الفصل الأول

حل مراجعة الدرس 1-1

(الحث الكهرومغناطيسي)

أوّلًا – ما هو الحثّ الكهرومغناطيسي؟

إن ظاهرة توليد القوة الدافعة الكهربائية بالتأثير نتيجة تغير المجال المغناطيسي تسمى الحث الكهرومغناطيسي .

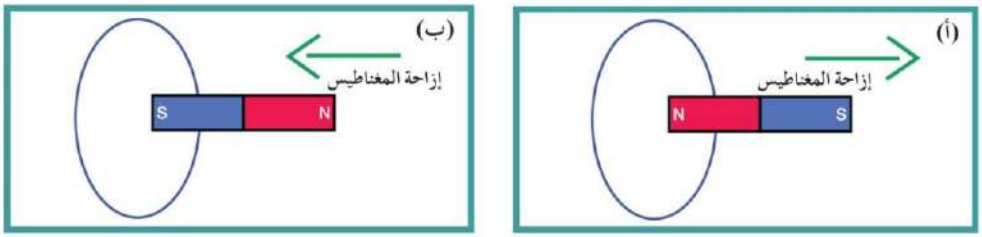
ثانيًا – كيف يمكن توليد قوّة دافعة كهربائية في ملّف باستخدام المغناطيس؟

تحريك المغناطيس أمام السلك أو داخل ملف .

ثالثًا – لماذا يصعب دفع مغناطيس في ملفّ طرفاه موصولين على مقاومة خارجية عندما تكون عدد لفّاته كبيرة؟

لأن الملف يصبح مغناطيسًا كهربائيا أقوى ويزيد من قوة التنافر .

رابعًا – إستخدم قانون لنز لتحدّد اتّجاه التيّار الحثّي في اللفّة في الحالات التالية:



(أ) يولد تيارا حثيا اتجاهه يجعل من سطح اللفة قطب N .

(ب) يولد تيارا حثّيا اتجاهه يجعل من سطح اللفة قطب S.

خامسًا – حلقة دائرية الشكل نصف قطرها (20)cm موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.5)T واتّجاهه يشكل مع متجه السطح، بحسب الاتجاه الموجب الاختياري، زاوية (120°).
احسب مقدار التدفّق المغناطيسي المخترق للسطح.

باستخدام معادلة التدفق المغناطيسي وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\emptyset = BA\cos\theta = 0.5(\pi \times 0.2^2)\cos 120 = (-31.4 \times 10^{-3})Wb$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

سادسًا – ملفّ مكّون من (100) لفّة حول أسطوانة فارغة مساحة قاعدتها $(0.5)\mathrm{m}^2$ يؤثّر عليه مجال مغناطيسي عمودي على مستوى اللفّات يتغيّر بحسب الرسم البياني في الشكل (13). أُحسب:

(أ) مقدار القوّة الدافعة الحثّية في الملفّ خلال المرحلتين:

$t \in [0, 2]$

$t > (2)\ s$

(ب) مقدار شدّة التيّار الحثّي في الملفّ خلال المرحلتين إذا كانت المقاومة في الدائرة المغلقة ثابتة وتساوي $R = (10)\Omega$.

باستخدام معادلة قانون فاراداي : $\varepsilon = -\frac{d\emptyset}{dt}$

وباستخدام معادلة التدفق المغناطيسي الذي يخترق عدد من اللفات $\emptyset = N\,B\,A\,\cos\theta$

وبالتعويض عن مقاديرها في المعادلة السابقة نجد :

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

و بترتيب 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 الاتجاه الموجب الاتجاه الذي يجعل لكل من $\vec{n}$ و $\vec{B}$ الاتجاه نفسه ، وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد : $\varepsilon = -(100)(0.5)(0.1)$

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

أما التيار الحثي فيحسب بالتعويض عن e في قانون أوم :

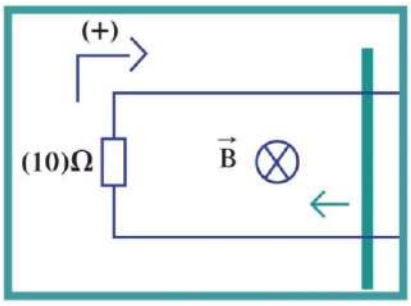
$$i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{5}{10} = (-0.5)A$$

تؤكد الإشارة السالبة أن اتجاه التيار الحثي معاكس للاتجاه الموجب الاختياري الذي حددناه عند $t < 2$ $\frac{dB}{dt} = 0$

وبالتالي إن مقدار القوة الدافعة الكهربائية والتيار يساوي 0.

مدرستي الكويتية
school-kw.com

سابعًا – يبيّن الشكل (14) سلكًا موصّلًا طوله (0.8)m يتحرّك على دائرة (دارة) مغلقة بمقاومة ثابتة $R = (10)\Omega$ من جهة واحدة موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوى السكّة مقداره (0.4)T ويمثَّل اتّجاهه بالعلامة (X)، أي إلى داخل الصفحة. سُحِب السلك نحو الجهة المغلقة بسرعة منتظمة تساوي (2)m/s. إنّ الاتّجاه الموجَب الاختيّاري مبيَّن في الشكل.



(أ) أُحسب مقدار القوّة الدافعة الكهربائية الحثّية.

(ب) أُحسب شدّة التيّار الكهربائي الحثّي.

(جـ) إستخدم قانون لنز لتبيّن اتّجاه التيّار.

(د) قارِن بين اتّجاه التيّار الذي توصّلت إليه من خلال قانون لنز وبيّن اتّجاهه باستخدام قانون فاراداي.

(أ) إن الاتجاه الموجب الاختياري المعطى في المسألة يجعل لكل من متجه مساحة السطح ومتجه المجال المغناطيسي الاتجاه نفسه أي $\cos\theta = 1$

باستخدام معادلة قانون فاراداي : $\varepsilon = -\frac{d\emptyset}{dt}$

وباستخدام معادلة التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة الدائرة $\emptyset = B\ A\ \cos\theta$

وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة نجد : $\varepsilon = \frac{-d\emptyset}{dt} = -\frac{d(B\ A\ \cos\theta)}{dt}$

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

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

أي أن : $\varepsilon = -B.\ell.v$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد : $\varepsilon = +0.4 \times 0.8 \times 2 = (0.64)V$ =

(ب) يحسب التيار الحثي بالتعويض عن e في قانون أوم :

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

(جـ) باستخدام قانون لنز للتيار الكهربائي الحثي الاتجاه الموجب هو المحدد .

(د) يؤكد الاتجاه الموجب أن اتجاه التيار هو الاتجاه الموجب الاختياري وهذا يتوافق مع قانون لنز .

مدرستي الكويتية
school-kw.com

حل مراجعة الدرس 1-2

(المولدات والمحركات الكهربائية)

أوّلًا – عرّف المولّد الكهربائي .

المولد الكهربائي جهاز يحول جزءا من الطاقة الميكانيكية التي تعمل على تدوير ملفه إلى طاقة كهربائية .

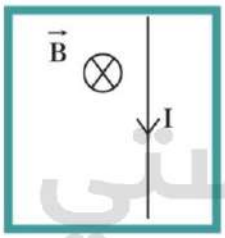
ثانيًا – ما الفرق بين المولّد الكهربائي والمحرّك الكهربائي من حيث عمل كلّ منهما؟

يحول المولد الكهربائي جزءا من الطاقة الميكانيكية أو الشغل إلى طاقة كهربائية ، بينما يحول المحرك الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى شغل .

ثالثًا – ما الذي يجعل استمرار دوران ملفّ المحرّك الكهربائي على الرغم من انعدام مرور التيّار الكهربائي في الملفّ نتيجة عدم ملامسة نصفي الدائرة للفرشاتين الموصّلتين للتيّار الكهربائي؟

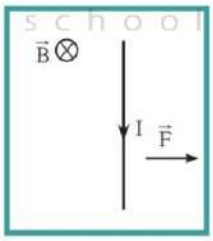
القصور الذاتي الدوراني للملف ، فعندما تكون محصلة العزوم المؤثرة على الملف مساوية لصفر ، يتابع الملف حركته بحركة دائرية منتظمة .

رابعًا – سلك مستقيم طوله (25)cm موضوع في مجال مغناطيسي مقداره (0.1)T ويسري فيه تيّار كهربائي مقداره $I = (0.2)A$.



(أ) أُحسب مقدار القوّة الكهرومغناطيسية المؤثّرة على السلك علمًا أنّ اتّجاه المجال المغناطيسي عمودي على اتّجاه سريان التيّار في السلك (شكل 30).

(ب) حدّد اتّجاه القوّة الكهرومغناطيسية المؤثّرة على السلك.



(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) يحدد اتجاه القوة باستخدام قاعدة اليد اليمنى كما هو موضح الشكل جانباً .

خامسًا – **(أ)** أُحسب القوّة المغناطيسية التي يؤثّر فيها مجال مغناطيسي شدّته (1)T عمودي على الورقة إلى الخارج على بروتون شحنته $q = (1.6 \times 10^{-19})C$ يتحرّك بسرعة أفقية متعامدة مع اتّجاه المجال المغناطيسي ومقدارها $(3 \times 10^{7})m/s$.

(ب) اِستنتج شكل مسار البروتون في المجال المغناطيسي بإهمال وزن البروتون.

(أ) إن القوة المغناطيسية $\vec{F}$ التي يؤثر فيها المجال المغناطيسي $\vec{B}$ على الشحنة q المتحركة بسرعة $\vec{v}$ تُحسب بالعلاقة : $\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$

أما مقدارها فيحسب 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) إن القوة الوحيدة المؤثرة على البروتون بإهمال وزنه هي القوة المغناطيسية العمودية على اتجاه السرعة ، وهذا يعني أن الشحنة تتحرك على مسار دائري

مدرستي الكويتية
school-kw.com

سادسًا – مولّد تيّار متردّد يتألّف من ملفّ مصنوع من (200) لفّة تساوي مساحة كلّ لفّة $A = (0.001)m^2$ ومقاومته $(10)\Omega$ موضوع ليدور حول محور بحركة دائرية منتظمة وبتردّد $f = (60)Hz$ داخل مجال مغناطيسي منتظم شدّته (5)T، علمًا أنّ في لحظة صفر كانت الإزاحة الزاوية $\theta_0 = (0)rad$، أي أنّ خطوط المجال لها اتّجاه متّجه مساحة مستوى اللفّات.

(أ) إستخدم قانون فاراداي لتجد القوّة الدافعة الكهربائية في أيّ لحظة من دوران الملفّ.

(ب) أُكتب الصيغة الرياضية للتيّار الحثّي بدلالة الزمن.

(جـ) أُحسب مقدار القيمة العظمى للقوّة الدافعة الكهربائية المتولّدة.

(د) أُحسب مقدار القيمة العظمى للتيّار الحثّي المتولّد.

