

## الكهرومغناطيسية Electromagnetism

### الفصل 3

ص ٧٨

مسائل تدريبية

١. يتحرك بروتون بسرعة  $7.5 \times 10^3 \text{ m/s}$  عموديا على مجال مغناطيسي مقداره  $0.60 \text{ T}$ . احسب نصف قطر مساره الدائري. لاحظ أن الشحنة التي يحملها البروتون مساوية للشحنة التي يحملها الإلكترون، إلا أنها موجبة.

الحل:

$$Bqv = \frac{mv^2}{r}$$

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

$$= \frac{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(7.5 \times 10^3 \text{ m/s})}{(0.60 \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}$$

$$= 1.3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

٢. تتحرك إلكترونات خلال مجال مغناطيسي مقداره  $6.0 \text{ T}$  -  $1.0 \times$ ، قد اتزنت بفعل مجال كهربائي مقداره  $3.0 \text{ N/C}$  -  $1.0 \times$ . ما مقدار سرعة الإلكترونات عندئذ؟

الحل:

$$Bqv = Eq$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{3.0 \times 10^3 \text{ N/C}}{6.0 \times 10^{-2} \text{ T}}$$

$$= 5.0 \times 10^4 \text{ m/s}$$

٣. احسب نصف قطر المسار الدائري الذي تسلكه الإلكترونات في المسألة السابقة في غياب المجال الكهربائي.

الحل:

$$Bqv = \frac{mv^2}{r}$$

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

$$= \frac{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(5.0 \times 10^4 \text{ m/s})}{(6.0 \times 10^{-2} \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 4.7 \times 10^{-6} \text{ m}$$

٤. عبرت بروتونات مجال مغناطيسي مقداره ٠,٦٠ T فلم تنحرف بسبب اتزانها مع مجال كهربائي مقداره ٤,٥ N/C. ما مقدار سرعة هذه البروتونات؟

الحل:

$$Bqv = Eq$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{4.5 \times 10^3 \text{ N/C}}{0.60 \text{ T}}$$

$$= 7.5 \times 10^3 \text{ m/s}$$

٥. تمر حزمة من ذرات الأكسجين الأحادية التاين (+) خلال مطياف الكتلة. فإذا كانت:  $B=7,2 \times 10^{-2} \text{ T}$  ،  $q=1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  ،  $r=0,085 \text{ m}$  ،  $V=110 \text{ V}$  فأوجد كتلة ذرة الأكسجين.

الحل:

$$m = \frac{B^2 r^2 q}{2V} = \frac{(7.2 \times 10^{-2} \text{ T})^2 (0.085 \text{ m})^2 (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(2) (110 \text{ V})} = 2.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

٦. يحلل مطياف كتلة ويزود ببيانات عن حزمة من ذرات أرجون ثنائية التاين (+). إذا كانت قيم كل من  $B$  ،  $q$  ،  $r$  ،  $v$  كما يأتي:  
 $B=5,0 \times 10^{-2} \text{ T}$  و  $r=0,106 \text{ m}$  ،  $q=2(1,60 \times 10^{-19} \text{ C})$  و  $V=66,0 \text{ V}$  فأوجد كتلة ذرة الأرجون.

الحل:

$$m = \frac{B^2 r^2 q}{2V} = \frac{(5.0 \times 10^{-2} \text{ T})^2 (0.106 \text{ m})^2 (2) (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(2) (66.0 \text{ V})} = 6.8 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

٧. تمر حزمة من ذرات ليشيوم أحادية التاين (+) خلال مجال مغناطيسي مقداره  $1,5 \times 10^{-3} \text{ T}$  متعامد مع مجال كهربائي مقداره  $6,0 \times 10^2 \text{ N/C}$  ولا تنحرف. أوجد سرعة ذرات الليثيوم التي تمر خلال المجالين؟

الحل:

$$Bqv = Eq$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{6.0 \times 10^2 \text{ N/C}}{1.5 \times 10^{-3} \text{ T}} = 4.0 \times 10^5 \text{ m/s}$$

٨. تم تحديد كتلة نظير النيون في المثال ٢. فإذا وجد أن هناك نظيرا آخر للنيون كتلته تعادل كتلة ٢٢ بروتونا فما المسافة بين نقطتي سقوط النظيرين على الفيلم الفوتوجرافي الحساس؟

### الحل:

استخدام نسبة الشحنة إلى الكتلة لإيجاد النسبة بين نصف قطري التظيرين.

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm}{q}}, \quad \frac{r_{22}}{r_{20}} = \frac{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm_{22}}{q}}}{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm_{20}}{q}}} = \sqrt{\frac{m_{22}}{m_{20}}}$$

أي أن،

ومنه فإن نصف قطر التظير الذي كتلته تعادل كتلة 22 بروتوناً تعطى بالعلاقة،

$$\begin{aligned} r_{22} &= r_{20} \sqrt{\frac{m_{22}}{m_{20}}} \\ &= r_{20} \sqrt{\frac{22 m_p}{20 m_p}} \\ &= \sqrt{\frac{22}{20}} r_{20} \\ &= \sqrt{\frac{22}{20}} (0.053 \text{ m}) \\ &= 0.056 \text{ m} \end{aligned}$$

### 1-3 مراجعة

تكوين حزمة إلكترونات؟

### الحل:

تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع بواسطة فرق الجهد وتمر خلال الشقوق لتكوين حزمة الشعاع.

