ثانوية حمد عيسى الرجيب

حل اسئلة كتاب الطالب

للصف الثاني عشر

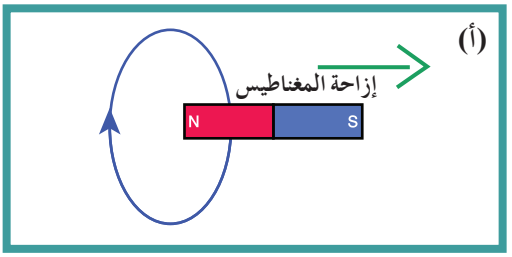
إجابات أسئلة الدرس 1–1

أوّلًا – إنّ ظاهرة توليد القوّة الدافعة الكهربائية بالتأثير نتيجة تغيّر المجال المغناطيسي تُسمّى الحثّ الكهرومغناطيسي.

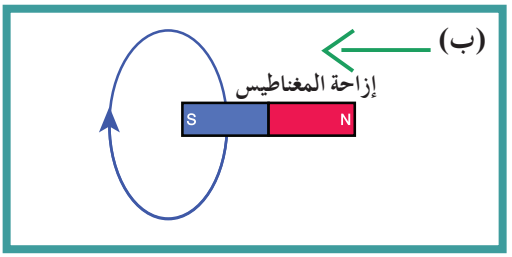
ثانيًا – تحريك المغناطيس أمام السلك أو داخل ملفّ.

ثالثًا – لأنّ الملفّ يصبح مغناطيسًا كهربائيًّا أقوى ويزيد من قوّة التنافر.

رابعًا – (أ) يولّد تيّارًا حثّيًّا اتّجاهه يجعل من سطح اللفّة قطب N.



(ب) يولّد تيّارًا حثّيًّا اتّجاهه يجعل من سطح اللفّة قطب S.



خامسًا – باستخدام معادلة التدفّق المغناطيسي وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$\phi = B\,A\cos\theta = 0.5\,(\pi \times 0.2^2)\cos 120 = (-31.4 \times 10^{-3})\text{Wb}$$

سادسًا – باستخدام معادلة قانون فاراداي:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

وباستخدام معادلة التدفّق المغناطيسي الذي يخترق عدد من اللفّات:

$$\phi = N\ B\ A\ \cos\theta$$

وبالتعويض عن مقاديرها في المعادلة السابقة نجد:

$$\varepsilon = -\frac{d(N\ B\ A\ \cos\theta)}{dt}$$

وبترتيب المعادلة نجد : $\varepsilon = -\ N\ A\ \cos\theta\ \frac{dB}{dt}$

ولكن عند $0 < t < 2$

$$\frac{dB}{dt} = \frac{0.2}{2} = (0.1)\ T/s$$

وباعتبار الاتّجاه الموجَب الاتّجاه الذي يجعل لكلّ من $\vec{n}$ و $\vec{B}$ الاتّجاه نفسه ، وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$\varepsilon = -(100)(0.5)(0.1) = (-5)V$$

أمّا التيّار الحثّي فيُحسَب بالتعويض عن e في قانون أوم :

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{5}{10} = (-0.5)A$$

تؤكّد الإشارة السالبة أنّ اتّجاه التيّار الحثّي معاكس للاتّجاه الموجب الاختيّاري الذي حدّدناه.

عند $t > 2$

$$0 = \frac{dB}{dt}$$

وبالتالي إنّ مقدار القوّة الدافعة الكهربائية والتيّار يساوي 0.

سابعًا – **(أ)** إنّ الاتّجاه الموجَب الاختيّاري المعطى في المسألة يجعل لكلّ من متّجه مساحة السطح ومتّجه المجال المغناطيسي الاتّجاه نفسه أي $\cos\theta = 1$

باستخدام معادلة قانون فاراداي:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

وباستخدام معادلة التدفّق المغناطيسي الذي يخترق مساحة الدائرة $\phi = B\,A\cos\theta$ وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة نجد:

$$\varepsilon = \frac{-d\phi}{dt} = -\frac{d(B\,A\cos\theta)}{dt}$$

وبترتيب المعادلة نجد :

$$\varepsilon = -\,B\,\frac{dA}{dt}$$

حيث إنّ

$$\frac{dA}{dt} = \frac{d[(0.8)(x_0 - x)]}{dt} = (-0.8)v$$

أي أنّ:

$$\varepsilon = -B.\ell.v$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$\varepsilon = +\,0.4 \times 0.8 \times 2 = (0.64)V$$

(ب) يُحسَب التيّار الحثّي بالتعويض عن e في قانون أوم :

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{0.64}{10} = (+0.064)A$$

(جـ) باستخدام قانون لنز للتيّار الكهربائي الحثّي الاتّجاه الموجب هو المحدّد.

(د) يؤكّد الاتّجاه الموجَب أنّ اتّجاه التيّار هو الاتّجاه الموجَب الاختيّاري وهذا يتوافق قانون لنز.

إجابات أسئلة الدرس 1–2

أوّلًا – المولّد الكهربائي جهاز يحوّل جزءًا من الطاقة الميكانيكية التي تعمل على تدوير ملفّه إلى طاقة كهربائية.

ثانيًا – يحوّل المولّد الكهربائي جزءًا من الطاقة الميكانيكية أو الشغل إلى طاقة كهربائية، بينما يحوّل المحرّك الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى شغل.

ثالثًا – القصور الذاتي الدوراني للملفّ، فعندما تكون محصّلة العزوم المؤثّرة على الملفّ مساوية لصفر، يتابع الملفّ حركته بحركة دائرية منتظمة.

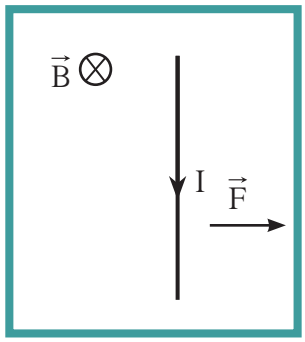
رابعًا – (أ) باستخدام العلاقة:

$$F = i.L.B.\sin\theta$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$F = 0.2 \times 0.25 \times 0.1 \times \sin 90 = (0.005)N$$

(ب) يُحدَّد اتّجاه القوّة باستخدام قاعدة اليد اليمنى كما هو موضّح في الشكل أدناه.



خامسًا – (أ) إنّ القوّة المغناطيسية $\vec{F}$ التي يؤثّر فيها المجال المغناطيسي $\vec{B}$ على الشحنة q المتحرّكة بسرعة $\vec{v}$ تُحسَب بالعلاقة:

$$\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$$

أمّا مقدارها فيُحسَب بالعلاقة: $F = q.v.B.\sin\theta$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^{7} \times 1 = (4.8 \times 10^{-12})N$$

(ب) إنّ القوّة الوحيدة المؤثّرة على البروتون بإهمال وزنه هي القوّة المغناطيسية العمودية على اتّجاه السرعة، وهذا يعني أنّ الشحنة تتحرّك على مسار دائري.

سادسًا — **(أ)** باستخدام قانون فاراداي وبالتعويض عن التدفق المغناطيسي:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} = -\frac{d(N\,B\,A\cos\theta)}{dt}$$

وبما أنّ حركة الملفّ هي حركة دائرية منتظمة فالإزاحة الزاوية هي:

$\theta = \omega t + \theta_0$. وبتطبيق الشرط الابتدائي : في لحظة $t = 0$ تساوي $\theta_0 = (0)\text{rad}$.نجد أنّ:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}\,\frac{d(N\,B\,A\cos(\omega t))}{dt} = +\,N.B.A.\omega\sin(\omega t)$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة:

$$\varepsilon = 200 \times 5 \times 0.001 \times (2\pi)(60)\sin(120\pi t)$$

$$\varepsilon = 120\pi\sin(120\pi t)$$

(ب) $$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{120\pi\sin(120\pi t)}{10} = 12\pi\sin(120\pi t)$$

(جـ) $$\varepsilon_{max} = (120\pi)V$$

(د) $$i_{max} = (12\pi)A$$

سابعًا —

$$\tau = F \times d = i.B.L.\sin(90) \times d \times N$$

$$= N.I.B.A = 2 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 4 \times 10^{-4} \times 200 = (1.6 \times 10^{-6})N.m$$

إجابات مراجعة الدرس 1–3

أوّلًا – من خلال ظاهرة الحثّ الكهرومغناطيسي وذلك بتغيّر المجال المغناطيسي.

