الفصل الأول

حل مراجعة الدرس 1-1

(الحرارة والاتزان الحراري)

أوّلًا – ما عدد الدرجات التي تفصل بين درجة تجمّد الماء ودرجة غليانه على كلّ من مقياسي سلسيوس وفهرنهايت؟

عدد الدرجات التي تفصل بين علامة تجمد الماء وعلامة غليانه على مقياس سلسيوس ١٠٠ درجة وعلى مقياس فهرنهايت ١٨٠ درجة .

ثانيًا – ما الفرق بين درجة الحرارة والحرارة؟

ترتبط درجة الحرارة بمتوسط الطاقة الحركية لجزيء واحد من جزيئات المادة ، فهي بذلك لا تعتمد على كتلة المادة ، بينما ترتبط الحرارة بمجموع تغير الطاقة الحركية لجميع جزيئات المادة وبذلك فهي تعتمد على الكتلة وتمثل الحرارة الطاقة المنتقلة بين جسمين لهما درجات حرارة مختلفة .

ثالثًا – حوّل درجات الحرارة التالية إلى الدرجة الكلفنية (تدريج كلفن): $27^{\circ}C$ ، $200^{\circ}F$.

school-kw.com

باستخدام المعادلة :

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273 = 27 + 273 = (300)K$$

باستخدام المعادلة :

$$\frac{T(K) - 273}{100} = \frac{T(^{\circ}F) - 32}{180} \Rightarrow T(K) = \frac{5 \times (200 - 32)}{9} + 273 = (282.3)K$$

رابعًا – (أ) ما هي درجة تجمّد الماء بحسب تدريج فهرنهايت؟

(ب) ما هي درجة غليان الماء بحسب تدريج فهرنهايت؟

(أ) $\frac{T(^{\circ}F)-32}{180} = 0 \Rightarrow T(^{\circ}F) = 32^{\circ}F$

(ب) $\frac{T(^{\circ}F)-32}{180} = \frac{100-0}{100}$

$$T(^{\circ}F) = 180 + 32 = 212^{\circ}F$$

مدرستي الكويتية

خامسًا – تمكّن علماء عصرنا من إنتاج أجسام تقترب درجة حرارتها من الصفر المطلق. ماذا يمكنك القول حول الطاقة الحركية لهذه الأجسام؟

إن الطاقة الحركية للأجسام التي تلامس درجة حرارتها الصفر المطلق تساوي الصفر لأن جزيئاتها تكون في حالة سكون .

سادسًا – أفرَغ ولد كوب ماء مغلي في وعاء يحوي لترًا من الماء درجة حرارته $212^{\circ}F$. هل ستتغيّر درجة حرارة الماء في الوعاء؟ ولماذا؟

كلا ، لن تتغير لأن ماء الكوب والماء في إناء في حالة اتزان حراري .

سابعًا – متى نشعر ببرودة الأجسام أو سخونتها؟

نشعر ببرودة الأجسام عندما تنتقل الحرارة من جسدنا إلى الجسم الذي نلمسه ونشعر بسخونة الأجسام عندما تنتقل الحرارة منها إلى جسدنا .

ثامنًا – هل صحيح أنّ الترمومتر يقيس درجة حرارته بنفسه؟

نعم ، لأن درجة الحرارة التي يشير إليها الترمومتر هي درجة حرارة السائل الذي بداخله ، وهذا السائل في اتزان حراري مع الجسم الذي نقيس درجة حرارته .

تاسعًا – ما المقصود بالإتّزان الحراري؟

الاتزان الحراري هو عندما يصل جسمان متلامسان حراريا إلى درجة الحرارة نفسها .

حل مراجعة الدرس 1-2

(القياسات الحرارية)

أوّلًا – عرِّف السعة الحرارية النوعية.

السعة الحرارية النوعية هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من مادة ما درجة حرارية واحدة على مقياس سلسيوس .

ثانيًا – هل الموادّ التي ترتفع درجة حرارتها بسرعة لها سعة حرارية نوعية كبيرة أم صغيرة؟

صغيرة .

ثالثًا – لماذا لا تعاني المدن القريبة من مساحات الماء فرقًا كبيرًا في درجات الحرارة بين الليل والنهار؟

أثناء النهار تسخن الشمس المياه أكثر من اليابسة وفي الليل تبرد اليابسة أسرع من المياه فيرتفع الهواء الساخن فوق البحر ويحل محله الهواء البارد القادم من اليابسة ، ويدفئ هواء البحر اليابسة ، وهذا ما يقلل الفرق في درجة حرارة اليابسة بين الليل والنهار .

مدرستي الكويتية

رابعًا – ما الفرق بين السعر والكيلوسعر؟

الكيلو سعر = 1000 سعر = (4184)J

خامسًا – اكتسب (1) لتر من الماء كمّية معيّنة من الطاقة الحرارية فارتفعت حرارته إلى (2)°C. كم يكون الارتفاع في درجة (2) لتر من الماء عندما يكتسب الكمّية نفسها من الحرارة؟

$$Q_1 = m_1 . c . \Delta T_1 \quad \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{Q_1}{m_1 . c}$$

$$Q_2 = m_2 . c . \Delta T_2 \quad \Rightarrow \Delta T_2 = \frac{Q_2}{m_2 . c}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{\frac{Q}{m_1 . c}}{\frac{Q}{m_2 . c}} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \Delta T_2 = \frac{\Delta T_1}{2} = 1°C$$

سادسًا – ما هي كمّية الحرارة التي نحتاجها لرفع درجة (1) لتر من الماء بمقدار (15)°C؟ إذا اكتسب الماء هذه الطاقة بواسطة ملفّ تسخين قدرته (1000)W، ما الوقت اللازم لرفع درجة حرارة الماء (15)°C؟ علمًا أنّ السعة الحرارية النوعية للماء تساوي $c = (4180)J/kg.K$.

school-kw.com

$$Q = m . c . \Delta T = 1 \times 4180 \times 15 = (62700)J$$

$$P = \frac{Q}{t} \quad \Rightarrow t = \frac{Q}{P} = \frac{62700}{1000} = (62.700)s = (1)\,min(3)\,s$$

سابعًا – أُحسب السعة الحرارية النوعية لقضيب من الألومنيوم كتلته (28.4)g علمًا أنّه يحتاج إلى (207)J لترتفع درجة حرارته (8.1)°C.

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{207}{28.4 \times 10^{-3} \times 8.1} = (899.8)J / kg . K$$

مدرستي الكويتية

ثامنًا – نضع (250)g من الماء درجة حرارته (10)°C في مُسعِر حراري، ثمّ نضيف إليه قطعة من النحاس كتلتها (50)g ودرجة حرارتها (80)°C وقطعة من معدنٍ غير معروف كتلتها (70)g ودرجة حرارتها (100)°C. يصل النظام كلّه إلى الاتّزان الحراري فتكون درجة حرارته (20)°C. أُحسب السعة الحرارية النوعية للمعدن غير المعروف، بشرط أن تهمل السعة الحرارية النوعية للمُسعِر الحراري وتعتبره لا يتبادل حرارة مع النظام، وعلمًا أنّ السعة الحرارية النوعية للماء هي (4180)J/kg.K وأنّ السعة الحرارية النوعية للنحاس هي (386)J/kg.K.

$$\sum Q_i = 0$$

$$m_w c_w \Delta T_w + m_{Cu} c_{Cu} \Delta T_{Cu} + mC\Delta T = 0$$

$$\Rightarrow c = -\frac{(m_w c_w \Delta T_w + m_{Cu} c_{Cu} \Delta T_{Cu})}{m\Delta T}$$

$$= -\frac{0.250 \times 4180 \times (20 - 10) + 0.05 \times 386 \times (20 - 180}{0.07 \times (20 - 100) \times 10^{-3}}$$

$$= (1659)\text{J / kg. K}$$

حل مراجعة الدرس 1-3

(التمدّد الحراري)

أوّلًا – ما سبب انحناء المزدوجة الحرارية عند تسخينها أو تبريدها؟

إن المواد المختلفة للازدواج الحراري تتمدد بنسب مختلفة مما يؤدي إلى انحناء الازدواج الحراري .

ثانيًا – ما سبب تجمُّد ماء البحيرات من أعلى إلى أسفل؟

إن كثافة الماء على درجة 0°C (أي كثافة الثلج) أقل من كثافة الماء السائل ، لذا يطفو الثلج على سطح الماء وتتجمد البحيرات من أعلى إلى أسفل .

ثالثًا – ما سبب تركيب أسلاك الهاتف بشكل غير مشدود في فصل الصيف؟

مع انخفاض درجات الحرارة ، تنكمش الأسلاك فيقل طولها .
لذا عند تركيب أسلاك الهاتف في الصيف ، يؤخذ بالإعتبار أن انخفاض درجات الحرارة في الشتاء سيتسبب بانكماشها مما قد يؤدي إلى قطعها .
ولتفادي هذه المشكلة ، تركب مرتخية في فصل الصيف .

مدرستي الكويتية

(شكل 18)

رابعًا – عندما تُدخِل حلقة من الحديد الصلب الساخن حول أسطوانة من البرونز (شكل 18) يُقال إنّها التحمت معها في موضع تثبيتها، ولا يمكن نزعها ولو بالتسخين. تُسمّى هذه الطريقة التثبيت بالتقلُّص Shrink Fitting. اشرح كيفية حدوث هذه العملية. ماذا تستنتج منها فيما يخصّ تمدُّد الحديد والبرونز؟

يتمدد الحديد الصلب عند تسخينه فيحشر حول أسطوانة ، وعندما يبرد الحديد ينكمش ، فيستحيل نزع الأسطوانة . ويظل ذلك صحيحا حتى لو حاولنا نزع الحلقة بتسخينها مجددا . ذلك لأن تسخينها يترافق مع تسخين أسطوانة البرونز فتتمدد هي أيضا بمقدار أكبر . وتظهر هذه التجربة أن البرونز يتمدد بمقدار أكبر من مقدار تمدد الحديد .

خامسًا – ساق معدنية طولها مترًا تتمدّد بمقدار (0.5)cm عند تسخينها عند درجة حرارة معيّنة. ما مقدار تمدُّد ساق أخرى من المعدن نفسه طولها (100)m عند تسخينها عند درجة الحرارة نفسها؟

$$\Delta L_1 = \alpha L_0 \Delta T$$

$$\Delta L_2 = \alpha L'_0 \Delta T$$

$$\Delta L_2 = L'_0 \frac{\Delta L_1}{L_0} = \frac{1000}{1} \times 5.0 \times 10^{-2} = (0.5)\text{m} = (50)\text{cm}$$

سادسًا – يتمدّد الصلب طوليًّا بمعدّل جزء لكلّ 100 000 جزء من طوله عند رفع درجة حرارته درجة واحدة. كم تبلغ الزيادة في طول جسر من الصلب (كوبري) طوله (1.5)km عند رفع درجة حرارته (20)°C؟

$$\Delta L = \frac{1}{100\,000} L_0 \Delta T = \frac{1}{100\,000} \times 1500 \times 20 = (0.3)\text{m}$$

$$= (30)\text{cm}$$

سابعًا – يرتفع برج إيفل في باريس إلى (300)m في يوم درجة حرارته (22)°C. كم يزيد طول البرج إذا علمت أنّه مصنوع من الحديد في يوم مشمس درجة حرارته (40)°C؟ يجب أن تكون إجابتك بوحدة السنتيمتر.

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T = 12 \times 10^{-6} \times 600 \times (40 - 22) = (0.0648)\text{m}$$

$$\approx (6.48)\text{cm}$$

مدرستي الكويتية

ثامنًا – يزيد طول ساق من الألومنيوم بمقدار (0.0033)m عند رفع درجة حرارتها من (20)°C إلى (100)°C. ما الطول الأصلي للساق قبل تسخينها؟

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$L_0 = \frac{\Delta 1}{\alpha \Delta T} = \frac{0.0033}{23.1 \times 10^{-6} \times (100 - 20)} = (1.786)\text{m}$$

تاسعًا – سخّن شريطين متساويين في الطول أحدهما ألومنيوم والآخر حديد إلى درجة الحرارة نفسها. أيّ الفلزّين يتمدّد أكثر؟ ما نسبة تمدُّد أحدهما بالمقارنة مع الآخر؟

$$\Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_{0\,Al} \Delta T \quad \text{و} \quad \Delta L_{Fe} = \alpha_{Fe} L_{0\,Fe} \Delta T$$

$$\text{أي} \quad \frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al} L_{0\,Al} \Delta T}{\alpha_{Fe} L_{0\,Fe} \Delta T}$$

$$\text{أي} \quad \frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} \quad \text{ولكن} \quad \alpha_{Al} > \alpha_{Fe} \quad \text{أي} \quad \Delta L_{Al} > \Delta L_{Fe} \quad \text{وهذا يعني}$$

$$\frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} > 1 \quad \text{وبالتالي} \quad \frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} > 1$$

$$\text{وبما أن} \quad \frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} \quad \alpha_{Al} > \alpha_{Fe}$$

$$\text{فهذا يعني} \quad \frac{\alpha_{Al}}{\alpha_{Fe}} > 1 \quad \text{وبالتعويض}$$

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} > 1 \Rightarrow \Delta L_{Al} > \Delta L_{Fe}$$

يتمدد الألومنيوم أكثر من الحديد .

$$\frac{\Delta L_{Al}}{\Delta L_{Fe}} = \frac{23.4}{11.8} = 1.98 \Rightarrow \Delta L_{Al} = 1.98\, \Delta L_{Fe}$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

عاشرًا – شريطان أحدهما ألومنيوم والآخر حديد طول كلّ منهما (5)m عند (20)°C. كم يصبح الفرق بين طولي الشريطين عند تسخينهما إلى (200)°C؟

$$L_{f\,Al} - L_{f\,Fe} = L_{i\,Al} + \Delta L_{Al} - L_{i\,Fe} - \Delta L_{Fe} \;;\; L_{i\,Al} = L_{i\,Fe} = L_i$$

$$\Delta L_{Al} = \alpha_{Al} L_i \Delta T \;\;;\;\; \Delta L_{Fe} = \alpha_{Fe} L_i \Delta T$$

$$\Rightarrow L_{f\,Al} - L_{f\,Fe} = (\alpha_{Al} - \alpha_{Fe}) L_i \Delta T$$

$$= (22.2 - 12) \times 10^{-6} \times 5 \times (200 - 20)$$

$$L_{f\,Al} - L_{f\,Fe} = (9180 \times 10^{-6})\text{m} = (0.918)\text{cm} \approx (9.2)\text{mm}$$

الحادي عشرَ – تمّت تعبئة خزّان من الألومنيوم سعته (10)L من البنزين عند درجة حرارة (5)°C. ثمّ تمّ تسخين هذا الخزان حتّى وصلت درجة حرارته إلى (80)°C. أُحسب كمّية البنزين التي ستفيض علمًا أنّ:

معامل التمدُّد الحجمي الحقيقي للبنزين يساوي $\gamma_r = (121 \times 10^{-5})(°C)^{-1}$، ومعامل التمدُّد الحجمي للألومنيوم يساوي: $\beta = (69 \times 10^{-6})(°C)^{-1}$.

$$\Delta V_r = V_0 \gamma_r \Delta T \Rightarrow V - V_0 = V_0 \gamma \Delta T$$

إن حجم البنزين الحقيقي بعد تسخينه :

$$V_r = V_0 + \gamma_r V_0 \Delta T$$

يصبح حجم الخزان بعد تسخينه : $V_c = V_0 + \gamma_c V_0 \Delta T$

تفيض من الخزان كمية من البنزين ومقدارها :

$$V = V_r - V_c = (\gamma_r - \gamma_c) V_0 \Delta T$$

$$= (121 - 6.9) \times 10^{-5} \times 10 \times 75 = (0.855)\text{L} = (855)\text{mL}$$

حل مراجعة الدرس 2-2

(الغليان والتجمد)

أوّلًا – ما الفرق بين التبخُّر والغليان؟

إن التبخر يحدث على سطح السائل من دون الوصول إلى درجة الغليان ، بينما يحدث الغليان في كل السائل عند وصوله إلى نقطة درجة الغليان .