١٠. المجال المغناطيسي يحتسب نصف قطر المسار الدائري لأيون في مطياف الكتلة بالعلاقة:

$$r = \left( \frac{1}{B} \right) \sqrt{\frac{2mV}{q}}$$

استخدم هذه العلاقة لبيان كيف يعمل مطياف الكتلة على فصل الأيونات ذات الكتل المختلفة بعضها عن بعض.

### الحل:

مع افتراض أن الأيونات جميعها لها الشحنة نفسها سيكون المتغير الوحيد غير الثابت في المعادلة هو كتلة الأيون  $m$ ، لذا إذا زادت كتلة الأيون  $m$ ، فسيزداد أيضا نصف قطر الأيون، وهذا يؤدي إلى فصل مسارات الأيونات ذات الكتل المختلفة.

١١. المجال المغناطيسي باستعمال مطياف الكتلة الحديث يمكن تحليل الجزيئات التي تعادل كتلتها كتلة مائة بروتون. إذا تم إنتاج أيونات أحادية التاين من هذه الجزيئات باستخدام الجهد المسارع نفسه فكيف يجب أن يكون التغير في المجال المغناطيسي للمطياف بحيث تصطدم الأيونات بالفيلم؟

### الحل:

١٢. نصف قطر المسار يتحرك بروتون بسرعة  $4.2 \times 10^4 \text{ m/s}$  لحظة مروره داخل مجال مغناطيسي مقداره  $1.2 \text{ T}$ . احسب نصف قطر مساره الدائري.

### الحل:

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

$$r = \frac{vm}{qB} = \frac{(4.2 \times 10^4 \text{ m/s})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.20 \text{ T})} = 3.7 \times 10^{-4} \text{ m}$$

١٣. الكتلة تم تسريع حزمة ذرات أكسجين ثنائية التأين (+٢) بتطبيق فرق جهد مقداره ٧٥ mT، سلكت مساراً منحنياً نصف قطره ٨,٣ cm. أوجد مقدار كتلة ذرة الأكسجين.

الحل:

$$\frac{q}{m} = \frac{2v}{B^2 r^2}$$

$$m = \frac{qB^2 r^2}{2V} = \frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(75 \times 10^{-3} \text{ T})^2 (8.3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(2)(232 \text{ V})}$$

$$= 2.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

١٤. التفكير الناقد بغض النظر عن طاقة الإلكترونات المستخدمة لإنتاج الأيونات لم يتمكن تومسون مطلقاً من تحرير أكثر من إلكترون واحد من ذرة الهيدروجين. ما الذي استنتجه تومسون عن الشحنة الموجبة لذرة الهيدروجين؟

الحل:

استنتج أن شحنتها يجب أن تكون أحادية فقط.



١٥. ما مقدار سرعة موجة كهرومغناطيسية في الهواء إذا كان ترددها ٣,٢ Hz ١٠١٩ x؟

الحل:

جميع الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ أو الهواء بسرعة الضوء نفسها (٣,٠٠ x ١٠٨ m/s).

١٦. ما طول موجة كهرومغناطيسية ترددها ٨,٢ Hz ١٠١٤ x؟

الحل:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.70 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 5.26 \times 10^{-7} \text{ m}$$

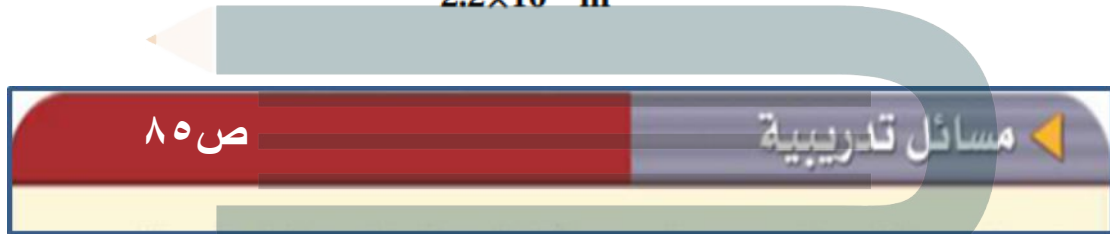
١٧. ما طول موجة كهرومغناطيسية ترددها ٨,٢ Hz  $\times 10^{14}$ ؟

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{8.2 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 3.7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

١٨. ما تردد موجة كهرومغناطيسية طولها الموجي ٢,٢ m  $\times 10^{-2}$ ؟

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.2 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1.4 \times 10^{10} \text{ Hz}$$



١٩. ما مقدار سرعة الموجة الكهرومغناطيسية المنتقلة في الهواء؟ استخدام  $c = 299792458 \text{ m/s}$  في حساباتك.

