

أساسيات الضوء Fundamentals of Light

الفصل 1

1-1 الاستضاءة Illumination

حل المسائل التدريبية لدرس الاستضاءة

١. تحرك مصباح فوق صفحات كتاب بدءاً من مسافة ٣٠,٠ cm إلى ٩٠,٠ cm. قارن بين استضاءة الكتاب قبل الحركة وبعدها.

الحل :

$$\frac{E_{\text{بعد}}}{E_{\text{قبل}}} = \frac{\left(\frac{P}{4\pi d_{\text{بعد}}^2}\right)}{\left(\frac{P}{4\pi d_{\text{قبل}}^2}\right)} = \frac{d_{\text{قبل}}^2}{d_{\text{بعد}}^2}$$

$$= \frac{(30 \text{ cm})^2}{(90 \text{ cm})^2} = \frac{1}{9};$$

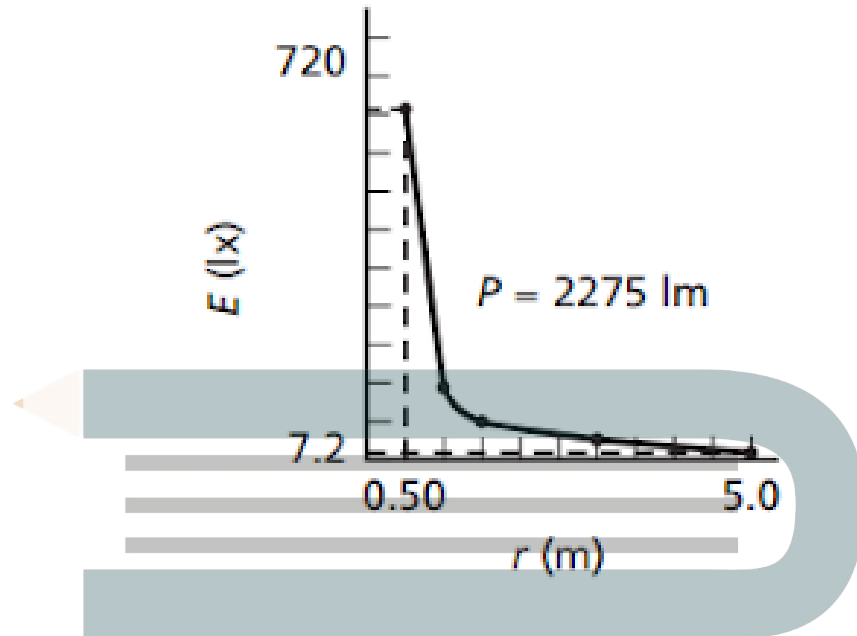
بعد تحرك المصباح الكهربائي فإن الاستضاءة تعادل ١/٩ الاستضاءة الأصلية.

٢. ارسم المنحنى البياني للاستضاءة المتولدة بواسطة مصباح متوهج قدرته ١٥٠ W بين ٠,٥٠ m و ٥,٠ m.

الحل :

$$P = 2275, d = 0.50, 0.75, \dots, 5.0$$

$$E(d) = \frac{P}{4\pi d^2}$$



٣. مصدر ضوئي نقطي شدة إضاءته 64 cd يقع على ارتفاع 3.0 m فوق سطح مكتب . ما الاستضاءة على سطح المكتب بوحدة لوكس (lx) ؟
 الحل :

$$P = 4\pi(64 \text{ cd}) = 256\pi \text{ lm}$$

$$E = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{256\pi \text{ lm}}{4\pi(3.0 \text{ m})^2} = 7.1 \text{ lx}$$

٤. يتطلب قانون المدارس الحكومية أن تكون الاستضاءة الصغرى lx على سطح كل مقعد . وتقتني المواصفات التي يوصي بها المهندسون المعماريون أن تكون المصابيح الكهربائية على بعد $m = 2.0$ فوق المقاعد . ما مقدار أقل تدفق ضوئي تولده المصابيح الكهربائية على بعد 2.0 فوق المقاعد . ما مقدار أقل تدفق ضوئي تولده المصابيح الكهربائية ؟

الحل :

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{P}{4\pi d^2} \\
 P &= 4\pi E d^2 \\
 &= 4\pi (160 \text{ lm/m}^2)(2.0 \text{ m})^2 \\
 &= 8.0 \times 10^3 \text{ lm}
 \end{aligned}$$

٥. وضعت شاشة بين مصباحين كهربائيين يضيئانها بالتساوي ، كما في الشكل ٧-٩ . فإذا كان التدفق الضوئي للمصباح الأول 1440 lm عندما كان يبعد مسافة $m = 2.5$ عن الشاشة فما بعد المصباح الثاني عن الشاشة إذا كان تدفقه الضوئي 2370 ؟

الحل :

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{P_1}{d_1^2} = \frac{P_2}{d_2^2}$$

$$\begin{aligned}
 d_2 &= d_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} \\
 &= (2.5 \text{ m}) \sqrt{\frac{2375}{1445}} \\
 &= 3.2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

مراجعة

حل أسئلة المراجعة درس الاستضاءة – أساسيات الضوء

٦. الاستضاءة هل يوجد مصباح كهربائي واحد إضاءة أكبر من مصباحين مماثلين يقعان على ضعف بعد مسافة المصباح الأول ؟ وضح ذلك .

الحل :

يولد مصباح واحد استضاءة أكبر مرتين من الاستضاءة التي يولدها مصباحان مماثلان معا يقعان عند ضعف المسافة .

٧. المسافة التي يقطعها الضوء يمكن إيجاد بعد القمر باستخدام مجموعة من المرايا يحملها رواد الفضاء على سطح القمر . فإذا تم إرسال نبضة ضوء إلى القمر وعادت إلى الأرض خلال $2,562 \text{ s}$ ، فاحسب المسافة بين الأرض و سطح القمر ، مستخدما القيمة المقاسة لسرعة الضوء .

الحل :

$$d = ct$$

$$= (299,800,000 \text{ m/s})\left(\frac{1}{2}\right)(2.562 \text{ s})$$

$$= 3.840 \times 10^8 \text{ m}$$

٨. شدة الإضاءة يضيء مصباحان شاشة بالتساوي بحيث يقع
 المصباح A على بعد ٥,٠ m ، ويقع المصباح B على بعد ٣,٠ m ،
 فإذا كانت شدة إضاءة المصباح A ٧٥ cd ، فما شدة إضاءة
 المصباح B ؟

الحل :

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{I_1}{d_1^2} = \frac{I_2}{d_2^2}$$

$$I_2 = \frac{I_1 d_2^2}{d_1^2}$$

$$= \frac{(75 \text{ cd})(3.0 \text{ m})^2}{(5.0 \text{ m})^2} = 27 \text{ cd}$$

٩. بعد المصدر الضوئي افترض أن مصباحا كهربائيا يضيء سطح مكتبك ويولد فقط نصف الاستضاءة المطلوبة . فإذا كان المصباح يبعد حاليا مسافة 1.0 m فكم ينبغي أن يكون بعده ليولد الاستضاءة المطلوبة ؟