ثانيًا – لماذا تعتمد درجة حرارة غليان السائل على الضغط الجوّي؟

الضغط الجوي يعمل على سحق فقاعات البخار المتكونة ، مما يرفع من درجة غليان السائل .

ثالثًا – لماذا تُعتبَر أواني الطهي بالضغط أكثر فاعلية في طهي الطعام في الجبال عنها عند طهيه عند مستوى سطح البحر؟

أواني الطهي بالضغط تولد ضغطا كبيرا على سطح الماء نتيجة البخار المحبوس بداخلها مما يرفع من درجة الغليان ويسرع طهيه .

رابعًا – إذا أخذت في عين الاعتبار أنّ الغليان هو عملية تبريد ، فهل تُعتبَر فكرة صائبة أن تقوم بتبريد الموادّ الساخنة عن طريق وضعها في ماء مغلي؟

كلا ، فعندما نقول أن الغليان هو عملية تبريد نعني أن الماء هو الذي يبرد ولكن بعد وصول درجة الحرارة إلى 100°C

خامسًا – في بعض الدول التي تتميّز بالشتاء القارس ، يضع الناس أثناء الشتاء في مشْعاع السيارات (الراديتر) مادّة مضادّة للتجمُّد (جلايكول الإثيلين) تبلغ درجة تجمّدها (−13)°C ، ويقومون أيضًا برشّ الطرقات بالملح ليذوب في مياه الأمطار المتساقطة . علِّل أسباب هذه النشاطات موضِّحًا تأثيرها على درجة التجمّد.

إن وضع مادة مضادة للتجمد ، يمنع تكون التركيب السداسي للثلج مما يخفض من درجة التجمد .

سادسًا – كيف يستطيع الماء أن يغلي ويتجمّد في الوقت نفسه؟

بانخفاض شديد في الضغط المعرض له سطح الماء .

سابعًا – عرِّف إعادة تجمُّد الماء . ما مدى تأثيرها على بلّورات الثلج ذات التركيب المفتوح؟

إن إعادة التجمد تعني تجمد الماء بعد أن انصهر نتيجة الضغط عليه ، فهذا الضغط يعمل على سحق بلورات الثلج المفتوحة .

أوّلًا – هل يفقد البخار الطاقة عندما يتحوّل إلى سائل أم العكس؟

يطلق البخار طاقة إلى الخارج .

ثانيًا – عرّف كلّ من الحرارة الكامنة للتصعيد والحرارة الكامنة للانصهار .

الحرارة الكامنة للتصعيد هي كمية الحرارة التي تحتاجها وحدة الكتلة من السائل للتحول إلى الحالة الغازية ، بينما الحرارة الكامنة للانصهار هي كمية الحرارة التي تحتاجها وحدة الكتلة من الجوامد للتحول إلى الحالة السائلة .

ثالثًا – أُحسب مقدار الطاقة التي يمتصّها $(20)g$ من الماء في $(100)^{o}C$ ليتحوّل إلى بخار عند $(100)^{o}C$. (علمًا أنّ الحرارة الكامنة للتصعيد تساوي $(L_v = (2.26 \times 10^{6})J/kg$

باستخدام المعادلة الرياضية التي تربط بين كمية الحرارة اللازمة لتغيير الحالة والكتلة ، نكتب :

$$Q = mL_v = 20 \times 10^{-3} \times 2.26 \times 10^{6} = (45.2 \times 10^{3})J$$

رابعًا – أُحسب مقدار الطاقة المنطلِقة عن تكثُّف $(20)g$ من البخار درجة حرارته $(100)^{o}C$ ليبرَّد إلى $(0)^{o}C$.

(علمًا أنّ $L_v = (2.26 \times 10^{6})J/kg$ و $c_w = (4180)J/kg.K$)

إن تكثيف البخار إلى ماء بحرارة صفر يمر بمرحلة تغير الحالة من بخار عند درجة حرارة 100°C إلى ماء عند درجة الحرارة نفسها ، ومن ثم انخفاضها من 100°C إلى 0°C.
إن كمية الطاقة المحررة من هذا التحول تساوي :

$$Q = -mL + m.c(T_f - T_i)$$

$$= 20 \times 10^{-3} \times 2.26 \times 10^{6} + 20 \times 10^{-3} \times 4180 \times (0 - 100)$$

$$= -45200 - 8360$$

$$= (-53560)J$$

خامسًا – أُحسب كمّية الحرارة التي تنطلق عند تبريد (1)g من الماء درجة حرارته (100)°C حتى يصبح ثلجًا عند (0)°C ، ثمّ يستمر في التبريد حتى يصل للصفر المطلق . (علمًا أنّ متوسّط السعة الحرارية النوعية للثلج $(c_{ice} = (2090)J/kg.K$

الحرارة المنطلقة من تبريد الماء من 100°C إلى ثلج تحسب بالمعادلة :

$$Q = m.c.(0-100) - m.L_f$$

$$= 1 \times 10^{-3} \times 4180 \times (-100) - 10^{-3} \times 3.33 \times 10^5$$

$$= -418 - 333$$

$$= (-751)J$$

أما لتخفيض الحرارة إلى الصفر المطلق فيجب سحب كمية إضافية الطاقة وتحسب :

$$Q = m.c.\Delta T$$

$$= 10^{-3} \times 2090 \times (-273 - 0)$$

$$= (-570.57)J$$

وبالتالي تكون كمية الطاقة المنطلقة من العملية تساوي :

$$Q = -751 - 570.57 = (-1321.57)J$$

سادسًا – أُحسب كمّية الحرارة المنطلِقة من (1)g من بخار الماء درجة حرارته (100)°C عندما يتكثّف إلى ماء عند درجة الحرارة نفسها . قارِن هذه الكمّية من الحرارة بالكمّية التي حصلت عليها في المسألة السابقة .

(علمًا أنّ $L_f = (3.33 \times 10^5)J/kg$ و $c_w = (4180)J/kg.K$)

$$Q = -m.L = 10^{-3} \times 2.26 \times 10^6 = (-2.26 \times 10^3)J$$

كمية الحرارة المنطلقة من تكثف (1)g من الماء أكبر بكثير من الكمية المنطلقة من تجمّد الماء ليصبح عند الصفر المطلق وهذا يشير إلى خطورة الحرق ببخار الماء .

مدرستي الكويتية

سابعًا – أُحسب كمّية البخار عند درجة حرارة $(100)^{o}C$ الذي يجب أن يُضاف إلى $(150)g$ من الثلج عند $(0)^{o}C$ داخل وعاء معزول للحصول على ماء درجة حرارتها $(50)^{o}C$.

(علمًا أنّ $L_f = (3.33 \times 10^5)J/kg$ و $L_v = (2.26 \times 10^6)J/kg$ و $c_w = (4180)J/kg.K$)

عند الاتزان الحراري نكتب :

$$\sum Q = 0$$

$$-m.L_v + m \times 4180(50 - 100) + 0.15 \times L_f + 0.15 \times 4180(50 - 0) = 0$$

$$-m \times 2.26 \times 10^6 + m \times 4180(50 - 100) + 0.15 \times 3.33 \times 10^5 + 0.15 \times 4180(50 - 0) = 0$$

$$m = (35.64)g$$

الفصل الثالث

حل مراجعة الدرس 3-1

(التوصيل والحمل والإشعاع)

school-kw.com

أولًا– اشرح دور الإلكترونات الحرّة في توصيل الحرارة.

تُنقل الطاقة من خلال المواد الموصلة .

ثانيًا– لماذا تشعر عند لمسك قطعة معدن موجودة عند درجة حرارة الغرفة ببرودة أكثر من لمس ورقة أو قطعة خشب موجودة على درجة الحرارة نفسها؟

لأن قطعة المعدن موصل أفضل من قطعة الخشب ، وتسمح بانتقال طاقة بشكل أكبر وأسرع من اليد .

ثالثًا– لماذا يُعتبَر الخشب والفراء والريش والثلج عوازل جيّدة؟

يعتبر الخشب والفراء والريش والبرد عوازل جيدة لأنها تحتوي على فراغات هوائية عديدة ، والهواء عازل جيد .

رابعًا– إذا أمسكت بطرف قضيب معدني وغمّست طرفه الآخر بوعاء ثلج ستشعر أنّ الطرف في يدك أصبح باردًا. هل تسري البرودة من الثلج إلى يدك؟ اِشرح.

لا تسري البرودة من الثلج إلى اليد بل تسري الحرارة من اليد للثلج من خلال المعدن .

مدرستي الكويتية

خامسًا– إشرح سبب تغيُّر اتّجاه الرياح الشاطئية ما بين الليل والنهار.

اليابسة أدفأ من الماء نهارا وبالتالي يصعد الهواء ويحل محله هواء بارد آتٍ من البحر ويحدث العكس ليلًا .

سادسًا– عرِّف الطاقة الإشعاعية.

الطاقة الموجودة في الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ من دون الحاجة إلى وسط ناقل .

سابعًا– هل الجسم الذي يمتصّ الطاقة بشكل جيّد يمكن أن يكون باعثًا جيّدًا للطاقة أم رديئًا؟

إن الجسم الماص الجيد يكون باعثا جيدا وإلا لن يكون هناك اتزان حراري

ثامنًا– ما الفرق بين الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي؟ وما سبب هذا الفرق؟

الطاقة الإشعاعية الشمسية هي طاقة منبعثة من الشمس لها طول موجي أصغر من الإشعاع الأرضي ويعود ذلك إلى اختلاف درجات الحرارة .

تاسعًا– إستخدم حائط من القرميد له معامل توصيل حراري يساوي $(0.71)J/m.s.^oC$ ومساحته $(16)m^2$ وسماكته $(5)cm$ لعزل الحرارة داخل المطعم. إذا كانت درجة الحرارة داخل المطعم $(20)^oC$ ودرجة الحرارة خارج المطعم $(2)^oC$، أُحسب:

(أ) معدّل انتقال الحرارة بالتوصيل في الحائط القرميدي.

(ب) كمّية الحرارة التي تنتقل في الحائط خلال 8 ساعات.

باستخدام المعادلة الرياضية :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{K.A.\Delta T}{d}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{0.71 \times 16 \times 18}{0.05} = (4089.6)J/s$$

كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل خلال (8) ساعات تساوي :

$$Q = 4089.6 \times 8 \times 3600 = (117.78 \times 10^6)J$$

مدرستي الكويتية

عاشرًا– إذا كان مقدار انبعاثية جسم $(0.75) = e$ ومساحته (0.2) m^2، ما معدّل الطاقة الإشعاعية التي يبعثها خلال ثانية واحدة عند درجة حرارة $(20)°C$؟

علمًا أنّ درجة حرارة الهواء المحيط تساوي $(10)°C$ وثابت ستيفان بولتزمان يساوي $(5.67 \times 10^{-8})W/m^2.K^4$.

مساحة السطح : $A = (0.2)m^2$

درجة حرارة الجسم : $T = 20 + 273 = (293)K$

درجة حرارة المحيط : $T_S = 10 + 273 = (283)K$

انباعثية الجلد : $e = 0.75$

ثابت ستيفان بولتزمان : $k_B = (5.67 \times 10^{-8})W/m^2.K^4$

باستخدام المعادلة الرياضية :

$$P_{net} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = k_B.A.e(T_s^4 - T^4)$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$P_{net} = 5.67 \times 10^{-8} \times 0.2 \times 0.75 \times (283^4 - 293^4)$$

$$= (-8.12)W$$

حل مراجعة الدرس 3-2

(الديناميكا الحرارية)

أولًا– عرّف الديناميكا الحرارية.

الديناميكا الحرارية علم يتناول حركة الحرارة ، والكلمة مشتقة من كلمتين يونانيتين تعنيان حركة الحرارة .

ثانيًا– ما هي أقلّ درجة حرارة على تدريج السلسيوس؟ وعلى تدريج كلفن؟

$-273°C$ على تدريج سلسيوس و $(0)K$ على تدريج كلفن .

ثالثًا– أضيفت طاقة مقدارها $(10)J$ إلى نظام لا يبذل شغلًا خارجيًّا.

أُحسب مقدار الطاقة التي تزداد بها الطاقة الداخلية للنظام.

باستخدام القانون الأول للديناميكا الحرارية نكتب :

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W = 10 - 0 = (10)J$$

مدرستي الكويتية

رابعًا– أضيفت طاقة مقدارها J(10) إلى نظام يبذل شغلًا خارجيًّا مقداره J(4). أُحسب مقدار الطاقة التي تزداد بها الطاقة الداخلية للنظام.

باستخدام القانون الأول للديناميكا الحرارية نكتب :

$$Q = \Delta U + W$$

$$\Delta U = Q - W = 10 - 4 = (6)J$$

خامسًا– في حال حدوث شغل مع ثبوت درجة الحرارة على نظام ما، هل تقلّ الطاقة الداخلية للنظام أم تزداد؟ وإذا أحدث النظام شغلًا هل تقلّ الطاقة الداخلية للنظام أم تزداد؟

في حال حدوث شغل ، تزداد الطاقة الداخلية مع ثبات درجة الحرارة . وتقل الطاقة الداخلية إن أحدث النظام شغلًا .

سادسًا– أُذكر نُصَّ القانون الثاني للديناميكا الحرارية.

نص القانون الثاني للديناميكا الحرارية : " لا يمكن للحرارة أن تسري من تلقاء نفسها ، من دون أي شغل خارجي ، من الجسم البارد إلى الجسم الساخن " .

سابعًا– عدِّد العمليات الثلاث التي تحدث في كلّ محرِّك حراري.

نلخص أداء المحرك الحراري بالخطوات الثلاث التالية :

- كل محرك حراري يمتص الحرارة من المستودع ذي درجة الحرارة الأعلى لتزيد طاقته الداخلية .
- يحول بعض من هذه الطاقة إلى شغل ميكانيكي .
- تُطرد الطاقة المتبقية على صورة حرارة إلى المستودع ذي درجة الحرارة المنخفضة والذي يسمى المخرج أو المنفذ .

ثامنًا– إذا تغلّبنا على الاحتكاك تمامًا في محرِّك حراري، هل تصبح كفاءته 100%؟ اشرح.

كلا ، لأن الكفاءة تعتمد على اختلاف درجة الحرارة بين المستودعين الساخن والبارد .

تاسعًا– أُحسب الكفاءة المثالية للمحرِّك الحراري إذا كان كلا المستودعين لهما درجة الحرارة نفسها التي تساوي K(400).

تكون الكفاءة المثالية تساوي صفرا .

عاشرًا– أُحسب الكفاءة المثالية لمحرِّك حراري له مستودع ساخن درجة حرارته K(400) ومستودع بارد درجة حرارته صفر مطلق.