الحل:

$$v = \frac{c}{\sqrt{K}} = \frac{299792458 \text{ m/s}}{\sqrt{1.00054}} = 2.99712 \times 10^8 \text{ m/s}$$

٢٠. إذا كان ثابت العزل الكهربائي للماء ١,٧٧، فما مقدار سرعة انتقال الضوء في الماء؟

الحل:

$$v = \frac{c}{\sqrt{K}} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{\sqrt{1.77}} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

٢١. إذا كانت سرعة الضوء خلال مادة ٢,٤٣ m/s  $\times 10^8$ ، فما مقدار ثابت العزل الكهربائي للمادة؟

الحل:

$$v = \frac{c}{\sqrt{K}}$$

$$K = \left(\frac{c}{v}\right)^2 = \left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.43 \times 10^8 \text{ m/s}}\right)^2 = 1.52$$

ص ٩١

3-2 مراجعة

٢٢. انتشار الموجات وضح كيف يمكن للموجات الكهرومغناطيسية أن تنتشر في الفضاء؟

الحل:

يولد المجال الكهربائي مجالا مغناطيسيا، ويولد تغير المجال المغناطيسي مجالا كهربائيا، ولذلك تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية عندما يولد كل من المجالين الآخر.

٢٣. التردد ما تردد موجة كهرومغناطيسية طولها الموجي ١,٥ ١٠-٥ x m ؟

الحل:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.5 \times 10^{-5} \text{ m}} = 2.0 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

٢٤. إشارات التلفاز تحتوي هوائيات التلفاز عادة على قضبان فلزية أفقية. استنادا لهذه المعلومات ما استنتاجك حول اتجاهات المجالات الكهربائية في إشارات التلفاز؟

الحل:

يجب أن تكون أفقية أيضا.

٢٥. تصميم الهوائي لبعض قنوات التلفاز ترددات أقل من ترددات حزمة FM في المذياع، في حين أن قنوات أخرى لها ترددات أكبر كثيرا. ما



الإشارة التي تحتاج إلى هوائي أطول: القنوات ضمن المجموعة الأولى، أم القنوات ضمن المجموعة الثانية؟ علل إجابتك.

**الحل:**

الإشارة التي تحتاج إلى هوائي أطول هي القنوات ضمن المجموعة الأولى.

٢٦. ثابت العزل الكهربائي إذا كانت سرعة الضوء في مادة مجهولة هي  $1.98 \times 10^8 \text{ m/s}$  فما مقدار ثابت العزل الكهربائي للمادة المجهولة، علما بأن سرعة الضوء في الفراغ تساوي  $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ؟

**الحل:**

$$v = \frac{c}{\sqrt{K}}$$

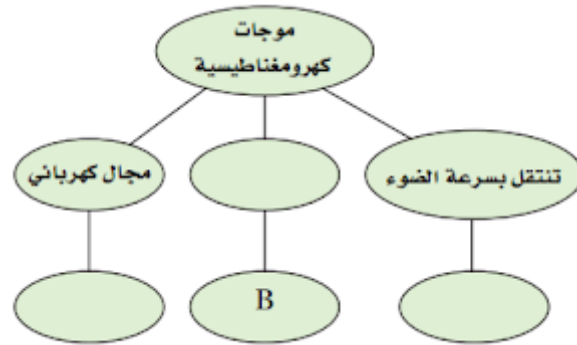
$$K = \left(\frac{c}{v}\right)^2 = \left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.98 \times 10^8 \text{ m/s}}\right)^2 = 2.30$$

٢٧. التفكير الناقد تحجب معظم الأشعة فوق البنفسجية UV الناتجة عن الشمس بطبقة الأوزون في الغلاف الجوي للأرض. وقد اكتشف العلماء في السنوات الأخيرة أن طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي وفوق المحيط المتجمد الشمالي أصبحت رقيقة. استخدم ما تعلمته عن الموجات الكهرومغناطيسية والطاقة لتوضيح لماذا يشعر بعض العلماء بقلق بالغ من استنزاف طبقة الأوزون؟

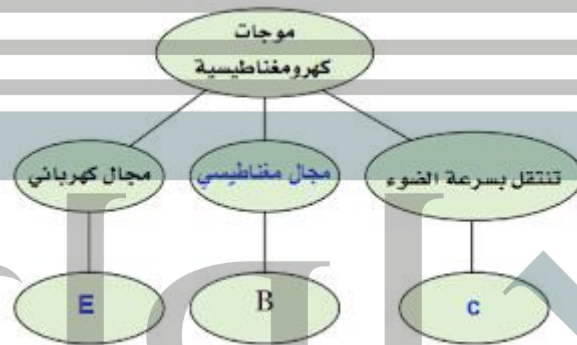
**الحل:**

يكون الطول الموجي لموجات الأشعة فوق البنفسجية صغير وطاقتها كبيرة إلى درجة تكفي لتحطيم الخلايا في الجلد، ولذلك فإن تعرض الإنسان للأشعة فوق البنفسجية بكثرة يزيد من احتمال إصابته بسرطان الجلد.

٢٨. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات والرموز الآتية: C، E، مجال مغناطيسي.



الحل:



إتقان المفاهيم

٢٩. ما مقدار كل من كتلة الإلكترون وشحنته؟

الحل:

كتلة الإلكترون  $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  في حين شحنته تساوي  $-1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

٣٠. ما النظائر؟

الحل:

النظائر ذرات العنصر الواحد المتساوية بالعدد الذري والمختلفة الكتلة (العدد الكتلي).

٣١. ما الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي الحثي واتجاه المجال الكهربائي المتغير دائماً؟

الحل:

الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي الحثي واتجاه المجال الكهربائي المتغير دائماً قائمة.