الحل :

$$\frac{E_i}{E_f} = \frac{d_f^2}{d_i^2} = \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} \frac{d_f^2}{(1.0 \text{ m})^2} &= \frac{1}{2} \\ d_f &= \sqrt{\frac{1}{2}} \text{ m} \\ &= 0.71 \text{ m} \end{aligned}$$

بما أن الاستضاءة تعتمد على $1/d^2$ فإن :

١٠. التفكير الناقد استخدم الزمن الصحيح الذي يحتاج إليه الضوء ليقطع مسافة تعادل قطر مدار الأرض و الذي يساوي 16.5 min ، و قطر مدار الأرض $3.00 \times 10^{11} \text{ m}$ ، و ذلك لحساب سرعة الضوء باستخدام طريقة رومر . هل تبدو هذه الطريقة دقيقة ؟ لماذا ؟

الحل :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{3.0 \times 10^{11}}{(16 \text{ min})(60 \text{ s/min})}$$
$$= 3.1 \times 10^8 \text{ m/s}$$

1-2 الطبيعة الموجية للضوء The Wave Nature of Light

حل المسائل التدريبية لدرس الطبيعة الموجية للضوء

١١. ما المقصود بالألوان المتتامة؟

الحل :

تراكب لونين ضوئيين لإنتاج اللون الأبيض .

١٢. ما تردد خط طيف الأكسجين إذا كان طوله الموجي ٥١٣ nm ؟

الحل :

$$\begin{aligned}f &= \frac{c}{\lambda} \\&= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.13 \times 10^{-7} \text{ m}} \\&= 5.85 \times 10^{14} \text{ Hz}\end{aligned}$$

١٣. تتحرك ذرة هيدروجين في مجرة بسرعة $6.55 \times 10^6 \text{ m/s}$ مبتعدة عن الأرض ، وتبعث ضوءاً بتردد $6.16 \times 10^{14} \text{ Hz}$. ما التردد الذي سيلاحظه فلكي على الأرض للضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين ؟

الحل :

$$\begin{aligned}f_{\text{obs}} &= f \left(1 - \frac{v}{c} \right) \\&= (6.16 \times 10^{14} \text{ Hz}) \left(1 - \left(\frac{6.55 \times 10^6 \text{ m/s}}{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}} \right) \right) \\&= 6.03 \times 10^{14} \text{ Hz}\end{aligned}$$

١٤. ينظر فلكي إلى طيف مجرة ، فيجد أن هناك خطا لطيف الاكسجين بالطول الموجي 525 nm ، في حين أن القيمة المقيسة في المختبر تساوي 513 nm ، احسب سرعة تحرك المجرة بالنسبة للأرض ، ووضح ما إذا كانت المجرة تتحرك مقتربة من الأرض او مبتعدة عنها . وكيف تعرف ذلك ؟

الحل :

$$\begin{aligned}
 v &= c \frac{(\lambda_{\text{obs}} - \lambda)}{\lambda} \\
 &= (3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) \left(\frac{(525 \text{ nm} - 513 \text{ nm})}{513 \text{ nm}} \right) \\
 &= 7.02 \times 10^6 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

و يبدو الطول الموجي المراقب (الظاهري) أكبر من الطول الموجي الحقيقي لخط طيف الأكسجين . هذا يعني أن الفلكي والمجرة يتحركان مبتعدا أحدهما عن الآخر .

مراجعة

حل أسئلة المراجعة لدرس الطبيعة الموجية للضوء

١٥. مزج ألوان الضوء ما لون الضوء الذي يجب أن يتحد مع الضوء الأزرق للحصول على الضوء الأبيض ؟

الحل :

الأصفر (مزيج من اللونين الأساسيين الآخرين ، الأحمر والأخضر)

١٦. تفاعل الضوء مع الصبغة ما اللون الذي يظهر به الموز الأصفر عندما يضاء بواسطة كل مما يأتي ؟

a. الضوء الأبيض

b. الضوء الأخضر والضوء الأحمر معا

c. الضوء الأزرق

الحل :



١٧. الخصائص الموجية للضوء سرعة الضوء الأحمر في الهواء والماء أقل من سرعته في الفراغ . فإذا علمت أن التردد لا يتغير عندما يدخل الضوء الأحمر في الماء ، فهل يتغير الطول الموجي ؟ إذا كان هناك تغير فكيف يكون ؟

الحل :
 الحل
 hulul.online

نعم ، لأن $\lambda = v/f$, $v = \lambda f$ ، لذا فعندما تقل v فإن λ تقل أيضا .

١٨. مزج الأصباغ ما الألوان الأساسية للأصباغ التي يجب أن تمزج لإنتاج اللون الأحمر ؟ وضح كيف ينتج اللون الأحمر باختزال لون من ألوان الصبغة ؟

الحل :

تستخدم الصبغتان الصفراء ، والحمراء المزرق (الارجواني) في غنتاج اللون الأحمر . فالصبغة الصفراء تختزل اللون الأزرق وصبغة الأحمر

المزرق تختزل اللون الأخضر ، ولا تختزل أي منهما اللون الأحمر لذا سيعكس المزيج اللون الأحمر .

١٩ . الاستقطاب صف تجربة بسيطة يمكنك إجراؤها لتحديد ما إذا كانت النظارات الشمسية المتوافرة في المتجر مستقطبة أم لا ؟

الحل :

تحقق ما إذا كانت النظارات تقلل من السطوع الصادر عن السطوح العاكسة ، ومنها النوافذ و الطرق المعبدة . ويستفيد المصورون الفوتوغرافيون من استقطاب الضوء المنعكس بتصوير الأجسام لحظة التخلص من السطوع .