تكون الكفاءة المثالية تساوي 100%

school-kw.com

مدرستي الكويتية

الحادي عشرَ– محرِّك بخاري أخذ من الغلّاية طاقة مقدارها $(2.5 \times 10^3)\text{kJ}$ وطرَد إلى المنفذ (المخرج) $(1.5 \times 10^3)\text{kJ}$ خلال دورة واحدة. أُحسب:

(أ) كفاءة المحرِّك.

(ب) الشغل المفيد للمحرِّك.

(أ) $\eta = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{1500}{2500} = 0.4$

أي أن الكفاءة تساوي 40%

(ب) $\eta = \frac{W}{Q_h}$

$\rightarrow W = \eta \times Q_h = 0.4 \times 2500 = (1000)\text{kJ}$

الثاني عشرَ– محرِّك حراري يعمل على الديزل ينتج $(500)\text{J}$ في كلّ دورة وكفاءته 30%. أُحسب مقدار الطاقة التي تنتقل من المحرِّك إلى المنفذ (المخرج).

$W = (500)\text{J}$ و $\eta = 0.3$

باستخدام المعادلة : $\eta = \frac{W}{Q_h}$

$0.3 = \frac{500}{Q_h}$

$Q_h = \frac{500}{0.3} = (1666.67)\text{J}$

وباستخدام الصيغة التالية :

$\eta = 1 - \frac{Q_c}{Q_h}$

$0.3 = 1 - \frac{Q_c}{1666.67}$

$Q_c = (1166.66)\text{J}$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام أنسب إجابة في كلّ ممّا يلي:

1. إنّ مقدار درجة الحرارة $15^{\circ}C$ بمقياس تدريج فهرنهايت يساوي:
   - ☐ 8.3
   - ☐ 27
   - ☐ 40
   - ☑ 59
2. إنّ درجة حرارة غليان الكحول بحسب تدريج الفهرنهايت تساوي $172^{\circ}F$ وتساوي بحسب تدريج سيلسيوس:
   - ☐ 60
   - ☐ 82
   - ☐ 27
   - ☑ 77.8
3. إنّ وحدة قياس الحرارة بحسب النظام الدولي للوحدات هي:
   - ☑ الجول
   - ☐ السعر
   - ☐ الكيلو سعر
   - ☐ كلفن
4. السعة الحرارية النوعية هي:
   - ☑ كمّية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من مادّة ما درجة سيليزية واحدة.
   - ☐ كمّية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادّة درجة سيليزية واحدة.
   - ☐ درجة الحرارة التي ترفع حرارة مادّة ما بمقدار جول واحد.
   - ☐ درجة الحرارة التي ترفع حرارة كيلوجرام من المادّة بمقدار جول واحد.
5. كمّية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة $200g$ من الماء من $15^{\circ}C$ إلى $45^{\circ}C$ علمًا أنّ السعة الحرارية النوعية للماء $4186J/kg.K$ يساوي:
   - ☐ $(3.7 \times 10^4)J$
   - ☐ $(12.5 \times 10^4)J$
   - ☐ $(1.2 \times 10^4)J$
   - ☑ $(2.5 \times 10^4)J$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. من المعروف أنّ كثافة الثلج أقلّ من كثافة الماء بسبب تركيبه البلّوري المفتوح. فسّر لماذا كثافة الماء عند درجة حرارة $0^{\circ}C$ أقلّ منها عند درجة حرارة $4^{\circ}C$.

   بسبب وجود بلورات الثلج المجهرية .

2. فسر سبب تجمُّد ماء البحيرات من أعلى إلى أسفل وليس العكس.

   الماء المثلج والثلج أقل كثافة ويطفوان فوق الماء .

3. ما العلاقة بين السعة الحرارية النوعية للمادّة ومعدّل ارتفاع درجة حرارتها؟

   إن المواد التي ترتفع درجة حرارتها بسرعة لها سعة حرارية نوعية صغيرة ، على عكس المواد التي ترتفع درجة حرارتها ببطء ولها سعة حرارية نوعية كبيرة ، أي أن السعة الحرارية النوعية تتناسب عكسيا مع درجة الحرارة .

4. عرّف الطاقة الداخلية.

   الطاقة الداخلية هي مجموع طاقتي الوضع والحركة لجميع جزيئات المادة .

5. المادّة تحتوي على جزيئات في حركة دائمة، فهل هي تحتوي على حرارة؟

   المادة تحتوي على طاقة داخلية وليس على حرارة ، لأن الحرارة هي سريان الطاقة نتيجة اختلاف في درجة الحرارة .

مدرستي الكويتية

6. وضِّح اتّجاه سريان الحرارة أثناء تلامس جسمين.

تنتقل الحرارة من الجسم ذي درجة الحرارة المرتفعة إلى الجسم ذي درجة الحرارة المنخفضة أي من الساخن إلى البارد .

7. هل يمكن اعتبار التبخُّر عملية تبريد إذا كان كلّ جزيء عند سطح السائل له المقدار نفسه من الطاقة الحركية قبل التصادم وبعده مع الجزيئات الأخرى؟

إذا لم تقل الطاقة الحركية أثناء عملية التصادم ، فلن يكون هنالك انخفاض في درجة الحرارة ، وبالتالي لن يبرد السائل . فالسائل لا يبرد إلا إذا كان هناك نقص في متوسط الطاقة الحركية للجزيئات في السائل .

8. هل يستمرّ عمل المزدوجة الحرارية إذا تساوى معدّل تمدُّد المعدنين اللذين يكوّنانه ؟ فسِّر أهمّية اختلاف المعدنين في عمل المزدوجة الحرارية .

لا يستمر عمل المزدوج الحراري إذا تساوى معدلا تمدد المعدنين المصنوع منهما ، ولهذا يجب أن يتمدد أو ينكمش جانب واحد أكثر من الآخر .

9. هل يزيد أم يقلّ احتمال تجمُّد ماء البحيرات في الشتاء بحال كانت السعة الحرارية النوعية للماء أقلّ من مقدارها الحقيقي؟ فسِّر إجابتك.

يزيد احتمال تجمد مياه البحيرات في الشتاء بحال كانت السعة الحرارية النوعية للماء أقل من مقدارها الحقيقي ، فيمتص الهواء المحيط طاقة أقل لكل درجة من درجات التبريد .

10. ما درجة الحرارة التي يجب أن يكون عليها كلّ من قطعة المعدن وقطعة الخشب حتى لا تشعر بسخونتهما وبرودتهما عند لمسهما؟

درجة حرارة يديك نفسها .

11. عندما يتكثّف بخار الماء هل يُدفئ الهواء المحيط به أم يُبرِّده؟ فسِّر إجابتك.

يدفئ بخار الماء الهواء المحيط . فهناك طاقة تتحرر عندما يتحول البخار إلى سائل ، ولتعرف صورة أخرى من صور دفء الهواء ، يمكن الرجوع إلى الشكل (20) ص 43 (تصادم الجزيئات) . إن مجموع الطاقة الحركية أثناء التصادم وبعده يبقى ثابتًا ، فبعض الجزيئات يكتسب طاقة في حين يفقدها البعض الآخر . قبل التكثف يتحول قسم من طاقة الجزيئات إلى جزيئات الهواء المحيط مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة .

12. قارِن الكفاءة المثالية بين محرّكين: الأوّل يعمل بين مستودعين لهما درجتي الحرارة (600)K و (400)K والثاني بين مستودعين لهما درجتي حرارة (500)K و (400)K. إستنتج تأثير درجة الحرارة على الكفاءة.

كفاءة المحرك الأول :

$$\eta = \frac{600 - 400}{600} = \frac{1}{3} = 0.33$$

كفاءة المحرك الثاني :

$$\eta = \frac{500 - 400}{500} = \frac{1}{5} = 0.2$$

كفاءة المحرك الأول أكبر من كفاءة المحرك الثاني ، وعليه نستنتج أن كفاءة المحرك الحراري تزداد مع ازدياد فرق درجة الحرارة بين المستودع الساخن والمستودع البارد .

مدرستي الكويتية

حلّ المسائل التالية:

1. ما مقدار الطاقة الناتجة عن تكثُّف (10)g من بخار الماء عند درجة حرارة (100)°C ليغيّر حالته إلى ثلج عند درجة حرارة (−10)°C؟ الحرارة الكامنة للانصهار تساوي (3.33×10^5)J/kg والحرارة الكامنة للتصعيد (2.26×10^6)J/kg والحرارة النوعية للماء (4180)J/kg.K والسعة الحرارة النوعية للجليد (2100)J/kg.K.

الحرارة الكامنة للانصهار $= (3.33 \times 10^5)$J/kg

والحرارة الكامنة للتصعيد $= (2.26 \times 10^6)$J/kg. K

والحرارة النوعية للماء $= (4180)$J/kg. K ، والحرارة النوعية للجليد $= (2100)$J/kg. K

$$Q = -mL_v + m_{water}c_{water}\Delta T + mL_f + m_{ice}c_{ice}\Delta T$$

$$= (-10 \times 10^{-3} \times 2.26 \times 10^6) + \left(10 \times 10^{-3} \times 4180(0 - 100)\right)$$
$$+ (-10 \times 10^{-3} \times 3.33 \times 10^5)$$
$$+ \left(10 \times 10^{-3} \times 2100(-10 - 0)\right) = (-30320)\text{J}$$

والإشارة السالبة تعني أن النظام يطلق طاقة إلى المحيط .

2. أُحسب معامل التمدُّد الطولي لساق معدني طوله الأولي (1)m عند درجة حرارة صفر وأصبح (1.0015)m عند درجة حرارة (100)°C.

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

$$0.0015 = (1)\alpha(100)$$

$$\alpha = \frac{0.0015}{100} = (1.5 \times 10^{-5})°\text{C}^{-1}$$

مدرستي الكويتية school-kw.com

3. ما كمّية بخار الماء عند درجة حرارة (100)°C التي يجب تكثُّفها لصهر قطعة ثلج كتلتها (20) g ودرجة حرارتها (0)°C؟ علمًا أنّ الحرارة الكامنة للانصهار تساوي (3.33×10^5)J/kg والحرارة الكامنة للتصعيد (2.26×10^6)J/kg والسعة الحرارية النوعية للماء (4180)J/kg.K.

$$(m \times 2.26 \times 10^6) + (m \times 4180 \times 100)$$
$$= 20 \times 10^{-3} \times 3.33 \times 10^5)$$
$$m(2.26 \times 10^6 + 418000) = 6660$$
$$m = (2.48 \times 10^{-3})\text{kg} = (2.48)\text{g}$$

مدرستي الكويتية

4. وضعت قطعة من الجليد كتلتها (40)g ودرجة حرارتها (10−)°C في مُسعِر حراري سعته الحرارية النوعية (60)J/kg يحتوي على (200)g من الماء عند درجة حرارة (90)°C. أُحسب درجة الحرارة النهائية للنظام علمًا أنّ الحرارة الكامنة للانصهار تساوي (3.33×10^5)J/kg والسعة الحرارية النوعية للماء (4180)J/kg.K والسعة الحرارية النوعية للجليد (2100)J/kg.K.

عند الاتزان الحراري : $\sum Q = 0$

أي أن كمية الحرارة التي تكتسبها الأجسام الباردة تساوي كمية الحرارة التي تخسرها الأجسام الدافئة

$$Q_g = Q_I$$

$$m.C.\Delta T + m.L + m.C_{water}.\Delta T = C.\Delta T + m.C.\Delta T$$

$$(0.04 \times 2100 \times 10) + (0.04 \times 3.33 \times 10^5) + (0.04 \times 4180)(T - 0)$$

$$= 60(90 - T) + 0.2 \times 4180(90 - T)$$

$$=> 840 + 13320 + 167.2T = 5400 - 60T + 75240 - 836T$$

$$=> 1063.2T = 66480$$

$$=> T = 62.52°C$$

5. آلة حرارية كفاءتها المثالية 25% درجة حرارة المستودع الساخن (100)°C. أُحسب درجة حرارة مستودعها البارد.

$$\eta = \frac{T_h - T_c}{T_h}$$

$$0.25 = 1 - \frac{T_c}{373}$$

$$T_c = (1 - 0.75) \times 373 = (279.75)K$$

مدرستي الكويتية school-kw.com

6. محرّك حراري يتلقّى خلال دورة واحدة طاقة (400)kJ نتيجة احتراق الوقود ويطرد من المنفذ (المخرج) (50)kJ، أُحسب:

(أ) كفاءة المحرّك الحراري.

(ب) الشغل المفيد للمحرّك.

$$\eta = 1 - \frac{Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{50000}{400000} = 0.875 \quad (\text{أ})$$

أي أن الكفاءة تساوي 87.5%

$$\eta = \frac{W}{Q_h} \quad (\text{ب})$$

$$W = \eta \times Q_h = 0.875 \times 400000 = (350000)J = (350)k.J$$

7. جدار غرفة طوله (4.5)m وعرضه (4)m وسماكته (22)cm يفصل بين الغرفة والخارج. إذا كانت درجة حرارة الغرفة (24)°C ودرجة حرارة الخارج (42)°C وموصّلية الإسمنت (1.3) J/m.s.°C، أُحسب:

(أ) معدّل انتقال الحرارة بالتوصيل من خلال الإسمنت.

(ب) كمّية الحرارة التي تنتقل بعد 4 ساعات.

(أ) باستخدام المعادلة الرياضية :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{K.A.\Delta T}{d}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نحصل على :

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{1.3 \times 18 \times 18}{0.22} = (1914.5)J/s$$

(ب) كمية الحرارة المنتقلة بالتوصيل خلال أربع ساعات تساوي :

$$Q = 1914.5 \times 4 \times 3600 = (27.56 \times 10^6)J$$

8. أُحسب معدّل الطاقة الإشعاعية المنبعثة من جسم مساحته $(0.5)cm^2$ وانبعاثيته (0.6) إذا كانت درجة حرارته (160)°C ودرجة حرارة المحيط (20)°C.

مساحة السطح : $A = (0.5)cm^2$

درجة حرارة الجسم : $T = 160 + 273 = (433)K$

درجة حرارة المحيط : $T_s = 20 + 273 = (293)K$

انباعثية الجسم : $e = 0.6$

ثابت ستيفان بولتزمان : $k_B = (5.67 \times 10^{-8})W/m^2.K^4$

باستخدام المعادلة الرياضية :

$$P_{net} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = k_B.A.e(T_s^4 - T^4)$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نحصل على :

$$P_{net} = 5.67 \times 10^{-8} \times 0.5 \times 10^{-4} \times 0.6 \times (293^4 - 433^4)$$
$$= (-472.5 \times 10^{-4})W$$

9. كرة من الحديد حجمها $(50)cm^3$ عند درجة حرارة (20)°C. أُحسب حجمها إذا ما سخنت حتى درجة (90)°C، علمًا أنّ معامل التمدُّد الطولي للحديد $(12 \times 10^{-6})(°C)^{-1}$.

معامل التمدد الحجمي : $\beta = 3\alpha$

باستخدام معادلة التمدد الحجمي : $\Delta V = V_0.\beta.\Delta T$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد أن :

$$\Delta V = 3 \times 12 \times 10^{-6} \times (50)\ (90\text{-}20) = (126 \times 10^{-3})cm^3$$

وبما أن $\Delta V = V - V_0$

$$V = \Delta V + V_0 = (50.126)cm^3$$

10. إناء زجاجي حجمه $(50)cm^3$ يحتوي على $(46)cm^3$ من الزيت عند درجة حرارة $(5)°C$. أُحسب درجة الحرارة التي عندها يملأ الزيت الإناء، علمًا أنّ معامل التمدُّد الحقيقي للزيت $(0.93 \times 10^{-3})(°C)^{-1}$ ومعامل التمدُّد الحجمي للزجاج $(25 \times 10^{-6})(°C)^{-1}$.