(أ) باستخدام قانون فاراداي وبالتعويض عن التدفق المغناطيسي :

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

وبما أن حركة الملف هي حركة دائرية منتظمة فالإزاحة الزاويّة هي : $\theta = \omega t + \theta_0$

وبتطبيق الشرط الابتدائي في لحظة $t = 0$ تساوي $\theta_0 = (0)rad$ نجد أنّ :

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة : $\varepsilon = 200 \times 5 \times 0.001 \times (2\pi)(60)\sin(120\pi t)$

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

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

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

$$i_{max} = (12\pi)A$$ (د)

سابعًا – ملفّ محرّك كهربائي مستطيل الشكل مكوّن من (200) لفة مساحة كلّ لفّة $(4)cm^2$ موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدّته (0.1)T. أُحسب مقدار عزم الازدواج على الملفّ إذا مرّ فيه تيّار شدّته (2)mA، علمًا أنّ اتّجاه المجال يصنع زاوية تساوي $90°$ مع العمود المقام على مستوى الملفّ.

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

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

مدرستي الكويتية
school-kw.com

حل مراجعة الدرس 1-3

(المحوّلات الكهربائية)

أوّلًا – كيف تنتقل القوّة الدافعة الكهربائية من الملفّ الابتدائي إلى الملفّ الثانوي من دون أيّ تلامس بينهما؟

من خلال ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي وذلك بتغير المجال المغناطيسي .

ثانيًا – عرِّف الحثّ المتبادَل بين ملفّين.

الحث المتبادل هو التأثير الكهرومغناطيسي الذي يحدث بين ملفين متجاورين أو متداخلين ، بحيث يؤدي التغير في شدة التيار المار في الملف الابتدائي إلى تولد قوة دافعة كهربائية في دائرة الملف الثانوي الذي يعمل على مقاومة هذا التغيير .

ثالثًا – عرِّف المحوّل الكهربائي المثالي.

المحول الذي لا يسبب أي خسارة في القدرة بين الملفين يسمى المحول المثالي .

رابعًا – لماذا تقوم النواة الحديدية الملفوف حولها الملفّان الابتدائي والثانوي، والتي تربط بينهما في المحوّل الكهربائي، بزيادة الحثّ الكهرومغناطيسي؟

تنظم خطوط المجال المغناطيسي وتزيدها .

خامسًا – اِشرح كيف تؤثّر نسبة عدد اللفّات بين الملفّ الابتدائي والملفّ الثانوي في نوع المحوّل الكهربائي.

في حال $N_2 > N_1$ تكون $V_2 > V_1$ ويسمى المحول " محولًا رافعا للجهد " ،

وفي حال ، $N_2 < N_1$ تكون $V_2 < V_1$ ويسمى المحول " محولًا خافضا للجهد " .

سادسًا – يتطلّب نقل القدرة مسافات طويلة رفع الجهد إلى مقدار عالٍ جدًّا. اِشرح السبب في ذلك.

رفع الجهد يقلل شدة التيار ، وبالتالي يقلل فقدان الطاقة في الأسلاك الناقلة .

سابعًا – محوّل كهربائي عدد لفّات ملفّه الثانوي عشرة أضعاف عدد لفّات ملفّه الابتدائي. أُحسب القوّة الدافعة الكهربائية المستحثّة في الملفّ الثانوي إذا كانت القوّة الدافعة الكهربائية في ملفّه الابتدائي تساوي (6)V.

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

$$\Rightarrow \quad \frac{10N_1}{N_1} = \frac{V_2}{6}$$

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

مدرستي الكويتية
school-kw.com

ثامنًا – أُحسب القوّة الدافعة الكهربائية الناتجة عن الحثّ المتبادَل بين ملفّين إذا تغيَّر التيّار الكهربائي في الملفّ الابتدائي من (5)A إلى (15)A خلال (0.05)s ، علمًا أنّ معامل الحثّ المتبادَل يساوي (1.4)H .

باستخدام العلاقة الرياضية :

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\varepsilon = -\frac{1.4 \times 10}{0.5} = (-280)V$$

تاسعًا – محوّل يتألّف ملفّه الابتدائي من (800) لفّة وملفّه الثانوي من (2400) لفّة. تمّ وصل ملفّه الثانوي إلى مقاومة $R = (10)\Omega$. أُحسب:

(أ) مقدار التيّار الكهربائي في ملفّه الثانوي، علمًا أنّ مقدار الجهد على ملفّه الثانوي يساوي (2200)V .

(ب) القدرة الكهربائية على الملفّ الثانوي.

(جـ) القدرة الكهربائية على ملفّه الابتدائي، علمًا أنّ كفاءة المحوّل تساوي 95% .

(د) مقدار التيّار الكهربائي في ملفّه الابتدائي.

مدرستي الكويتية
school-kw.com

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

(د) $509474 = V_1 i_1$

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

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

$$V_1 = (733.33)V$$

$$i_1 = \frac{509474}{733.33} = (694.74)A$$

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام الإجابة الأنسب في كلّ ممّا يلي:

1. تتولّد القوّة الدافعة الكهربائية بالتأثير في ملفّ نتيجة:
   - ☐ تدفّق مغناطيسي منتظم في اللفّات.
   - ☑ تغيُّر في المجال المغناطيسي المؤثّر على الملفّ.
   - ☐ اختراق خطوط مجال مغناطيسي منتظم لفّات الملفّ.
   - ☐ مرور خطوط مجال مغناطيسي منتظم موازية لمحور الملفّ.
2. إنّ التدفّق المغناطيسي في ملفّ:
   - ☐ يتناسب طرديًّا مع المجال الكهربائي.
   - ☑ يتناسب طرديًّا مع مساحة لفّات الملفّ.
   - ☐ يتناسب عكسيًّا مع مساحة لفّات الملفّ.
   - ☐ يتناسب عكسيًّا مع المجال الكهربائي.
3. إنّ التدفّق المغناطيسي في ملفّ مؤلّف من (100) لفّة مساحة كلّ منها $(0.01)m^2$ موضوعة في مجال مغناطيسي $(0.1)T$ خطوطه موازية لمستوى اللفّات يساوي:
   - ☐ $(0.1)Wb$
   - ☑ $(0)Wb$
   - ☐ $(1)Wb$
   - ☐ $(3.14)Wb$
4. إنّ القوّة المغناطيسية المؤثّرة على شحنة مقدارها $(2)C$ تتحرّك بسرعة منتظمة $(2)m/s$ باتّجاه يوازي خطوط المجال المغناطيسي شدّته $(0.2)T$ تساوي:
   - ☑ $(0)N$
   - ☐ $(0.4)N$
   - ☐ $(0.8)N$
   - ☐ $(4)N$
5. إنّ القوّة المغناطيسية المؤثّرة على شحنة مقدارها $(2)C$ تتحرّك بسرعة منتظمة $(2)m/s$ باتّجاه عمودي على خطوط مجال مغناطيسي شدّته $(0.2)T$ تساوي:
   - ☐ $(0)N$
   - ☐ $(0.4)N$
   - ☑ $(0.8)N$
   - ☐ $(4)N$
6. إنّ القوّة الكهرومغناطيسية المؤثّرة في سلك مستقيم طوله $(0.5)m$، يسري فيه تيّار مستمرّ $(1)A$ وموضوع في مجال مغناطيسي يصنع زاوية $(90°)$ مع السلك ومقداره $(0.1)T$ تساوي:
   - ☑ $(0.05)N$
   - ☐ $(0)N$
   - ☐ $(5)N$
   - ☐ $(0.5)N$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

7. محوّل كهربائي مثالي يزوّد جهازًا بجهد مقداره V(50)، ملفّه الابتدائي مؤلّف من (100) لفّة وملفّه الثانوي من (500) لفّة. إنّ جهد المدخل على المحوّل يساوي:
- ☑ (10)V
- ☐ (250)V
- ☐ (0.1)V
- ☐ (25)V

8. إنّ فرق الطور بين شدّة التيّار المتردّد وفرق الجهد للمصدر في دائرة مكوّنة من مقاومتين أوميّتين على التوالي:
- ☑ يساوي صفرًا.
- ☐ فرق الجهد للمصدر يسبق التيّار بزاوية (°90).
- ☐ التيّار يسبق الجهد بزاوية (°90).
- ☐ التيّار يسبق الجهد بزاوية أصغر من (°90).

9. دائرة تيّار متردّد مؤلّفة من مقاومة أوميّة وملفّ ومكثّف، متّصلة معًا على التوالي. إذا كان التيّار يتقدّم على الجهد فإنّ لهذه الدائرة:
- ☐ خواصّ دائرة الملفّ.
- ☑ خواصّ دائرة مكثّف.
- ☐ خواصّ دائرة مقاومة.
- ☐ خواصّ متغيّرة تحدَّد تجريبيًّا.

10. دائرة تيّار متردّد مؤلّفة من مقاومة أوميّة وملفّ ومكثّف، متّصلة معًا على التوالي. إذا كان الجهد يتقدّم على التيّار الكهربائي في الدائرة فإنّ لهذه الدائرة:
- ☑ خواصّ دائرة ملفّ.
- ☐ خواصّ دائرة مكثّف.
- ☐ خواصّ دائرة مقاومة.
- ☐ خواصّ متغيّرة تحدَّد تجريبيًّا.

مدرستي الكويتية school-kw.com

تحقق من معلوماتك

1. أذكر نصّ قانون لنز حول اتّجاه التيّار الحثّي في لفّة مغلقة.

التيار الكهربائي المولد في لفة مغلقة لديه اتجاه يولد مجالا مغناطيسيا يعاكس اتجاه التغير في التدفق المولد للتيار الكهربائي .

2. ما أهمّية أن يتمّ لفّ الملفّ الابتدائي والثانوي للمحوّل الكهربائي على قطعة الحديد نفسها؟

للتأكيد أن معظم خطوط المجال المغناطيسي المتولدة في الملف الابتدائي تخترق الملف الثانوي .

3. ما العلاقة بين القوّة الدافعة الكهربائية المولّدة في ملفّ بالتأثير وعدد لفّات الملفّ؟

القوة الدافعة الكهربائية المولدة في الملف تتناسب عدد اللفات طرديا

4. إشرح باختصار طريقة عمل المحوّل الكهربائي.

إن التيار المتردد في الملف الأولي يؤدي إلى تدفق مغناطيسي متغير . تنتشر خطوط المجال المغناطيسي عبر القلب الحديدي محدثة تغيرا في التدفق المغناطيسي في الملف الثانوي ، ما يولد قوة دافعة كهربائية مترددة على طرفيه .

5. عند توقيف محرّك جهاز عن الدوران بطريقة قسرية نلاحظ ارتفاع درجة حرارته نتيجة ارتفاع شدّة التيّار في ملفّه. فسّر سبب زيادة شدّة التيّار في ملفّه.

في أثناء دوران المحرك ، يولد تيار عكسي يقلل مقدار التيار في الملف . وعند توقف المحرك عن الدوران ، يتوقف التيار العكسي و يصبح مقدار التيار المار في اللفات أكبر ويؤدي إلى رفع درجة حرارة المحرك .