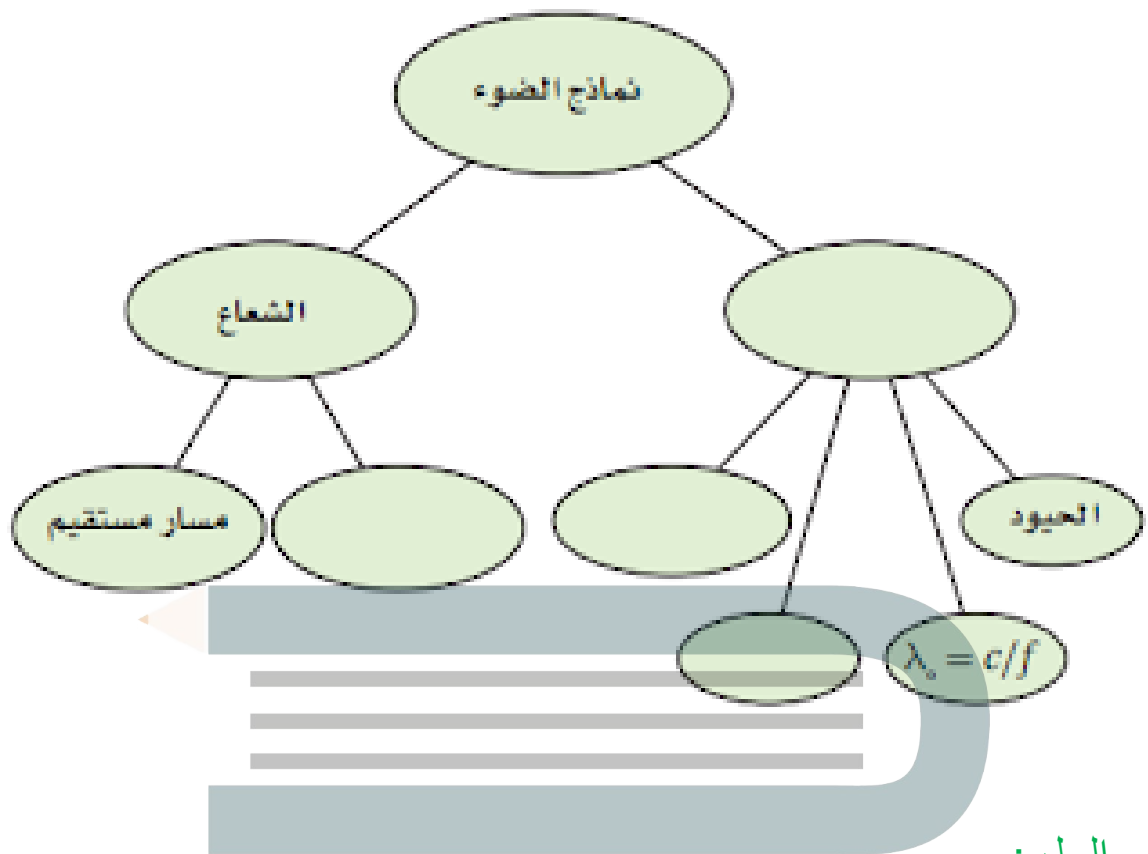
٢٠ . التفكير الناقد توصل الفلكيوم إلى أن مجرة الأندروميديا ، وهي المجرة القريبة من مجرتنا (مجرة درب التبانة) ، تتحرك في اتجاه مجرتنا . وضح كيف تمكن العلماء من تحديد ذلك . وهل يمكنك التفكير في دليل محتمل لاقترب مجرة الاندروميديا من مجرتنا ؟

الحل : خطوط طيف الانبعاث للذرات المعروفة مزاحة نحو الأزرق في الضوء الذي نراه قادما من مجرة الأندروميديا . لذا ، فإن مجرة الأندروميديا تتحرك في اتجاه مجرتنا ، و ذلك بسبب قوة الجاذبية . وقد تكون المجرتان متحركتين في مدار متذبذب بعضها حول بعض

حل أسئلة التقويم للفصل الأول (أساسيات الضوء)

خريطة المفاهيم

٢١ . أكمل خريطة المفاهيم التالية باستخدام المصطلحات التالية : الموجة ، C ، تأثير دوبلر ، الاستقطاب :



الحل :



إتقان المفاهيم

٢٢. لا ينتقل الصوت خلال الفراغ ، فكيف تعرف أن الضوء ينتقل في الفراغ ؟

الحل :

يصل ضوء الشمس إلينا من خلال الفراغ .

٢٣. فرق بين المصدر المضيء والمصدر المستضيء (المضاء) .

الحل :

يبعث الجسم المضيء الضوء أما الجسم المستضيء (المضاء) فهو ذلك الجسم الذي يسقط عليه الضوء ثم ينعكس .

٢٤. انظر بعناية إلى مصباح متوهج تقليدي . هل هو مصدر مضيء أم مصدر مستضيء ؟

الحل :

إنه مضاء بصورة رئيسية ، فالفتيلة مضيئة ، أما زجاج المصباح فهو مستضيء (مضاء)

٢٥. وضح كيف يمكنك رؤية الأجسام العادية غير المضيئة في غرفة الصف ؟

الحل :

ترى الأجسام العادية غير المضيئة عن طريق عكسها للضوء .

٢٦. فرق بين الأجسام الشفافة وشبه الشفافة وغير الشفافة (المعتمة) .

الحل :

يمر الضوء من خلال الوسط الشفاف دون تشوه ونرى الأجسام من خلاله ، ويمرر الوسط شبه الشفاف الضوء إلا أنه يشوّهه ، لذلك لا يمكن تمييز الأجسام عند النظر إليها من خلاله ، أما الوسط المعتم فلا يمرر الضوء ولا نرى الاجسام من خلاله .

٢٧. ما الذي يتناسب طرديا مع استضاءة سطح بمصدر ضوئي ؟ وما الذي يتناسب معه عكسيا ؟

الحل :

تتناسب الاستضاءة على سطح ما طرديا مع شدة إضاءة مصدر الضوء وتتناسب عكسيا مع مربع المسافة بين السطح ومصدر الضوء .

٢٨. ما افتراض جاليليو بالنسبة لسرعة الضوء ؟

الحل :

سرعة الضوء كبيرة جدا إلا أنها محددة .
hulul.online

٢٩. لماذا يعد حيود الموجات الصوتية أكثر شيوعا في الحياة اليومية من حيود الموجات الضوئية ؟

الحل :

يكون الحيود أكثر وضوحا حول العوائق التي تكون أبعادها مساوية للطول الموجي للموجة تقريبا . وأغلب العوائق التي حولنا ذات أبعاد تحيد موجات الصوت ذات الطول الموجي الكبير .

٣٠. ما لون الضوء الذي لديه أقصر طول موجي ؟

الحل :

الضوء البنفسجي .

٣١. ما مدى الأطوال الموجية للضوء ، بدءا من الأقصر إلى الأطول ؟

الحل :

٤٠٠ nm إلى ٧٠٠ nm .

٣٢. ما الألوان التي يتكون منها الضوء الأبيض ؟

الحل :

يتكون الضوء الأبيض من الألوان جميعها ، أو من الألوان الأساسية على الأقل .

٣٣. لماذا يظهر جسم ما باللون الأسود ؟

الحل :

يظهر الجسم باللون الأسود ، لأن قليلا من الضوء – إن وجد – ينعكس عن الجسم

٣٤. هل يمكن أن تكون الموجات الطولية مستقطبة ؟ وضح إجابتك .

الحل :

لا ، لأنه ليس لها مركبات مستعرضة .

٣٥. تبعت مجرة بعيدة خطا طيفيا في منطقة اللون الأخضر من الطيف الضوئي ، فهل ينزاح الطول الموجي المراقب على الأرض إلى الضوء الأحمر أو إلى الضوء الأزرق ؟ وضح إجابتك .

الحل :

لأن المجرة بعيدة فستبدو أنها تتحرك مبتعدة عن الأرض ، وسيزاح الطول الموجي في اتجاه اللون الأحمر ذي الطول الموجي الكبير .

٣٦. ماذا يحدث للطول الموجي للضوء عندما يزداد تردده ؟

الحل : كلما ازداد التردد قل الطول الموجي .