٣٢. لماذا يجب استخدام مولد تيار متناوب لتوليد الموجات الكهرومغناطيسية؟ وإذا استخدم مولد مستمر فمتى يمكنه توليد موجات كهرومغناطيسية؟

الحل:

يعطى مولد AC مجالا كهربائيا متغيرا، وهو بدوره يولد مجالا مغناطيسيا متغيرا، أما مولد DC فيولد مجالا كهربائيا متغيرا لحظة تشغيله أو إطفائه فقط.

٣٣. يبيت سلك هوائي رأسي موجات راديو. ارسم الهوائي وكلا من المجالين الكهربائي والمغناطيسي المتولدين؟

الحل:



٣٤. ماذا يحدث لبلورة الكوارتز عند تطبيق فولتية خلالها؟

الحل:

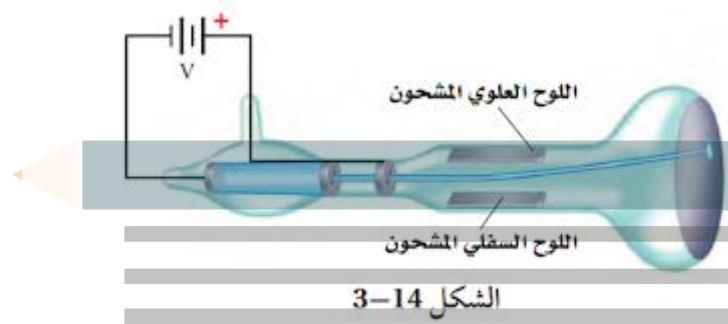
تتحني بلورة الكوارتز أو تنتشوه عند تطبيق الفولتية خلالها، ثم تهتز بعد ذلك بمجموعة ترددات.

٣٥. كيف تعمل دائرة استقطاب الهوائي على التقاط موجة كهرومغناطيسية بتردد محدد ورفض سائر الموجات الأخرى؟

الحل:

بتعديل السعة الكهربائية لدائرة الهوائي يصبح تردد اهتزاز الدائرة مساويا لتردد موجات الراديو المطلوبة. وتستقبل تلك الموجة فيحدث رنيناً، مما يؤدي إلى اهتزاز الإلكترونات في الدائرة بذلك التردد.

٣٦. تنطلق الإلكترونات في أنبوب تومسون من اليسار إلى اليمين، كما هو موضح في الشكل ٢-١٤. أي اللوحين سيشحن بشحنة موجبة لجعل حزمة الإلكترونات تنحرف إلى أعلى؟



الحل:

اللوحة العلوية سيشحن بشحنة موجبة.

تطبيق المفاهيم

٣٧. يستخدم أنبوب تومسون الموضح في المسألة السابقة المجال المغناطيسي لحرف حزمة الإلكترونات. ما اتجاه المجال المغناطيسي اللازم لحرف الحزمة إلى أسفل؟

الحل:

سيكن اتجاه المجال المغناطيسي خارجاً من مستوى الورقة.

٣٨. بين أن وحدات  $E/B$  هي وحدات السرعة نفسها.

الحل:

$$\frac{E}{B} = \frac{\frac{N}{C}}{\frac{N}{A.m}} = A.m/C$$

لأن 1 A يساوي 1 C/s ولذلك فإن :

$$\frac{E}{B} = \frac{C.m}{s.C} = m/s$$

٣٩. الشكل ٣-١٥ يبين الحجرة المفرغة في مطياف كتلة. إذا اختبرت عينة من غاز النيون المتأين في هذا المطياف فما اتجاه المجال المغناطيسي اللازم لجعل الأيونات تنحرف بشكل نصف دائري في اتجاه عقارب الساعة؟



الحل:

عند استخدام قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي، نجد أم اتجاهه يجب أن يكون خارجا من الورقة وعموديا على مستواها.

٤٠. إذا تغيرت إشارة شحنة الجسيم في المسألة السابقة من الموجبة إلى السالبة فهل يتغير اتجاه أحد المجالين أو كليهما للحفاظ على الجسيمات دون انحراف؟ وضح إجابتك.

الحل:

يمكنك أن تغير كلا المجالين، أو لا تغير أيا منهما، ولكن لا يمكنك أن تغير مجالا واحدا فقط.

٤١. أي من موجات الراديو، موجات الضوء، والأشعة السينية له قيمة عظمى من:

a. الطول الموجي.

b. التردد.

c. السرعة

الحل:

a. موجات الراديو.

b. الأشعة السينية.

c. جميعها تنتقل بالسرعة نفسها.

٤٢. موجات التلفاز إذا كان تردد الموجات التي تبعث على إحدى القنوات في التلفاز ٥٨ MHz، بينما تردد الموجات على قناة أخرى ١٨٠ MHz فأى القناتين تحتاج إلى هوائي أطول؟

الحل:

تحتاج القناة الأولى إلى هوائي أطول، فطول الهوائي يتناسب طرديا مع الطول الموجي.

٤٣. افترض أن عين شخص ما أصبحت حساسة لموجات الميكرويف، فهل تتوقع أن تكون عينه أكبر أم أصغر من عينك؟ ولماذا؟

الحل:

ستكون عيني الشخص أكبر، لأن الطول الموجي لموجات الميكرويف أكبر كثيرا من الطول الموجي للضوء المرئي.