ثانيًا – الحثّ المتبادل هو التأثير الكهرومغناطيسي الذي يحدث بين ملفّين متجاورين أو متداخلين، بحيث يؤدّي التغيّر في شدّة التيّار المارّ في الملفّ الابتدائي إلى تولّد قوّة دافعة كهربائية في دائرة الملفّ الثانوي الذي يعمل على مقاومة هذا التغيير.

ثالثًا – المحوّل الذي لا يسبّب أيّ خسارة في القدرة بين الملفّين يُسمّى المحوّل المثالي.

رابعًا – تنظّم خطوط المجال المغناطيسي وتزيدها.

خامسًا – في حال $N_2 > N_1$ تكون $V_2 > V_1$ ويُسمّى المحوّل "محوّلًا رافعًا للجهد"، وفي حال $N_2 < N_1$ تكون $V_2 < V_1$ ويُسمّى المحوّل "محوّلًا خافضًا للجهد".

سادسًا – رفع الجهد يقلّل شدّة التيّار، وبالتالي يقلّل فقدان الطاقة في الأسلاك الناقلة.

سابعًا –

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{10\,N_1}{N_1} = \frac{V_2}{6}$$

$$\Rightarrow V_2 = (60)V$$

ثامنًا – باستخدام العلاقة الرياضية:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{M \times \Delta i}{\Delta t}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$\varepsilon = -\frac{1.4 \times 10}{0.05} = (-280)V$$

تاسعًا – (أ)

$$V_2 = 2200 = i_2\,R$$

$$i_2 = \frac{2200}{10} = (220)A$$

(ب)

$$P = V_2 \times i_2 = 2200 \times 220 = (484000)W$$

(جـ)

$$0.95 = \frac{P_2}{P_1} \Rightarrow P_1 = \frac{484000}{0.95} = (509474)W$$

(د)

$$509474 = V_1\,i_1$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{800}{V_1} = \frac{2400}{2200}$$

إجابات مراجعة الدرس 2–2

أوّلًا – معادلة التيّار الكهربائي المتردّد بدلالة الزمن:

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \phi_2)$$

ثانيًا – إنّ الشدّة الفعّالة للتيّار المتردّد I هو مقدار التيّار المستمّر الذي، لو مرّ في مقاومة محدّدة، لأنتج تأثيرًا حراريًّا مساويًا للتأثير الحراري الذي ينتجه التيّار المتردّد في المقاومة نفسها وفي خلال الفترة الزمنية نفسها.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

ثالثًا – يمثّل تردّد الرنين مقدار التردّد حيث يكون التيّار الكهربائي ومصدر الجهد متّفقين في الطور، وتُسمّى هذه الحالة الرنين الكهربائي.

إنّ مقدار تردّد الرنين في دائرة التوالي المؤلّفة من مقاومة وملفّ ومكثّف تُحسَب بالمعادلة:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

رابعًا –

$$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{8}{\sqrt{2}} = (4\sqrt{2})\ V$$

$$i_m = \frac{V_m}{R} = \frac{8}{10} = (0.8)\ A$$

خامسًا – **(أ)**

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow (796)^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$C = \frac{1}{4\pi^2(20 \times 10^{-3})(796)^2} = (1.99 \times 10^{-6})F$$

(ب)

$$V_{rms} = i_{rms} \times r \Rightarrow i_{rms} = \frac{V_{rms}}{r} = \frac{20}{150} = (0.133)A$$

إجابات أسئلة الوحدة

تحقق من فهمك

1. تغيُّر في المجال المغناطيسي
2. يتناسب طرديًّا مع مساحة لفّات الملفّ
3. (0)Wb
4. (0)N
5. (0.8)N
6. (0.05)N
7. (10)V
8. يساوي صفرًا
9. خواصّ دائرة مكثّف
10. خواصّ دائرة ملفّ

تحقق من معلوماتك

1. التيّار الكهربائي المولَّد في لفّة مغلقة لديه اتّجاه يولّد مجالا مغناطيسيًّا يعاكس اتّجاه التغيُّر في التدفّق المولِّد للتيّار الكهربائي.

2. للتأكيد أنّ معظم خطوط المجال المغناطيسي المتولّدة في الملفّ الابتدائي تخترق الملفّ الثانوي.

3. القوّة الدافعة الكهربائية المولَّدة في الملفّ تتناسب طرديًّا مع عدد اللفّات.

4. إنّ التيّار المتردّد في الملفّ الأوّلي يؤدّي إلى تدفّق مغناطيسي متغيّر. تنتشر خطوط المجال المغناطيسي عبر القلب الحديدي محدثة تغيُّرًا في التدفّق المغناطيسي في الملفّ الثانوي، ما يولّد قوّة دافعة كهربائية متردّدة طرفيه:

5. في أثناء دوران المحرّك، يولّد تيّار عكسي يقلّل مقدار التيّار في الملفّ. وعند توقف المحرّك عن الدوران، يتوقف التيار العكّسي و يصبح مقدار التيّار المارِ في اللفّات أكبر ويؤدي إلى رفع درجة حرارة المحرّك.
6. إنّ التيّار المستمرّ لا يسبّب تغيُّرًا في مقدار المجال المغناطيسي، وبالتالي لا يوجد أيّ تغيُّر في التدفّق المغناطيسي وهذا لا يؤدّي إلى حثّ متبادل بين الملفّ الابتدائي والملفّ الثانوي.
7. ترفع المحوّلات الرافعة الجهد إلى مقادير مرتفعة، الأمر الذي يخفّض شدّة التيّار في أسلاك النقل فينخفض بالتالي تأثير جول الحراري وتنخفض خسارة الطاقة الكهربائية في الأسلاك.

تحقق من مهاراتك

1. **(أ)**

$$\Phi_1 = B.A.\cos(0) = 0.2 \times (\pi \times 0.1^2)\cos(0) = (6.28 \times 10^{-3})Wb$$

$$\Phi_2 = B.A.\cos(90) = (0)Wb$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = (-6.28 \times 10^{-3})Wb$$

(ب)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = +\frac{6.28 \times 10^{-3}}{0.1} = (6.28 \times 10^{-2})V$$

2. (أ)
$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{500}{N_2} = \frac{220}{22} \Rightarrow N_2 = (50)\text{turns}$$

(ب) $$i_2 = \frac{V_2}{R} = \frac{22}{2200} = (0.01)\text{A}$$

(جـ) $$P = V_2\, i_2 = 22 \times 0.01 = (0.22)\text{W}$$

3. باستخدام معادلة قانون فاراداي :
$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$
وباستخدام معادلة التدفّق المغناطيسي الذي يخترق عددًا من اللفّات ، $\Phi = N.B.A.\cos\theta$ وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة ، حيث تساوي $\theta = 0$ نجد:

$0 < t < 2$ ⋌ $$\varepsilon = -\,N.B.A\,\frac{d(\cos\pi)}{dt}$$

وبترتيب المعادلة نجد: $\varepsilon = -\,N.A\,\frac{dB}{dt}$ ولكن $\frac{dB}{dt} = \frac{0.3}{2}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد: $\varepsilon = -\,(100)(200 \times 10^{-4})(\frac{0.3}{2}) = -\,(0.3)\text{V}$

أما التيّار الحثّي فيُحسَب بالتعويض عن ε في قانون أوم: $i = \frac{\varepsilon}{R} = -\,\frac{0.3}{10} = -\,(0.03)\text{A}$

تؤكد الإشارة السالبة أنّ اتّجاه التيّار الحثّي هو عكس الاتّجاه الاختيّاري الذي حدّدناه. ⋌ $2 < t < 6$

وبترتيب المعادلة نجد: $\varepsilon = -\,N.A\,\frac{dB}{dt}$ ولكن $\frac{dB}{dt} = \frac{-0.3}{4}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نجد:

$$\varepsilon = +\,(100)(200 \times 10^{-4})(\frac{0.3}{4}) = +\,(0.15)\text{V}$$

أما التيّار الحثي فيُحسَب بالتعويض عن ε في قانون أوم: $I = \frac{\varepsilon}{R} = +\,\frac{0.15}{10} = (0.015)\text{A}$

تؤكّد الاشارة الموجبة أن اتجاه التيار الحثي هو الاتجاه الموجب الاختياري الذي حددناه

4. $$\tau = N \times F \times d = N \times (I.B.L.\sin(90)) \times d$$
$$= N.I.B.A = 200 \times 4 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 0.25 = (5 \times 10^{-3})\text{N.m}$$

5. (أ) إن الاتجاه الموجَب الاختيّاري المُعطى في المسألة ، يجعل لكّل من متّجه مساحة السطح والمجال المغناطيسي الاتجاه نفسه أي $\cos\theta = 1$

باستخدام معادلة قانون فاراداي: $\varepsilon = -\,\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ وباستخدام معادلة التدفّق المغناطيسي الذي يخترق مساحة الدائرة $\Phi = B.A.\cos\theta$ وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة نجد: $\varepsilon = -\,\frac{d(B.A.\cos\theta)}{dt}$

وبترتيب المعادلة نجد : $\varepsilon = -\,B\,\frac{dA}{dt}$

حيث إنّ $\frac{dA}{dt} = \frac{d[(l)(x_0 - x)]}{dt} = -\ell.v$

أي أنّ: $\varepsilon = +B.\ell.v$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد: $\varepsilon = +\,0.6 \times 1 \times 4 = (2.4)\text{V}$

(ب) يُحسَب التيّار الحثّي بالتعويض عن ε في قانون أوم: $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2.4}{5} = (+0.48)A$

(جـ) حركة السلك تقلّل من خطوط الحقل، ما يتطلّب، بحسب لنز، تولّد تيّار يولّد خطوط مجال له اتّجاه خطوط المجال، وبالتالي يكون اتّجاهه باتّجاه عقارب الساعة.