تطبيق المفاهيم

٣٧. يقع مصدر ضوء نقطي على بعد $2,0 \text{ m}$ من الشاشة A ، وعلى بعد $4,0 \text{ m}$ من شاشة B ، كما يتضح من الشكل التالي . قارن بين الاستضاءة على الشاشة B والاستضاءة على الشاشة A ؟



الحل :

الاستضاءة

$$E \propto 1/r^2$$

، لذلك ستكون الاستضاءة عند الشاشة B ربع الاستضاءة عند الشاشة A .

٣٨. مصباح الدراسة يبعد مصباح صغير مسافة cm ٣٥ من صفحات كتاب ، فإذا ضاعفت المسافة :

a. فهل تبقى الاستضاءة على الكتاب هي نفسها دون تغيير ؟

b. إذا لم تكن كذلك فكم تكون أكبر أو أصغر ؟

الحل :

a. لا .

b. الاستضاءة على بعد cm ٣٥ أكبر ، وتكون الاستضاءة عند مضاعفة المسافة $\frac{1}{4}$ القيمة الأولى .

٣٩. لماذا يطلى السطح الداخلي للمناظير وآلات التصوير باللون الأسود ؟

الحل :

يطلى السطح الداخلي باللون الأسود لأنه لا يعكس أي كمية من الضوء ، ولذلك لن يكون هناك تداخل للضوء في أثناء مشاهدة الأجسام أو في أثناء تصويرها .

٤٠. لون إضاءة الشوارع تحتوي بعض مصابيح الشوارع الفعالة جدا على بخار الصوديوم تحت ضغط عال . وتنتج هذه المصابيح ضوءا معظمه أصفر وجزء قليل منه أحمر . هل تستخدم المجتمعات التي فيها مثل هذه المصابيح سيارات شرطة ذات لون أزرق داكن ؟ ولماذا ؟

الحل :

لن تكون سيارات الشرطة ذات اللون الأزرق الداكن مرئية ، لأنها تمتص الضوء الأحمر والضوء الأصفر . ويتعين عليهم شراء سيارات صفراء أو طلاء سياراتهم باللون الأصفر ، حيث ستكون مرئية بدرجة كبيرة .

ارجع إلى الشكل التالي عند حل المسألتين التاليتين .



٤١. ماذا يحدث للاستضاءة على صفحات الكتاب عند تحريك المصباح بعيدا عن الكتاب ؟

الحل :

تتناقص الاستضاءة كما تم وصفها بواسطة قانون التربيع العكسي .

٤٢. ماذا يحدث لشدة استضاءة المصباح عند تحريكه بعيدا عن الكتاب ؟

الحل :

لا يوجد تغير ، لا تؤثر المسافة في شدة الإضاءة .

٤٣. الصور المستقطبة يضع مصورو الفوتوجراف مرشحات استقطاب فوق عدسات الكاميرا لكي تبدو الغيوم أكثر وضوحا ، فتبقى الغيوم بيضاء في حين تبدو السماء داكنة بصورة أكبر . وضح ذلك معتمدا على معرفتك بالضوء المستقطب .

الحل :

يعد الضوء المشتت من الغلاف الجوي ضوءا مستقطبا ، إلا أن الضوء المشتت عن الغيوم غير مستقطب . يقلل المصور كمية الضوء المستقطب الذي يصل إلى الفيلم عن طريق تدوير المرشح .

٤٤. إذا كان لديك الأصبع التالية : الصفراء والزرقاء الداكنة والحمراء المزرقفة فكيف تستطيع عمل صبغة زرقاء اللون ؟ وضح إجابتك .

الحل :

مزيج الصبغة الزرقاء الداكنة والصبغة الحمراء المزرقفة (الارجوانية) .

٤٥. إذا وضعت قطعة سلوفان حمراء على مصباح يدوي ، ووضعت قطعة سلوفان خضراء على مصباح آخر ، وسلطت حزما ضوئية على حائط أبيض اللون فما الألوان التي ستراها عندما تتراكب الحزم الضوئية للمصباحين ؟

الحل :

الأصفر .

٤٦. تبدو التفاحة حمراء لأنها تعكس الضوء الأحمر وتمتص الضوء الأزرق والأخضر .

a. لماذا يظهر السلوفان الأحمر أحمر اللون عند النظر إليه من خلال الضوء المنعكس ؟

b. لماذا يظهر مصباح الضوء الأبيض أحمر اللون عند النظر إليه من خلال السلوفان الأحمر ؟

c. ماذا يحدث للضوء الأزرق والضوء الأخضر ؟

الحل :

a. يعكس السلوفان الضوء الأحمر ، ويمتص أو يمرر الضوئين الأزرق والأخضر .

b. يمرر السلوفان الضوء الأحمر .

c. تم امتصاص الضوء الأزرق والضوء الأخضر .

٤٧. في المسألة السابقة ، إذا وضعت قطعتي السلوفان الحمراء والخضراء على أحد المصباحين ، وسلطت حزمة ضوئية منه على حائط أبيض اللون ، فما اللون الذي ستراه ؟ وضح إجابتك .

الحل :

الأسود ، غالبا لا ينفذ ضوء ، لان الضوء المار من خلال المرشح الأول يمتص بواسطة المرشح الثاني .

٤٨. مخالفة السير هب أنك شرطي مرور ، وأوقف سائقا تجاوز الإشارة الحمراء ، وافترض أيضا أن السائق وضح لك من خلال رسم الشكل التالي أن الضوء كان يبدو أخضر بسبب تأثير دوبلر عندما قطع الإشارة . وضح له مستخدما إزاحة دوبلر / كم يجب أن تكون سرعته حتى يبدو الضوء الأحمر ($\lambda = 645 \text{ nm}$) على شكل ضوء أخضر ($\lambda = 545 \text{ nm}$) . تلميح : افترض لحل هذه المسألة أن معادلة إزاحة دوبلر يمكن تطبيقها عند هذه السرعة .



الحل :

$$\left(\frac{645 \text{ nm} - 545 \text{ nm}}{645 \text{ nm}} \right) (3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) = 4.65 \times 10^7 \text{ m/s}$$

يجب أن تكون سرعة السيارة $4.65 \times 10^7 \text{ m/s}$.

إتقان حل المسائل

١-١ الاستضاءة

٤٩. أوجد الاستضاءة على مسافة 4.0 m أسفل مصباح تدفقه الضوئي 405 lm .