إتقان حل المسائل

٣-١ تفاعلات المجالات الكهربائية والمغناطيسية والمادة

٤٤. تتحرك إلكترونات بسرعة  $3.6 \times 10^4 \text{ m/s}$  خلال مجال كهربائي مقداره  $5.8 \times 10^3 \text{ N/C}$ . ما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يتعرض له مسار الإلكترونات حتى لا تنحرف؟

الحل:

$$v = \frac{E}{B}$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{5.8 \times 10^3 \text{ N/C}}{3.6 \times 10^4 \text{ m/s}} = 0.16 \text{ T}$$

٤٥. يتحرك بروتون في مسار دائري نصف قطره  $0.20 \text{ m}$  في مجال مغناطيسي مقداره  $0.36 \text{ T}$ ، كما موضح في الشكل 3-16. احسب مقدار سرعته؟



الحل:

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

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

$$v = \frac{Brq}{m} = \frac{(0.36 \text{ T})(0.20 \text{ m})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= 6.9 \times 10^6 \text{ m/s}$$

٤٦. دخل بروتون مجالا مغناطيسيا مقداره  $6.0 \text{ T}$  بسرعة  $2.0 \times 10^4 \text{ m/s}$ . ما مقدار نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه؟

الحل:

$$r = \frac{mv}{Bq} = \frac{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(5.4 \times 10^4 \text{ m/s})}{(6.0 \times 10^{-2} \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 9.4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

٤٧. تسارع إلكترون خلال فرق جهد مقداره ٤,٥ kV. ما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يتحرك فيه الإلكترون لينحرف في مسار دائري نصف قطره ٥,٠ cm؟

الحل:

$$B = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2Vm}{q}} = \frac{1}{0.050 \text{ m}} \sqrt{\frac{(2)(4.5 \times 10^3 \text{ V})(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}} = 4.5 \times 10^{-3} \text{ T}$$

٤٨. حصلنا على المعلومات الآتية من مطياف الكتلة حول ذرات صوديوم ثنائية التآين (+٢):

$$V = ١٥٦ \text{ V}, r = ٠,٠٧٧ \text{ m}, q = ٢(١,٦٠ \times ١٠^{-١٩} \text{ C}), B = ٨,٠ \times ١٠^{-٢} \text{ T}$$

أحسب كتلة ذرة الصوديوم.

الحل:

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2} \Rightarrow m = \frac{qB^2 r^2}{2V} = \frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(8.0 \times 10^{-2} \text{ T})^2(0.077 \text{ m})^2}{2(156 \text{ V})} = 3.9 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

٤٩. تحرك جسيم ألفا كتلته ٦,٦ kg في مجال مغناطيسي مقداره ٢,٠ T فسلك مسارا دائريا نصف قطره ٠,١٥ m. ما مقدار كل مما يلي؟

a. سرعة الجسيم.

b. طاقته الحركية.

c. فرق الجهد اللازم لغنتاج هذه الطاقة الحركية.

الحل:

a.



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

$$v = \frac{Bqr}{m} = \frac{(2.0 \text{ T})(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(0.15 \text{ m})}{6.6 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= 1.5 \times 10^7 \text{ m/s}$$

b.

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{Bqr}{m}\right)^2 = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m} = \frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(2.0 \text{ T})^2 (0.15 \text{ m})^2}{(2)(6.6 \times 10^{-27} \text{ kg})}$$

$$= 7.0 \times 10^{-13} \text{ J}$$

c.

$$KE = qV$$

$$V = \frac{KE}{q} = \frac{7.0 \times 10^{-13} \text{ J}}{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 2.2 \times 10^6 \text{ V}$$

٥٠. استخدم مطياف كتلة لتحليل كربون ١٢ يحتوي على جزيئات كتلتها تعادل  $1.03175 \times$  من كتلة البروتون. ما النسبة اللازمة للحصول على عينة من الجزيئات تحتوي على الكربون ١٢ ولا تظهر فيها أي جزيئات من الكربون ١٣

الحل:

$$\frac{1}{175000} \times 100\% = \frac{1}{1750}\%$$

٥١. نظائر السيليكون سلكت ذرات السيليكون المتأينة المسارات الموضحة في الشكل ٣-١٧ في مطياف الكتلة. فإذا كان نصف القطر الأصغر يتوافق مع كتلة البروتون ٢٨، فما كتلة النظير الآخر للسيليكون؟



الشكل 17-3

الحل:

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

لكن  $m$  تتناسب طردياً مع  $r^2$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$m_2 = m_1 \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

$$= (28 m_p) \left( \frac{17.97 \text{ cm}}{16.23 \text{ cm}} \right)^2 = 34 m_p$$

$$m_2 = 34 m_p = (34)(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})$$

$$= 5.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

٢-٣ المجالات الكهربائية والمغناطيسية في الفضاء

٥٢. موجات الراديو انعكست موجات راديو طولها الموجي ٢,٠ cm عن طبق قطع مكافئ. ما طول الهوائي اللازم للكشف عنها؟

الحل:

يجب أن يكون طول الهوائي  $\lambda/2$ ، أي ١,٠ cm.