الزيادة الظاهرية في حجم الزيت : $\Delta V = 50 - 46 = (4)cm^3$

معامل التمدد الظاهري = معامل التمدد الحقيقي ـ معامل التمدد الحجمي للزجاج

$$\delta' = \delta - \beta = 0.93 \times 10^{-3} - 25 \times 10^{-6} = (9.05 \times 10^{-4})°C^{-1}$$

وبالتعويض عن المقادير في العلاقة : $\Delta V = V_0 \delta' \Delta T$

$$4 = 46 \times 9.05 \times 10^{-4} \times \Delta T$$

نجد أن $\Delta T = 96.08°C$

$$T_2 = 96.08 + 5 = 101.08°C$$

الوحدة الثالثة

الكهرباء والمغناطيسية

Electricity and Magnetism

الفصل الأول

حل مراجعة الدرس 1-1

(المجالات الكهربائية وخطوط المجالات الكهربائية)

أوّلًا – عرِّف المجال الكهربائي.

المجال الكهربائي للشحنة هو الحيز المحيط بالشحنة الكهربائية الذي يظهر فيه تأثير القوة الكهربائية في الشحنة الأخرى أو الأجسام المشحونة.

ثانيًا – ما هي شدّة المجال الكهربائي؟

شدة المجال الكهربائي عند نقطة هي القوة الكهربائية المؤثرة في وحدة الشحنات الكهربائية الموضوعة عند هذه النقطة.

ثالثًا – متى يكون المجال الكهربائي منتظمًا؟

المجال الكهربائي المنتظم هو المجال الذي يكون ثابت الشدة وثابت الاتجاه في جميع نقاطه.

مدرستي الكويتية

رابعًا – (أ) ما هي خطوط المجال الكهربائي؟

(ب) ما العلاقة بين اتّجاه خطوط المجال واتّجاه القوّة المؤثِّرة على شحنة موجبة موضوعة داخل هذا المجال عند نقطة معيّنة؟

(أ) خطوط تفصل المجال الكهربائي .

(ب) لهما الاتجاه نفسه .

خامسًا – شحنتان كهربائيتان موضوعتان عند النقطتين A وB، حيث $AB = (10)cm$ ، ومقدار الشحنتين $q_A = (3 \times 10^{-8})C$ و $q_B = (-2 \times 10^{-8})C$ ويبعدان عن النقطة M على التوالي $d_1 = (6)cm$ و $d_2 = (8)cm$ كما في الشكل (71).

(أ) أُحسب مقدار شدّة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين عند النقطة M .

(ب) حدِّد عناصر متّجه محصّلة المجال الكهربائي .

(أ) باستخدام العلاقة الرياضية :

$$E = K\frac{q}{d^2}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$E_1 = K\frac{q_1}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-8}}{0.06^2} = (75 \times 10^3)N/C$$

$$E_2 = K\frac{q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{2 \times 10^{-8}}{0.08^2} = (28.125 \times 10^3)N/C$$

أما المحصلة $\vec{E}_r = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

وباستخدام الرسم الاتجاهي للشكل ، نجد أن محصلة شدة المجال الكهربائي تساوي :

$$E_r = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = (80.1 \times 10^3)N/C$$

$$\tan\theta = 0.375$$

$$\theta = 20.5°$$

(ب) إن محصلة المجال الكهربائي على النقطة M تتميز بالعناصر التالية :

مقدار $E = (80.1 \times 10^3)N/C$

اتجاه المحصلة ، يصنع زاوية $20.5°$ مع المحور الأفقي .

مدرستي الكويتية

سادسًا – لوحان معدنيان يبعدان مسافة (10)cm عن بعضهما البعض يتّصلان بمنبع كهربائي يساوي فرق الجهد بين طرفيه (V).

(أ) أُحسب مقدار فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين إذا كانت شدّة المجال الكهربائي بين اللوحين تساوي (400)V/m.

(ب) حدِّد عناصر متّجه المجال الكهربائي.

(أ) باستخدام العلاقة الرياضية :

$$E = \frac{V}{d}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$400 = \frac{V}{20 \times 10^{-2}} \Rightarrow V = (80)V$$

(ب) عناصر المجال الكهربائي بين اللوحين : متعامد على اللوحين ، متجه من اللوح الموجب إلى اللوح السالب ، ومقداره (400)V/m

سابعًا – أُحسب فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين إذا كانت المسافة بين اللوحين (20)cm والقوّة الكهربائية المؤثِّرة على شحنة مقدارها $q = (3.2 \times 10^{-19})C$ عند انتقالها بين اللوحين تساوي $(32 \times 10^{-16})N$.

school-kw.com

$E = \frac{V}{q}$ و $E = \frac{V}{d}$

أي $\frac{V}{d} = \frac{V}{q}$

وبالتعويض عن المقادير نجد أن :

$$V = \frac{F \times d}{q} = \frac{32 \times 10^{-16} \times 20 \times 10^{-2}}{3.2 \times 10^{-19}} = (2000)V$$

حل مراجعة الدرس 1-2

(المكثفات)

أوّلًا – ما هي العوامل التي تتوقّف عليها السعة الكهربائية للمكثِّف المستوي؟

العوامل التي تتوقف عليها السعة الكهربائية للمكثف هي : المساحة اللوحية المشتركة A ، المسافة بين اللوحين ، ونوع المادة العازلة بين اللوحين .

مدرستي الكويتية

ثانيًا – مكثّف ميكا مستوي سعته الكهربائية $C = (10)\mu F$. كيف تتغيّر سعته الكهربائية إذا استبدلت الميكا بالهواء؟ (علمًا أنّ ثابت العزل الكهربائي النسبي للميكا يساوي 5.4).

$$C_{mica} = \varepsilon_r C$$

$$C = \frac{C_{mica}}{\varepsilon_r} = \frac{10}{5.4} = (1.85)\mu F$$

ثالثًا – مكثّف هوائي مستوي سعته $(100)\mu F$، يحمل شحنة مقدارها $(10^{-9})C$.

(أ) أُحسب مقدار فرق الجهد بين لوحي المكثّف.

(ب) باعتبار أنّ لوحي المكثّف قرصين نصف قطر كلّ منهما $(10)cm$، أُحسب مقدار المجال الكهربائي بين لوحي المكثّف.

(جـ) الطاقة الكهربائية المختزَنة بين لوحي المكثّف.

(أ) $Q = CV$ حيث $V = \frac{Q}{C}$ وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$V = \frac{10^{-9}}{100 \times 10^{-6}} = (10^{-5})V$$

(ب) باستخدام المعادلة $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r . A}{d}$

وحيث أن ثابت عزل الهواء النسبي يساوي 1 نجد أن المسافة d بين السطحين تساوي :

$$d = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r . A}{C} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 1 \times 3.14 \times 0.1^2}{100 \times 10^{-6}} = (2.77 \times 10^{-9})m$$

$$E = \frac{V}{d} = \frac{10^{-5}}{2.77 \times 10^{-9}} = (3610.1)V/m$$

(جـ) $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 10^{-6} \times (10^{-5})^2 = (5 \times 10^{-15})J$

مدرستي الكويتية school-kw.com

مدرستي الكويتية

رابعًا – الطاقة الكهربائية المختزَنة على مكثّف سعته $(4)\mu F$ تساوي $(2)J$. أُحسب:

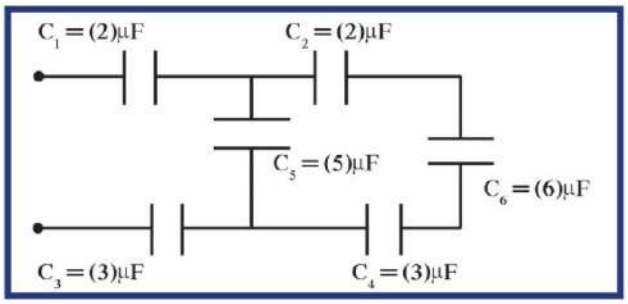
(أ) شحنة المكثّف .

(ب) مقدار فرق الجهد بين لوحي المكثّف .

$$U = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \Rightarrow 2 = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{4\times10^{-3}} \Rightarrow Q = (4 \times 10^{-3})C \quad (\text{أ})$$

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{4\times10^{-3}}{4\times10^{-6}} = (1000)V \quad (\text{ب})$$

خامسًا – أُحسب السعة المكافئة لمجموعة المكثّفات في الشكل (83):



(شكل 83)

C_2, C_3, C_4 متصلة على التوالي وعليه نجد :

$$C' = (1)\mu F$$

C_5, C' متصلان على التوازي وعليه :

$$C'' = 1 + 5 = (6)\mu F$$

وأخيراً C_1, C'', C_3 متصلة على التوالي وعليه نجد أن السعة المكافئة :

$$C_{eq} = (1)\mu F$$

سادسًا – وُصل المكثّفان $C_1 = (2)\mu F$ و $C_2 = (4)\mu F$ على التوازي مع مصدر جهد مستمرّ (V) بحيث أصبحت الشحنة الكلّية للمكثّفين تساوي $(400)\mu C$ (شكل 84) . أُحسب:

(أ) السعة المكافئة للمكثّفين .

(ب) فرق الجهد V .

(جـ) شحنة كلّ مكثّف .

(د) الطاقة الكهربائية المختزَنة بين لوحي كلّ مكثّف .

(أ) السعة المكافئة تساوي : $C = (6)\mu F$

(ب) $Q = CV$ وعليه نجد : $V = \frac{Q}{C} = \frac{400}{6} = (66.67)V$

(جـ) $q_1 = C_1V = (133.34)\mu C$

$q_2 = C_2V = (266.68)\mu C$

(د) $U_1 = \frac{1}{2}C_1V^2 = (4.44 \times 10^{-3})J$

$U_2 = \frac{1}{2}C_2V^2 = (8.889 \times 10^{-3})J$

مدرستي الكويتية school-kw.com

سابعًا – مكثّف سعته $2\mu F$ متّصل على التوالي بمكثّف آخر سعته $6\mu F$ ، وهما متّصلان على مصدر جهد يساوي $20V$ (شكل 85) . أُحسب:

(أ) السعة المكافئة للمكثّفين .

(ب) الشحنة وفرق الجهد لكلّ مكثّف .

(أ) المكثفان متصلان على التوالي ، وعليه فالسعة المكافئة تساوي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}$$

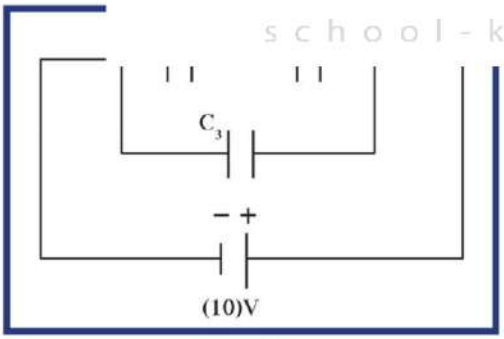
$$C_{eq} = (1.5)\mu F$$

(ب) $q_1 = q_2 = q = C_{eq}V = 1.5 \times 10^{-6} \times 20 = (30 \times 10^{-6})C$

$$V_1 = \frac{30 \times 10^{-6}}{2 \times 10^{-6}} = (15)V$$

$$V_2 = \frac{30 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-6}} = (5)V$$

ثامنًا – وُصِلت ثلاثة مكثّفات $C_1 = (3)\mu F$ ، $C_2 = (6)\mu F$ ، $C_3 = (2)\mu F$ بمصدر جهد مستمرّ $V = (10)V$ كما هو موضّح في الشكل (86) . أُحسب:



(شكل 86)

(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثّفات الثلاثة .

(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد لكلّ مكثّف .

(جـ) الطاقة الكهربائية المختزَنة بين لوحي المكثّف C_2 بعد شحنه .

(أ) المكثفان $C_1 = (3)Mf$ و $C_2 = (6)\mu F$ متصلان على التوالي :

$$C' = (2)\mu F$$

C' و $C_3 = (2)Mf$ متصلان على التوازي وعليه :

$$C_{eq} = 2 + 2 = (4)\mu F$$

(ب) $Q' = Q_1 = Q_2 = C'V = 2 \times 10 = (20)\mu C$

$$Q_3 = C_3V = 2 \times 10 = (20)\mu C$$

$$V_1 = \frac{20}{3} = (6.66)V$$

$$V_2 = \frac{20}{6} = (3.33)V$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تاسعًا – مكثّف هوائي مستوي سعته $C_1 = (6)\mu F$ وشحنته $(600)\mu C$ متّصل بمكثّف هوائي مستوي آخر سعته $(4)\mu F$ غير مشحون. أُحسب شحنة كلّ مكثّف بعد التوصيل بفترة كافية.

إن كمية الشحنات محفوظة وبالتالي :

$$Q'_1 + Q'_2 = 600$$

وبما أن للمكثفين فرق الجهد نفسه لأنهما متصلان على التوازي ، نكتب :

$$V'_1 = V'_2$$

$$\frac{Q'_1}{6} = \frac{Q'_2}{4} \Rightarrow Q'_1 = 1.5Q'_2$$

$$2.5Q'_2 = 600$$

$$Q'_2 = \frac{600}{2.4} = (240)\mu C$$

$$Q'_1 = 1.5 \times 240 = (360)\mu C$$

الفصل الثاني

حل مراجعة الدرس 2-1

(المغناطيس والمجال المغناطيسي)

أوّلًا – ما أوجه الشبه بين الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية؟

الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية تتنافر عندما تكون متشابهة وتتجاذب عندما تكون مختلفة .

ثانيًا– ما الفرق الرئيسي بين الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية؟

إن الفرق الرئيسي بين الشحنات الكهربائية والأقطاب المغناطيسية هو أنه يمكن عزل الشحنات الكهربائية بينما لا يمكن عزل الأقطاب المغناطيسية .

ثالثًا– ما هي المجالات المغناطيسية؟

المجالات المغناطيسية هي المنطقة المحيطة بالمغناطيس والتي تظهر فيها آثار القوة المغناطيسية .

رابعًا– ما الذي يُميّز ذرّات الحديد ويجعلها تعمل كمغناطيسات صغيرة؟

المجالات الناتجة عن الكترونات الحديد لا تتلاشى كليا .

مدرستي الكويتية

خامسًا– لماذا تضعف الخواصّ المغناطيسية لمغناطيس دائم عند تسخينه؟

لفقد المجالات المغناطيسية لترتيبها المنتظم

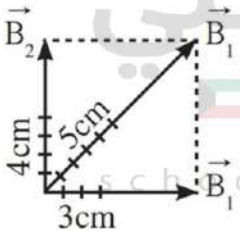
سادسًا– لماذا تظهر الخواصّ المغناطيسية في بعض قطع الحديد ولا تظهر في قطع أخرى؟

المجالات المغناطيسية في بعض القطع تكون مرتبطة .