الحل :

$$E = \frac{P}{4\pi d^2} = \frac{405 \text{ lm}}{4\pi (4.0 \text{ m})^2} = 2.0 \text{ lx}$$

٥٠. يحتاج الضوء إلى زمن مقداره 1.28 s لينتقل من القمر إلى الأرض . فما مقدار المسافة بينهما ؟

الحل :

$$\begin{aligned}
 d &= vt = (3.00 \times 10^8 \text{ m/s})(1.28 \text{ s}) \\
 &= 3.84 \times 10^8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

٥١. يستهلك مصباح كهربائي ثلاثي الضبط قدرة كهربائية ١٥٠ W ، ١٠٠ W ، ٥٠ W لإنتاج تدفق ضوئي ٢٢٨٥ lm ، ١٦٢٠ lm ، ١٠٠ lm في أزرار ضبطه الثلاثة . وضع المصباح على بعد ٨٠ cm فوق ورقة . إذا كانت أقل استضاءة لازمة لإضاءة الورقة هي ١٧٥ lx ، فما أقل زر ضبط ينبغي أن يستخدم ؟

الحل :

$$E = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 4\pi E d^2 = 4\pi (175 \text{ lx})(0.80 \text{ m})^2 \\
 &= 1.4 \times 10^3 \text{ lm}
 \end{aligned}$$

يجب ضبطه على (١٦٢٠ lm) ١٠٠ W .

٥٢. سرعة الأرض وجد العالم أولي رومر أن متوسط زيادة التأخير في اختفاء القمر Io أثناء دورانه حول المشتري من دورة إلى التي تليها يساوي ١٣ s ، فأجب عما يلي :

- ما المسافة التي يقطعها الضوء خلال ١٣ s ؟
- تحتاج كل دورة للقمر Io إلى ٤٢,٥ h ، وتتحرك الأرض المسافة المحسوبة في الفرع a خلال ٤٢,٥ h . أوجد سرعة الأرض بوحدة km/s .
- تحقق أن إجابتك للفرع b منطقية ، و احسب سرعة الأرض في المدار مستخدما نصف قطر المدار 1.5×10^8 km والفترة ١,٠ yr .

الحل :

a. 3.9×10^9 m

b.

$$v = \frac{d}{t}$$

$$= \left(\frac{3.9 \times 10^9 \text{ m}}{1.53 \times 10^5 \text{ s}} \right) \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \right)$$

$$= 25 \text{ km/s}$$

c.

$$v = \frac{d}{t} = \left(\frac{2\pi(1.5 \times 10^8 \text{ km})}{365 \text{ d}} \right) \left(\frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)$$

$$= 3.0 \times 10^1 \text{ km/s}$$

٥٣. يريد أحد الطلبة مقارنة التدفق الضوئي لمصباح ضوئي يدوي بمصباح آخر تدفقه الضوئي ١٧٥٠ lm ، و كان كل منهما يضيء ورقة بالتساوي . فإذا كان المصباح ١٧٥٠ lm يقع على بعد ١,٢٥ m من الورقة ، في حين كان المصباح الضوئي اليدوي يقع على بعد ١,٠٨ m ، فاحسب التدفق الضوئي للمصباح اليدوي .

الحل :

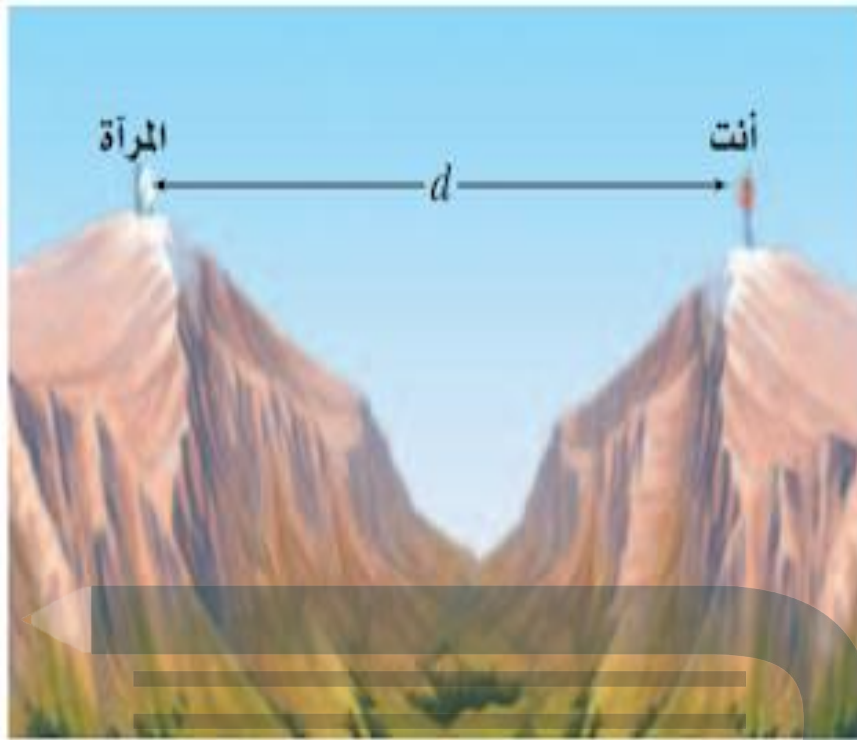
$$E = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{P_1}{d_1^2} = \frac{P_2}{d_2^2}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= \frac{P_1 d_2^2}{d_1^2} \\
 &= \frac{(1750 \text{ lm})(1.08 \text{ m})^2}{(1.25 \text{ m})^2} \\
 &= 1.31 \times 10^3 \text{ lm}
 \end{aligned}$$

٥٤. افترض أنك أردت قياس سرعة الضوء ، وذلك بوضع مرآة على قمة جبل بعيد ، ثم قمت بضغط زر وميض آلة تصوير وقياس الزمن الذي احتاج إليه الوميض لينعكس عن المرآة ويعود إليك ، كما موضح في الشكل التالي . وتمكن شخص من تحديد فترة زمنية مقدارها ٠,١٠ s تقريبا دون استخدام أجهزة . ما بعد المرآة عنك ؟ قارن بين هذه المسافة وبعض المسافات المعروفة .



الحل :

$$d = vt$$

$$= (3.00 \times 10^8 \text{ m/s})(0.1 \text{ s}) \left(\frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \right)$$

$$= 3 \times 10^4 \text{ km}$$

تكون المرآة عند منتصف المسافة التي ينتقلها الضوء خلال s ١٠,٠ ، أي 15000 km مبتعدا . وهذه المسافة تمثل $3/8$ محيط الأرض ، حيث إن محيط الأرض يساوي 40000 km .

٢-١ الطبيعة الموجية للضوء

٥٥. حول الطول الموجي للضوء الأحمر 700 nm إلى وحدة الأمتار .

الحل :

$$(700 \text{ nm}) \left(\frac{1 \times 10^{-9} \text{ m}}{1 \text{ nm}} \right) = 7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

٥٦. حركة المجرة ما السرعة التي تتحرك بها مجرة بالنسبة للأرض ، إذا كان خط طيف الهيدروجين 486 nm قد أزيح نحو الأحمر 491 nm ؟

الحل :

$$(\lambda_{app} - \lambda) = \pm \frac{v}{c} \lambda$$

$$(\lambda_{app} - \lambda) = \pm \frac{v}{c} \lambda$$

$$v = c \frac{(\lambda_{app} - \lambda)}{\lambda}$$

$$= (3.00 \times 10^8 \text{ m/s}) \left(\frac{491 \text{ nm} - 486 \text{ nm}}{486 \text{ nm}} \right)$$

$$= 3.09 \times 10^6 \text{ m/s}$$

٥٧. النظارات الشمسية المستقطبة في أي اتجاه يجب توجيه محور النفاذ للنظارات الشمسية المستقطبة للتخلص من الوهج الصادر عن سطح الطريق : في الاتجاه الراسي أم الأفقي ؟ فسر إجابتك .