٥٣. التلفاز نقلت إشارة تلفاز على موجات حاملة ترددها ٦٦ MHz. فإذا كانت أسلاك الالتقاط في الهوائي ٤/١  $\lambda$  فأوجد البعد الفيزيائي بين أسلاك الالتقاط في الهوائي.

الحل:

$$\begin{aligned}\frac{1}{4}\lambda &= \left(\frac{1}{4}\right)\frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(4)(66 \times 10^6 \text{ Hz})} \\ &= 1.1 \text{ m}\end{aligned}$$

٥٤. الماسح الضوئي لشريط الشيفرة يستخدم الماسح الضوئي لشريط الشفرة مصدر ضوء ليزر طوله الموجي ٦٥٠ nm. أوجد تردد مصدر شعاع الليزر.

الحل:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{650 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

٥٥. ما طول الهوائي اللازم لاستقبال إشارة راديو ترددها ١٠١,٣ MHz؟

الحل:

طول الهوائي المناسب يساوي:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\lambda &= \left(\frac{1}{2}\right)\frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(2)(101.3 \times 10^6 \text{ Hz})} \\ &= 1.48 \text{ m}\end{aligned}$$

٥٦. موجة كهرومغناطيسية EM ترددها ١٠٠ MHz تبعث خلال كابل محوري ثابت العزل الكهربائي له ٢,٣٠. ما مقدار سرعة انتشار الموجات؟

الحل:

$$v = \frac{v}{\sqrt{K}} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{\sqrt{2.30}} = 1.98 \times 10^8 \text{ m/s}$$

٥٧. الهاتف الخليوي يعمل جهاز إرسال هاتف خلوي على موجات حاملة ترددها ٨,٠٠ Hz ١٠.٨ x. ما طول هوائي الهاتف الأمثل لالتقاط الإشارة؟ لاحظ أن الهوائيات ذات الطرف الواحد تولد قوة دافعة كهربائية عظمى عندما يكون طول الهوائي فيه مساويا ربع الطول الموجي للموجة.

الحل:

الطول المثالي للهوائي ذو الطرف الواحد يساوي:

$$\begin{aligned} \frac{1}{4} \lambda &= \left( \frac{1}{4} \right) \frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(4)(8.00 \times 10^8 \text{ Hz})} \\ &= 0.0938 \text{ m} \\ &= 9.38 \text{ cm} \end{aligned}$$

مراجعة عامة

٥٨. المذياع محطة إذاعية FM تبث موجاتها بتردد ٩٤,٥ MHz. ما طول الهوائي اللازم للحصول على أفضل استقبال لهذه المحطة؟

الحل:

طول الهوائي اللازم للحصول على أفضل استقبال يساوي:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \lambda &= \left( \frac{1}{2} \right) \frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(2)(94.5 \times 10^6 \text{ Hz})} \\ &= 1.59 \text{ m} \end{aligned}$$

٥٩. إذا كان طول هوائي هاتف خلوي ٨,٣ cm فما مقدار التردد الذي يرسل ويستقبل عليه هذا الهاتف؟ لعلك تذكر من المسألة ٥٧ أن الهوائيات ذات الطرف الواحد – ومنها المستخدم في الهاتف الخلوي – تولد قوة دافعة عظيمة يكون طولها مساويا ربع الطول الموجي للموجة التي ترسلها وتستقبلها.

الحل:

طول الهوائي يساوي:

$$0.083 \text{ m} = \frac{1}{4} \lambda = \left(\frac{1}{4}\right) \frac{c}{f}$$

التردد يساوي:

$$f = \frac{c}{(4)(0.083 \text{ m})}$$

$$= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(4)(0.083 \text{ m})}$$

$$= 9.0 \times 10^8 \text{ Hz}$$

٦٠. سرع جسيم مجهول بتطبيق فرق جهد مقداره ١,٥٠ V x إذا دخل هذا الجسيم مجالا مغناطيسيا مقداره ٥٠,٠ mT وسلك مسارا منحنيا نصف قطر ٩,٨٠ cm فما مقدار النسبة q/m؟

الحل:

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

$$= \frac{(2)(1.50 \times 10^2 \text{ V})}{(50.0 \times 10^{-3} \text{ T})^2 (9.80 \times 10^{-2} \text{ m})^2}$$

$$= 1.25 \times 10^7 \text{ C/kg}$$

التفكير الناقد

٦١. تطبيق المفاهيم تستخدم العديد من محطات الشرطة الرادار لضبط السائقين الذين يتجاوزون السرعة المسموح بها. والرادار جهاز يستعمل إشارة كهرومغناطيسية ذات تردد كبير لقياس سرعة جسم متحرك، وتردد إشارة الرادار المرسله معلوم، وعندما تنعكس هذه الإشارة المرسله عن الجسم المتحرك تلتقط من قبل الرادار لذا يكون تردد الإشارة المستقبلية مختلفا عن تردد الموجة المستقبلية أكبر من تردد الموجة المرسله. ما مقدار

سرعة الجسم المتحرك إذا كان تردد الموجة المرسله ١٠,٥٢٥ GHz  
وكان للموجة المستقبلية إزاحة دوبلر مقدارها ١٨٥٠ Hz؟

$$v_{\text{هدف}} = c \frac{f_{\text{دوبلر}}}{2f_{\text{بت}}}$$

حيث  $v_{\text{هدف}}$ : سرعة الهدف (m /s)