سابعًا– مجالان مغناطيسيان $\vec{B_1}$ و $\vec{B_2}$ متعامدان لمغناطيسين مختلفين يؤثّران على نقطة M في حيّز ما . يساوي مقدار شدّة المجال المغناطيسي لكلّ منهما على التوالي: (6×10^{-4})T و (8×10^{-4})T . أُحسب مقدار شدّة محصّلة المجال المغناطيسي الناتج عن المجالين $\vec{B_1}$ و $\vec{B_2}$ ومثّل المحصّلة بيانيًّا باستخدام مقياس رسم مناسب .

$$\vec{B}_r = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

بما أن المتجهين متعامدان ، نستخدم معادلة فيثاغورث لإيجاد المحصلة :



$$B_r = \sqrt{B^{21} + B^{22}} = \sqrt{(6 \times 10^4)^2 + (8 \times 10^4)^2}$$
$$= (10 \times 10^{-4})\text{T}$$

يمكن تمثيل مجالات المجالات المغناطيسية باستخدام المقياس :

$$(1)\text{cm} = (2 \times 10^{-4})\text{T}$$

بحيث يكون قياس متجه المحصلة بحسب مقياس الرسم يساوي $(5)\text{cm}$

حل مراجعة الدرس 2-2

(التيارات الكهربائية والمجالات المغناطيسية)

أوّلًا – ما شكل المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يحمل تيّارًا كهربائيًّا مستمرًّا؟

دوائر متحدة المركز .

ثانيًا– عند لفّ سلك مستقيم يحمل تيّارًا كهربائيًّا مستمرًّا ليصبح دائري الشكل إلى ملفّ ، تزيد شدّة المجال المغناطيسي داخل الملفّ عن خارجها . علّل سبب ذلك .

إن تداخل المجالات المغناطيسية داخل اللفة يزيد من شدة المجال الكهربائي داخل اللفة .

مدرستي الكويتية

ثالثًا– حدِّد أقطاب الملفّ في الشكل (116) معتمدًا على اتّجاه مرور التيّار الكهربائي .

باستخدام قاعدة اليد اليمنى ، نجد أن اتجاه المجال المغناطيسي مواز لمحور الملف الحلزوني بالاتجاه الموجب للمحور الأفقي .

رابعًا– حدِّد اتّجاه المجال المغناطيسي على النقاط M_1 و M_2 في الشكل (117) .

اتجاه المجال المغناطيسي على النقطة M_1 يصنع زاوية قائمة الصفحة إلى الخارج (.) ، أما على النقطة ، M_2 فيصنع زاوية قائمة الصفحة إلى داخل الصفحة (X) .

خامسًا– سلك مستقيم يمرّ به تيّار كهربائي مستمرّ شدّته A(1) .

(أ) أُحسب شدّة المجال المغناطيسي الناتج عند نقطة تبعد (10)cm عن محور السلك .

(ب) حدِّد عناصر متّجه المجال المغناطيسي (وضّح ذلك بالرسم) .

شدة التيار $I = (1)A$

(أ) المسافة بين محور السلك والنقطة $d = (\ 10\ )\ cm$

مقدار شدة المجال المغناطيسي $B = ?$

باستخدام العلاقة الرياضية بين شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي :

$$B = (2 \times 10^{-7})\frac{1}{d}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$B = (2 \times 10^{-7})\frac{1}{0.1} = (2 \times 10^{-6})T$$

(ب) عناصر المجال المغناطيسي :

- الحامل : مماس على خط المجال المغناطيسي الدائري عند النقطة M
- الاتجاه : يحدد باستخدام قاعدة اليد اليمنى بوضع الإبهام باتجاه التيار وبلف بقية الأصابع لتدل على اتجاه المجال المغناطيسي .
- المقدار : يحسب بالعلاقة : $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$
- حيث إن μ_0 تساوي معامل النفاذ المغناطيسي وتساوي في الفراغ :

$$\mu_0 = (4\pi \times 10^{-7})T.\,m/A$$

مدرستي الكويتية school-kw.com

مدرستي الكويتية

سادسًا– حدِّد عناصر متّجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز ملفّ حلزوني ، طوله $(50)cm$ ، ومؤلّف من (1000) لفّة عند مرور تيّار كهربائي مستمرّ شدّته $(4)A$ علمًا أنّ اتّجاه التيّار في الملفّ إلى أعلى كما موضّح في الشكل (118) .

طول الملف الحلزوني : $l = (50)cm$

عدد اللفات : لفة $N = (1000)$

شدة التيار $I = (4)A$

إن عناصر متجه المجال المغناطيسي تُحدد كما يلي :

- الحامل : محور الملف الحلزوني
- الاتجاه : باستخدام اليد اليمنى كما هو موضح في الشكل (113)
- المقدار : يحدد باستخدام العلاقة الرياضية بين شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي في الملف الحلزوني : $B = \frac{4\pi\times10^{-7}N.I}{L}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1000 \times 4}{0.5} = (32\pi \times 10^{-4})T$$

سابعًا– ملفّ دائري نصف قطره $(10)cm$ وعدد لفّاته (5) لفّات يمرّ فيه تيّار كهربائي مستمرّ شدّته $(0.5)A$. حدِّد بالكتابة والرسم عناصر متّجه المجال المغناطيسي الناتج عند مركز الملفّ .

نصف القطر : $r = (10)cm$

عدد اللفات : $N = (5)$

شدة التيار $I = (0.5)A$

إن عناصر متجه المجال المغناطيسي تُحدد كما يلي :

- الحامل : الخط المستقيم المار بنقطة المركز
- الاتجاه : باستخدام قاعدة اليد اليمنى كما هو موضح في الشكل
- المقدار يحسب باستخدام العلاقة الرياضية بين شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي في الملف الدائري : $B = \frac{2\pi\times10^{-7}N.I}{r}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

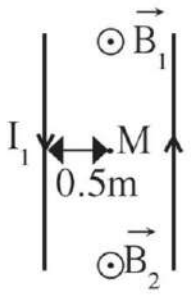
$$B = \frac{2\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 0.5}{0.1} = (50\pi \times 10^{-7})T$$

مدرستي الكويتية

ثامنًا– سلكان متوازيان طويلان يبعدان (80)cm عن بعضهما بعضًا. يمرّ في السلك الأوّل تيّار شدّته $I_1 = (2)A$، ويمرّ في الثاني تيّار كهربائي شدّته $I_2 = (3)A$ واتّجاهه معاكس لاتّجاه التيّار الأوّل. حدِّد عناصر متّجه المجال المغناطيسي على النقطة M بين السلكين والتي تبعد (50)cm عن السلك الأوّل.

$$B_1 = (2 \times 10^{-7})\frac{2}{0.5} = (0.8 \times 10^{-6})T$$

الاتجاه على النقطة M (.) يحدد باستخدام قاعدة اليد اليمنى .



$$B_2 = (2 \times 10^{-7})\frac{3}{0.3} = (2 \times 10^{-6})T$$

الاتجاه على النقطة M (.) يحدد باستخدام قاعدة اليد اليمنى .

$$\vec{B}_r = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$$

وعلما أن B_2 و B_1 لهما الاتجاه نفسه ، نحصل على :

$$Br = (2 + 0.8) \times 10^{-6} = (2.8 \times 10^{-6})T$$

الاتجاه على النقطة M (.) .

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام أنسب إجابة في كلّ ممّا يلي:

1. علمًا أنّ مقدار شحنة الإلكترون تساوي $C(-1.6 \times 10^{-19})$، فإنّ عدد الإلكترونات N التي تحملها شحنة كهربائية Q مقدارها $C(-3.2 \times 10^{-17})$ يساوي:
   - ☐ 150
   - ☑ 200
   - ☐ 0.02
   - ☐ 1.5
2. مقدار شدّة المجال الكهربائي الناتج عن شحنة نقطية مقدارها $C(4 \times 10^{-6})$ عند نقطة M تبعد عنها (0.1)m يساوي:
   - ☐ $(4.2 \times 10^{6})N/C$
   - ☐ $(1.8 \times 10^{6})N/C$
   - ☐ $(0.9 \times 10^{6})N/C$
   - ☑ $(3.6 \times 10^{6})N/C$
3. نعرّف المجال الكهربائي المنتظم بأنّه مجال :
   - ☑ جميع خطوطه متوازية ولها مقدار ثابت .
   - ☐ تنطلق جميع خطوطه من نقطة في وسطه بجميع الاتّجاهات ولها مقدار ثابت .
   - ☐ تنطلق جميع خطوطه نحو نقطة في وسطه بجميع الاتّجاهات وليس لها مقدار ثابت .
   - ☐ تنطلق جميع خطوطه من نقطة في وسطه بجميع الاتّجاهات ولها مقدار متناسب مع كمّية الشحنة .
4. يتألّف مكثّف من سطحين متوازيين متّصلين ببطّارية . إذا ضاعفنا المسافة بين السطحين المتوازيين فإنّ شدّة المجال الكهربائي بينهما:
   - ☑ يقلّ إلى النصف .
   - ☐ لا يتغيّر .
   - ☐ يزداد إلى مثلي ما كان عليه .
   - ☐ يقلّ أربع أمثال ما كان عليه .
5. إنّ ثني السلك الحامل للتيّار الكهربائي والمؤثّر على نقطة M تبعد عنه مسافة r ليكوّن لفّة أو أكثر مركزها النقطة M:
   - ☐ يقلّل من شدّة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيّار .
   - ☑ يزيد من شدّة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيّار .
   - ☐ لا يغيّر من شدّة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيّار .
   - ☐ يزيد من شدّة التيّار الكهربائي وبالتالي يضعف المجال المغناطيسي الناتج .

مدرستي الكويتية

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. ما الفرق بين المجال الذي يحيط بشحنة ساكنة والمجال الذي يحيط بشحنة متحرّكة؟

يحيط بالشحنة الساكنة مجال كهربائي بينما يحيط بالشحنة المتحركة مجال كهربائي ومغناطيسي .

2. ما السبب الذي يجعل الحديد قادرًا على العمل كمغناطيس وليس الخشب؟

الحديد على عكس الخشب له مجالات مغناطيسية يمكن ترتيبها بالتأثير .

3. عندما ينجذب مغناطيس قوي إلى مغناطيس ضعيف ، أيّ منهما يبذل قوّة أكبر؟

تتساوى القوى في كل زوج من أزواج القوى المؤثرة وتكون متعاكسة .

4. إن كانت القوّة الكهربائية المؤثّرة على شحنة نقطية لها اتّجاه المجال نفسه ، فما هو نوع الشحنة؟

تكون الشحنة موجبة .

5. أُحسب مقدار القوّة الكهربائية المؤثّرة على شحنة $q = (2 \times 10^{-6})C$ موضوعة عند نقطة في مجال كهربائي $E = (2 \times 10^{4})V/m$.

للقوة الكهربائية $\vec{F}$ المؤثرة على نقطة اتجاه المجال الكهربائي $\vec{E}$ ومقدارها :

$$F = qE = 2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{4} = (4 \times 10^{-2})\ N$$

6. ما نوع المجال الكهربائي واتّجاهه بين سطحيين معدنيين متوازيين متّصلين بمصدر فرق جهده V؟

مجال كهربائي منتظم عمودي على السطح المعدني ، اتجاهه من السطح الموجب الشحنات إلى السطح السالب الشحنات .

7. ما مقدار الجهد على مكثّف عند انتهاء عملية الشحن؟

يتساوى مع فرق جهد البطارية الموصول عليها .

8. ما العلاقة بين السعة الكهربائية لمكثّف متوازي السطحيين والمادّة العازلة بين اللوحين عند ثبات العوامل الأخرى المؤثّرة في السعة الكهربائية؟

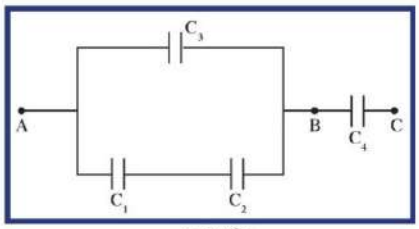
تتناسب السعة الكهربائية مع ثابت العزل الكهربائي النسبي للمادة العازلة الموضوعة بين السطحين .

9. إشرح ما الذي يحدث للمكثّف إذا زاد فرق الجهد المطبّق على المكثّف عن مقدار القيمة العظمى التي تحدّدها الشركة الصانعة .

يزداد مقدار المجال الكهربائي ويتخطى مقدار القيمة العظمى التي يتحملها فيظهر شرارة بين سطحي المكثف تؤدي إلى تعطيلها .

مدرستي الكويتية school-kw.com

10. أُحسب السعة المكافئة لمجموعات المكثّفات الموضّحة في الشكل (119):
$C_1 = (60)\mu F$ و $C_2 = (20)\mu F$ و $C_3 = (9)\mu F$ و $C_4 = (12)\mu F$.



(شكل 119)

C_1 و C_2 متصلان على التوالي :

$$\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{60} + \frac{1}{40} = \frac{4}{60} \Rightarrow C_{12} = (15)\mu F$$

C_3 و C_{12} متصلان على التوازي :

$$C_{123} = C_{12} + C_3 = 15 + 9 = (24)\mu F$$

C_4 و C_{123} متصلان على التوالي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{123}} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} = \frac{3}{24} \Rightarrow C_{eq} = (8)\mu F$$

11. وُصل مكثّفان سعتهما $C_1 = (2)\mu F$ و $C_2 = (4)\mu F$ على التوازي بمصدر فرق جهده $(4.5)V$.
أُحسب :

(أ) مقدار الشحنة التي يجب على البطّارية توفيرها لشحن المكثّفين.

(ب) الطاقة الكهربائية المختزَنة في كلّ مكثّف.

$$Q = C_{eq}V = 6 \times 10^{-6} \times 4.5 = (27 \times 10^{-6})C \quad (\text{أ})$$

$$E_1 = \frac{1}{2}C_1V^2 = \frac{1}{2}2 \times 10^{-6} \times 4.5^2 = (20.25 \times 10^{-6})J \quad (\text{ب})$$

$$E_2 = \frac{1}{2}C_2V^2 = \frac{1}{2}6 \times 10^{-6} \times 4.5^2 = (60.75 \times 10^{-6})J$$

12. ما العلاقة بين شدّة المجال المغناطيسي وشدّة التيّار الكهربائي؟

تتناسب شدة المجال المغناطيسي طرديا مع شدة التيار .

13. حدِّد خواصّ متّجه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيّار الكهربائي في ملفّ حلزوني طويل.

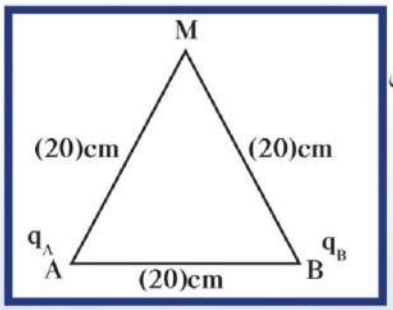
لمتجه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيار الكهربائي حامل على محور الملف الحلزوني ، واتجاه يحدد عمليا من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية بعد استقرارها على مركز الملف الحلزوني أما المقدار فيحدد بالعلاقة الرياضية :

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7}N.I}{L}$$

مدرستي الكويتية

حلّ المسائل التالية:

1. شحنتان كهربائيتان $q_A = (2 \times 10^{-8})C$ و $q_B = (-4 \times 10^{-8})C$ موضوعتان عند النقطتين A و B، حيث $AB = (20)cm$.



(شكل 120)

(أ) أُحسب مقدار شدّة المجال الكهربائي الناتج عن الشحنتين على النقطة M التي تبعد (20)cm عن A و (20)cm عن B. كما في الشكل (120).

(ب) حدِّد عناصر متّجه محصّلة المجال الكهربائي.

(جـ) مثّل بيانيًا باستخدام مقياس رسم مناسب المجال الكهربائي على النقطة M.