الحل :

يجب أن يتجه محور النفاذ رأسياً ، لأن الضوء المنعكس عن الطريق يكون مستقطباً جزئياً في الاتجاه الأفقي ، فلا يمرر محور النفاذ الراسي الموجات الأفقية .

٥٨. حركة المجرة إذا كان خط طيف عنصر الهيدروجين المعروف بطول موجي ٤٣٤ nm مزاحاً نحو الأحمر بنسبة ٦,٥٠٪ في الضوء القادم من مجرة بعيدة فما سرعة ابتعاد المجرة عن الأرض ؟

الحل :

$$(\lambda_{app} - \lambda) = \pm \frac{v}{c} \lambda$$

$$(\lambda_{app} - \lambda) = \pm \frac{v}{c} \lambda$$

$$v = c \frac{(\lambda_{app} - \lambda)}{\lambda}$$

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

$$= \left(\frac{(1.065)(434 \text{ nm}) - 434 \text{ nm}}{434 \text{ nm}} \right)$$

$$= 1.95 \times 10^7 \text{ m/s}$$

٥٩. لأي خط طيفي ، ما القيمة غير الحقيقية للطول الموجي الظاهري لمجرة تتحرك مبتعدة عن الأرض ؟ ولماذا ؟

الحل :

إن القيمة غير الحقيقية للطول الموجي هي التي تجعل المجرة تبدو لنا وكأنها تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء أو اكبر منها . وباستخدام معادلة إزاحة دوبلر لسرعة قليلة تعطي طولاً موجياً ظاهرياً مقداره ٢٨ . لذا أي طول موجي ظاهري قريب أو أكبر من ضعف الطول الموجي الحقيقي سيكون غير حقيقي .

٦٠. افترض أنك كنت تتجه إلى الشرق عند شروق الشمس . وينعكس

ضوء الشمس عن سطح بحيرة ، كما في الشكل التالي ، فهل الضوء المنعكس مستقطب ؟ إذا كان كذلك ففي أي اتجاه ؟



الحل :

الضوء المنعكس مستقطب جزئياً في اتجاه مواز لسطح البحيرة ، ومتعامد مع اتجاه انتشار الضوء من البحيرة إلى عينيك .

مراجعة عامة

٦١. إضاءة مصابيح الطرق عمود إنارة يحتوي مصباحين متماثلين يرتفعان $3,3\text{ m}$ عن سطح الأرض . فإذا أراد مهندسو البلدية توفير الطاقة الكهربائية وذلك بإزالة أحد المصباحين ، فكم يجب أن يكون ارتفاع المصباح المتبقي عن الأرض لإعطاء الاستضاءة نفسها على الأرض ؟

الحل :

$$E = \frac{P}{4\pi d^2}$$

عندما تقل P بمقدار عامل 2
فستصبح d^2 .

وعليه فإن d تقل بمقدار عامل $\sqrt{2}$

$$\frac{(3.3 \text{ m})}{\sqrt{2}} = 2.3 \text{ m}$$

٦٢. مصدر ضوء نقطي شدة إضاءته 1000 cd ويبعد 6.0 m عن جدار .
كم يبعد مصباح آخر شدة إضاءته 6000 cd عن الجدار إذا كانت
إستضاءة المصباحين متساوية عنده ؟

الحل :

$$E = \frac{I}{d^2}$$

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{I_1}{d_1^2} = \frac{I_2}{d_2^2}$$

$$d_2 = d_1 \sqrt{\frac{I_2}{I_1}} = (6.0 \text{ m}) \sqrt{\frac{60.0 \text{ cd}}{10.0 \text{ cd}}} = 15 \text{ m}$$

٦٣. الرعد والبرق وضح لماذا تحتاج إلى ٥ s لسماع الرعد عندما يبعد البرق مسافة ١,٦ km .

الحل :

لا يحتاج الضوء إلى زمن يذكر (٥,٣ us) ، بينما يحتاج الصوت إلى ٤,٧ s .

٦٤. الدوران الشمسي لأن الشمس تدور حول محورها فإن أحد جوانب الشمس ستتحرك في اتجاه الأرض ، أما الجانب الآخر فيتحرك مبتعدا عنها . وتكمل الشمس دورة كاملة كل ٢٥ يوما تقريبا ، ويبلغ قطرها $1.4 \times 10^9 \text{ m}$. فغذا بعث عنصر الهيدروجين في الشمس ضوءا بتردد $6.16 \times 10^{14} \text{ Hz}$ من كلا الجانبين فما التغير في الطول الموجي المراقب ؟

الحل :

$$v_{\text{rot}} = \frac{(1.4 \times 10^9 \text{ m})\pi}{(25 \text{ days})(24 \text{ h/day})(3600 \text{ s/h})}$$

$$= 2.04 \times 10^3 \text{ m/s}$$

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

$$= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{6.16 \times 10^{14} \text{ Hz}}$$

$$= 4.87 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\Delta\lambda = \pm \frac{v}{c} \lambda$$

$$\Delta\lambda = \pm \frac{v_{\text{rot}}}{c} \lambda$$

$$= \pm \frac{(2.04 \times 10^3 \text{ m/s})}{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})} (4.87 \times 10^{-7} \text{ m})$$

$$= \pm 3.3 \times 10^{-12} \text{ m}$$

الحلول اون لاين

 hulul.online

التفكير الناقد

٦٥. ابحث لماذا لم يتمكن جاليليو من قياس سرعة الضوء ؟

الحل :

لأنه لم يكن قادرا على قياس الفترات الزمنية الصغيرة المتضمنة في قياس المسافات التي يقطعها الضوء بين نقطتين على سطح الأرض .

٦٦. إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها يبعد مصدر ضوئي شدة إضاءته ١١٠ cd مسافة ١,٠ m عن شاشة . حدد الاستضاءة على

الشاشة في البداية ، وأيضاً عند كل متر تزداد فيه المسافة حتى m ، $٧,٠$ ، ومثل البيانات بيانياً .

a. ما شكل المنحنى البياني ؟

b. ما العلاقة بين الاستضاءة و المسافة الموضحة بواسطة الرسم البياني ؟

الحل :

a. القطع الزائد

b. تربيع عكسي

٦٧. حلل واستنتج إذا كنت تقود سيارتك عند الغروب في مدينة مزدحمة ببنائيات جدرانها مغطاة بالزجاج ، حيث يؤدي ضوء الشمس المنعكس عن الجدران إلى انعدام الرؤيا لديك مؤقتاً . فهل تحل النظارات المستقطبة هذه المشكلة ؟

الحل :

نعم ، الضوء المنعكس مستقطب جزئياً ، لذلك ستقل نظارات الاستقطاب من السطوع أو الوهج إذا رتبت محاور استقطابها بصورة صحيحة .