$c$  سرعة الضوء (m /s)

$f_{\text{دوبلر}}$ : إزاحة تردد دوبلر (Hz)

$f_{\text{بت}}$ : تردد الموجة المرسله (Hz)

الحل:

$$v_{\text{هدف}} = \frac{cf_{\text{دوبلر}}}{2f_{\text{بت}}} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})(1850 \text{ Hz})}{(2)(10.525 \times 10^9 \text{ Hz})}$$

$$= 26.4 \text{ m/s}$$

٦٢. تطبيق المفاهيم كتب طارق قصة خيال علمي تسمى (الرجل الخفي)، وفيها يشرب الرجل جرعة دواء فيصبح غير مرئي. ثم يستعيد طبيعته مرة أخرى. وضح لماذا لا يستطيع الرجل الغير مرئي الرؤية؟

الحل:

حتى تتمكن من الرؤية يجب أن تستكشف الضوء، وهذا يعني أن الضوء سوف يمتص أو ينعكس، وبصورة أساسية يكون الشخص غير المرئي شفافاً، لذلك سيمر الضوء خلال العين دون امتصاص أو انعكاس.

٦٣. تصميم تجربة إذا طلب إليك أن تصمم مطياف كتلة باستخدام المبادئ التي نوقشت في هذا الفصل، لكن باستخدام أداة إلكترونية بدل الفيلم الفوتوجرافي. وتريد فصل الجزيئات الأحادية التأين (+١) ذات الكتل الذرية ١٧٥ بروتونا، عن الجزيئات ذات الكتل الذرية ١٧٦ بروتونا، وكانت المسافة الفاصلة بين الخلايا المتجاورة في الكاشف الذي تستخدمه ٠,١٠ mm، ويجب أن تسرع الجزيئات بتطبيق فرق جهد ٥٠٠٠ V على

الأقل، حتى يتم الكشف عنها، فما قيم كل من  $V$ ،  $B$ ،  $r$  التي يجب أن تكون لجهازك؟

الحل:

نسبة الشحنة إلى الكتلة للنظائر في مطياف الكتلة هي:

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

أي أن نصف قطر مسار النظير يعطى بالعلاقة:

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm}{q}}$$

والفرق في نصفي قطر المسار للنظيرين هو:

$$0.10 \times 10^{-3} \text{ m} = r_{176} - r_{175}$$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V}{q}} (\sqrt{m_{176}} - \sqrt{m_{175}})$$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V}{q}} (\sqrt{176 m_p} - \sqrt{175 m_p})$$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm_p}{q}} (\sqrt{176} - \sqrt{175})$$

$$B = \frac{(\sqrt{176} - \sqrt{175})}{0.10 \times 10^{-3} \text{ m}} \sqrt{\frac{2Vm_p}{q}}$$

$$= \frac{(\sqrt{176} - \sqrt{175})}{0.10 \times 10^{-3} \text{ m}} \sqrt{\frac{(2)(500.0 \text{ V})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}}$$

$$= 1.2 \text{ T}$$

المجال المغناطيسي يساوي:

نصف القطر للنظير الذي كتلته 176 بروتون يساوي:

$$r_{176} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V(176 m_p)}{q}} = \frac{1}{1.2 \text{ T}} \sqrt{\frac{(2)(500.0 \text{ V})(176)(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}}$$

$$= 3.6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

عند تصميم مطياف الكتلة يمكنك اختيار أي قيمة لكل من  $B$  و  $V$  ويجب أن لا تقل  $V$  عن 500.0 V وبما أن النسبة  $q/m$  ثابتة فإن  $V$  تناسب مربعاً مع  $B^2$ .

الكتابة في الفيزياء

٦٤. اكتب تقريراً في صفحة أو صفحتين تبين فيه عمل جهاز التحكم عن بعد لكل من التلفاز والفيديو وجهاز DVD. والذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء. اشرح لماذا لا يحدث تداخل بين الأجهزة عند استخدام جهاز التحكم عن بعد المتعدد الأغراض. يجب أن يحتوي تقريرك مخططات وأشكالاً.

الحل:

تستخدم أجهزة التحكم مدى محدداً من ترددات الأشعة تحت الحمراء المعدلة، والمضمنة في صورة نبضات ويولد كل زر في الجهاز سلسلة

خاصة من النبضات القصيرة أو الطويلة. إن المدى الواسع للترددات المستخدمة في أجهزة التحكم المختلفة المصنعة من قبل شركات مختلفة، ورموز النبضات الفريدة من نوعها التي يستخدمها كل جهاز عن بعد يجعل من المستبعد أن تتداخل هذه الأجهزة معا.

للاستزادة اقرأ الموضوع التالي: جهاز التحكم عن بعد

### مراجعة تراكمية

٦٥. سلك طوله ٤٤٠ cm يحمل تيار مقداره ٧,٧ A عموديا على مجال مغناطيسي. فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك ٠,٥٥ N، فما مقدار المجال المغناطيسي؟

الحل:

$$F = BIL$$

$$B = \frac{F}{IL}$$

$$= \frac{0.55 \text{ N}}{(7.7 \text{ A})(4.4 \text{ m})}$$

$$= 0.016 \text{ T}$$

٦٦. إذ حرك سلك يمتد من الشمال إلى الجنوب نحو الشرق داخل مجال مغناطيسي يتجه إلى أسفل نحو الأرض، فما اتجاه التيار الحثي المتولد في السلك؟

الحل:

شمال.