(د) يؤكّد الاتّجاه الموجَب أنّ اتّجاه التيّار هو الاتّجاه الموجَب الاختيّاري وهذا يتوافق مع قانون لنز.

(هـ) القوّة الكهرومغناطيسية: $F = I.B.\ell = 0.48 \times 0.6 \times 1 = (0.288)N$

(و) القدرة الميكانيكية: $P = F \times v = 0.288 \times 4 = (1.152)W$

(ز) القدرة الكهربائية: $P = \varepsilon \times I = 2.4 \times 0.48 = (1.152)W$ وهي تتساوى مع القدرة الميكانيكية بإهمال الاحتكاك.

6. باستخدام العلاقة: $F = I.L.B.\sin\theta$

$$F = 1 \times 0.6 \times 0.8 \sin(60) = (0.42)N$$

7. **(أ)** إنّ القوّة المغناطيسية $\vec{F}$ التي يؤثّر بها المجال المغناطيسي $\vec{B}$ على الشحنة q المتحرّكة بسرعة $\vec{v}$ تُحسَب بالعلاقة: $\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$ أمّا مقدارها فيُحسَب بالعلاقة: $F = q.v.B.\sin\theta$

$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^{7} \times 0.2 = (6.4 \times 10^{-13})N$$

(ب) إنّ القوة الوحيدة المؤثرة في البروتون بإهمال وزنه هي القوّة المغناطيسية العمودية على اتّجاه السرعة، وهذا يعني أنّ الشحنة تتحرّك على مسار دائري.

8. باستخدام العلاقة الرياضية: $\varepsilon = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{M \times \Delta I}{\Delta t}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد: $\varepsilon = -\frac{0.5 \times (+10)}{0.02} = (-250)V$

9. **(أ)** باستخدام المعادلة $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$، وبالتعويض عن المقادير المعلومة:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{120 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6}}} = (325)Hz$$

(ب) $I = \frac{V_m}{R} = \frac{311}{50} = (6.22)A$

10. **(أ)** $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = (2)A$

(ب) $T = \frac{2\pi}{120\pi} = (0.0166)s$

(جـ) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.0166} = (60)Hz$

11. (أ) $V_{rms} = (220)V$

التردد $(\frac{200}{\pi})$ Hz اي ان $f=$ و $\omega = (400)\ \frac{rad}{s}$.

ان المقاومة الكلية لدائرة التواي المؤلفة من الملف والمكثف والمقاومة الصرفة تحسب بالعلاقة:

$$Z=\sqrt{R^2+(L\omega-\frac{1}{c\omega})^2} \quad =\sqrt{\left(100\times10^{-3}\times400-\frac{1}{50\times10^{-6}\times400}\right)^2}=\sqrt{40-50)^2}\ =(10)\Omega$$

(ب) $i_{rms}=\frac{V_{rms}}{z}=\frac{220}{10}=(22)A$

(جـ) $V_{rmsC}=\frac{I_{rms}}{C\omega}=\frac{10}{50\times10^{-6}\times400}=(1100)V$

(د) $V_{rmsL}=i_{rms}\,L\omega=22\times0.1\times400=(880)V$

(هـ) في حالة الرنين الكهربائي: $LC\omega^2=1$

اي ان مقدار سعة المكثف تساوي: $C=\frac{1}{L\omega^2}=\frac{1}{16\times10^{-3}\times400}=(0.0625)mF$.

12. ان ممانعة الملف تساوي: $XL = L\omega$ وممانعة المكثف: $X_C=\frac{1}{C\omega}$

بما ان ممانعة المكثف مساوية للممانعة الملف الحثي نكتب: $X_C = X_L$

اي ان: $\frac{1}{C\omega}=L\omega \Leftarrow LC\omega^2=1$

وبالتالي:

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}=\frac{1}{2\pi\sqrt{0.5\times14\times10^{-6}}}=(60.2)Hz$$

في حالة الرنين: $I_{rms}=\frac{100}{100}=(1)A$

$$V_{rmsR}=I_{rms}R=1\times100=(100)V$$

حيث ان الجهد وشدة التيار متفقي الطور

$$V_{rmsL}=I_{rms}\,L\omega=1\times0.5\times2\pi\times60.2=(189)V$$

$$V_{rmsC}=\frac{I_{rms}}{C\omega}=\frac{1}{14\times10^{-6}\times2\pi\ 60.2}=(188.8)V$$

الوَحدة الثالثة الإلكترونيات

إجابات مراجعة الدرس 1–1

أوّلًا– تُصنَّف الموادّ الصلبة، بحسب موصليتها للتيّار الكهربائي، إلى موادّ عازلة وموصّلة وشبه موصّلة.

ثانيًا– تتّحد الذرّات بواسطة الراوبط الكيميائية والتي تنتج عن التفاعل الكهربائي بين الإلكترونات المشتركة والنواة.

ثالثًا– إنّ ارتفاع عدد حاملات الشحنة يدلّ على موصلية المادّة.

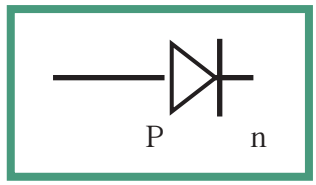
رابعًا– عند ارتفاع درجة حرارة المادّة، تكتسب بعض الإلكترونات طاقة كافية لتقفز إلى نطاق التوصيل، ما يزيد من حاملات الشحنة في شبه الموصّل النقي. أمّا في أشباه الموصّلات المطعّمة فإنّ عدد حاملات الشحنة يساوي تقريبًا عدد ذرّات المادّة المانحة.

خامسًا– عندما تنخفض درجة الحرارة، يقلّ عدد الثقوب في نطاق التكافؤ وعدد الإلكترونات في نطاق التوصيل.

سادسًا– يعمل في الشكل **(ب)** لأنّ التيّار المارّ هو تيّار انحياز أمامي بينما لا يعمل الأشكال الأخرى لأنّه انحياز

سابعًا–

.



الوصلة الثنائية تتألف من شبه موصّل من النوع السالب موصول بشبه موصّل من النوع الموجَب.

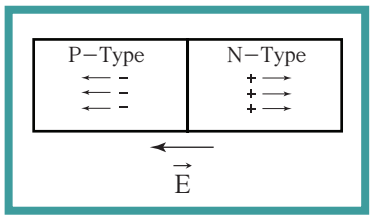
ثامنًا– شبه الموصّل المطعّم هو الذي أُضيفت إلى ذرّاته ذرّات أخرى تملك في مستويات الطاقة عددًا مختلفًا من الإلكترونات. وهو نوعان شبه موصّل من النوع السالب وشبه موصّل من النوع الموجَب.

تاسعًا– **(أ)** إنّ نشوء تيّار من الإلكترونات باتّجاه النوع الموجَب وتيّار معاكس للثقوب باتجاه النوع السالب ينتج منطقة خالية من حاملات الشحنة تسمّى منطقة التماس أو الاستنزاف (على جانبي خط التماس بين البلورتين).

(ب) المجال الكهربائي يحسب بالعلاقة التالية: $E = \frac{V}{d} = \frac{0.6}{0.4 \times 10^{-3}} = (1500)V/m$

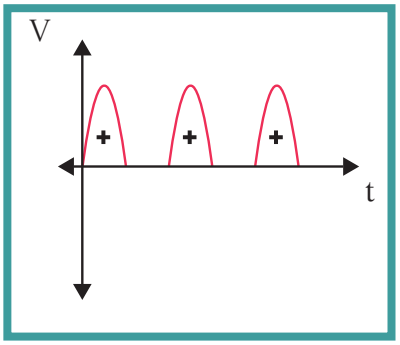
يتّجه من الجزء من النوع السالب إلى الجزء من النوع الموجَب.