(د) أُحسب مقدار محصّلة القوّة الكهربائية على النقطة M إذا وُضع عندها شحنة مقدارها $(2 \times 10^{-8})C$.

(أ) $E_1 = 9 \times 10^9 \times \frac{q_A}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times10^{-8}}{(0.2)^2} = (4500)N/C$

$E_2 = 9 \times 10^9 \frac{q_B}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{4 \times 10^{-8}}{(0.2)^2} = (9000)N/C$

أما المحصلة

$\vec{E}_r = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

وباستخدام الرسم الاتجاهي للشكل نجد أن محصلة شدة المجال الكهربائي :

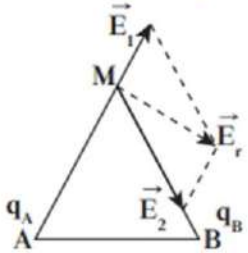
مدرستي الكويتية school-kw.com

$E_r = \sqrt{E^2_1 + E^2_2 + 2E_1E_2 \cos 120}$

$= \sqrt{4500^2 + 9000^2 - 2 \times 4500 \times 9000 \cos 120} = (7794.23)N/C$

$\frac{\sin\alpha}{E_2} = \frac{\sin 60}{E_r} \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{9000} = \frac{\sin 60}{7794.23} \Longrightarrow \sin\alpha = 0.999 \cong 1 \qquad \alpha = 90°$

(ب) إن محصلة المجال الكهربائي على النقطة M تتميز بالعناصر التالية :



- مقدار : $E_r = (\ 7794.23\ )\ N/C$
- اتجاه : المحصلة تصنع زاوية 90° مع متجه المجال الكهربائي E_1 كما موضح في الشكل .

(جـ) يمثل بيانيا المجال الكهربائي على النقطة M

باستخدام مقياس رسم مناسب

(د) $F = qE = 2 \times 10^{-8} \times 7794.23 = (\ 1.55 \times 10^{-4}\ )N$

ولها اتجاه المجال الكهربائي .

2. مكثّف سعته $(2)\mu F$ وصل بمصدر فرق جهده $(20)V$. إذا كانت المسافة بين اللوحين المتوازيين $(2)mm$ ، أُحسب:

(أ) المجال الكهربائي بين لوحيه .

(ب) الشحنة الكهربائية .

(جـ) الطاقة الكهربائية بين لوحيه .

(د) إذا كان فرق الجهد بين اللوحين $(40)V$ مع بقاء مقدار السعة ثابت ، كم تصبح الطاقة الكهربائية المختزَنة؟

(أ) $E = \frac{V}{d} = \frac{20}{0.002} = (10000)V$

(ب) $Q = CV = 2 \times 10^{-6} \times 10^{4} = (0.02)C$

(جـ) $E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(2 \times 10^{-6}) \times 400 = (4 \times 10^{-4})J$

(د) $E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}(2 \times 10^{-6}) \times 1600 = (16 \times 10^{-4})J$

3. وضع بروتون شحنته $q = (1.6 \times 10^{-19})C$ في مجال كهربائي منتظم .

أُحسب مقدار شدّة المجال الكهربائي واتّجاهه إذا كان ينتج قوّة كهربائية مساوية في المقدار لوزن الشحنة ولكن باتّجاه معاكس ، علمًا أنّ كتلة البروتون تساوي $(1.67 \times 10^{-27})kg$.

إن مقدار وزن الشحنة مساوٍ للقوة كهربائية ، هذا يعني $qE = mg$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نجد أن : $E = \frac{mg}{q}$

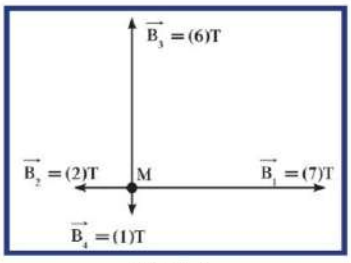
$$E = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times 10}{1.6 \times 10^{-19}} = (5.68 \times 10^{-11})V/m$$

أما اتجاه المجال الكهربائي رأسي إلى أعلى معاكس لاتجاه الوزن .

4. يمثّل الشكل (121) أربعة مجالات مغناطيسية متعامدة تؤثّر على النقطة M .

(أ) أُحسب مقدار المحصّلة الناتجة عن المجالات المغناطيسية الأربعة عند النقطة M .

(ب) مثّل المحصّلة بيانيًّا باستخدام مقياس رسم مناسب .



(شكل 121)

(أ) $\vec{B}_1$ و $\vec{B}_2$ لهما اتجاهان متعاكسان ومحصلتهما تساوي

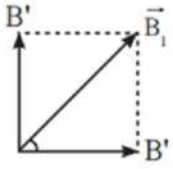
$B' = 7 - 2 = (5)T$ باتجاه $\vec{B}_1$

$\vec{B}_3$ و $\vec{B}_4$ لهما اتجاهان متعاكسان ومحصلتهما تساوي

$B'' = 6 - 1 = (5)T$ باتجاه $\vec{B}_3$

أما المحصلة B فتساوي $B = B' + B''$ ، ومن الشكل الهندسي نجد أن $B = (5\sqrt{2})T$ ، وتصنع زاوية $45°$ مع متجه $\vec{B}_1$

(ب) باستخدام مقياس رسم مناسب نمثل المحصلة بوتر المربع الرسم المجاور .

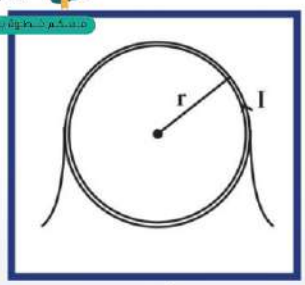


مدرستي الكويتية

5. ملفّ دائري، (شكل 122)، نصف قطره (40)cm مؤلّف من (50) لفّة، ويمرّ به تيّار كهربائي شدّته (0.1)A .

(أ) أُحسب مقدار شدّة المجال المغناطيسي عند مركز الملفّ الدائري .

(ب) حدِّد عناصر متّجه المجال المغناطيسي .



(شكل 122)

(أ) باستخدام العلاقة الرياضية بين شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي في الملف الدائري

$$B = \frac{2\pi \times 10^{-7} N.I}{r}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$B = 2\pi \times 10^{-7} \frac{50 \times 0.1}{0.4} = (25\pi \times 10^{-7})T$$

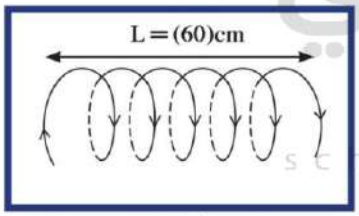
(ب) إن عناصر متجه المجال المغناطيسي تُحدد كما يلي :

- الحامل : الخط المستقيم المار بنقطة المركز
- الاتجاه : باستخدام اليد اليمنى
- المقدار : $B = (25\pi \times 10^{-7})T$

6. ملفّ حلزوني طوله (60)cm، مؤلّف من (1000) لفّة، يمرّ به تيّار كهربائي مستمرّ شدّته (2)A بالاتّجاه المبيّن في الشكل (123) .

(أ) أُحسب مقدار شدّة المجال المغناطيسي الناتج عن مرور التيّار عند مركز الملفّ الحلزوني .

(ب) حدِّد عناصر متّجه المجال المغناطيسي .



(شكل 123)

(أ) باستخدام العلاقة الرياضية بين شدة التيار وشدة المجال المغناطيسي في الملف الحلزوني

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} N.I}{L}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$B = 4\pi \times 10^{-7} \frac{1000 \times 2}{0.6} = (4.18 \times 10^{-3})T$$

(ب) إن عناصر متجه المجال المغناطيسي تُحدد كما يلي :

- الحامل : الخط المستقيم الموازي لمحور الملف الحلزوني
- الاتجاه : باستخدام اليد اليمنى
- المقدار : $B = (4.18 \times 10^{-3})T$

مدرستي الكويتية

7. سلكان متوازيان طويلان يبعدان (80)cm عن بعضهما بعضًا. يمرّ في السلك الأوّل تيّار شدّته $I_1 = (2)A$ ، وفي الثاني تيّار كهربائي شدّته $I_2 = (3)A$ له اتّجاه التيّار الأوّل نفسه.

(أ) حدِّد موضع النقطة M بين السلكين بحيث تكون محصّلة المجالات المغناطيسية عليها والناتجة عن مرور التيّارين في السلكين تساوي صفرًا.

(ب) أُحسب مقدار محصّلة المجال المغناطيسي على M في حال عكسنا اتّجاه أحد التيّارين الكهربائيين.

(أ) $\vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 0 \Rightarrow \vec{B}_1 = -\vec{B}_2$

هذا يعني أنهما متساويان في المقدار ومتعاكسان في الاتجاه .

لنفترض أن النقطة M تبعد عن السلك الأول مسافة x cm فهي تبعد عن تبعد السلك الثاني مسافة $(80 - x)$ cm

وبالتعويض عن المقادير المعلومة في $B_1 = B_2$ نجد أن

$$\frac{2 \times 10^{-7} \times I_1}{x} = \frac{2 \times 10^{-7} \times I_2}{80 - x} \Rightarrow x = (32)cm$$

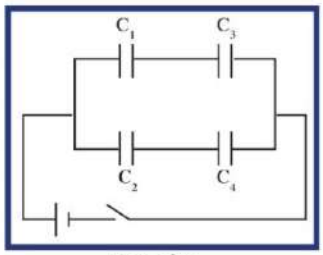
(ب) عندما نعكس اتجاه أحد التيارين الكهربائيين ، يصبح للمجال B_1 ، و B_2 الاتجاه نفسه ، وبالتالي تكون المحصلة

$$B = B_1 + B_2 = 2 \times 10^{-7}(\frac{2}{0.32} + \frac{3}{0.48}) = (25 \times 10^{-7})T$$

8. مكثّف متّصل بمصدر فرق جهده (V). تمّ إبعاد سطحيه المتوازيين عن بعضهما بعضًا بدون فصله عن مصدر الجهد. اِشرح كيف سيتغيّر كلّ من مقدار الشحنة والطاقة الكهربائية المختزَنة كنتيجة لإبعاد السطحين عمّا كانا عليه.

عند زيادة المسافة بين السطحين ، فإن السعة C' تصبح أكبر من C ، وبهذا تصبح كمية الشحنات Q' التي يمكن شحن المكثف بها أكبر وكذلك الطاقة الكهربائية التي يمكن تخزينها تصبح أكبر مما كانت عليه .

9. وُصِلت مجموعة من المكثّفات $C_1 = (2)\mu F$ $C_2 = (6)\mu F$، $C_3 = (2)\mu F$، $C_4 = (3)\mu F$ بمصدر جهد مستمرّ (48)V، كما هو موضّح في الشكل (124). أُحسب:



(شكل 124)

(أ) مقدار السعة المكافئة للمكثّفات.

(ب) الشحنة الكهربائية وفرق الجهد على كلّ مكثّف.

(جـ) الطاقة الكهربائية المختزَنة على المكثّف C_2 بعد شحنه.

(أ) C_1 و C_3 موصلان على التوالي أي :

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow C' = (1)\mu F$$

C_2 و C_4 موصلان على التوالي أي :

$$\frac{1}{C''} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_4} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2} \Rightarrow C'' = (2)\mu F$$

C' و C'' موصلان على التوازي أي :

$$C_{eq} = C' + C'' = 2 + 1 = (3)\mu F$$

$$Q' = C'V = 1 \times 48 = (48)\mu F \quad (\text{ب})$$

$$Q' = Q_1 = Q_3$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{48}{2} = (24)V$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{48}{2} = (24)V$$

$$Q'' = C'' \times V = 2 \times 48 = (96)\mu C$$

$$Q'' = Q_2 = Q_4$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{96}{6} = (16)V$$

$$V_4 = \frac{Q_4}{C_4} = \frac{96}{3} = (32)V$$

$$U_2 = \frac{1}{2}C_2V^2{}_2 = \frac{1}{2}6 \times 10^{-6} \times 16^2 = (7.68 \times 10^{-4})J \quad (\text{جـ})$$

10. مكثّف هوائي مستوٍ سعته $C_1 = (2)\mu F$، شحنته $(60)\mu C$ وُصِل بمكثّف هوائي آخر مستوٍ سعته $(1)\mu F$ غير مشحون. أُحسب شحنة كلّ مكثّف بعد التوصيل بفترة كافية.

الشحنة الكلية محفوظة أي $Q_1 + Q_2 = Q'_1 + Q'_2$

أي $60 + 0 = Q'_1 + Q'_2$

$$\frac{Q'_1}{2} = \frac{Q'_2}{1} \Rightarrow Q'_1 = 2Q'_2$$

بالتعويض عن المقادير المعلومة في المعادلة السابقة نجد أن:

$$3Q'_2 = 60 \Rightarrow Q'_2 = (20)\mu C$$

$$Q'_1 = (40)\mu C$$

$$V = \frac{Q'_1}{C_1} = \frac{40}{2} = (20)V$$

11. مكثّفان متماثلان سعة كلّ منهما C متّصلان معًا على التوالي بمصدر جهد V.

(أ) أُحسب فرق الجهد، والطاقة الكهربائية المختزَنة في كلّ منهما بدلالة C و V.

(ب) إذا وُضِع في أحدهما مادّة عازلة لها ثابت عزل كهربائي نسبي ε_r، فكم تصبح السعة، والشحنة، والطاقة الكهربائية المختزَنة في كلّ منهما؟

(أ) السعة المكافئة: $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C} \Rightarrow C_{eq} = \frac{C}{2}$

$$Q = Q_1 = Q_2 = \frac{CV}{2}$$

$$V_1 = V_2 = \frac{V}{2}$$

$$U_1 = \frac{1}{2}C_1V^2{}_1 = \frac{1}{2} \times \frac{CV^2}{4} = \frac{1}{8}CV^2$$

$$U_2 = \frac{1}{2}C_2V^2{}_2 = \frac{1}{2} \times \frac{CV^2}{4} = \frac{1}{8}CV^2$$

(ب) لنفترض أننا وضعنا المادة العازلة في المكثف الثاني ، هذا يعني أن : $C_2 = \epsilon_r C_1$

السعة المكافئة تساوي :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{\varepsilon_r C_1} \Rightarrow C_{eq} = \frac{\varepsilon_r C_1}{\varepsilon_r + 1}$$

$$Q = Q_1 = Q_2 = \frac{\varepsilon_r C_1 V}{\varepsilon_r + 1}$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{\varepsilon_r V}{\varepsilon_r + 1}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{V}{\varepsilon_r + 1}$$

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2{}_1 = \frac{1}{2} \times (C_1) \frac{\varepsilon_r^2 V^2}{(\varepsilon_r + 1)^2}$$

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 V^2{}_2 = \frac{1}{2} \times (\varepsilon_r C_1) \frac{V^2}{(\varepsilon_r + 1)^2}$$

الوحدة الرابعة

الضوء
Light

school-kw.com

الفصل الأول

حل مراجعة الدرس 1-1

(خواص الضوء)

أوّلًا – عرّف انكسار الضوء، واكتب قانوني الانكسار.

الانكسار هو التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوء بسبب تغير سرعته ، عند مروره بشكل مائل على السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين بالكثافة الضوئية .

قانوناه :

- **القانون الأول :** الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنكسر والعمود على السطح الفاصل عند نقطة السقوط تقع جميعا في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل .
- **القانون الثاني ويعرف بقانون سنل :** النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي نسبة ثابتة تُسمى معامل الانكسار من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ويرمز لها بالرمز $n_{1/2}$

أي أن : $n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$

ثانيًا – عرِّف انعكاس الضوء، واكتب قانوني الانعكاس.