6. إشرح سبب عدم إمكانية استخدام المحوّلات لرفع الجهد للتيّار المستمرّ أو خفضه.

إن التيار المستمر لا يسبب تغيرا في مقدار المجال المغناطيسي ، وبالتالي لا يوجد أي تغير في التدفق المغناطيسي وهذا لا يؤدي إلى حث متبادل بين الملف الابتدائي والملف الثانوي .

7. إشرح كيف تساهم المحوّلات الكهربائية بخفض الخسارة في الطاقة الكهربائية أثناء نقلها من معامل التوليد إلى المستهلكين.

ترفع المحولات الرافعة الجهد إلى مقادير مرتفعة ، الأمر الذي يخفض شدة التيار في أسلاك النقل فينخفض بالتالي تأثير جول الحراري وتنخفض خسارة الطاقة الكهربائية في الأسلاك .

تحقق من مهاراتك

1. حلقة دائرية الشكل نصف قطرها (10)cm موضوعة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.2) T عمودي على مستواها.

(أ) أُحسب التغيّر في مقدار التدفّق المغناطيسي في حال دوران مستوى اللفّة بزاوية (90°) مع خطوط المجال المخترق للسطح.

(ب) إنّ دوران مستوى اللفّة احتاج إلى (0.1)s. أُحسب القوّة الدافعة الكهربائية الناتجة عن دوران مستوى اللفّة.

مدرستي الكويتية
schoolkw.com

(أ) $\emptyset_1 = B.A.\cos(0) = 0.2 \times (\pi \times 0.1^2)\cos(0) = (6.28 \times 10^{-3})Wb$

$\emptyset_2 = B.A.\cos(90) = (0)Wb$

(ب) $\varepsilon = -\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} = +\frac{6.28\times10^{-3}}{0.1} = (6.28 \times 10^{-2})\,V$

2. إنّ جهاز تشغيل الأقراص المدمَجة يحتاج إلى (22)V ليعمل. ولتشغيل الجهاز على مصدر جهد المنزل والذي يساوي (220)V، يُستخدَم محوّل كهربائي مثالي عدد لفّات ملفّه الابتدائي (500) لفّة وعدد لفّات ملفّه الثانوي N. أُحسب:

(أ) عدد لفّات الملفّ الثانوي N.

(ب) شدّة التيّار في مقاومة أومّية $R = (2200)\Omega$ في الملفّ الثانوي.

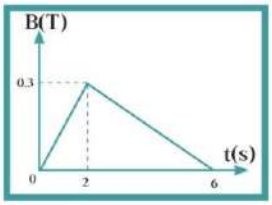
(جـ) القدرة الكهربائية التي يستهلكها جهاز تشغيل الأقراص المدمَجة.

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

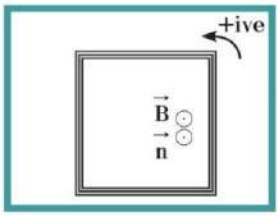
(ب) $i_2 = \frac{V_2}{R} = \frac{22}{2200} = (0.01)A$

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

3. ملفّ مستطيل الشكل مؤلّف من (100) لفّة مساحة كلّ لفّة $(200)cm^2$ موضوع في مجال مغناطيسي عمودي على مستوى اللفّات يتغيّر بحسب الرسم البياني في الشكل (60 – أ).
إستخدم الاتّجاه الموجَب بعكس عقارب الساعة في الشكل (60 – ب).



(شكل 60– أ)



(شكل 60– ب)

أُحسب:

(أ) مقدار القوّة الدافعة الحثّية في الملفّ في كلّ مرحلة.

(ب) مقدار شدّة التيّار الحثّي في الملفّ في كلّ مرحلة إذا كانت المقاومة في الدائرة المغلقة ثابتة وتساوي $R = (10)\Omega$.

باستخدام معادلة قانون فاراداي : $\varepsilon = -\frac{\Delta \emptyset}{\Delta t}$

وباستخدام معادلة التدفق المغناطيسي الذي يخترق عددا من اللفات $\emptyset = N.B.A\cos\theta$

وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة ، حيث $\theta = 0$ نجد :

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

$0 < t < 2$

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد : $\varepsilon = -(100)(200\times10^{-4})\left(\frac{0.3}{2}\right) = -(0.3)V$

أما التيار الحثي فيحسب بالتعويض عن ε في قانون أوم :

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = -\frac{0.3}{10} = -(0.03)A$$

تؤكد الإشارة السالبة أن اتجاه التيار الحثي هو عكس الاتجاه الإختياري الذي حددناه.

$2 < t < 6$

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد : $\varepsilon = +(100)(200\times10^{-4})\left(\frac{0.3}{4}\right) = +(0.15)V$

أما التيار الحثي فيحسب بالتعويض عن ε في قانون أوم :

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = +\frac{0.15}{10} = +(0.015)A$$

تؤكد الإشارة الموجبة أن اتجاه التيار الحثي هو الاتجاه الموجب الاختياري الذي حددناه .

4. ملفّ محرّك كهربائي مربّع الشكل طول ضلعه (25)cm ومؤلّف من (200) لفّة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم شدّته (0.1)T. أُحسب مقدار عزم الازدواج على الملفّ إذا مرّ فيه تيّار شدّته (4)mA علمًا أنّ اتّجاه المجال يصنع زاوية تساوي (90°) مع العمود المقام على مستوى الملفّ.

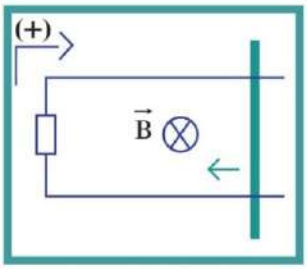
$$\tau = N\times F\times d = N\times(I.B.L.\sin(90))\times d$$

$$= N.I.B.A = 200\times4\times10^{-3}\times0.1\times0.25^2$$

$$= (5\times10^{-3})N.m$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

5. يبيّن الشكل (61) سلكًا موصّلًا طوله (1)m يتحرّك على دائرة مغلقة بمقاومة ثابتة $R = (5)\Omega$ من جهة واحدة، تتعرّض لمجال مغناطيسي منتظم عمودي على مستوى السكّة مقداره (0.6)T، ويمثّل اتّجاهه بالعلامة (X) أي إلى داخل الصفحة. سُحب السلك نحو الجهة المغلقة بسرعة منتظمة تساوي (4)m/s. إنّ الاتّجاه الموجَب الاختيّاري مبيّن في الشكل.



(شكل 61)

(أ) أُحسب مقدار القوّة الدافعة الكهربائية الحثّية.

(ب) أُحسب شدّة التيّار الكهربائي الحثّي.

(جـ) إستخدم قانون لنز لتبيّن اتّجاه التيّار.

(د) قارِن اتّجاه التيّار بما توصّلت إليه باستخدام قانون فاراداي.

(هـ) أُحسب القوّة الكهرومغناطيسية المولّدة في السلك نتيجة مرور التيّار الحثّي.

(و) إستنتج القدرة الميكانيكية للقوّة الكهرومغناطيسية.

(ز) قارِن مقدار القدرة الميكانيكية للقوّة الكهرومغناطيسية والقدرة الكهربائية المولّدة من حركة السلك.

(أ) إن الاتجاه الموجب الاختياري المعطى في المسألة ، يجعل لكل من متجه مساحة السطح والمجال المغناطيسي الاتجاه نفسه أي $\cos\theta = 1$

باستخدام معادلة قانون فاراداي : $\varepsilon = -\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t}$

وباستخدام معادلة التدفق المغناطيسي الذي يخترق مساحة الدائرة $\emptyset = B.A\cos\theta$

وبالتعويض عنها في المعادلة السابقة نجد :

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

و بترتيب المعادلة نجد: $\frac{dB}{dt} = \frac{0.3}{2}$

حيث ان $\frac{dA}{dt} = \frac{d[(1)(x_0 - x)]}{dt} = -\iota.v$

أي ان : $\varepsilon = +B.\iota.v$

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

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

(جـ) حركة السلك تقلل من خطوط الحقل ، ما يتطلب ، بحسب لنز ، تولد تيار يولد خطوط مجال له اتجاه خطوط المجال ، وبالتالي يكون اتجاهه باتجاه عقارب الساعة .

(د) يؤكد الاتجاه الموجب أن اتجاه التيار هو الاتجاه الموجب الاختياري وهذا يتوافق مع قانون لنز .

(هـ) القوة الكهرومغناطيسية :

$F = I.B.\iota = 0.48 \times 0.6 \times 1 = (0.288)\ N$

(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 .

مدرستي الكويتية
school-kw.com

6. سلك مستقيم طوله (80)cm موضوع في مجال مغناطيسي مقداره (0.6)T ويسري فيه تيّار كهربائي مقداره $i = (1)A$.
أُحسب مقدار القوّة الكهرومغناطيسية المؤثّرة في السلك علمًا أنّ اتّجاه خطوط المجال المغناطيسي تصنع زاوية (60°) على اتّجاه سريان التيّار في السلك.

باستخدام العلاقة :

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

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

7. **(أ)** أُحسب القوّة المغناطيسية التي يؤثّر فيها مجال مغناطيسي شدّته (0.2)T، عمودي على الورقة إلى الخارج، على بروتون شحنته $q = (1.6 \times 10^{-19})C$ يتحرّك بسرعة أفقية متعامدة مع اتّجاه المجال المغناطيسي ومقدارها $(2 \times 10^{7})m/s$.
(ب) صِف شكل مسار البروتون في المجال المغناطيسي بإهمال وزن البروتون.

(أ) إن القوة المغناطيسية $\vec{F}$ التي يؤثر بها المجال المغناطيسي $\vec{B}$ على الشحنة q المتحركة بسرعة $\vec{v}$ تُحسب بالعلاقة : $\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$

أما مقدارها فيحسب 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) إن القوة الوحيدة المؤثرة في البروتون بإهمال وزنه القوة المغناطيسية العمودية على اتجاه السرعة ، وهذا أن الشحنة تتحرك على مسار دائري .

8. يتغيّر التيّار الكهربائي في الملفّ الابتدائي لمحوّل كهربائي من (10)A إلى (20)A خلال (0.02)s.
أُحسب القوّة الدافعة الكهربائية الناتجة عن الحثّ المتبادَل بين ملفّي المحوّل علمًا أنّ معامل الحثّ المتبادَل يساوي (0.5)H.

مدرستي الكويتية
school-kw.com

باستخدام العلاقة الرياضية :

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\emptyset}{\Delta t} = -\frac{M \times \Delta I}{\Delta t}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

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

9. دائرة توالي مؤلّفة من مكثّف $C = (2)\mu F$ وملفّ تأثيري نقي له معامل حثّ ذاتي $L = (120)mH$ ومقاومة $R = (50)\Omega$ متّصلة بمصدر جهد متردّد يمكن تعديل تردّده والقيمة العظمى للجهد (311)V. أُحسب:
(أ) مقدار تردّد الرنين التي إذا ما استُعمِلت لمصدر الجهد نحصل على حالة رنين كهربائي في الدائرة.
(ب) القيمة العظمى لشدة التيار.