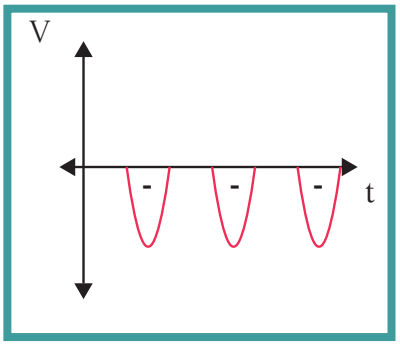
(جـ)



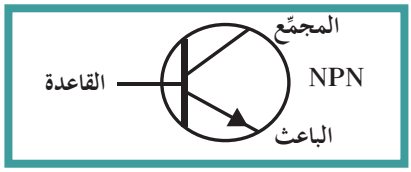
عاشرًا– في حالة الانحياز الأمامي، تندفع الإلكترونات الحرّة في النوع السالب والثقوب في النوع الموجَب باتّجاه خطّ التماس، ما يضيّق منطقة التماس (الاستنزاف) ويزيد موصلية شبه الموصّل. أمّا في حالة الانحياز العكسي، فيتّسع عرض منطقة الاستنزاف ولا يمكن مرور تيّار، وتتصرّف الوصلة الثنائية كمادّة عازلة.

الحادي عشر– في الدائرة الموضّحة في الشكل (ب–84)، نحصل على شاشة راسم الذبذبات على نصف الموجة الموجَب. أمّا في دائرة الشكل (أ–84) فنحصل على شاشة راسم الذبذبات على نصف الموجة السالب.





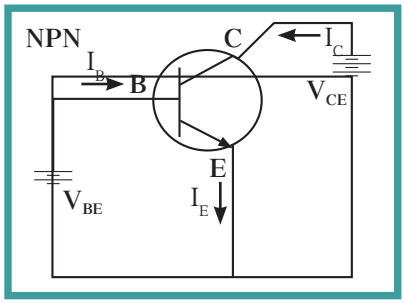
أوّلًا –



ثانيًا– عندما يصبح تيّار القاعدة $I_B = 0$ يؤدّي إلى توقُّف تيّار المجمّع والباعث.

ثالثًا– بين القاعدة والمجمّع انحياز عكسي، وبين القاعدة والباعث انحياز أمامي.

رابعًا–



في النوع NPN: $I_E = I_B + I_C$

- يتّجه I_C من المجمّع إلى القاعدة.
- يدخل I_B من القاعدة إلى الباعث.
- يخرج I_E من الباعث ليدخل المجمّع.

في النوع PNP:

- يخرج I_B من القاعدة باتّجاه الباعث في دائرة القاعدة–الباعث.
- يخرج I_C من المجمّع إلى الباعث.
- يدخل I من الباعث باتّجاه القاعدة.

خامسًا– $I_C = \beta I_B$ حيث β هي معامل التكبير

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{0.6}{120} = (5 \times 10^{-3})A$$

$I_E = I_B + I_C$ $\quad I_E = 0.6 + 5 \times 10^{-3} = (0.605)A$ $\quad I_E = I_C$ تقريبًا

سادسًا– في قاعدة NPN: الإلكترونات هي حاملة الشحنة الأقلّية.

إجابات أسئلة الوحدة

تحقق من فهمك

1. تغيُّر في المجال المغناطيسي 2. يتناسب طرديًّا مع مساحة لفّات الملفّ
3. (0)Wb 4. (0)N 5. (0.8)N 6. (0.05)N 7. (10)V
8. يساوي صفرًا 9. خواصّ دائرة مكثّف 10. خواصّ دائرة ملفّ

تحقق من معلوماتك

1. التيّار الكهربائي المولَّد في لفّة مغلقة لديه اتّجاه يولّد مجالًا مغناطيسيًّا يعاكس اتّجاه التغيُّر في التدفّق المولِّد للتيّار الكهربائي.
2. للتأكيد أنّ معظم خطوط المجال المغناطيسي المتولّدة في الملفّ الابتدائي تخترق الملفّ الثانوي.
3. القوّة الدافعة الكهربائية المولّدة في الملفّ تتناسب طرديًّا مع عدد اللفّات.
4. إنّ التيّار المتردّد في الملفّ الأوّلي يؤدّي إلى تدفّق مغناطيسي متغيّر. تنتشر خطوط المجال المغناطيسي عبر القلب الحديدي محدثة تغيُّرًا في التدفّق المغناطيسي في الملفّ الثانوي، ما يولّد قوّة دافعة كهربائية متردّدة على طرفيه.
5. في أثناء دوران المحرّك، يولّد تيّار عكسي يقلّل مقدار التيّار في الملفّ. وعند توقف المحرّك عن الدوران، يتوقف التيّار العكسي و يصبح مقدار التيّار المارّ في اللفّات أكبر ويؤدّي إلى رفع درجة حرارة المحرّك.
6. إنّ التيّار المستمرّ لا يسبّب تغيُّرًا في مقدار المجال المغناطيسي، وبالتالي لا يوجد أيّ تغيُّر في التدفق المغناطيسي وهذا لا يؤدّي إلى حثّ متبادل بين الملفّ الابتدائي والملفّ الثانوي.
7. ترفع المحوّلات الرافعة الجهد إلى مقادير مرتفعة،الأمر الذي يخفّض شدّة التيّار في أسلاك النقل فينخفض بالتالي تأثير جول الحراري وتنخفض خسارة الطاقة الكهربائية في الأسلاك.

تحقق من مهاراتك

1. **(أ)**

$$\Phi_1 = B.A.\cos(0) = 0.2 \times (\pi \times 0.1^2)\cos(0) = (6.28 \times 10^{-3})Wb$$

$$\Phi_2 = B.A.\cos(90) = (0)Wb$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = (-6.28 \times 10^{-3})Wb$$

(ب)

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = +\frac{6.28 \times 10^{-3}}{0.1} = (6.28 \times 10^{-2})V$$

2. (أ)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{500}{N_2} = \frac{220}{22} \Rightarrow N_2 = (50)\text{turns}$$

(ب) $i_2 = \frac{V_2}{R} = \frac{22}{2200} = (0.01)\text{A}$

(جـ) $P = V_2\, i_2 = 22 \times 0.01 = (0.22)\text{W}$

3. باستخدام معادلة قانون فاراداي : $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

وباستخدام معادلة التدفّق المغناطيسي الذي يخترق عددًا من اللفّات ، $\Phi = N.B.A.\cos\theta$ وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة ، حيث تساوي $\theta = 0$ نجد: $\varepsilon = -N.B.A\frac{d(\cos\pi)}{dt}$

- $0 < t < 2$

وبترتيب المعادلة نجد: $\varepsilon = -N.A\frac{dB}{dt}$ ولكن $\frac{dB}{dt} = \frac{0.3}{2}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد: $\varepsilon = -(100)(200 \times 10^{-4})(\frac{0.3}{2}) = -(0.3)\text{V}$

أما التيّار الحثّي فيُحسَب بالتعويض عن ε في قانون أوم: $i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{0.3}{10} = -(0.03)\text{A}$

تؤكد الإشارة السالبة أنّ اتّجاه التيّار الحثّي هو عكس الاتّجاه الاختيّاري الذي حدّدناه.