الانعكاس هو التغير المفاجئ في اتجاه شعاع الضوءعلى سطح عاكس .

قانوناه :

- **القانون الأول :** الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام عند نقطة السقوط على السطح العاكس تقع جميعا في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس
- **القانون الثاني :** زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس أي $\hat{i} = \hat{r}$

ثالثًا – أعطِ الشرط الواجب توفّره لرؤية ظاهرة الحيود.

يجب أن يقل قطر الفتحات التي يمر بها الضوء الأحادي اللون عن $(1)\text{mm}$ للتمكن من رؤية ظاهرة الحيود .

رابعًا – اكتب الشروط الواجب توفرها في تجربة الشقّ المزدوج ليونج لحدوث ظاهرة التداخل.

يجب أن تكون الفتحتان S_1 و S_2 كأنهما مصدران ضوئيان يبعثان موجات ضوئية متزامنة متفقة الطور أو فرق طور ثابت .

خامسًا – إذا كان معامل الانكسار للماء $\frac{4}{3}$ وسرعة الضوء في الفراغ تساوي $c = (3 \times 10^8)\text{m/s}$، أُحسب سرعة الضوء في الماء.

باستخدام العلاقة الرياضية $n = \frac{c}{v}$ نجد أن :

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} = (2.25 \times 10^8)\text{m/s}$$

سادسًا – إنّ معامل الانكسار المطلق للماء يساوي 1.33 ومعامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.54 . أُحسب معامل انكسار الزجاج بالنسبة إلى الماء.

$$n_{g/w} = \frac{n_g}{n_w} = \frac{1.54}{1.33} = 1.158$$

سابعًا – سقط شعاع ضوئي على سطح زجاجي بزاوية سقوط 30°. أُحسب زاوية الانكسار، علمًا أنّ معامل الانكسار المطلق للزجاج يساوي 1.5 .

باستخدام قانون سنيل : $n_1 \sin\hat{i} = n_2 \sin\hat{r}$

$$1 \sin 30 = 1.5 \sin\hat{r} \Rightarrow \sin\hat{r} = 0.33$$

$$\hat{r} = 19.47^\circ$$

مدرستي الكويتية

ثامنًا – أُرسِل شعاع ضوئي من النقطة A التي تبعد عن سطح مرآة مستوية (3)cm، ليصل إلى النقطة B التي تبعد عن السطح (6)cm بعد انعكاسه. علمًا أنّ المسافة بين مسقط النقطتين على المرآة تساوي (9)cm (شكل 142):

(أ) أُحسب زاوية السقوط وزاوية الانعكاس.

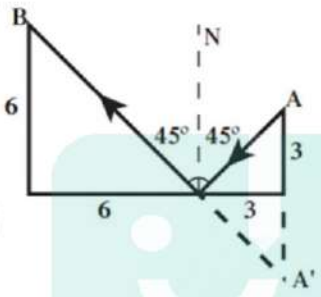
(ب) وضِّح بالرسم البياني ظاهرة الانعكاس.

(أ) نحدد على الشكل النقطة 'A صورة النقطة A ، وباستخدام الرسم الهندسي (الموجود على نسخة الطالب) نجد أن :

$$\frac{3}{6} = \frac{x}{9-x} \Rightarrow x = (3)\text{cm}$$

وبالتالي نجد أن زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس وهي $45°$

(ب)



تاسعًا – في تجربة الشقّ المزدوج لتوماس يونج، كانت المسافة الفاصلة بين الفتحتين الضيقتين $(2 \times 10^{-4})\text{m}$ والمسافة بين الشقّ المزدوج والحائل (1)m والمسافة بين هدبين متتاليين مضيئين $(2.5 \times 10^{-3})\text{m}$. أُحسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المُستخدَم.

باستخدام المعادلة التالية :

$$\Delta y = \frac{\lambda \times 1}{a}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نحصل على :

$$2.5 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 1}{2 \times 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\lambda = 2.5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-4} = (0.5 \times 10^{-6})\text{m}$$

حل مراجعة الدرس 1-2

(الانعكاس والانكسار عند السطوح المستوية)

أولًا – وُضِع جسم طوله (1)cm على بُعد (40)cm من مرآة مقعّرة لها بُعد بؤري يساوي (20)cm .

(أ) حدِّد خواصّ الصورة المتكوّنة (طبيعتها ، موضعها ، اتّجاهها وقياسها) .

(ب) أُرسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتنعكس على المرآة .

(أ) باستخدام القانون العام للمرايا ، وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد أن :

$$\frac{1}{U}+\frac{1}{V}=\frac{1}{f}$$

أي

$$\frac{1}{40}+\frac{1}{V}=\frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{V}=\frac{1}{20}-\frac{1}{40}$$

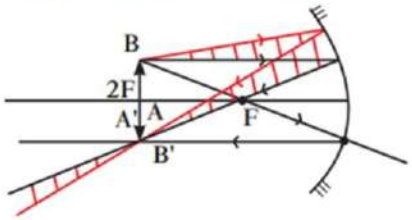
$$V=(+40)\,cm$$

وبما أن إشارة V موجبة ، فإن الصورة هي صورة حقيقية ، أما إذا استخدمنا معادلة التكبير فنحصل على :

$$M=-\frac{V}{U}=-\frac{40}{40}=-1$$

أي أن الصورة مقلوبة ولها قياس الجسم : $A'B'=AB=(1)\,cm$

(ب) نرسم شعاعين منطلقين من النقطة B أعلى الجسم AB لينعكسا على المرآة حيث يمر الشعاعان المنعكسان بالنقطة B' صورة B كما هو موضح في الشكل التالي باللون الأحمر .



ثانيًا – جسم طوله $AB=(2)\,cm$ وُضِع على مسافة (d) من مرآة مستوية . أُحسب:

(أ) المسافة بين الجسم والمرآة إذا كانت المسافة بين الجسم وصورته المتكوّنة تساوي (160)cm .

(ب) طول الصورة A'B' .

(جـ) تكبير المرآة المُستخدَمة .

(أ) إن المسافة بين الجسم والمرأة تساوي : $\frac{d}{2}=\frac{160}{2}=(80)\,cm$

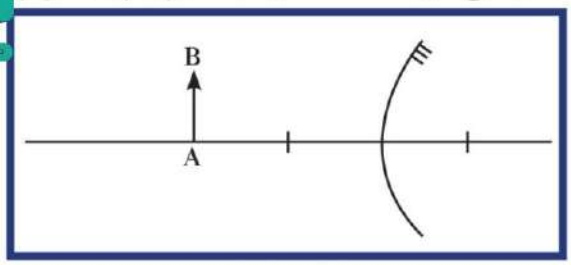
(ب) طول الصورة يساوي طول الجسم أي أن : $A'B'=(2)\,cm$

(جـ) إن المرايا المستوية لها تكبير $M=1$

مدرستي الكويتية school-kw.com

مدرستي الكويتية

ثالثًا – وُضِع جسم طوله (1)cm على بُعد (20)cm من مرآة محدّبة لها بُعد بؤري يساوي (10)cm (شكل 164).



(شكل 164)

(أ) حدّد خواصّ الصورة المتكوّنة (طبيعتها، موضعها، اتّجاهها وقياسها).

(ب) أُرسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتنعكس على المرآة.

(أ) باستخدام القانون العام للمرايا ، وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد أن :

$$\frac{1}{U}+\frac{1}{V}=\frac{1}{f}$$

أي $$\frac{1}{V}=-\frac{1}{10}+\frac{1}{20}$$

$$V=(=6.667)\text{cm}$$

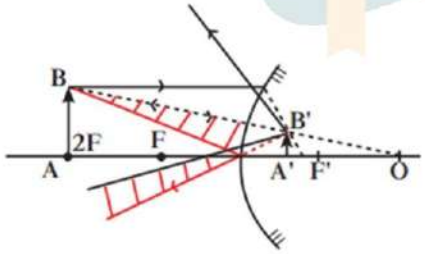
وبما أن إشارة V سالبة ، فإن الصورة هي صورة تقديرية ، أما إذا استخدمنا معادلة التكبير فنحصل على :

$$M=-\frac{V}{U}=-\frac{-6.667}{20}=+0.33$$

أي أن الصورة معتدلة ومصغرة ، وبالتالي يكون قياس الصورة :

$$A'B'=1\times 0.33=(\,0.33\,)\text{cm}$$

(ب) نرسم شعاعين منطلقين من النقطة B أعلى الجسم AB لينعكسا على المرآة وكأنهما قادمان من النقطة B ' صورة B كما هو موضح في الشكل التالي باللون الأحمر.



رابعًا – أُحسب الزاوية الحرجة لنفاذ الضوء من البنزين إلى الماء، علمًا أنّ معامل الانكسار للبنزين يساوي 1.4 ومعامل الانكسار للماء يساوي 1.3 .

باستخدام العلاقة بين الزاوية الحرجة ومعامل الانكسار للوسطين نكتب :

$$\sin\theta_c=\frac{n_w}{n_b}=\frac{1.3}{1.4}=0.928$$

$$\theta_c=68.21^\circ$$

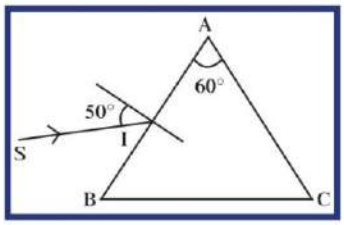
خامسًا – ABC منشور له زاوية رأس $(60^\circ) = \hat{A}$ ومعامل انكسار مطلق $n = 1.3$. (SI) شعاع ضوء في الهواء، سقط على الوجه AB بزاوية سقوط $(50^\circ) = \hat{i}_1$ كما في الشكل (165). أُحسب:

(أ) الزاوية الحرجة .

(ب) زاوية السقوط على السطح AC بعد انكسار الشعاع على السطح AB .

(جـ) زاوية خروج الشعاع من المنشور .

(د) زاوية الانحراف بين مسار الشعاع الساقط ومسار الشعاع الخارج .



(أ) باستخدام العلاقة بين الزاوية الحرجة ومعامل الانكسار للوسطين

نكتب : $\sin\theta_c = \frac{n_a}{n_g} = \frac{1}{1.3} = 0.77$

$\theta_c = 50.28^\circ$

(ب) باستخدام قانون الانكسار الثاني على السطح AB

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نكتب : $n_1 \sin\hat{i}_1 = n_2 \sin\hat{r}_1$

$1 \sin 50 = 1.3 \sin\hat{r}_1 \Rightarrow \sin\hat{r}_1 = 0.58$

$\hat{r}_1 = 36.1^\circ$

أما زاوية السقوط على السطح AC فتحسب بالعلاقة $\hat{A} = \hat{r}_1 + \hat{r}_2$

$\hat{r}_2 = 60 - 36.1 = 23.9^\circ$

(جـ) بتطبيق قانون الانكسار الثاني على السطح AC نحصل على : $n_1 \sin\hat{i}_2 = n_2 \sin\hat{r}_2$

$1 \sin\hat{i}_2 = 1.3 \times \sin 23.9 \Rightarrow \sin\hat{i}_2 = 0.526$

$\hat{i}_1 = 31.78^\circ$

(د) أما زاوية الانحراف فتحسب بالعلاقة : $\hat{\alpha} = \hat{i}_1 + \hat{i}_2 - \hat{A}$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد أن :

$\hat{\alpha} = 50 + 31.78 - 60 = 24^\circ$

سادسًا – منشور زجاجي رقيق زاوية رأسه (6°) ومعامل انكسار مادته $(1.5) = n$، موضوع في الهواء. أُحسب زاوية الانحراف .

باستخدام العلاقة $\hat{\alpha} = A(n-1)$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد أن :

$\hat{\alpha} = 6(1.5 - 1) = 3^\circ$

مدرستي الكويتية school-kw.com

سابعًا – منشور له معامل انكسار (1.14)، سقط شعاع على أحد أوجهه بزاوية (45°)، فخرج عموديًّا على الوجه المقابل للمنشور . أُحسب:

(أ) زاوية رأسه .

(ب) زاوية الانحراف .

(أ) باستخدام القانون الثاني للانكسار نكتب : $n_1 \sin \hat{i} = n_2 \sin \hat{r}$

$$1 \sin 45 = 1.14 \sin \hat{r}$$

$$\sin \hat{r} = 0.62$$

$$\hat{r} = 38.33^\circ$$

$$\widehat{A} = \hat{r} + \hat{r}' = 38.33 + 0 = 38.33^\circ$$

(ب) $\hat{\delta} = \hat{i} + \hat{i}' - \widehat{A} = 45 + 0 - 38.33 = 6.66^\circ$

حل مراجعة الدرس 1-3

(الانكسار عند السطوح الكروية - العدسات)

أوّلًا – قارِن بين العدسات المحدّبة (اللامّة) والعدسات المقعّرة (المفرّقة) .

العدسات اللامّة هي عدسات رقيقة الحافة تحني الحزمة الضوئية نحو المحور الأصلي للعدسة ، بينما العدسة المفرقة هي عدسة سميكة الحافة تفرق الأشعة الضوئية بعيدا عن المحور الأصلي .

ثانيًا – ما الفرق بين الصورة الحقيقية والصورة التقديرية؟

الصورة الحقيقية يمكن استقبالها على حائل بينما التقديرية لا يمكن استقبالها على حائل .

ثالثًا – كم شعاع ضوئي يجب رسمه لتحديد صورة جسم تكوّن بعدسة؟

يكفي رسم شعاعين فقط لتحديد صورة جسم تكون بعدسة .

رابعًا – كيف تؤثّر العدسة المحدّبة على الأشعّة الضوئية الموازية لمحورها عندما تمرّ من خلالها؟

تحني الضوء نحو البؤرة .

خامسًا – كيف تؤثّر العدسة المقعّرة على الأشعّة الضوئية الموازية لمحورها عندما تمرّ من خلالها؟

تفرق الضوء وكأنه قادم من نقطة تسمى البؤرة .

مدرستي الكويتية

سادسًا – وُضع جسم طوله (2)cm على بُعد (4)cm من عدسة محدّبة لها بُعد بؤري يساوي (12)cm .

(أ) حدِّد خواصّ الصورة المتكوّنة (طبيعتها ، موضعها ، اتّجاهها ، قياسها) .

(ب) أُرسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة في أعلى الجسم لتنكسر في العدسة .

(أ) باستخدام القانون العام للعدسات ، وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\frac{1}{U}+\frac{1}{V}=\frac{1}{f}$$

$$\text{أي } \frac{1}{4}+\frac{1}{V}=\frac{1}{12}$$

$$V=(-6)\text{cm}$$

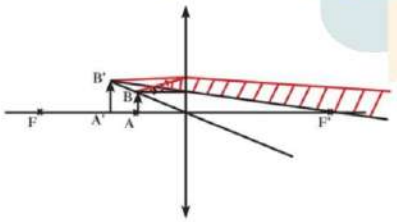
وبما أن إشارة V سالبة فإن الصورة هي صورة تقديرية ، أما إذا استخدمنا معادلة التكبير فنحصل على :

$$M=-\frac{V}{U}=-\frac{(-6)}{4}=+1.5$$

أي أن الصورة معتدلة ومكبرة وبالتالي يكون قياس الصورة :

$$A'B'=1.5\times AB=1.5\times 2=(3)\text{cm}$$

(ب) نرسم شعاعين منطلقين من النقطة B أعلى الجسم AB لينكسرا في العدسة و يلتقيا على النقطة 'B صورة B كما هو موضح في الشكل التالي باللون الأحمر .