الكتابة في الفيزياء

٦٨. اكتب مقالا تصف فيه تاريخ المعرفة البشرية المتعلقة بسرعة الضوء ، وضمنه إنجازات العلماء المهمة في هذا المجال .

الحل :

يعود تاريخ أول محاولة لقياس سرعة الضوء إلى العالم الإيطالي جاليليو Galileo. ففي مطلع عام ١٦٠٠م استعان بأحد مساعديه وطلب منه أن يصعد إحدى هضبتين وصعد هو هضبة أخرى، قاس جاليليو المسافة بين الهضبتين وحاول أن يقيس الزمن الذي يستغرقه الضوء كي يقطع المسافة بينهما، ولأنه كان يفتقر إلى وسائل دقيقة لقياس الزمن، كشفت تجربته أن الضوء ينتشر بسرعة لانهائية. كما يعود الفضل إلى الفلكي الدنماركي أولافوس رومر O.Römer في إجراء أول محاولة جادة لقياس سرعة الضوء. ففي عام ١٦٧٦م لاحظ فرقا بين لحظة خسوف أحد أقمار المشتري، حين تكون الأرض في وضعها القريب من الشمس، ولحظة خسوفه، حين تكون الأرض في الوضع البعيد عن الشمس. وباستخدامه المعلومات الفلكية الشائعة حينها عن المسافة بين وضعي الأرض هذين توصل إلى أن سرعة الضوء محدودة وتساوي ٢٨٦٠٠٠ كيلو متر في الثانية. وفي العام ١٨٥٠م قام العالم الفرنسي أرماند فيزو Armand Fizeau بقياس سرعة الضوء. فقد مرّر حزمة ضيقة من الضوء، من فتحة في دولاب مسنن دوّار، فقطعت الحزمة مسافة طويلة حتى بلغت مرآة وارتدت منها إلى الدولاب المسنن. وإذا ضبطت سرعة دوران الدولاب المسنن والمرآة وسرعة دوران الدولاب التي تحقق ذلك.

وفي القرون التي تلت، حاول العديد من العلماء حساب سرعة الضوء باستخدام تقنيات متطورة قادرة على القيام بالعمليات الحسابية بدقة عالية، وتنسب أول عملية قياس لسرعة الضوء بطريقة غير فلكية للفيزيائي الفرنسي هيبوليت فيزو Hippolyte Fizeau في عام ١٨٤٩م باستخدام طريقة تتضمن إرسال الضوء عبر عجلة مسننة دوارة ثم ليتم عكسه بواسطة مرآة مثبتة على مسافة بعيدة.

ولكن أول طريقة دقيقة لقياس سرعة الضوء جرت في عام ١٩٢٠م بواسطة الفيزيائي الأمريكي ألبرت ميكلسون Albert Michelson الذي أجرى بحثه في جبال كاليفورنيا الجنوبية باستخدام جهاز بمرآة ثمانية الوجوه.

وفي عام ١٩٨٣ قامت لجنة دولية للأوزان والقياسات CIPM بحساب واعتماد سرعة الضوء في الفراغ التي نستخدمها اليوم وتعادل (٢٩٩,٧٩٢,٤٥ مترًا في الثانية أي ما يعادل (١٨٦٢٨٢) ميلاً في الثانية . وبالتالي فالضوء قادرٌ على الدوران حول خط الاستواء سبع مرات ونصف في الثانية الواحدة.

٦٩. ابحث في معلومات النظام العالمي للوحدات SI المتعلقة بوحدة الشمعة cd ، وعبر بلغتك الخاصة عن المعيار الذي يستخدم في تحديد قيمة cd ١ .

الحل :

الشمعة القياسية إحدى الوحدات الأساسية السبع في النظام المتري. وتعرف الشمعة القياسية الواحدة بأنها الإضاءة الصادرة عن مصدر ضوئي ذي تردد معين وشدة معينة في اتجاه معين. وتردد الضوء يساوي ٥٤٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ هيرتز ، وشدته ٦٨٣/١ واط في زاوية مجسمة تسمى الأستيراديان. ولكي تستطيع استيعاب معنى هذه الكلمة، تصور أن مصدر ضوء صغير ثابت التوهج قد وضع في مركز كرة فارغة، وتنتشر أشعة الضوء المتناسقة في جميع الجهات مضيئة سطح الكرة الداخلي. فإذا كانت مساحة سطح الكرة الداخلي قدمًا واحدًا مربعًا، فإن زاوية الضوء التي تقاس عند مركز الكرة تساوي أستيراديانًا واحدًا. وتستخدم الشمعة القياسية لحساب وحدات أخرى في قياس الضوء، وتشمل هذه الوحدات اللومن والقدم - شمعة.

كانت وحدة قياس شدة الاستضاءة تسمى في الماضي بالشمعة، وهي كمية الضوء الذي يصدر عن شمعة معينة. ولكن العلماء وجدوا صعوبة كبيرة في توحيد القياس بهذه الطريقة. وفي عام ١٩٤٨ م قررت اللجنة العالمية الخاصة بالبصريات اعتماد الشمعة القياسية وحدة للقياس. ونقل الشمعة القياسية الواحدة قليلاً عن الشمعة.

مراجعة تراكمية

٧٠. يتأرجح جسم كتلته 2.0 kg معلق بخيط طوله 1.5 m في مسار على شكل دائرة رأسية وبسرعة ثابتة 12 m/s . احسب قوة الشد في الخيط عندما يكون الجسم عند :

a. أسفل المسار الدائري .

b. قمة المسار الدائري .

الحل :

a.

$$F_{\text{net}} = \frac{mv^2}{r} = \frac{(2.0 \text{ kg})(12 \text{ m/s})^2}{1.5 \text{ m}}$$

$$= 1.9 \times 10^1 \text{ N}$$

$$F_g = mg = (2.0 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)$$

$$= 2.0 \times 10^1 \text{ N}$$

$$F_{\text{net}} = T - F_g$$

$$T = F_{\text{net}} + F_g$$

$$= 1.9 \times 10^1 \text{ N} + 0.20 \times 10^2 \text{ N}$$

$$= 2.1 \times 10^1 \text{ N}$$

b.

$$F_{\text{net}} = T + F_g$$

$$T = F_{\text{net}} - F_g$$

$$= 1.9 \times 10^2 \text{ N} - 0.20 \times 10^2 \text{ N}$$

$$= 1.7 \times 10^2 \text{ N}$$

٧١. ما الطول الموجي لموجة صوتية ترددها $17,000 \text{ Hz}$ تنتقل في ماء درجة حرارته 20°C ؟

الحل :

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1493 \text{ m/s}}{17,000 \text{ Hz}} = 0.0878 \text{ m} = 8.8 \text{ cm}$$

الحلول اون لاين
hulul.online

اختبار مقنن

حل أسئلة اختبار مقنن الفصل الأول (أساسيات الضوء)