- $2 < t < 6$

وبترتيب المعادلة نجد: $\varepsilon = -N.A\frac{dB}{dt}$ ولكن $\frac{dB}{dt} = \frac{-0.3}{4}$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نجد:

$$\varepsilon = +(100)(200 \times 10^{-4})(\frac{0.3}{4}) = +(0.15)\text{V}$$

أما التيّار الحثي فيُحسَب بالتعويض عن ε في قانون أوم: $I = \frac{\varepsilon}{R} = +\frac{0.15}{10} = (0.015)\text{A}$

تؤكّد الاشارة الموجبة أن اتجاه التيار الحثي هو الاتجاه الموجب الاختياري الذي حددناه

4. $\tau = N \times F \times d = N \times (I.B.L.\sin(90)) \times d$

$$= N.I.B.A = 200 \times 4 \times 10^{-3} \times 0.1 \times 0.25^2 = (5 \times 10^{-3})\text{N.m}$$

5. (أ) إن الاتجاه الموجَب الاختيّاري المُعطى في المسألة ، يجعل لكّل من متّجه مساحة السطح والمجال المغناطيسي الاتّجاه نفسه أي $\cos\theta = 1$ باستخدام معادلة قانون فاراداي: $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

وباستخدام معادلة التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة الدائرة $\Phi = B.A.\cos\theta$ وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة نجد: $\varepsilon = -\frac{d(B.A.\cos\theta)}{dt}$ وبترتيب المعادلة نجد : $\varepsilon = -B\frac{dA}{dt}$

حيث إنّ $\frac{dA}{dt} = \frac{d[(l)(x_0 - x)]}{dt} = -\ell.v$

أي أنّ: $\varepsilon = +B.\ell.v$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد: $\varepsilon = +\ 0.6 \times 1 \times 4 = (2.4)V$

(ب) يُحسَب التيّار الحثّي بالتعويض عن ε في قانون أوم: $I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2.4}{5} = (+0.48)A$

(جـ) حركة السلك تقلّل من خطوط الحقل، ما يتطلّب، بحسب لنز، تولّد تيّار يولّد خطوط مجال له اتّجاه خطوط المجال، وبالتالي يكون اتّجاهه باتّجاه عقارب الساعة.

(د) يؤكّد الاتّجاه الموجَب أنّ اتّجاه التيّار هو الاتّجاه الموجَب الاختيّاري وهذا يتوافق مع قانون لنز.

(هـ) القوّة الكهرومغناطيسية: $F = I.B.\ell = 0.48 \times 0.6 \times 1 = (0.288)N$

(و) القدرة الميكانيكية: $P = F \times v = 0.288 \times 4 = (1.152)W$

(ز) القدرة الكهربائية: $P = \varepsilon \times I = 2.4 \times 0.48 = (1.152)W$ وهي تتساوى مع القدرة الميكانيكية بإهمال الاحتكاك.

6. باستخدام العلاقة : $F = I.L.B.\sin\theta$

$F = 1 \times 0.6 \times 0.8 \sin(60) = (0.42)N$

7. **(أ)** إنّ القوّة المغناطيسية $\vec{F}$ التي يؤثّر بها المجال المغناطيسي $\vec{B}$ على الشحنة q المتحرّكة بسرعة $\vec{v}$ تُحسَب بالعلاقة: $\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$ أمّا مقدارها فيُحسَب بالعلاقة: $F = q.v.B.\sin\theta$

$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^{7} \times 0.2 = (6.4 \times 10^{-13})N$

(ب) إنّ القوة الوحيدة المؤثّرة في البروتون بإهمال وزنه هي القوّة المغناطيسية العمودية على اتّجاه السرعة، وهذا يعني أنّ الشحنة تتحرّك على مسار دائري.

8. باستخدام العلاقة الرياضية: $\varepsilon = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = -\frac{M \times \Delta I}{\Delta t}$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$\varepsilon = -\frac{0.5 \times (+10)}{0.02} = (-250)V$$

9. **(أ)** باستخدام المعادلة $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$، وبالتعويض عن المقادير المعلومة:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{120 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6}}} = (325)Hz$$

(ب) $I = \frac{V_m}{R} = \frac{311}{50} = (6.22)A$

10. **(أ)** $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = (2)A$

(ب) $T = \frac{2\pi}{120\pi} = (0.0166)s$

(جـ) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.0166} = (60)Hz$

11. (أ) $V_{rms} = (220)V$

التردد $f = (\frac{200}{\pi})$ Hz اي ان $\omega = (400)\ \frac{rad}{s}$. ان المقاومة الكلية لدائرة التواي المؤلفة من الملف والمكثف والمقاومة الصرفة تحسب بالعلاقة:

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{c\omega})^2} = \sqrt{\left(100\times10^{-3}\times400 - \frac{1}{50\times10^{-6}\times400}\right)^2}$$

$$= \sqrt{40-50)^2} = (10)\Omega$$

(ب) $i_{rms} = \frac{V_{rms}}{z} = \frac{220}{10} = (22)A$

(جـ) $V_{rmsC} = \frac{I_{rms}}{C\omega} = \frac{10}{50 \times 10^{-6} \times 400} = (1100)V$

(د) $V_{rmsL} = i_{rms}\ L\omega = 22 \times 0.1 \times 400 = (880)V$

(هـ) في حالة الرنين الكهربائي: $LC\omega^2 = 1$

اي ان مقدار سعة المكثف تساوي: $C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{16 \times 10^{-3} \times 400} = (0.0625)mF$.

12. ان ممانعة الملف تساوي: $XL = L\omega$ وممانعة المكثف: $X_C = \frac{1}{C\omega}$

بما ان ممانعة المكثف مساوية للمانعة الملف الحثي نكتب: $X_C = X_L$

اي ان: $\frac{1}{C\omega} = L\omega \Leftarrow LC\omega^2 = 1$ وبالتالي:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.5 \times 14 \times 10^{-6}}} = (60.2)Hz$$

في حالة الرنين: $I_{rms} = \frac{100}{100} = (1)A$ $\qquad V_{rmsR} = I_{rms}R = 1 \times 100 = (100)V$

حيث ان الجهد وشدة التيار متفقي الطور

$$V_{rmsL} = I_{rms}\ L\omega = 1 \times 0.5 \times 2\pi \times 60.2 = (189)V$$

$$V_{rmsC} = \frac{I_{rms}}{C\omega} = \frac{1}{14 \times 10^{-6} \times 2\pi\ 60.2} = (188.8)V$$

الوَحدة الثالثة الإلكترونيات

إجابات مراجعة الدرس 1–1

أوّلًا– تُصنَّف الموادّ الصلبة، بحسب موصليتها للتيّار الكهربائي، إلى موادّ عازلة وموصّلة وشبه موصّلة.

ثانيًا– تتّحد الذرّات بواسطة الراوبط الكيميائية والتي تنتج عن التفاعل الكهربائي بين الإلكترونات المشتركة والنواة.

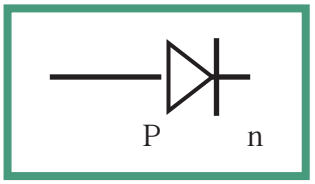
ثالثًا– إنّ ارتفاع عدد حاملات الشحنة يدلّ على موصلية المادّة.

رابعًا– عند ارتفاع درجة حرارة المادّة، تكتسب بعض الإلكترونات طاقة كافية لتقفز إلى نطاق التوصيل، ما يزيد من حاملات الشحنة في شبه الموصّل النقي. أمّا في أشباه الموصّلات المطعّمة فإنّ عدد حاملات الشحنة يساوي تقريبًا عدد ذرّات المادّة المانحة.

خامسًا– عندما تنخفض درجة الحرارة، يقلّ عدد الثقوب في نطاق التكافؤ وعدد الإلكترونات في نطاق التوصيل.

سادسًا– يعمل في الشكل **(ب)** لأنّ التيّار المارّ هو تيّار انحياز أمامي بينما لا يعمل في الأشكال الأخرى لأنّه انحياز عكسي.

سابعًا–



الوصلة الثنائية تتألف من شبه موصّل من النوع السالب موصول موصّل من النوع الموجَب.

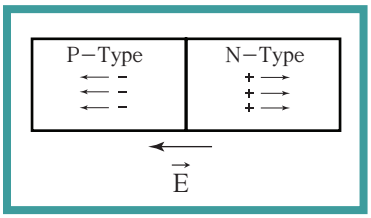
ثامنًا– شبه الموصّل المطعّم هو الذي أُضيفت إلى ذرّاته ذرّات تملك في مستويات الطاقة عددًا مختلفًا من الإلكترونات. وهو شبه موصّل من النوع السالب وشبه موصّل من النوع الموجَب.

تاسعًا– **(أ)** إنّ نشوء تيّار من الإلكترونات باتّجاه النوع الموجَب وتيّار معاكس للثقوب باتّجاه النوع السالب ينتج منطقة خالية من معاكس للثقوب باتّجاه النوع السالب ينتج منطقة خالية من الشحنة تسمّى منطقة التماس أو الاستنزاف (على جانبي خط بين البلورتين).

(ب) المجال الكهربائي يحسب بالعلاقة التالية: $E = \frac{V}{d} = \frac{0.6}{0.4 \times 10^{-3}} = (1500)V/m$

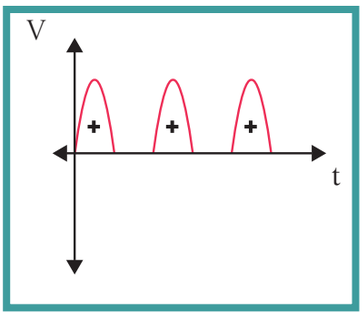
يتّجه من الجزء من النوع السالب إلى الجزء من النوع الموجَب.