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

مدرستي الكويتية

10. تيّار متردّد يتمثّل بمعادلة الشدّة اللحظية للتيار التالية: $i(t) = 2\sqrt{2}\sin(120\pi t)$. أُحسب:

(أ) مقدار الشدّة الفعّالة للتيّار.

(ب) الزمن الدوري للتيّار المتردّد.

(جـ) تردّد التيّار.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = (2)A \quad (أ)$$

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

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

11. دائرة تيّار متردّد تتكوّن من مصدر تيّار متردّد جهده الفعّال (220)V وتردّده $(200/\pi)$ Hz يتّصل على التوالي بمكثّف سعته (50)μF وملفّ حثّي نقي معامل تأثيره الذاتي (100)mH، أُحسب:

(أ) المقاومة الكلّية للدائرة.

(ب) شدّة التيّار الفعالة المارّة بالدائرة.

(جـ) فرق الجهد الفعّال بين لوحي المكثّف.

(د) كم تساوي سعة المكثّف الذي يوضع بدلًا من المكثف الأول والذي يجعل الدائرة في حالة رنين مع التيّار المتردّد المغذّي لها.

$$V_{ms} = (220)V \quad (أ)$$

التردد $f = \left(\frac{200}{\pi}\right)Hz$ أي أن $\omega = (400)\frac{rad}{s}$

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

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{c\omega}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(100 \times 10^{-3} \times 400 - \frac{1}{50 \times 10^{-6} \times 400}\right)^2}$$

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

$$I_{ms} = \frac{V_{ms}}{z} = \frac{220}{10} = (22)A \quad (ب)$$

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

$$V_{msL} = I_{ms}\ L\omega = 22 \times 0.1 \times 400 = (880)V \quad (د)$$

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

اي ان مقدار سعة المكثف تساوي :

$$C = \frac{1}{L\omega^2} = \frac{1}{16 \times 10^{-3} \times 400} = (0.0625)mF$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

12. دائرة تيّار متردّد تتكوّن من مقاومة صرفة مقدارها $\Omega(100)$ وملفّ حثّي نقي معامل تأثيره الذاتي $H(0.5)$ ومكثّف سعته $\mu F(14)$ ومصدر تيّار متردّد جهده الفعّال ثابت ويساوي $V(100)$ ويمكن التحكّم في (تغيير) تردّده ، أُحسب:

(أ) تردّد التيّار لكي تصبح ممانعة المكثّف مساوية لممانعة الملفّ الحثّي.

(ب) شدّة التيّار الفعالة في الدائرة وفرق الجهد الفعال بين كلّ عنصر من عناصرها الثلاث في حالة الرنين.

(أ) ان ممانعة الملف تساوي : $X_L = L\omega$

وممانعة المكثف تساوي : : $X_c = \frac{1}{C\omega}$

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

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

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

(ب) في حالة الرنين $I_{ms} = \frac{100}{100} = (1)A$

$V_{msR} = I_{ms}\ R = 1 \times 100 = (100)V$

حيث ان الجهد وشدة التيار متفقي الطور

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

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

مدرستي الكويتية
school-kw.com

حل مراجعة الدرس 1-1

(الوصلة الثنائية)

أوّلًا – صنِّف الموادّ الصلبة من حيث الموصلية الكهربائية.

تصنف المواد الصلبة ، بحسب موصليتها للتيار الكهربائي ، إلى مواد عازلة وموصلة وشبه موصلة .

ثانيًا – كيف تتّحد الذرّات لتشكّل بلّورة صلبة؟

تتحد الذرات بواسطة الروابط الكيميائية والتي تنتج عن التفاعل الكهربائي بين الإلكترونات المشتركة والنواة

ثالثًا – ما علاقة حاملات الشحنة بالموصلية الكهربائية؟

إن ارتفاع عدد حاملات الشحنة يدل على موصلية المادة .

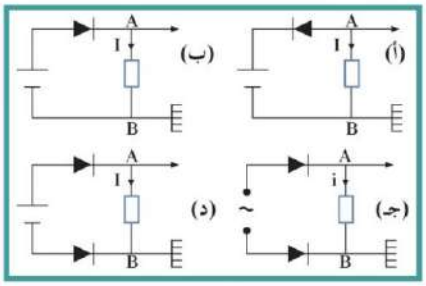
رابعًا – ما الذي يحدّد كمّية حاملات الشحنة في نوع ما من البلّورات عند حرارة معيّنة؟

عند ارتفاع درجة حرارة المادة ، تكتسب بعض الإلكترونات طاقة كافية لتقفز إلى نطاق التوصيل ، ما يزيد من حاملات الشحنة في شبه الموصل النقي . أما في أشباه الموصلات المطعمة فإن عدد حاملات الشحنة يساوي تقريبا عدد ذرات المادة المانحة .

خامسًا – إذا انخفضت درجة الحرارة، فماذا يحصل لعدد إلكترونات نطاق التوصيل؟ وماذا يحصل لعدد الثقوب في نطاق التكافؤ؟ لماذا؟

عندما تنخفض درجة الحرارة ، يقل عدد الثقوب في نطاق التكافؤ وعدد الإلكترونات في نطاق التوصيل .

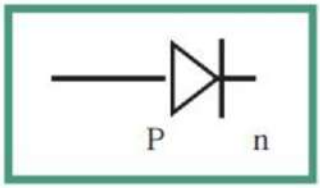
سادسًا – فسِّر لماذا يعمل المصباح أو لا يعمل في كلّ حالة من الحالات التالية:



(شكل 77)

يعمل في الشكل (ب) لأن التيار المار هو تيار انحياز أمامي بينما لا يعمل في الأشكال الأخرى لأنه انحياز عكسي .

سابعًا – أُرسم وصلة ثنائية وبيِّن عناصرها.



الوصلة الثنائية تتألف من شبه موصل من النوع السالب موصول بشبه موصل من النوع الموجب .

مدرستي
school-kw.com

ثامنًا – ماذا نعني بشبه موصّل مطعّم؟ ميِّز بين نوعين من أشباه الموصّلات المطعمة.

شبه الموصل المطعم هو الذي أضيفت إلى ذراته ذرات أخرى تملك في مستويات الطاقة عددا مختلفا من الإلكترونات . وهو نوعان : شبه موصل من النوع السالب وشبه موصل من النوع الموجب .

تاسعًا – هناك وصلة ثنائية مؤلّفة من اتّصال شبه موصّل من النوع السالب بشبه موصّل من النوع الموجَب:

(أ) اِشرح كيف تتشكّل منطقة الاستنزاف داخل الوصلة الثنائية.

(ب) إذا كان اتّساع منطقة الاستنزاف $0.4)mm$، ومقدار الجهد الداخلي المتشكّل $0.6)V$، فما هو مقدار شدّة المجال الكهربائي؟

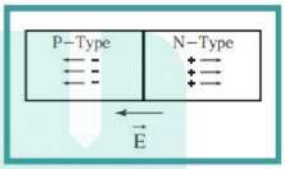
(جـ) مثّل هذا المجال على الرسم.

(أ) إن نشوء تيار من الإلكترونات باتجاه النوع الموجب وتيار معاكس للثقوب باتجاه النوع السالب منطقة خالية من حاملات الشحنة تسمى منطقة التماس أو الاستنزاف (على جانبي خط التماس بين البلورتين) .

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

يتجه من الجزء من النوع السالب إلى الجزء من النوع الموجب .

(جـ)

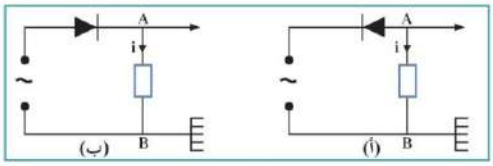


عاشرًا – اِشرح ماذا يحصل داخل الوصلة الثنائية في حالتي الانحياز الأمامي والعكسي.

مدرستي الكويتية
school-kw.com

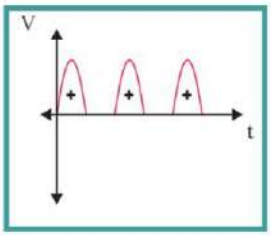
في حالة الانحياز الأمامي ، تندفع الإلكترونات الحرة في النوع السالب والثقوب في النوع الموجب باتجاه خط التماس ، ما يضيق منطقة التماس (الاستنزاف) ويزيد موصلية شبه الموصل . أما في حالة الانحياز العكسي ، فيتسع عرض منطقة الاستنزاف ولا يمكن مرور تيار ، وتتصرف الوصلة الثنائية كمادة عازلة .

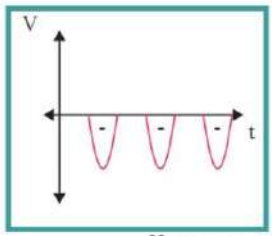
حادي عشر – تمّ تطبيق جهد متردّد له تردّد $20)Hz$ على وصلة ثنائية ومقاومة كما في الشكلين (78–أ) و(78–ب). أُرسم صورة الشكل الذي يظهر على شاشة راسم الذبذبات في كلّ من الحالتين.



(شكل 78)

في الدائرة الموضحة في الشكل (ب -84) ، نحصل على شاشة راسم الذبذبات على نصف الموجة الموجب . أما في دائرة الشكل (أ -84) فنحصل على شاشة راسم الذبذبات على نصف الموجة السالب



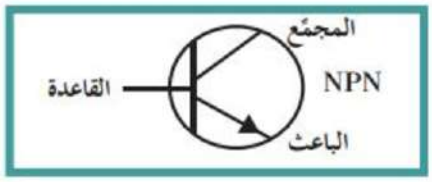


مدرستي الكويتية

حل مراجعة الدرس 1-2

(الترانزستور)

أوّلًا – أُرسم الشكل الاصطلاحي لترانزستور من النوع NPN.



ثانيًا – كم يصبح مقدار تيّاري المجمِّع والباعث عندما يتوقّف تيّار القاعدة؟

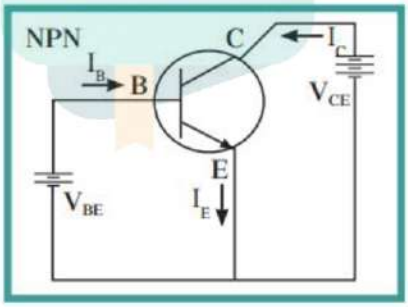
عندما يصبح تيار القاعدة $I_B = 0$ يؤدي إلى توقف تيار المجمع والباعث .

ثالثًا – كيف يكون الانحياز بين القاعدة والمجمِّع عندما يكون الترانزستور في حالة عمل عادية (مكبّر)؟ وبين القاعدة والباعث؟

بين القاعدة والمجمع انحياز عكسي ، وبين القاعدة والباعث انحياز أمامي .

رابعًا – ارسم دائرة توصيل ترانزستور من النوع (N–P–N) بطريقة الباعث المشترك موضحًا اتجاه التيار بالدائرة ثم اكتب العلاقة التي تربط بين كل من تيار الباعث I_E وتيار المجمع I_C وتيار القاعدة I_B.

