواة	$^{2}_{1}H$	$^{4}_{2}He$	$^{7}_{3}Li$	$^{9}_{4}Be$
طاقة الربط	2.2	28	35	54

أ) $^{2}_{1}H$ ب) $^{4}_{2}He$ ج) $^{7}_{3}Li$ د) $^{9}_{4}Be$

62 العنصر الذي طاقة الربط النووية له تساوي صفر هو:

أ) $^{4}_{2}He$ ب) $^{3}_{1}H$ ج) $^{2}_{1}H$ د) $^{1}_{1}H$

63 النواة التي عددها الذري (83) فأكثر تعتبر نواة غير مستقرة وذلك بسبب:

أ) صغر حجم النواة وتباعد النيوكليونات ب) صغر حجم النواة وتقارب النيوكليونات

ج) كبر حجم النواة وتباعد النيوكليونات د) كبر حجم النواة وتقارب النيوكليونات

64 نوع الإشعاع الذي ليس له كتلة:

أ) ألفا ب) بيتا ج) غاما د) بوزيترون

65 $^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + ...$ الفراغ في المعادلة يمثل:

أ) $\bar{\nu}$ ب) ν ج) γ د) α

66 $^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e + \nu$ يُعد انبعاث البوزيترون في المعادلة أعلاه ناتج عن تحلل:

أ) نيوترون من Ni ب) بروتون من Ni

ج) نيوترون من Cu د) بروتون من Cu

67 لكي يتحول العنصر $^{A}_{Z}X$ إلى العنصر $^{A}_{Z+1}X$ تلقائيًا لا بد للعنصر (X) من أن:

أ) يكسب نيوترونًا ب) يبعث دقيقة ألفا

ج) يبعث أشعة غاما د) يبعث دقيقة بيتا السالبة وضديد النيوترينو

68 عند مرور نواة $^{200}_{98}Y$ بالاضمحلالات التالية على الترتيب $(\beta^-, \alpha, \alpha, \beta^-, \alpha)$ فإن النواة الناتجة:

أ) $^{188}_{98}X$ ب) $^{188}_{92}X$ ج) $^{188}_{94}X$ د) $^{188}_{90}X$

69 ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{90}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + m\,{}^{1}_{0}n$ قيمة (m) في المعادلة أعلاه:

أ) 2 ب) 4 ج) 6 د) 8

70 تخضع أي عملية اضمحلال للنوى الغير مستقرة لأربعة مبادئ أي مما يلي ليست من تلك المبادئ:

أ) حفظ الزخم الزاوي ب) حفظ العدد الذري

ج) حفظ العدد الكتلي د) حفظ الزخم الخطي

71 سلسلة الاضمحلال التي تبدأ بنظير اليورانيوم ${}^{238}U$ تسمى سلسلة:

أ) اليورانيوم ب) الثوريوم ج) الأكتينيوم د) البولونيوم

72 سلسلة الاضمحلال التي تبدأ بنظير اليورانيوم ${}^{235}U$ تسمى سلسلة:

أ) اليورانيوم ب) الثوريوم ج) الأكتينيوم د) البولونيوم

73 في التفاعل التالي: $a + {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{15*}_{7}N \longrightarrow {}^{14}_{7}N + b$ تكون القذيفة والإشعاع على الترتيب:

أ) نيوترون، نيوترون ب) بروتون، نيوترون ج) بروتون، بروتون د) نيوترون، بروتون

74 تنبعث النيوترونات من الأنوية في حالة:

أ) اضمحلال ألفا ب) الاندماج النووي ج) إشعاع غاما د) الانشطار النووي

75 من شروط استمرار التفاعل المتسلسل:

أ) وجود الكتلة الحرجة من الوقود النووي ب) ابطاء النيوترونات السريعة

ج) منع تسرب النيوترونات د) جميع ما ذكر

76 أحد النظائر التالية يستخدم في عملية التعقب:

أ) اليورانيوم ب) الكوبالت المشع

ج) الصوديوم المشع د) الهيليوم

الإجابة النموذجية
الوحدة السابعة

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
د	د	ج	ج	ج	ب	أ	د	ب	ج
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ب	أ	ج	أ	أ	أ	ج	ب	د	ب
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
د	ج	ب	أ	ج	أ	د	ب	ج	ب
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
ب	ب	د	ج	ج	د	ج	ب	ج	أ
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
د	ب	أ	د	أ	ج	ب	ب	ج	ب
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
د	أ	ب	د	ج	ب	ب	ب	ج	ب
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
ب	د	ج	ج	أ	د	د	ج	ج	أ
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
أ	ج	ب	د	د	ج				
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100