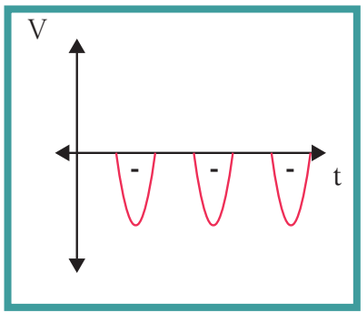
(جـ)



عاشرًا– في حالة الانحياز الأمامي، تندفع الإلكترونات الحرّة في النوع السالب والثقوب في النوع الموجَب باتّجاه خطّ التماس، ما يضيّق منطقة التماس (الاستنزاف) ويزيد موصلية شبه الموصّل. أمّا في حالة الانحياز العكسي، فيتّسع عرض منطقة الاستنزاف ولا يمكن مرور تيّار، وتتصرّف الوصلة الثنائية كمادّة عازلة.

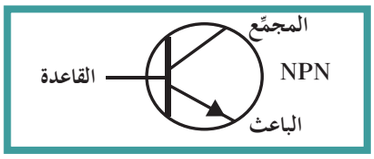
الحادي عشر– في الدائرة الموضّحة في الشكل (ب–84)، نحصل على شاشة راسم الذبذبات على نصف الموجة الموجَب. أمّا في دائرة الشكل (أ–84) فنحصل على شاشة راسم الذبذبات على نصف الموجة السالب.





إجابات أسئلة الدرس 2–1

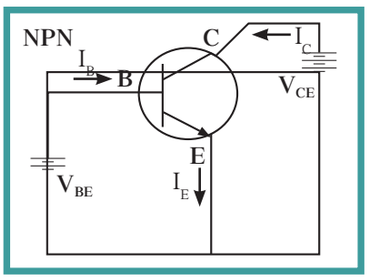
أوّلًا –



ثانيًا– عندما يصبح تيّار القاعدة $I_B = 0$ يؤدّي إلى توقُّف تيّار المجمِّع والباعث.

ثالثًا– بين القاعدة والمجمِّع انحياز عكسي، وبين القاعدة والباعث انحياز أمامي.

رابعًا–



$$I_E = I_B + I_C$$

في النوع NPN:

- يتّجه I_C من المجمّع إلى القاعدة.
- يدخل I_B من القاعدة إلى الباعث.
- يخرج I_E من الباعث ليدخل المجمّع.

في النوع PNP:

- يخرج I_B من القاعدة باتّجاه الباعث في دائرة القاعدة–الباعث.
- يخرج I_C من المجمّع إلى الباعث.
- يدخل I_E من الباعث باتّجاه القاعدة.

خامسًا– $I_C = \beta I_B$

حيث β هي معامل التكبير

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = \frac{0.6}{120} = (5 \times 10^{-3})A$$

$$I_E = I_B + I_C$$

$$I_E = 0.6 + 5 \times 10^{-3} = (0.605)A$$

تقريبًا $I_E = I_C$

سادسًا– في قاعدة NPN: الإلكترونات هي حاملة الشحنة الأقلّية.

إجابات أسئلة الوحدة

تحقق من فهمك

1. نطاق التكافؤ متّصلة بنطاق التوصيل لعدم وجود نطاق الطاقة المحظورة.
2. نطاق التوصيل أقرب إلى نطاق التكافؤ منه في الموادّ العازلة.
3. هي نتيجة انتقال شحنات سالبة من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.
4. مجموع عدد الثقوب قي نطاق التكافؤ وعدد الإلكترونات في نطاق التوصيل.

تحقق من معلوماتك

1. إنّ تطعيم أشباه الموصّلات يساهم في زيادة موصّلية المادّة شبه الموصّلة.
2. لأنّ المادّة التي تُستخدَم في التطعيم هي مادّة مانحة تعطي شبه الموصّل إلكترونًا حرًّا فيزيد عدد الإلكترونات على عدد الثقوب وتصبح الإلكترونات حاملات الشحنة الأكثرية بينما تصبح الثقوب حاملات الشحنة الأقلّية.
3. إنّ تطعيم شبه الموصّل بذرّات تملك إلكترونات عددها أقلّ من الذرّات في شبه الموصّل يؤدّي إلى قيام رابطة تساهمية ناقصة وتُسمّى مادّة التطعيم المادّة القابلة حيث تحدِث ثقبًا في مادّة شبه الموصّل.
4. عدد حاملات الشحنة في شبه الموصّل من النوع الموجَب يساوي مجموع كلّ من عدد ذرّات القابل وعدد حاملات الشحنة الأكثرية وعدد حاملات الشحنة الأقلّية. أي $N = N_a + n_i + p_i$
5. **(أ)** يتمّ التوصيل في حالة الانحياز الأمامي عند وصل قطب البطّارية الموجَب لجهة شبه الموصّل من النوع الموجَب والقطب السالب للبطّارية لجهة شبه الموصّل من النوع السالب.
   (ب) يكون المجال الكهربائي الناتج عن الجهد الكهربائي معاكسًا للمجال الكهربائي الداخلي في منطقة الاستنزاف، ما يتسبّب بتضييق منطقة الاستنزاف.
6. يتكوّن الترانزستور من النوع NPN في بلّورتين شبه موصّلتين من النوع السالب وبينهما بلّورة رقيقة من شبه الموصّل من النوع الموجَب وتسمّى القاعدة حيث تكون نسبة التطعيم في القاعدة أقلّ بكثير من نسبة التطعيم في البلّورتين الأخريين واللتين تُسمّيان الباعث والمجمِّع. أمّا الترانزستور من النوع PNP فيتكوّن من بلّورتين شبه موصّلتين من النوع الموجَب وبينهما بلّورة رقيقة جدًّا من النوع السالب وتسمّى القاعدة أيضًا، وهي كذلك قليلة التطعيم مقارنة بالباعث والمجمِّع.
7. يكون اتّجاه التيّار الكهربائي من القاعدة إلى الباعث في الترانزستور من النوع NPN ومن الباعث إلى القاعدة في الترانزستور من النوع PNP.

تحقق من مهاراتك

1. عدد حاملات الشحنة N:

$$N = n_i + p_i = 2.2 \times 10^{10} + 2.2 \times 10^{10}$$
$$= (4.4 \times 10^{10})/cm^3$$

2. **(أ)** عدد حاملات الشحنة N:

$$N = N_d + n_i + p_i = 5.2 \times 10^{18} + 2.2 \times 10^{13}$$
$$+ 2.2 \times 10^{13} = (5.2 \times 10^{18})/cm^3$$

(ب) العدد الكلّي لحاملات الشحنة يساوي تقريبًا عدد ذرّات المادّة المانحة.

(ج) إنّ نسبة التطعيم في شبه الموصّل هي التي تحدّد موصّلية شبه الموصّل للتيّار الكهربائي.

3. **(أ)** باستخدام العلاقة بين تيّار المجمّع وتيّار القاعدة:

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2 \times 10^{-3}}{30 \times 10^{-6}} = (66.67)$$

(ب)
$$I_E = I_C + I_B$$
$$I_E = 2 \times 10^{-3} + 30 \times 10^{-6} = (2.03 \times 10^{-3})A$$

4. **(أ)**
$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = (100)$$

$$I_C = 100\ I_B = (1000)mA = (1)A$$

وباستخدام العلاقة التالية نجد:

$$I_E = I_C + I_B = 1 + 0.01 = (1.01)A = (1010)mA$$

(ب)
$$\alpha = \frac{I_C}{I_E} = \frac{1000}{1010} = (0.99)$$

5.
$$I_E = I_C + I_B$$
$$\beta\, I_B + I_B = I_E$$
$$(\beta + 1)\, I_B = I_E$$

$I_B = \frac{I_E}{(\beta + 1)}$ ولكن $I_B = \frac{I_C}{\beta}$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد أنّ:

$$\frac{I_C}{\beta} = \frac{I_E}{(\beta + 1)}$$

أي أنّ
$$\frac{I_C}{\beta} = \frac{\beta}{(\beta + 1)}$$

وبما أنّ
$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

إجابات أسئلة الدرس 1–1

أوّلًا – أصغر كمّية طاقة يمكن أن يحملها ضوء له تردّد معيّن.

ثانيًا – تساوي طاقة الفوتون تردّده مضروبًا بثابت بلانك $E = h \times f$.

ثالثًا – تردّد الضوء الأحمر أصغر من تردّد الضوء الأزرق. طاقة الفوتون الأحمر هي إذًا أصغر من طاقة الفوتون الأزرق.