١. شوهد نجم مستعر في عام ١٩٨٧ في مجرة قريبة ، واعتقد العلماء أن
المجرة تبعد $1,66 \times 10^{21}$ m . ما عدد السنوات التي مضت على
حدوث انفجار النجم فعليا قبل رؤيته ؟

a. $5,53 \times 10^3$ yr

b. $1,75 \times 10^0$ yr

c. $5,53 \times 10^{12}$ yr

d. $1,74 \times 10^{20}$ yr

الحل :

الاختيار الصحيح هو : B

طريقة الحل :

$$dl = vl t$$

$$t = \frac{dl}{vl}$$

$$t = \frac{1,66 \times 10^{21}}{3,00 \times 10^8}$$

$$t = 5,53 \times 10^{12} s$$

الآن نريد تحويلها من ثواني إلى سنوات نستخدم التحويلة التالية

$$60 \times 60 \times 24 \times 365 = 31536000$$

$$= \frac{5,53 \times 10^{12}}{31536000} = 1,75 \times 10^5 yr$$

الحلول اون لاين

 hulul.online

٢. تتحرك مجرة مبعدة بسرعة $5,8 \times 10^6 m/s$ ، ويبدو تردد الضوء الصادر عنها $5,6 \times 10^{14} Hz$ بالنسبة لمراقب . ما تردد الضوء المنبعث منها ؟

a. $1,1 \times 10^{13} Hz$

b. $5,5 \times 10^{14} Hz$

c. $5,7 \times 10^{14} Hz$

d. $6,2 \times 10^{14} Hz$

الحل :

الاختيار الصحيح هو : C

طريقة الحل :

$$f_o = f \left(1 + \frac{v}{c} \right)$$

$$f_o = 5,6 \times 10^{14} \left(1 + \frac{5,8 \times 10^6}{3,00 \times 10^8} \right)$$

$$f_o = 5,708 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

٣. إذا احتاج الضوء الصادر عن الشمس إلى ٨,٠ min للوصول إلى الأرض فكم تبعد الشمس ؟

a. $2,4 \times 10^9 \text{ m}$

b. $1,4 \times 10^{10} \text{ m}$

c. $1,4 \times 10^8 \text{ km}$

d. $2,4 \times 10^9 \text{ km}$

الحل :

الاختيار الصحيح هو : C

طريقة الحل :

$$dl = v l t$$

$$dl = (3,00 \times 10^8)(8 \times 60)$$

$$dl = 1,4 \times 10^{11} \text{ m} = 1,4 \times 10^8 \text{ km}$$

٤. ما مقدار تردد ضوء طول له الموجي 404 nm في الفراغ ؟

a. $2,48 \times 10^{-3} \text{ Hz}$

b. $7,43 \times 10^0 \text{ Hz}$

c. $2,48 \times 10^6 \text{ Hz}$

d. $7,43 \times 10^{14} \text{ Hz}$

الحل :

الاختيار الصحيح هو : D

طريقة الحل :

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

$$f = \frac{3,00 \times 10^8}{404 \times 10^{-9}}$$

$$f = 7,425 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

٥. إذا كانت الاستضاءة الناتجة بفعل مصباح ضوئي قدرته ٦٠,٠ W على بعد ٣,٠ m تساوي $9,35 \times 10^{-2}$ ، فما التدفق الضوئي الكلي للمصباح ؟

a. $8,3 \times 10^{-2} \text{ lm}$

b. $7,4 \times 10^{-1} \text{ lm}$

c. $1,2 \times 10^2 \text{ lm}$

d. $1,1 \times 10^3 \text{ lm}$

الحل :

الاختيار الصحيح هو : D

طريقة الحل :

$$E = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$P = 4\pi d^2 E$$

$$P = 4\pi(3,0^2)(9,35)$$

$$P = 1,1 \times 10^3 \text{ lm}$$

٦. ماذا نعني بالعبرة " إنتاج اللون باختزال أشعة الضوء " ؟

a. مزج الضوء الأخضر والأحمر والأزرق ينتج عنه الضوء الأبيض .

b. ينتج لون عن إثارة الفوسفور بالإلكترونات في جهاز التلفاز .

c. يتغير لون الطلاء باختزال ألوان معينة ، ومنها إنتاج الطلاء الأزرق من الأخضر بالتخلص من اللون الأصفر .

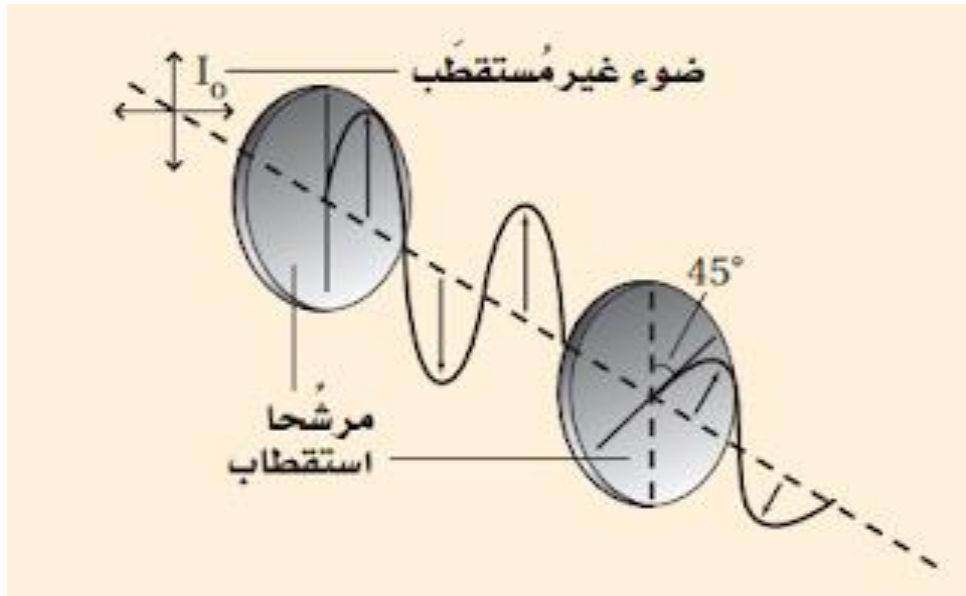
d. يتكون اللون الذي يظهر به الجسم نتيجة امتصاص أطوال موجية محددة للضوء وانعكاس بعضها الآخر .

الحل :

الاختيار الصحيح هو : D

الأسئلة الممتدة

٧. يسقط ضوء غير مستقطب شدته I₀ على مرشح استقطاب ، ويصطدم الضوء النافذ بمرشح استقطاب ثان ، كما يتضح من الشكل أدناه . ما شدة الضوء النافذ من مرشح الاستقطاب الثاني ؟



الحل :

$$I_1 = \cos^2 45$$

$$I_1 = 0,5$$

$$I_2 = I_1 \cos^2 45$$

$$I_2 = 0,5 \cos^2 (90 - 45)$$

$$I_2 = 0,25 I_0$$