مدرستي الكويتية
school-kw.com



$$I_E = I_B + I_C$$

في النوع NPN :

- يتجه I_C من المجمع إلى القاعدة .
- يدخل I_B من القاعدة إلى الباعث .
- يخرج I_E من الباعث ليدخل المجمع .

في النوع PNP :

- يخرج I_B من القاعدة باتجاه الباعث في دائرة القاعدة - الباعث .
- يخرج I_C من المجمع إلى الباعث .
- يدخل I_E من الباعث باتجاه القاعدة .

خامسًا – ما العلاقة بين تيّار القاعدة وتيّار المجمِّع عندما يعمل الترانزستور كمكبّر؟ أُحسب مقدار تيّار القاعدة إذا كان مقدار معامل التكبير (120)، ومقدار تيّار المجمِّع A(0.6). أُحسب مقدار تيّار الباعث في تلك الحالة.

$$I_C = \beta I_B$$

حيث β هي معامل التكبير

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

$$I_E = I_B + I_C$$

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

تقريباً $I_E = I_C$

سادسًا – ما هي حاملات الشحنة الأقلّية وحاملات الشحنة الأكثرية في قاعدة الترانزستور NPN؟

في قاعدة NPN : الإلكترونات هي حاملة الشحنة الأقلية .

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام الإجابة الأنسب في كلّ ممّا يلي:

1. في الموادّ الموصّلة للكهرباء:
   - ☑ يكون نطاق التكافؤ متّصلًا بنطاق التوصيل لعدم وجود نطاق الطاقة المحظورة.
   - ☐ يشكّل نطاق الطاقة المحظورة فاصلًا بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل.
   - ☐ يؤخّر نطاق الطاقة المحظورة من انتقال الإلكترونات بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل.
   - ☐ يكون نطاق الطاقة المحظورة كبير عند درجات الحرارة المرتفعة.
2. تتميّز الموادّ شبه الموصّلة بأنّ:
   - ☑ نطاق التوصيل أقرب إلى نطاق التكافؤ منه في الموادّ العازلة.
   - ☐ نطاق التوصيل أقرب إلى نطاق التكافؤ منه في الموادّ الموصّلة.
   - ☐ نطاق الطاقة المحظورة غير موجود.
   - ☐ نطاق الطاقة المحظورة كبير جدًّا.
3. الثقوب في نطاق التكافؤ هي نتيجة انتقال شحنات:
   - ☐ موجَبة من نطاق التوصيل إلى نطاق التكافؤ.
   - ☐ سالبة من نطاق التوصيل إلى نطاق التكافؤ.
   - ☑ سالبة من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.
   - ☐ موجَبة من نطاق التكافؤ إلى نطاق التوصيل.
4. إنّ عدد حاملات الشحنة في شبه الموصّل النقيّ عبارة عن:
   - ☐ عدد الإلكترونات التي تقفز إلى نطاق التوصيل.
   - ☐ عدد الثقوب في نطاق التكافؤ الناتج عن قفز الإلكترونات إلى نطاق التوصيل.
   - ☐ الفرق بين عدد الثقوب في نطاق التكافؤ وعدد الإلكترونات المتبقّية.
   - ☑ مجموع عدد الثقوب في نطاق التكافؤ وعدد الإلكترونات في نطاق التوصيل.

مدرستي الكويتية

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. تُطعَّم أشباه الموصّلات النقية بذرّات أخرى تملك في غلافها الخارجي عددًا مختلفًا من الإلكترونات. اِشرح أهمّية تطعيم أشباه الموصّلات النقية.

   إن تطعيم أشباه الموصلات يساهم في زيادة موصلية المادة شبه الموصلة .

2. تُسمّى الثقوب في شبه الموصّل من النوع السالب حاملات الشحنة الأقلية. اِشرح.

   لأن المادة التي تستخدم في التطعيم هي مادة مانحة تعطي شبه الموصل إلكترونا حرا فيزيد عدد الإلكترونات على عدد الثقوب وتصبح الإلكترونات حاملات الشحنة الأكثرية بينما تصبح الثقوب حاملات الشحنة الأقلية .

3. تُسمّى بعض الذرّات التي تُستخدَم في تطعيم أشباه الموصّلات ذرّات متقبلة. اِشرح.

   إن تطعيم شبه الموصل بذرات تملك إلكترونات عددها أقل من الذرات في شبه الموصل يؤدي إلى قيام رابطة تساهمية ناقصة وتسمى مادة التطعيم المادة القابلة حيث تحدث ثقبا في مادة شبه الموصل .

4. ما هو عدد حاملات الشحنة في شبه الموصّل من النوع الموجَب؟

عدد حاملات الشحنة في شبه الموصل من النوع الموجب يساوي مجموع كل من عدد ذرات القابل وعدد حاملات الشحنة الأكثرية وعدد حاملات الشحنة الأقلية . أي $N = N_a + n_i + p_i$

5. **(أ)** إشرح مع الرسم كيف يتمّ توصيل الوصلة الثنائية في حالة الانحياز الأمامي.

(ب) وضّح تأثير هذا التوصيل في منطقة الاستنزاف.

(أ) يتم التوصيل في حالة الانحياز الأمامي عند وصل قطب البطارية الموجب لجهة شبه الموصل من النوع الموجب والقطب السالب للبطارية لجهة شبه الموصل من النوع السالب .

(ب) يكون المجال الكهربائي الناتج عن الجهد الكهربائي معاكساً للمجال الكهربائي الداخلي في منطقة الاستنزاف ، ما يتسبب بتضييق منطقة الاستنزاف .

6. قارن بين مكوّنات الترانزستور من النوع NPN والنوع PNP من حيث سماكة البلّورات ونسبة الشوائب فيها.

يتكون الترانزستور من النوع NPN في بلورتين شبه موصلتين من النوع السالب وبينهما بلورة رقيقة من شبه الموصل من النوع الموجب وتسمى القاعدة حيث تكون نسبة التطعيم في القاعدة أقل بكثير من نسبة التطعيم في البلورتين الأخريين واللتين تسميان الباعث والمجمع .

أما الترانزستور من النوع PNP فيتكون من بلورتين شبه موصلتين من النوع الموجب وبينهما بلورة رقيقة جدا من النوع السالب وتسمى القاعدة أيضا ، قليلة التطعيم مقارنة بالباعث والمجمع .

7. إشرح مع الرسم كيف يختلف اتّجاه التيّار الكهربائي بين الباعث والقاعدة بحسب أنواع الترانزستورات.

يكون اتجاه التيار الكهربائي من القاعدة إلى الباعث في الترانزستور من النوع NPN

ومن الباعث إلى القاعدة في الترانزستور من النوع PNP .

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تحقق من مهاراتك

حلّ المسائل التالية:

1. يبلغ عدد الثقوب في قطعة شبه موصّل نقيّ $(2.2 \times 10^{10})/cm^3$ ثقبًا عند درجة الحرارة العادية $300(K)$. أُحسب العدد الكلّي لحاملات الشحنة الكهربائية التي تكوّن التيّار الكهربائي في cm^3.

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. طُعِّم شبه الموصّل من مادّة السيليكون النقيّ بـ $(5.2 \times 10^{18})/cm^3$ ذرّة من مادّة الفوسفور P تحتوي كلّ ذرّة منها على خمسة إلكترونات في غلافها الخارجي. علمًا أنّ مادّة السيليكون النقيّ تحتوي على $(2.2 \times 10^{13})/cm^3$ إلكترونًا عند درجة الحرارة العادية.

(أ) أُحسب عدد حاملات الشحنة الكلّية في شبه الموصّل.

(ب) قارن بين عدد حاملات الشحنة وعدد ذرّات المادّة المانحة.

(جـ) إستنتج أهمّية التطعيم في موصلية شبه الموصّل.

(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 الكلي لحاملات الشحنة يساوي تقريبا عدد ذرات المادة المانحة .

(جـ) إن نسبة التطعيم في شبه الموصل هي التي تحدد موصلية شبه الموصل للتيار الكهربائي .

مدرستي الكويتية

3. عند وصل ترانزستور من النوع NPN بطريقة الباعث المشترَك، وكانت شدّة تيّار المجمّع تساوي $I_C = (2 \times 10^{-3})A$ وشدّة تيّار القاعدة $I_B = (30 \times 10^{-6})A$. أُحسب:

(أ) معامل التكبير في شدة التيّار.

(ب) شدّة تيّار الباعث.

(أ) باستخدام العلاقة بين تيار المجمع وتيار القاعدة :

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

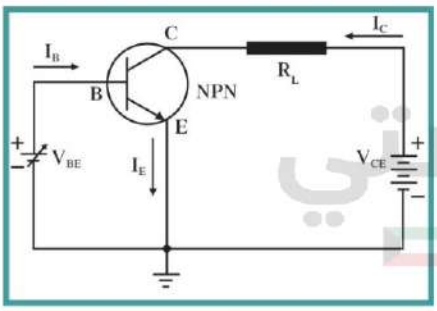
(ب) $I_E = I_B + I_C$

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

4. تمّ توصيل ترانزستور NPN بطريقة الباعث المشترَك كما هو موضّح في الشكل (89)، حيث إنّ $V_{CE} = (20)V$ ومقدار معامل التكبير (100). أُحسب:

(أ) مقدار التيّار المارّ في المجمّع والباعث عندما تبلغ قيمة تيّار القاعدة (10)mA.

(ب) معامل التناسب α بين تيّار المجمّع وتيّار الباعث.



(شكل 89)

(أ) $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

$$I_C = 100 \times I_B = (1000)mA$$

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. في ترانزستور NPN متّصل بواسطة الباعث المشترَك، اِستنتج أنّ العلاقة التي تربط بين معامل التكبير β ومعامل التناسب α تُمثَّل بالمعادلة التالية: $\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$

$$I_E = I_C + I_B$$

$$\beta I_B + I_B = I_E$$

$$(\beta + 1) I_B = I_E$$

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

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

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

وبما أن $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

نستنتج أن $\alpha = \frac{\beta}{(\beta+1)}$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

الفصل الأول

حل مراجعة الدرس 1-1

(نماذج الذرة ونظرية الكمّ)

أوّلًا – عرِّف كمّة الضوء.

أصغر كمية طاقة يمكن أن يحملها ضوء له تردد معين .

ثانيًا – ما العلاقة بين كمّة الضوء (طاقة الفوتون) وتردّده؟

تساوي طاقة الفوتون تردده مضروبا بثابت بلانك $E = h \times f$.

ثالثًا – أيّ ضوء له طاقة فوتون أكبر، الضوء الأحمر أم الأزرق علمًا أن الطول الموجي للأزرق (420)μm وطول الموجي للأحمر (700)μm ؟

تردد الضوء الأحمر أصغر من تردد الضوء الأزرق .

طاقة الفوتون الأحمر هي إذا أصغر من طاقة الفوتون الأزرق .