رابعًا – هو انبعاث إلكترونات من معدن معيّن عندما يتعرّض إلى ضوء له تردّد مناسب.

خامسًا – النموذج الجسيمي

سادسًا – لأنّ كلّ فوتون يمكن أن يحرّر إلكترونًا واحدًا إذا كانت طاقته تساوي دالة الشغل أو تفوقه.

فالضوء الأزرق الخافت يحمل عدد فوتونات أقلّ من الضوء الأحمر الساطع، لكنّ طاقة الفوتون للضوء الأزرق أكبر من طاقة الفوتون للضوء الأحمر. فالذي يحرّر الإلكترون هو طاقة الفوتون لا عدد الفوتونات.

سابعًا – نعم، لأنّ الضوء الساطع يملك عدد فوتونات أكبر، لذلك يكون عدد الإلكترونات المحرّرة أكبر.

ثامنًا –
$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{0.6 \times 10^{-6}} = (3.3 \times 10^{-19})\text{J}$$

تاسعًا – **(أ)**
$$E = E_1 - E_2 = -1.51 + 3.4$$
$$= (1.89)\text{ eV}$$

(ب)
$$E = h \times f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{E}{h} = \frac{1.89 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} = (4.58 \times 10^{14})\text{Hz}$$

عاشرًا – **(أ)**
$$E = h \times f$$
$$E = 6.6 \times 10^{-34} \times 1.5 \times 10^{15}$$
$$= (9.9 \times 10^{-19})\text{J}$$

(ب)
$$\Phi = h \times f_0$$
$$= 6.6 \times 10^{-34} \times 9.92 \times 10^{14}$$
$$= (6.55 \times 10^{-19})\text{J}$$

(جـ) $E > \Phi$ يستطيع إذًا الفوتون تحرير الإلكترون.

(د)
$$KE = E - \Phi = 9.9 \times 10^{-19} - 6.55 \times 10^{-19}$$
$$= (3.35 \times 10^{-19})\text{J}$$

إجابات أسئلة الدرس 2–1

أوّلًا – طاقة الربط النووية هي مقدار الطاقة التي نحتاج إليها لفصل جميع نيوكليونات النواة.

ثانيًا – $R = A^{\frac{1}{3}} r_0$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة، نحصل على:

$$R = (206)^{\frac{1}{3}} \times (1.2 \times 10^{-15}) = (7.087 \times 10^{-15})\text{m}$$

ثالثًا – لها العدد الذرّي نفسه والخواصّ الكيميائية نفسها وتختلف من حيث العدد الكتلي.

رابعًا – أنوية مستقرّة.

خامسًا – أنوية غير مستقرّة وتميل إلى الاندماج إذا ما هُيِّئَت ظروف مناسبة لذلك.

سادسًا – $E = m\,c^2 = 1 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = (9 \times 10^{13})\text{J}$

$$E = \frac{9 \times 10^{13}}{1.6 \times 10^{-13}} = (5.6 \times 10^{26})\text{MeV}$$

سابعًا –

$$E_b = \Delta m\,c^2 = [(Z\,m_p + N\,m_n) - m_X]\,c^2$$

$$= [(82 \times 1.00727 + 126 \times 1.00886) - 207.97664]\,c^2 \times (931.5\ \text{MeV}/c^2)$$

$$= (1616.95)\ \text{MeV}$$

أمّا طاقة الربط لكلّ نيوكليون فتساوي:

$$E_b/\text{nucleon} = \frac{E_b}{A} = \frac{1616.95}{206} = (7.85)\text{MeV/nucleon}$$

ثامنًا –

$$E_b = \Delta m\,c^2 = [(6 \times 1.00727 + 6 \times 1.00886)]\,c^2 \times (931.5\ \text{MeV}/c^2) - (11174.7\ \text{MeV}/c^2) \times c^2$$

$$= (93.45)\text{MeV}$$

$$E_b/\text{nucleon} = \frac{E_b}{A} = \frac{93.45}{12} = (7.79)\text{MeV/nucleon}$$

إجابات مراجعة الدرس 2–2

أوّلًا – أشعّة جامّا هي طاقة لا كتلة أو شحنة لها ولا تنحرف في المجال المغناطيسي، وأشعّة ألفا هي نواة موجَبة الشحنة تتألّف من بروتونين ونيوترونين وتنحرف في المجال المغناطيسي. أمّا أشعّة بيتا فهي إمّا سالبة وتُسمّى إلكترونًا إمّا موجَبة وتُسمّى بوزيترونًا، وكلاهما ينحرفان في المجال المغناطيسي.

ثانيًا – إشعاعات ألفا بطيئة نسبيًّا وقدرتها على الاختراق ضعيفة جدًّا، ولهذا يمكن إيقافها بورقة سميكة، وبيتا لها قدرة محدودة على الاختراق ويمكن إيقافها ببضع رقائق من الألمينيوم، أمّا جامّا فلها قدرة كبيرة جدًّا على الاختراق وتحتاج إلى درع ثقيل من الرصاص لإيقافها.

ثالثًا – سلسلة الانحلال الإشعاعي هي مجموعة العناصر المشعّة التي ينحّل أحدها ليعطي عنصرًا مشعًّا آخر إلى أن تنتهي بعنصر مستقرّ.

رابعًا – باستخدام العلاقة $E_i - E_f = \frac{hc}{\lambda}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

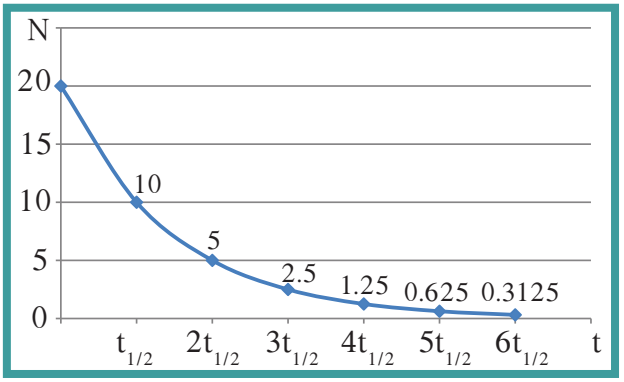
$$\lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{1.1 \times 10^{6} \times 1.6 \times 10^{-19}} = = (11.3 \times 10^{-13})\text{m}$$

خامسًا – (أ) $(20)\text{g} \rightarrow (10)\text{g} \rightarrow (5)\text{g} \rightarrow (2.5)\text{g}$

$\rightarrow (1.25)\text{g} \rightarrow (0.625)\text{g} \rightarrow (0.3125)$

إنّ مقدار الكتلة المتبقّية من عيّنة كتلتها (20)g بعد زمن يساوي ستة عمر النصف يساوي (0.3125)g.

(ب)



سادسًا –

$$m_0 \xrightarrow{T} \frac{m_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{m_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{m_0}{8}$$

$$3t_{1/2} = 36\text{hr}$$

إجابات مراجعة الدرس 2–3

أوّلًا – الانشطار النووي هو تفاعل نووي حيث تنقسم نواة ثقيلة غير مستقرّة بعد قذفها بجسيم (نيوترون) إلى نواتين أو أكثر أخفّ كتلة وأكثر استقرارًا ومترافقة مع إطلاق طاقة.

ثانيًا – الاندماج النووي هو اتّحاد نوى صغيرة لتكوّن نواة أكبر وتطلق طاقة محرّرة وجسيمات.

ثالثًا – التفاعل المتسلسل هو التفاعل الذي يؤدّي إلى انشطار جديد حيث تنتج عن كلّ انشطار جديد نيوترونات يمكنها إحداث المزيد من الانشطارات.

رابعًا – تُستخدَم قضبان الكادميوم للتحكّم بسرعة التفاعل المتسلسل، فهي تمتصّ بعض النيوترونات، وتبطئ عملية الانشطار وتبقيها ضمن معدّل يسمح بالتحكّم بها.

خامسًا – يُستخدَم النيوترون كقذيفة في التفاعلات النووية الانشطارية لأنّه جسيم لا شحنة له، فلا ينحرف في المجالات الكهربائية والمغناطيسية.