## اختبار مقنن

١. عندما يتحرك جسيم مشحون في مسار دائري فإن:

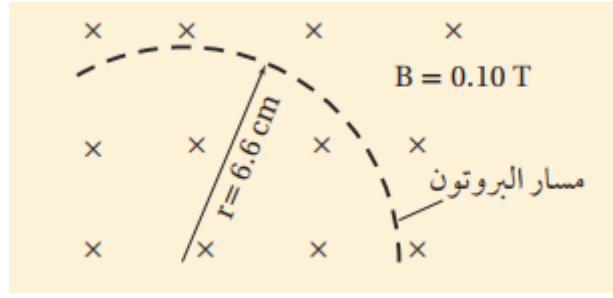
- a. القوة المغناطيسية تكون موازية للسرعة المتجهة، وموجهة نحو مركز المسار الدائري.
- b. القوة المغناطيسية قد تكون متعامدة مع السرعة المتجهة وموجهة بعيدا عن مركز المسار الدائري.
- c. القوة المغناطيسية تكون دائما موازية للسرعة المتجهة وموجهة بعيدا عن مركز المسار الدائري.
- d. القوة المغناطيسية تكون دائما عمودية على السرعة المتجهة وموجهة نحو مركز المسار الدائري.

الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

٢. إذا كان نصف قطر مسار حركة بروتون يتحرك داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره  $T \ 0,10$  يساوي  $6,6 \text{ cm}$  فما مقدار السرعة المتجهة نحو مركز المسار الدائري.

- a.  $6,3 \times 10^5 \text{ m/s}$
- b.  $2,0 \times 10^6 \text{ m/s}$
- c.  $6,3 \times 10^7 \text{ m/s}$
- d.  $2,0 \times 10^{12} \text{ m/s}$



الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

٣. إذا كان ثابت العزل الكهربائي للميكا ٤, ٥, فما مقدار سرعة الضوء في الميكا؟

a.  $3,2 \times 10^3 \text{ m/s}$

b.  $9,4 \times 10^4 \text{ m/s}$

c.  $5,6 \times 10^7 \text{ m/s}$

d.  $1,3 \times 10^8 \text{ m/s}$

الحل:

الاختيار الصحيح هو: D

٤. تبث محطة راديوية موجاتها بطول موجي  $2,87 \text{ m}$  ما مقدار تردد هذه الموجات؟

a.  $9,57 \times 10^{-9} \text{ Hz}$

b.  $3,48 \times 10^{-1} \text{ Hz}$

c.  $1,04 \times 10^8 \text{ Hz}$

d.  $3,00 \times 10^8 \text{ Hz}$

الحل:

الاختيار الصحيح هو: C

٥. في أي الحالات الآتية لا تتولد موجة كهرومغناطيسية؟

a. فولتية تيار مستمر DC يطبق على بلورة كوارتز لها خاصية الكهرباء الإجهادية.

b. تيار يمر في سلك داخل أنبوب بلاستيكي.

c. تيار يمر في دائرة ملف ومكثف يعد تجويفا رنانا في حجم الجزيء.

d. إلكترونات ذات طاقة كبيرة تصطدم بالهدف الفلزي في أنبوب أشعة سينية.

الحل:

الاختيار الصحيح هو: A

٦. تتحرك حزمة بروتونات عموديا على مجال مغناطيسي مقداره ٠,٤٥ T في مسار دائري نصف قطره ٠,٥٢ m، فإذا كانت كتلة كل بروتون تساوي ١,٦٧ kg ١٠-٢٧ فما مقدار سرعة البروتونات المكونة للحزمة؟

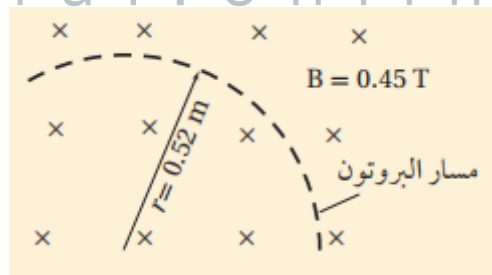
a. ١,٢ m/s

b. ٤,٧x١٠٣ m/s

c. ٢,٢x١٠٧ m/s

d. ٥,٨x١٠٨ m/s

الجلول اون لاين  
h u l . o n l i n e



الحل:

الاختيار الصحيح هو: C

الأسئلة الممتدة

٧. يتحرك ديوترون (نواة الديتريوم) كتلته  $3.34 \times 10^{-27} \text{ kg}$  وشحنته  $e+$  في مسار دائري نصف قطره  $0.0400 \text{ m}$  داخل مجال مغناطيسي مقداره  $1.50 \text{ T}$ ، ما مقدار سرعته؟

الحل:

$$v = \frac{Brq}{m}$$

$$v = \frac{(1.50 \text{ T})(0.0400 \text{ m})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{3.34 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$= 2.87 \text{ m/s}$$