مدرستي الكويتية
school-kw.com

رابعًا – عرِّف ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

هو انبعاث إلكترونات من معدن معين عندما يتعرض إلى ضوء له تردد مناسب .

خامسًا – هل تدعم ظاهرة التأثير الكهروضوئي النموذج الجسيمي للضوء أو النموذج الموجي؟

النموذج الجسيمي

سادسًا – علِّل، مستخدِمًا تفسير أينشتاين، لماذا يستطيع الضوء الأزرق الخافت انبعاث إلكترونات من سطح حسّاس للضوء بينما لا يستطيع ضوء أحمر ساطع فعل ذلك؟

لأن كل فوتون يمكن أن يحرر إلكترونا واحداً إذا كانت طاقته تساوي دالة الشغل أو تفوقه . فالضوء الأزرق الخافت يحمل عدد فوتونات أقل من الضوء الأحمر الساطع ، لكن طاقة الفوتون للضوء الأزرق أكبر من طاقة الفوتون للضوء الأحمر . فالذي يحرر الإلكترون هو طاقة الفوتون لا عدد الفوتونات .

سابعًا – هل يبعث الضوء الساطع إلكترونات أكثر من ضوء خافت له التردّد نفسه؟ علِّل إجابتك.

نعم ، لأن الضوء الساطع يملك عدد فوتونات أكبر ، لذلك يكون عدد الإلكترونات المحررة أكبر .

ثامنًا – أُحسب طاقة فوتون ضوء في الفراغ طوله الموجي $(0.6)\mu m$، علمًا أنّ سرعة الضوء في الفراغ تساوي $c = (3 \times 10^8)m/s$ وثابتة بلانك $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 100^8}{0.6 \times 10^{-6}} = (3.3 \times 10^{-19})J$$

تاسعًا – انتقل إلكترون داخل الذرّة من مستوى طاقة $E_1 = (-1.51)eV$ إلى مستوى طاقة $E_2 = (-3.4)eV$ علمًا أن ثابتة بلانك $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$. أُحسب:

(أ) طاقة الفوتون المنبعث نتيجة انتقال الإلكترون.

(ب) تردّد الفوتون المنبعث.

$$E = E_1 - E_2 = -1.51 + 3.4 = (1.89)\ eV \quad (أ)$$

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

عاشرًا – سقط ضوء تردّده $f = (1.5 \times 10^{15})Hz$ على سطح ألومنيوم تردّد العتبة له $f_0 = (9.92 \times 10^{14})Hz$، علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$ وأنّ كتلة الإلكترون تساوي $m = (9.1 \times 10^{-31})kg$.

(أ) أُحسب طاقة الفوتون الساقط على سطح الألومنيوم.

(ب) أُحسب دالة الشغل Φ.

(جـ) إستنتج إن كان الفوتون قادرًا على انتزاع الإلكترون.

(د) أُحسب الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث.

(هـ) أُحسب سرعة الإلكترون لحظة تركه سطح الألومنيوم.

(و) أُحسب مقدار فرق جهد القطع بين سطح المجمّع والباعث والذي يمنع الإلكترونات من الانتقال بينهما.

$$E = h \times f \Rightarrow \quad E = 6.6 \times 10^{-34} \times 1.5 \times 10^{15} = (9.9 \times 10^{-19})J \quad (أ)$$

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

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

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

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} \qquad v = \sqrt{\frac{2 \times 3.35 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}} = (0.86 \times 10^6)m/s \quad (هـ)$$

$$KE = e \times V \Rightarrow 3.35 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-19} \times V \quad (و)$$

$$V = (2.1)V$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

حل مراجعة الدرس 1-2

(الموجات والجسيمات)

أوّلًا – هل للجسيمات المادّية خواصّ موجية؟

نعم ، فالطول الموجي للجسيم يحسب بالمعادلة $\lambda = \frac{h}{mv}$

يوجد طبقية موجية للجسيمات .

ثانيًا – ما العلاقة بين طول موجة الجسيم وسرعته؟

إن الطول الموجي يتناسب عكسيا مع سرعة الجسيم الثابت الكتلة $\lambda = \frac{h}{mv}$

ثالثًا – هل يدعم حيود الإلكترونات النموذج الجسيمي أو النموذج الموجي للإلكترونات؟ اِشرح.

يدعم حيود الإلكترونات النموذج الموجي للإلكترونات لأن الحيود من خواص الموجات .

رابعًا – ماذا تساوي طاقة الفوتون بالنسبة إلى مستويات الطاقة في الذرّة الباعثة له؟

إن طاقة الفوتون المنبعث من الذرة يساوي الفرق بين مستويات الطاقة في الذرة الباعثة لها $E = E_i - E_f$.

خامسًا – اِشرح ما المقصود بأنّ الإلكترون يشغل مستويات طاقة منفصلة في الذرّة.

هذا يعني أن لكل إلكترون ، طاقة محددة تشكل مستوى طاقة خاص به حول النواة ، ولا يستطيع أن ينتقل إلى مستوى طاقة من تلقاء نفسه .

سادسًا – يُعتبَر استخدام النموذج الموجي للإلكترون أفضل من استخدام النموذج الجسيمي لتفسير مستويات الطاقة المنفصلة. اِشرح سبب ذلك.

بفضل النموذج الموجي للإلكترون ، توصل دي برولي إلى أن محيط طول مدار الإلكترون يساوي عددا صحيحا من طول موجة دي برولي أي أن نصف قطر المدار (r) هو كمية محددة $r_n = \frac{n\lambda}{2\pi}$ ، وبما أن طول محيط المدار كمية محدودة فمستويات الطاقة المختلفة هي إذاً محدودة أيضاً .

سابعًا – أُحسب طول موجة دي برولي لسيارة كتلتها (1200)kg تسير بسرعة (90)km/h علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})$J.s.

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{1200 \times \frac{90}{3.6}} = (2.2 \times 10^{-38})m$$

مدرستي الكويتية

ثامنًا – حزمة من الأشعّة السينية لها طول موجي $\lambda_0 = (0.3)\text{nm}$ سقطت على مكعّب من الجرافيت، فأدّى ذلك إلى تشتّت الفوتون بزاوية $(30°)$ بالنسبة إلى اتّجاه الفوتون الساقط. أُحسب الطول الموجي للفوتون المتشتّت بتلك الزاوية، علمًا أنّ كتلة الإلكترون تساوي $(9.1 \times 10^{-31})\text{kg}$ وثابت بلانك يساوي $(6.6 \times 10^{-34})\text{J.s} = \text{h}$.

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

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

$$= (0.032 \times 10^{-11})m$$

$$\lambda = \Delta\lambda + \lambda_0 = 0.032 \times 10^{-11} + 0.3 \times 10^{-9} = (3 \times 10^{-10})m$$

تاسعًا – أُحسب كتلة بكتيريا سرعتها في عيّنة طبّية $(2.5)\mu\text{m/s}$، ولها طول موجة دي برولي يساوي $(2 \times 10^{-19})\text{m}$، علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $(6.6 \times 10^{-34})\text{J.s} = \text{h}$.

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

$$\Rightarrow \text{m} = \frac{\text{h}}{\lambda\text{v}} = \frac{6.6 \times 10^{-34}}{2 \times 10^{-19} \times 2.5 \times 10^{-6}}$$

$$= (1.32 \times 10^{-9})\text{kg}$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

الفصل الثاني

حل مراجعة الدرس 2-1

(نواة الذرة)

أوّلًا – عرِّف طاقة الربط النووية .

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

ثانيًا – أُحسب نصف قطر نواة ذرّة الرصاص $^{206}_{82}Pb$، علمًا أنّ $r_0 = (1.2 \times 10^{-15})m$.

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نحصل على :

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

ثالثًا – ما هي أوجه الشبه والاختلاف بين أنوية نظائر عنصر ما؟

لها العدد الذري نفسه والخواص الكيميائية نفسها وتختلف من حيث العدد الكتلي .

رابعًا – هل تُعَدّ الأنوية التي لها طاقة ربط أكبر من (8)MeV لكلّ نيوكليون أنوية مشعّة أم مستقرّة؟

أنوية مستقرة .

خامسًا – هل تُعَدّ الأنوية التي لها عدد كلّي A أصغر من 20 أنوية مستقرّة؟

أنوية غير مستقرة وتميل إلى الاندماج إذا ما هيئت ظروف مناسبة لذلك .

سادسًا – أُحسب طاقة السكون بوَحدة ميجا إلكترون فولت MeV لكتلة (1)g، علمًا أنّ $c = (3 \times 10^8)m/s$.

$$E = mc^2 = 1 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = (9 \times 10^{13})J$$

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

مدرستي الكويتية school-kw.com

سابعًا – أُحسب طاقة الربط النووية لكلّ نيوكليون لنواة ذرّة الرصاص $^{208}_{82}Pb$ ، علمًا أنّ كتلة نواة الرصاص تساوي $m_{Pb} = (207.97664)a.m.u$ وكتلة البروتون $m_p = (1.00727)a.m.u$ وكتلة النيوترون $m_n = (1.00866)a.m.u$.

$$E_b = \Delta m\, c^2 = [(Zm_p + Nm_n) - m_X]c^2$$

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

$$= (1616.95)MeV$$

أما طاقة الربط لكل نيوكليون فتساوي :

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

ثامنًا – أُحسب طاقة الربط النووية لكلّ نيوكليون لنواة ذرّة الكربون $^{12}_{6}C$ ، علمًا أنّ كتلة نواة الكربون $m_C = (11174.7)MeV/c^2$ وكتلة البروتون $m_p = (1.00727)a.m.u$ وكتلة النيوترون $m_n = (1.00866)a.m.u$ وأنّ $(1)a.m.u = (931.5)MeV/c^2$.

$$E_b = \Delta m\, c^2 = [(6 \times 1.00727 + 6 \times 1.00886)]c^2 \times$$

$$(931.5\ MeV/c^2) - (11174.7\ MeV/c^2)$$

$$= (93.45)MeV$$

$$E_b/nucleon = \frac{E_b}{A} = \frac{193.45}{12} = (7.79)MeV/nucleon$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

حل مراجعة الدرس 2-2

(الانحلال الإشعاعي)

أوّلًا – أُذكر الفرق بين كلّ من إشعاع ألفا وبيتا وجامّا من حيث طبيعتها وشحنتها وتأثّرها بالمجال المغناطيسي.

أشعة جاما هي طاقة لا كتلة أو شحنة لها ولا تنحرف في المجال المغناطيسي ،

وأشعة ألفا هي : نواة موجبة الشحنة تتألف من بروتونين ونيوترونين وتنحرف في المجال المغناطيسي .

أما أشعة بيتا فهي إما سالبة وتسمى إلكترونا إما موجبة وتسمى بوزيترونا ، وكلاهما ينحرفان في المجال المغناطيسي .

ثانيًا – قارِن بين قدرة الإشعاعات الثلاثة (ألفا ، بيتا ، وجامّا) على النفاذ.