سادسًا – باستخدام قانون انحفاظ العدد الكتلي A والعدد الذرّي Z نكتب:

$${}^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{11}_{5}X$$

$${}^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{3}_{1}H + {}^{12}_{6}X$$

$${}^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \rightarrow {}^{1}_{1}H + {}^{14}_{6}X$$

سابعًا – اعتمادًا على مبدأ انحفاظ الطاقة، تُحسَب الطاقة المحرّرة من المعادلة: $E = \Delta m.c^2$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

$$E = [(235.04392 + 1.00866) - (93.9154 + 139.92164 + 2 \times 1.00866)] \times (931.5\ MeV/c^2) \times c^2$$

$$= 0.19822 \times 931.5 = (184.642)MeV$$

ثامنًا – (أ) باستخدام قانون انحفاظ العدد الكتلي والعدد الذرّي نكتب:

$$2\ {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$$

(ب) اعتمادًا على مبدأ انحفاظ الطاقة، تُحسَب الطاقة المحرّرة من المعادلة: $E = \Delta m.c^2$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

$$E = [(2 \times 2.0141) - (3.0162 + 1.0087)] \times (931.5\ MeV/c^2) \times c^2$$

$$= 3.3 \times 10^{-3} \times 931.5$$

$$= (3.07)MeV$$

إجابات أسئلة الفصل

تحقق من فهمك

1. تكون على شكل مضاعفات لكمّية غير قابلة للتجزئة.
2. $(1.23)eV$
3. $(2.47 \times 10^{15})Hz$
4. $(0.1)V$
5. $(10^{-34})m$
6. 238
7. الطاقة اللازمة لتدمير نواة العنصر وانتزاع مكوّناتها.
8. الماء الثقيل
9. العدد الكتلي لا يتغيّر والعدد الذرّي لا يتغيّر.

تحقق من معلوماتك

1. الأشعّة فوق البنفسجية لأنّ لها تردّدًا أكبر والطاقة تتناسب مع التردّد.
2. يعود سبب ذلك إلى صغر الطول الموجي، فالظاهرة الموجية للجسيمات يمكن رؤيتها مع الأطوال الموجية الكبيرة، لأنّ طولها الموجي صغير جدًّا.
3. الإلكترونات الأبطأ لها كمّية تحرّك أصغر وبالتالي طول موجة دي برولي أكبر.
4.

		Pu	Fe	Li
(أ)	عدد النيوترونات	145	30	3
	عدد البروتونات	94	26	3
(ب)	عدد الإلكترونات	94	26	3

5. $\frac{1}{8}$ من العيّنة يبقى في نهاية الأسبوع الثالث.
6. يزداد العدد الذرّي واحدًا أمّا العدد الكتلي فلا يتغيّر.
7. عندما تأخذ النواة النيوترون المطلق عليها بسرعة مناسبة تبدأ عملية الانشطار.
8. $^{222}_{86}X$ وهو الرادون $^{222}_{86}Rn$.
9. نتحدّث بشكل عامّ عن جامّا، لأنّ من السهل إيقاف إشعاع كلّ من بيتا وألفا.
10. أصغر، فإنّ جزءًا من الكتلة يتحوّل إلى طاقة ربط في أثناء تشكيل النواة.
11. كلّا، التأريخ بالكربون لا يُستعمَل إلّا للكائنات الحيّة التي تستهلك كربون 14 عندما تكون على قيد الحياة.

تحقق من مهاراتك

1. $R = A^{\frac{1}{3}} r_0$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على:

$$R = (195)^{\frac{1}{3}} \times 1.2 \times 10^{-15} = (6.96 \times 10^{-15})m$$

2. **(أ)** $R = A^{\frac{1}{3}} r^0$

$$R = (65)^{\frac{1}{3}} \times 1.2 \times 10^{-15} = (4.82 \times 10^{-15})m$$

(ب)
$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (4.82 \times 10^{-15})^3$$
$$= (4.68 \times 10^{-43})m^3$$

$$\rho = \frac{65 \times 1.7 \times 10^{-27}}{4.68 \times 10^{-43}} = (2.36 \times 10^{17})\text{kg/m}^3$$ **(جـ)**

3. $$\frac{1}{3} = \frac{R}{R_{Os}} = (\frac{A}{A_{Os}})^{1/3} = (\frac{A}{189})^{1/3}$$

$$\rightarrow A = \frac{189}{27} = 7$$

4. $$E = -2.6 + 3.8 = (1.2)\text{eV} = (1.92 \times 10^{-19})\text{J}$$

$$E = hf \rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{1.92 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} = (2.9 \times 10^{14})\text{Hz}$$

5. $$E = -0.85 + 13.6 = (12.75)\text{eV}$$ **(أ)**

$$f = \frac{E}{h} = \frac{12.75 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} = (3.09 \times 10^{15})\text{ Hz}$$ **(ب)**

6. $$E = (0.616 - 0.04) \times 1.6 \times 10^{-13}$$

$$E = (9.216 \times 10^{-14})\text{J}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E}$$

$$\lambda = (2.148 \times 10^{-12})\text{ m}$$

7. باستخدام معادلة كومبتون:

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = (\frac{h}{m_e \times c})(1 - \cos\theta)$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد:

$$\Delta\lambda = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 3 \times 10^{8}}(1 - \cos 30)$$

$$= (3.24 \times 10^{-13})\text{m}$$

$$\lambda = \Delta\lambda + \lambda_0 = 3.24 \times 10^{-13} + 0.3 \times 10^{-9}$$

$$= (0.3003)\text{nm}$$

8. $$\lambda = \frac{h}{mv} \rightarrow v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$v = \frac{6.61 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 14.56 \times 10^{-11}} = (4.98 \times 10^{6})\text{m/s}$$

9. $$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$\rightarrow m = \frac{h}{v\lambda}$$

$$m = \frac{6.61 \times 10^{-34}}{1.5 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{-19}} = (2.2 \times 10^{-9})\text{kg}$$

10. **أولًا** $f > f_0$ وهذا يعني أنّ الضوء الساقط قادر على انتزاع إلكترون من السطح المعدني.

ثانيًا (أ) $$E = hf = 6.6 \times 10^{-34} \times 2 \times 10^{15} = (1.32 \times 10^{-18})\text{J}$$

(ب) $$W_0 = 6.6 \times 10^{-34} \times 1.4 \times 10^{15} = (9.24 \times 10^{-19})\text{J}$$

(جـ) $$KE = E - W_0 = (3.96 \times 10^{-19})\text{J}$$

(د) $$KE = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow 3.96 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times v^2$$

$$v = (932.914 \times 10^{3})\text{m/s}$$

(هـ) $$KE = e \times V \rightarrow V = \frac{KE}{e} = (2.475)\text{V}$$

11. $$E_b = \Delta m\, c^2 = [(Z\, mp + N\, mn) - mX]\, c^2$$

$$2.8 = [(1 \times 1.00727 + 2 \times 1.00886) - m]$$

$$\times (931.5\ \text{MeV/c}^2) \times c^2$$

$$m = (3.02198)\text{a.m.u}$$

$$Eb = \Delta m\, c^2 = [(Z\, m_p + N\, m_n) - m_X]\, c^2 \quad .12$$
$$= (23 \times 1.00727 + 28 \times 1.00886) - 50.94396] \times$$
$$(931.5\,\text{MeV}/c^2) \times c^2$$

$$E_b = (439.04)\text{MeV}$$

$$\frac{E_b}{A} = (8.6)\text{MeV} :$$

$$80 \rightarrow 40 \rightarrow 20 \rightarrow 10 \rightarrow 5 \quad (0) \quad .13$$

$$t_{1/2} = \frac{8}{4} = (2)\text{h}$$

$$1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{16} \rightarrow \frac{1}{32} \quad (0) \quad .14$$

$$t = 5\, t_{1/2} \rightarrow t_{1/2} = \frac{20}{5} = (4)\text{h}$$

$$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + X\, {}^{4}_{2}\text{He} + Y\, {}^{0}_{-1}\text{e} \quad (0) \quad .15$$

$$238 = 206 + 4X \rightarrow X = (8)$$

$$92 = 82 + 2(8) - Y \rightarrow Y = (6)$$

$$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + 8\, {}^{4}_{2}\text{He} + 6\, {}^{0}_{-1}\text{e} + 6 \quad (\quad)$$

$$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{X}_{Y}\text{Th} + {}^{4}_{2}\text{He} \quad (0) \quad .16$$

$$X = 238 - 4 = (234)$$

$$Y = 92 - 2 = (90)$$

$$(E = (238.0508 - 234.0435 - 4.0026$$

$$\times 931.5 = (4.38)\text{MeV}$$

$$236 = 88 + 136 + X \rightarrow X = 12 \quad) \quad 17.$$

$$E = [(235.043925 + 1.008665) - (87.905625$$
$$+ 135.905625 + 12 \times 1.008665)] \times 931.5$$

$$= (127.95)\text{MeV}$$

(k)

(12) (n)