إشعاعات ألفا بطيئة نسبيا وقدرتها على الاختراق ضعيفة جدا ، ولهذا يمكن إيقافها بورقة سميكة ، وبيتا لها قدرة محدودة على الاختراق ويمكن إيقافها ببضع رقائق من الألمينيوم ، أما جاما فلها قدرة كبيرة جدا على الاختراق وتحتاج إلى درع ثقيل من الرصاص لإيقافها .

ثالثًا – عرِّف سلاسل الانحلال الإشعاعي.

سلسلة الانحلال الإشعاعي هي مجموعة العناصر المشعة التي ينحل أحدها ليعطي عنصرا مشعا آخر إلى أن تنتهي بعنصر مستقر .

رابعًا – أُحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة مشعّة عندما تنتقل من حالة إثارة $E_i = (4.22)MeV$ إلى مستوى $E_f = (3.12)MeV$، علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$.

مدارسي الكويتية
school-kw.com

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

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

خامسًا – عيّنة مشعّة تحتوي على $(20)g$ عند لحظة $t = 0$.

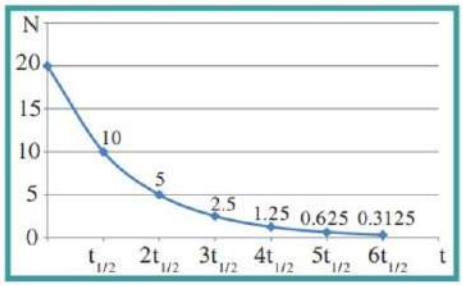
(أ) أُحسب كتلة العيّنة المتبقّية بعد زمن $t = 6\ t_{1/2}$.

(ب) أُرسم بيانيًّا تغيّر الكتلة بدالّة عمر النصف للعيّنة.

(أ) $(20)g \rightarrow (10)g \rightarrow (5)g \rightarrow (2.5)g \rightarrow (1.25)g \rightarrow (0.625)g \rightarrow (0.3125)g$

إن مقدار الكتلة المتبقية من عينة كتلتها $(20)g$ بعد زمن يساوي ستة عمر النصف يساوي $(0.3125)g$

(ب)



مدرستي الكويتية

سادسًا – عيّنة من عنصر مشعّ بقي منها $\frac{1}{8}$ ممّا كانت عليه بعد 36 ساعة. أُحسب عمر النصف لهذا العنصر.

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

$$3t_{1/2} = 36hr \qquad \Rightarrow t_{1/2} = 12hr$$

حل مراجعة الدرس 2-3

(الانشطار والاندماج النووي)

أوّلًا – عرِّف الانشطار النووي.

الانشطار النووي هو تفاعل نووي حيث تنقسم نواة ثقيلة غير مستقرة بعد قذفها بجسيم (نيوترون) إلى نواتين أو أكثر أخف كتلة وأكثر استقرارا ومترافقة مع إطلاق طاقة .

ثانيًا – عرِّف الاندماج النووي.

الاندماج النووي هو اتحاد نوى صغيرة لتكون نواة أكبر وتطلق طاقة محررة وجسيمات .

ثالثًا – عرِّف التفاعل المتسلسل.

التفاعل المتسلسل هو التفاعل الذي يؤدي إلى انشطار جديد حيث تنتج عن كل انشطار جديد نيوترونات يمكنها إحداث المزيد من الانشطارات .

رابعًا – ما هو دور قضبان الكادميوم في المفاعلات النووية الانشطارية؟

تستخدم قضبان الكادميوم للتحكم بسرعة التفاعل المتسلسل ، فهي تمتص بعض النيوترونات ، وتبطئ عملية الانشطار وتبقيها ضمن معدل يسمح بالتحكم بها .

خامسًا – يُستخدَم النيوترون لقذف نواة اليورانيوم في التفاعلات النووية الانشطارية. اِشرح سبب ذلك.

يستخدم النيوترون كقذيفة في التفاعلات النووية الانشطارية لأنه جسيم لا شحنة له ، فلا ينحرف في المجالات الكهربائية والمغناطيسية .

سادسًا – يمكن للنيوترون أن يتفاعل مع نواة نيتروجين $^{14}_{7}N$ في ثلاث عمليات مختلفة ليطلق نواة هيليوم أو تريتيوم $^{3}_{1}H$ أو بروتون. أُكتب المعادلات الثلاث التي تمثِّل كلّ تفاعل مطبِّقًا قوانين حفظ (بقاء) العدد الكتلي والعدد الذرّي.

باستخدام قانون انحفاظ العدد الكتلي A والعدد الذري Z نكتب :

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

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

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

مدرستي الكويتية
s c h o o l - k w . c o m

سابعًا – أُحسب الطاقة المحرَّرة من الانشطار النووي لذرّة اليورانيوم والممثَّلة بالمعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

علمًا أنّ كتلة كلّ من:

$$m_{Xe} = (139.92164)a.m.u$$

$$m_{Sr} = (93.9154)a.m.u$$

$$m_{U} = (235.04392)a.m.u$$

$$m_{n} = (1.00866)a.m.u$$

اعتمادا على مبدأ انحفاظ الطاقة ، تُحسب الطاقة المحررة 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 – إذا كانت معادلة الاندماج النووي هي:

$$2\,^{2}_{1}H \rightarrow ^{A}_{Z}He + ^{1}_{0}n$$

(أ) أكمِل المعادلة مستخدِمًا قانوني حفظ (بقاء) العدد الكتلي والعدد الذرّي.

(ب) أُحسب، بوَحدة MeV، الطاقة المحرَّرة من المعادلة، علمًا أنّ كتلة كلّ من:

$$m_{H} = (2.0141)a.m.u$$

$$m_{He} = (3.0162)a.m.u$$

$$m_{n} = (1.0087)a.m.u$$

(أ) باستخدام قانون انحفاظ العدد الكتلي والعدد الذري نكتب :

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

(ب) اعتمادا على مبدأ انحفاظ الطاقة ، تُحسب الطاقة المحررة من المعادلة : $E = \Delta m.\, c^2$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

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

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

$$= (3.07)MeV$$

مدرستي الكويتية

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام الإجابة الأنسب في كلّ ممّا يلي:

حيث لزم الأمر ، اِعتبر أنّ:

$h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$ ، $c = (3 \times 10^{8})m/s$ ، $(1)eV = (1.6 \times 10^{-19})J$ ، $(1)a.m.u = (931.5)MeV/c^2$

1. الطاقة التي تنبعث أو تُمتَصّ من الذرّة:
   - ☑ تكون على شكل مضاعفات لكمّية غير قابلة للتجزئة.
   - ☐ تتناسب عكسيًّا مع تردّد مصدر الإشعاع.
   - ☐ تتناسب مع الطول الموجي لمصدر الإشعاع.
   - ☐ تكون على شكل خطوط مجزّأة.
2. إنّ طاقة فوتون تردّده $(3 \times 10^{14})Hz$ تساوي تقريبًا:
   - ☑ $(0.23)eV$
   - ☐ $(1.24)eV$
   - ☐ $(2.3)eV$
   - ☐ $(3.2)eV$
3. إنّ تردّد الفوتون المنبعث من انتقال الإلكترون بين مستويي طاقة لهما فرق مقدار $(10.2)eV$ يساوي:
   - ☐ $(0.47 \times 10^{15})Hz$
   - ☑ $(2.47 \times 10^{15})Hz$
   - ☐ $(1.47 \times 10^{15})Hz$
   - ☐ $(2.47 \times 10^{-15})Hz$
4. إنّ مقدار جهد القطع لإلكترون شحنته $(1.6 \times 10^{-19})C$ يمتلك طاقة حركية مقدارها $(1.6 \times 10^{-20})J$ يساوي:
   - ☐ $(0.01)V$
   - ☑ $(0.1)V$
   - ☐ $(10)V$
   - ☐ $(100)V$
5. إنّ طول موجة دي برولي لجسم كتلته $(10)g$ يتحرّك بسرعة $(660)m/s$ يساوي:
   - ☑ $(1 \times 10^{-34})m$
   - ☐ $(2 \times 10^{-34})m$
   - ☐ $(1.5 \times 10^{-34})m$
   - ☐ $(5 \times 10^{-34})m$
6. إنّ عدد نيوكليونات ذرّة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ يساوي:
   - ☑ 238
   - ☐ 92
   - ☐ 146
   - ☐ 54

مدرستي الكويتية school-kw.com

7. تُعرَّف طاقة الربط النووية على أنّها:
- ☐ طاقة السكون في الأنوية المستقرّة.
- ☐ الطاقة لانتزاع إلكترون من الغلاف الخارجي للذرّة.
- ☐ الطاقة لانتزاع نيوكليون من النواة.
- ☑ الطاقة اللازمة لتدمير نواة العنصر وانتزاع مكوّناتها.

8. تُخفَّف سرعة النيوترونات في المفاعل النووية باستخدام:
- ☑ الماء الثقيل.
- ☐ الرصاص.
- ☐ الكادميوم.
- ☐ نيوترونات ساكنة.

9. عندما يطلق العنصر المشعّ أشعّة جامّا فإنّ:
- ☐ العدد الكتلي يزداد بمقدار 1 والعدد الذرّي لا يتغيّر.
- ☐ العدد الكتلي لا يتغيّر والعدد الذرّي يزداد بمقدار 1.
- ☐ العدد الكتلي يزداد بمقدار 1 والعدد الذرّي يزداد بمقدار 1.
- ☑ العدد الكتلي لا يتغيّر والعدد الذرّي لا يتغيّر.

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. أيّ من الفوتونات التالية له طاقة أكبر: فوتون من الأشعّة تحت الحمراء أو الضوء المرئي أو الأشعّة فوق البنفسجية؟

الأشعة فوق البنفسجية لأن لها ترددا أكبر والطاقة تتناسب مع التردد .

2. لا نستطيع ملاحظة الطول الموجي للمادّة المتحرّكة في تجاربنا اليومية على الرغم من كتلتها وسرعتها المقبولتين. هل يعود سبب ذلك إلى كبر طولها الموجي أو صغره؟

يعود سبب ذلك إلى صغر الطول الموجي ، فالظاهرة الموجية للجسيمات يمكن رؤيتها مع الأطوال الموجية الكبيرة ، لأن طولها الموجي صغير جداً.

3. حزمتان من الإلكترونات تسيران بسرعتين مختلفتين. لإلكترونات أيّ منهما طول موجي دي برولي أكبر؟

الإلكترونات الأبطأ لها كمية تحرك أصغر وبالتالي طول موجة دي برولي أكبر .

4. **(أ)** أُذكر عدد النيوترونات والبروتونات في الأنوية التالية:

$^{6}_{3}Li$ ، $^{56}_{26}Fe$ ، $^{239}_{94}Pu$

(ب) ما عدد الإلكترونات التي تحيط بكلّ نواة من هذه الأنوية؟

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

مدرستي الكويتية

5. إذا كان عمر النصف لعيّنة مادّة مشعّة أسبوعًا واحدًا فكم يتبقّى منها في نهاية الأسبوع الثالث؟

$\frac{1}{8}$ من العينة يبقى في نهاية الأسبوع الثالث .

6. ماذا يحدث للعدد الكتلي والعدد الذرّي في النواة المشعّة عندما تطلق إشعاع بيتا السالب؟

يزداد العدد الذري واحدا أما العدد الكتلي فلا يتغير

7. ما دور النيوترون في الانشطار النووي؟

عندما تأخذ النواة النيوترون المطلق عليها بسرعة مناسبة تبدأ عملية الانشطار .

8. ما العدد الكتلي والذرّي للعنصر الناتج عن تحلّل الراديوم $^{226}_{88}Ra$ بانبعاث ألفا؟

$^{222}_{86}X$ وهو الرادون $^{222}_{86}Rn$

9. عندما نتحدّث عن مخاطر التعرّض لإشعاع ما، هل هذا يعني أنّنا نتحدّث بشكل عام عن إشعاع ألفا أو بيتا أو جامّا؟ اِشرح.

نتحدث بشكل عام عن جاما ، لأن من السهل إيقاف إشعاع كل من بيتا وألفا .

10. هل كتلة نواة العنصر أكبر من مجموع كتل مكوّناتها أو أصغر منها؟

أصغر ، فإن جزءا من الكتلة يتحول إلى طاقة ربط في أثناء تشكيل النواة .

11. وُجِدت في المقابر الأثرية قطعة من التماثيل الحجرية. هل يمكن استخدام التأريخ بالكربون لمعرفة عمرها؟

كلا ، التأريخ بالكربون لا يستعمل إلا للكائنات الحية التي تستهلك كربون 14 عندما تكون على قيد الحياة

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تحقق من مهاراتك

حلّ المسائل التالية:

1. أُحسب نصف قطر نواة ذرّة البلاتينوم $^{195}_{78}Pt$.

$R = A^{\frac{1}{3}}r_0$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

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

2. تحتوي نواة ذرّة الزنك على 65 نيوكليون. أُحسب:

(أ) نصف قطر النواة.

(ب) حجم النواة.

(جـ) كثافة النواة الحجمية.

علمًا أنّ مقدار كتلة النيوكليون الواحد يساوي $(1.7 \times 10^{-27})kg$، العدد الذرّي للزنك يساوي $Z = 30$ ومقدار نصف قطر النيوكليون يساوي $r_0 = (1.2 \times 10^{-15})m$.

$$R = A^{\frac{1}{3}}r^0 \Rightarrow R = (65)^{\frac{1}{3}} \times 1.210^{-15} = (4.82 \times 10^{-15})m \quad (أ)$$

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

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

مدرستي الكويتية

3. أُحسب العدد الكتلي للنواة التي يساوي نصف قطرها $\frac{1}{3}$ نصف قطر نواة أزوميوم $^{189}_{76}Os$.

$$\frac{1}{3} = \frac{R}{R_{Os}} = (\frac{A}{A_{Os}})^{1/3} = (\frac{A}{189})^{1/3} \quad \Rightarrow A = \frac{189}{27}$$

4. أُحسب تردّد الفوتون القادر على جعل إلكترون يقفز من مستوى طاقة $(-3.8)eV$ إلى مستوى طاقة $(-2.6)eV$.

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

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

5. انتقل إلكترون داخل الذرّة من مستوى طاقة $E_1 = (-0.85)eV$ إلى مستوى طاقة $E_2 = (-13.6)eV$. أُحسب:

(أ) طاقة الفوتون المنبعث من انتقال الإلكترون.

(ب) تردّد الفوتون المنبعث.

$$E = -0.85 + 13.6 = (12.75)eV \quad (أ)$$

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

6. أُحسب طول موجة الفوتون المنبعث من نواة $^{208}_{81}Tl$ عندما تنتقل من حالة إثارة $E_3 = (0.616)MeV$ إلى مستوى $E_2 = (0.04)MeV$، علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$.

$$E = (0.616 - 0.04) \times 1.6 \times 10^{-13} \quad \Rightarrow E = (9.216 \times 10^{-14})J$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} \quad \rightarrow \lambda = (2.148 \times 10^{-12})m$$

7. حزمة من الأشعّة السينية لها طول موجي $\lambda_0 = (0.3)nm$ سقطت على جسم مادّي. يصنع الفوتون المتشتت زاوية $(30°)$ بالنسبة إلى اتّجاه الفوتون الساقط. أُحسب الطول الموجي للفوتون المتشتّت بتلك الزاوية، علمًا أنّ كتلة الإلكترون يساوي $(9.1 \times 10^{-31})kg$، وثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$.

باستخدام معادلة كومبتون :

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

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\lambda = \Delta\lambda + \lambda_0 = 4.24 \times 10^{-13} + 0.3 \times 10^{-9} = (0.3003)nm$$

8. أُحسب كم يجب أن تكون سرعة إلكترون كتلته $m = (9.1 \times 10^{-31})kg$ إذا كان طول موجة دي برولي يساوي $(14.56 \times 10^{-11})m$.

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

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

مدرستي الكويتية

9. تتحرّك بكتيريا في عيّنة طبّية بسرعة $(1.5)\mu m/s$، ولها طول موجة دي برولي يساوي $(2 \times 10^{-19})m$. أُحسب كتلة تلك البكتيريا في العيّنة علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$.

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

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

10. سقط ضوء تردّده $f = (2 \times 10^{15})Hz$ على سطح فلز له تردّد عتبة $(1.4 \times 10^{15})Hz$. علمًا أنّ ثابت بلانك يساوي $h = (6.6 \times 10^{-34})J.s$، وأنّ كتلة الإلكترون تساوي $m_e = (9.1 \times 10^{-31})kg$.

أوّلًا – إستنتج أنّ الفوتون قادر على انتزاع إلكترون.

ثانيًا – أُحسب:

(أ) طاقة الفوتون الساقط على السطح.

(ب) دالة الشغل Φ.

(جـ) الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث.

(د) سرعة الإلكترون لحظة تركه لسطح الفلز.

أولًا: $f > f_0$ وهذا يعني أن الضوء الساقط قادر على انتزاع إلكترون من السطح المعدني.

ثانياً :

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

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

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

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

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

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

11. إنّ طاقة الربط النووية للتريتيوم ${}^3_1H$ تساوي $(2.8)MeV$. أُحسب كتلة التريتيوم علمًا أنّ كتلة البروتون تساوي $m_p = (1.00727)a.m.u$ وكتلة النيوترون تساوي $m_n = (1.00886)a.m.u$.

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

$$2.8 = [(1 \times 1.00727 + 2 \times 1.00886) - m] \times (931.5\ MeV/c^2) \times c^2$$

$$m = (3.02198)a.m.u$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

12. أُحسب طاقة الربط النووية لكلّ نيوكليون لنواة ذرّة الفناديوم $^{51}_{23}V$، علمًا أنّ كتلة نواة الفناديوم $m_V = (50.943961)a.m.u$ وكتلة البروتون $m_p = (1.00727)a.m.u$ وكتلة النيترون $m_n = (1.00886)a.m.u$.

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

$$= [(23 \times 1.00727 + 28 \times 1.00886) - 50.94396] \times (931.5\ MeV/c^2) \times c^2$$

$$E_b = (439.04)MeV$$

طاقة الربط النووية لكل نيوكليون : $\frac{E_b}{A} = (8.6)MeV$

13. وُضِع نظير مشعّ أمام كاشف الإشعاع الذي سجّل 80 انحلالًا في الثانية. بعد ثماني ساعات، سجّل الكاشف 5 إشعاعات في الثانية. أُحسب عمر النصف للعنصر المشعّ.

$$80 \rightarrow 40 \rightarrow 20 \rightarrow 10 \rightarrow 5$$

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

14. عيّنة من عنصر مشعّ بقي منها $\frac{1}{32}$ ممّا كانت عليه بعد 20 ساعة. أُحسب عمر نصف لهذا العنصر.

$$1 \rightarrow \frac{1}{2} \rightarrow \frac{1}{4} \rightarrow \frac{1}{8} \rightarrow \frac{1}{16} \rightarrow \frac{1}{32}$$

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

15. تتحوّل نواة يورانيوم $^{238}_{92}U$، بعد عدد من انحلالات ألفا وبيتا سالب، إلى نواة الرصاص $^{206}_{82}Pb$.

(أ) أُحسب عدد أنوية ألفا وعدد بيتا سالب الناتج عن الانحلال.

(ب) أكتب معادلة الانحلال النهائية التي تبيّن تحوّل اليورانيوم إلى رصاص.

(أ) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + X\,{}^{4}_{2}H + Y\,{}^{0}_{-1}e$

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

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

(ب) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + 8\,{}^{4}_{2}H + 6\,{}^{0}_{-1}e + 6\bar{\nu} + \gamma$

16. تنحلّ نواة يورانيوم $^{238}_{92}U$ غير مستقرّة إلى نواة ثوريوم بانبعاث هيليوم $^{4}_{2}He$.

(أ) إستخدم قوانين البقاء للتحوّلات النووية لكتابة معادلة الانحلال.

(ب) أُحسب الطاقة المحرَّرة من انبعاث الهيليوم $^{4}_{2}He$ من انحلال نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$، علمًا أنّ كتلة اليورانيوم تساوي $238.0508)a.m.u$، وكتلة الثوريوم تساوي $234.0435)a.m.u$، وكتلة الهيليوم تساوي $4.0026)a.m.u$ و $(1)a.m.u = (931.5)MeV/c^2$.

(أ) $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{X}_{Y}Th + {}^{4}_{2}He$

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

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

(ب) $E = 238.0508 - 234.0435 - 4.0026 \times 931.5 = (4.38)MeV$

مدرستي الكويتية school-kw.com

17. قُذِفت نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ الساكنة بنيوترون بطيء لتنشطر بحسب المعادلة التالية:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{88}_{38}Sr + {}^{136}_{54}Xe + x\ {}^{1}_{0}n$$

علمًا أنّ كتلة كلّ من: $m_U = (235.043925)a.m.u$ و $m_{Sr} = (87.905625)a.m.u$ و $m_{Xe} = (135.90722)a.m.u$ و $m_n = (1.008665)a.m.u$:

(أ) أُحسب عدد النيوترونات الناتجة عن هذا الانشطار.

(ب) أُحسب الطاقة المحرَّرة من هذا الانشطار النووي.

(جـ) ما هي أشكال الطاقة التي تظهر عليها الطاقة المحرَّرة من الانشطار؟

(د) هل يمكن حدوث تفاعل متسلسل؟ اِشرح.

(أ) $236 = 88 + 136 + X \rightarrow X = 12$

(ب) $E = [(235.043925 + 1.008665) - (87.905625 + 135.905625 + 12 \times 1.008665)] \times 931.5 = (127.95)MeV$

(جـ) طاقة إشعاعية وطاقة حركية .

(د) إن معادلة الانشطار تولد (12) نيوترونا وهذا يؤكد حدوث انشطار متسلسل .

مدرستي الكويتية
school-kw.com