سابعًا – وُضع جسم طوله (4)cm على بعد (30)cm من مركز عدسة مقعّرة لها بُعد بؤري يساوي (15)cm .

(أ) حدِّد خواصّ الصورة المتكوّنة (طبيعتها ، موضعها ، اتّجاهها ، قياسها) .

(ب) أُرسم حزمة ضوئية منطلقة من نقطة أعلى الجسم لتنكسر بعد مرورها بالعدسة .

(أ) باستخدام القانون العام للعدسات وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\frac{1}{U}+\frac{1}{V}=\frac{1}{f}$$

$$\text{أي } \frac{1}{30}+\frac{1}{V}=\frac{1}{-15}$$

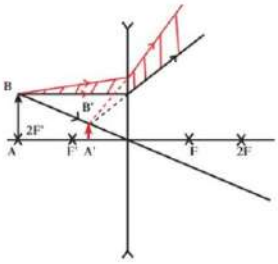
$$V=(-10)\text{cm}$$

وبما أن إشارة V سالبة فإن الصورة هي صورة تقديرية . أما إذا استخدمنا معادلة التكبير فنحصل على : $M = -\frac{V}{U} = -\frac{(-10)}{30} = +0.33$

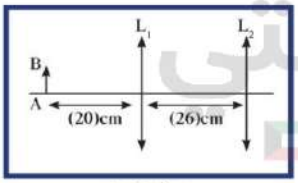
أي أن الصورة معتدلة ومصغرة وبالتالي يكون قياس الصورة :

$$A'B' = 0.33 \times AB = 0.33 \times 4 = (1.32)\,cm$$

(ب) نرسم شعاعين منطلقين من النقطة B أعلى الجسم AB لينكسرا في العدسة و يتفرقا وكأنهما منطلقان من النقطة B' صورة B كما هو مبين في الشكل باللون الأحمر .



ثامنًا – عدستان محدّبتان L_1 و L_2 بُعدهما البؤري على التوالي (15)cm و(12)cm لهما محوران متطابقان ويبعدان عن بعضهم بعضًا (26)cm . أُحسب خواصّ الصورة المتكوّنة بالعدستين للجسم $AB = (2)cm$ موضوع على مسافة (20)cm من العدسة الأولى L_1 (شكل 178) .



(شكل 178)

بالنسبة إلى العدسة الأولى L_1 ، باستخدام القانون العام للعدسات

وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f} \quad \text{أي} \quad \frac{1}{20} + \frac{1}{V} = \frac{1}{15}$$

$$V = (60)cm$$

وبما أن إشارة V موجبة فإن الصورة هي صورة حقيقية ، أما إذا استخدمنا معادلة التكبير فنحصل على : $M = -\frac{V}{U} = -\frac{60}{20} = -3$

أي أن الصورة مقلوبة ومكبرة وبالتالي يكون قياس الصورة :

$$A'B' = 3AB = 3 \times 2 = (6)\,cm$$

بالنسبة إلى العدسة الثانية L2 ، إن صورة الجسم A'B' هي الجسم بالنسبة إلى العدسة الثانية وهو موجود على بعد : $U = 60 - 26 = (34)\,cm$ وهو جسم تقديري .

باستخدام القانون العام للعدسات وبالتعويض عن المقادير المعلومة نجد :

$$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f} \quad \text{أي} \quad \frac{1}{20} + \frac{1}{V} = \frac{1}{15}$$

$$V = (60)cm$$

وبما أن إشارة V موجبة ، فإن الصورة هي صورة حقيقية ، أما إذا استخدمنا معادلة التكبير فنحصل على : $M = -\frac{V}{U} = -\frac{18.545}{34} = -0.545$

أي أن الصورة مقلوبة ومصغرة وبالتالي يكون قياس الصورة :

$$A''B'' = 0.545\ A'B' = 0.545 \times 6 = (3.27)\,cm$$

تحقق من فهمك

ضع علامة (✓) في المربّع الواقع أمام أنسب إجابة في كلّ ممّا يلي:

1. صورة الجسم الموضوع أمام عدسة لامّة بين f و2f تكون:
   - ☐ مكبَّرة، معتدلة، حقيقية
   - ☐ مصغَّرة، مقلوبة، حقيقية
   - ☑ مكبَّرة، مقلوبة، حقيقية
   - ☐ مكبَّرة، معتدلة، تقديرية
2. صورة الجسم الموضوع أمام عدسة لامّة على مسافة أصغر من بُعد بؤري تكون:
   - ☐ مكبَّرة، معتدلة، حقيقية
   - ☐ مصغَّرة، مقلوبة، حقيقية
   - ☐ مكبَّرة، مقلوبة، حقيقية
   - ☑ مكبَّرة، معتدلة، تقديرية
3. وسطان لهما معامل الانكسار (1.2) و(1.5). فإنّ جيب الزاوية الحرجة بين الوسطين يساوي:
   - ☑ 0.8
   - ☐ 1.25
   - ☐ 0.3
   - ☐ 0.2
4. سقط شعاع ضوئي بزاوية (40°) على سطح زجاجي معامل انكساره المطلق (1.5). فإنّ زاوية انكسار الشعاع تساوي:
   - ☑ 25.3
   - ☐ 74.6
   - ☐ 30.6
   - ☐ 20
5. من خواصّ الصورة المتكوّنة لجسم وُضِع على مسافة (20)cm من مرآة مقعّرة لها بُعد بؤري يساوي (15)cm أنّها تقع على مسافة :
   - ☐ (9)cm من قطب المرآة وتكون مكبَّرة.
   - ☑ (60)cm من قطب المرآة وتكون مكبَّرة.
   - ☐ (40)cm من قطب المرآة وتكون مكبَّرة.
   - ☐ (60)cm من قطب المرآة وتكون مصغَّرة.

مدرستي الكويتية
school-kw.com

تحقق من معلوماتك

أجب عن الأسئلة التالية:

1. وضِّح بالرسم الانعكاس الكلّي الداخلي والزاوية الحرجة.

راجع الفقرة 3 في كتاب الطالب ص 152 .

2. عرِّف زاوية الانحراف في المنشور.

زاوية الانحراف هي الزاوية الحادة المحصورة بين امتداد مسار الشعاع الساقط على السطح الأول وامتداد مسار الشعاع عند خروجه من المنشور .

3. اِشرح كيف يمكن تحليل ألوان الضوء الأبيض.

ينحرف كل لون من ألوان الضوء بزاوية انحراف خاصة به مرتبطة بطوله الموجي أو بتردد هذا اللون ، وكلما زاد الطول الموجي قل الانحراف .

4. ما هي الظاهرة الفيزيائية التي تؤكّد الطبيعة الموجية للضوء؟

التداخل والحيود والاستقطاب من الظواهر التي تؤكد الطبيعة الموجية للضوء .

5. أُكتب قانوني انكسار الضوء.

القانون الأول : الشعاع الضوئي الساقط والشعاع الضوئيّ المنكسر والعَمود على السطح الفاصل عند نقطة السقوط تقع جميعا في مستوى واحد عمودي على السطح الفاصل .

القانون الثاني : النسبة بين جيب زاوية السقوط للشعاع الساقط في الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني تساوي نسبة ثابتة تسمى معامل الانكسار من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ويرمز لها بالرمز $n_{1/2}$: أي أن $\frac{\sin i}{\sin r} = n_{1/2} = \frac{n_2}{n_1}$ أو $n_1 \sin i = n_2 \sin r$

مدرستي الكويتية

6. ما الفرق بين الصورة الحقيقية والصورة التقديرية المتكوّنة من الانعكاس على السطوح الكروية العاكسة؟

الصورة الحقيقية تتكون من التقاء الأشعة المنعكسة ويمكن التقاطها على حائل ، أما التقديرية فهي نتيجة التقاء امتدادات الأشعة المنعكسة ولا يمكن استقبالها على حائل .

7. أُحسب زاوية الانحراف لمنشور رقيق زاوية رأسه (6^o) ومعامل انكساره (1.4).

$$\alpha = A(n - 1) = 6 (1.4 - 1) = 6 \times 0.4 = 2.4$$

8. سقط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين وسطين شفّافين مختلفين بزاوية (60^o)، وكانت الزاوية المحصورة بين الشعاع المنكسر والسطح الفاصل (60^o). أُحسب معامل الانكسار النسبي بين هذين الوسطين.

$$n_{1/2} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = 1.71$$

9. تُستخدَم ثلاثة أشعّة في المخطّطات الشعاعية لتحديد موضع الصورة المتكوّنة بالعدسات. صِف هذه الأشعّة معتمِدًا على اتّجاهها بالنسبة إلى المحور الأساسي وبؤرة العدسة.

الشعاع المار بمركز العدسة يكمل طريقه من دون أي انحراف . الشعاع الموازي للمحور الأساسي ينحرف نحو البؤرة في العدسات اللامة أو يتفرق كأنه قادم من البؤرة والشعاع المتجه أو المار في البؤرة ينكسر بشكل موازٍ للمحور الأساسي .

10. ما موضع الجسم بالنسبة إلى عدسة لامّة بحيث تكون الصورة عند ما لا نهاية؟

يكون الجسم عند البعد البؤري f .

11. ما موضع صورة جسم موجود علي مسافة كبيرة جدًا بالنسبة إلى العدسة اللامّة؟

يكون موضع الصورة على البؤرة للعدسة .

school-kw.com

12. ما شرط الحصول على انعكاس كلي داخلي؟

عندما تكون زاوية السقوط من الوسط الأكبر كثافة ضوئية أكبر من الزاوية الحرجة ($i > \theta_c$) ينعكس شعاع

تحقق من مهاراتك

حلّ المسائل التالية:

1. جسم طوله (5)cm وُضِع على بُعد (60)cm من مرآة مستوية. أُحسب:

(أ) المسافة بين الجسم والصورة المتكوّنة.

(ب) طول الصورة المتكوّنة.

(جـ) تكبير المرآة.

(أ) إن صورة الجسم المتكونة تبعد عن المرآة المستوية مسافة تساوي بعد الجسم عن المرآة وبالتالي فإن المسافة بين الجسم والصورة تساوي $60 + 60 = (120)\,cm$

(ب) طول الصورة المتكونة يساوي (5)cm

(جـ) تكبير المرآة M يحسب بالعلاقة :

$$M = \frac{A'B'}{AB} = +1$$

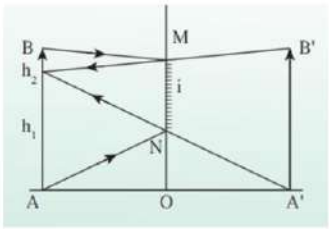
2. ولد طوله (150)cm يقف على مسافة (2)m من مرآة مستوية .

(أ) ما هو أصغر قياس للمرآة التي يمكن أن يستخدمها الولد ليرى صورته كاملة من رأسه إلى قدميه على افتراض أنّ عينيه (10)cm أسفل أعلى نقطة من رأسه؟

(ب) ما هو أصغر قياس للمرآة التي يمكن أن يستخدمها الولد ليرى صورته كاملة من رأسه إلى قدميه إذا وقف على بُعد (3)m من المرآة بدلًا من (2)m؟

(جـ) ما المسافة بين أسفل تلك المرآة والتي لها أصغر قياس والأرض والتي تسمح للولد برؤية صورته الكاملة بأصغر قياس مرآة؟

(أ) من الرسم الهندسي ، نجد أن المثلثين لهما الزاوية نفسها وبالتالي يمكننا نستنتج أن :



$$MN = \frac{h_1}{2} + \frac{h_2}{2} = \frac{A'B'}{2} = \frac{150}{2} = (75)cm$$

(ب) لا يتغير قياس المرآة وبالتالي $MN = (\ 75\ )\ cm$

(جـ) من الرسم الهندسي ، نستنتج أن $NO = \frac{140}{2} = (70)cm$

3. سقط شعاع ضوئي أحادي اللون بزاوية (60°) على أحد وجهي منشور معامل انكسار مادّته $\sqrt{3}$ ، فخرج عموديًّا على الوجه المقابل. أُحسب زاوية رأسه.

باستخدام القانون الثاني للانكسار نكتب : $n_1 \sin\hat{i} = n_2 \sin\hat{r}$

$$1 \sin 60 = \sqrt{3} \sin\hat{r} \Rightarrow \sin\hat{r} = \frac{1}{2}$$

$$\hat{r} = 30°$$

باستخدام قانون الانكسار على السطح الثاني نكتب : $n_1 \sin\hat{i}' = n_2 \sin\hat{r}'$

$$1 \sin 90 = \sqrt{3} \sin\hat{r}' \Rightarrow \sin\hat{r}' = \frac{\sqrt{3}}{3} \Rightarrow \hat{r}' = 35.26°$$

$$\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}' = 30 + 35.26° = 65.26°$$

4. سقط شعاع ضوئي أحادي اللون بزاوية (45°) على أحد وجهي منشور معامل انكسار مادّته $\sqrt{2}$ ، وزاوية رأسه (60°) . أُحسب:

(أ) زاوية خروج الشعاع من الوجه المقابل إذا لم يحدث انعكاس داخلي كلّي .

(ب) زاوية الانحراف .

(أ) وباستخدام القانون الثاني على السطح الأول : $1 \sin 45 = \sqrt{2} \sin\hat{i}'$

$$\hat{i} = 45°$$

$$\sin\hat{r} = \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{r} = 30°$$

$$\hat{A} = \hat{r} + \hat{r}' \Rightarrow \hat{r}' = 60 - 30° = 30°$$

$$\hat{\delta} = \hat{i} + \hat{i}' - \hat{A} = 45 + 45 = 60 = 30°$$ (ب)

مدرستي الكويتية school-kw.com

مدرستي الكويتية

5. وُضِع جسم على بُعد (15)cm من عدسة فتكوّنت له صورة معتدلة مصغَّرة خمس مرّات . ما نوع العدسة؟ أُحسب بُعدها البؤري .

الصورة معتدلة أي أنها تقديرية ، وبما أنها مصغرة أيضاً فهذا يعني أنها عدسة مقعرة .

$$M = \frac{1}{5} = -\frac{V}{U}$$

$$\frac{1}{5} = -\frac{V}{15} \Rightarrow V = (-3)\text{cm}$$

وهذا يؤكد على أن الصورة تقديرية ، وباستخدام القانون العام للعدسات نجد :

$$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f} \quad \text{أي} \quad \frac{1}{15} + \frac{1}{-3} = \frac{-4}{-15} = \frac{1}{f}$$

$$f = (-3.75)\text{cm}$$

والإشارة السالبة تؤكد على أن العدسة مقعرة .

6. مرآة مقعّرة نصف قطر تكوّرها (1.2)m . وُضِع جسم طوله (12)cm على بُعد (1)m من المرآة . أُحسب:

(أ) موضع الصورة المتكوّنة .

(ب) طولها وحدِّد خواصّها الأخرى .

(أ) البعد البؤري $f = (0.6)\text{m}$

(ب) وباستخدام القانون العام للمرايا نجد :

$$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f} \quad \text{أي} \quad \frac{1}{V} = \frac{1}{60} - \frac{1}{100} = \frac{4}{600}$$

$$V = \frac{600}{4} = (150)\text{cm}$$

التكبير : $M = -\frac{V}{U} = -\frac{150}{100} = -1.5$

إن الصورة مكبرة وحقيقية ومقلوبة أما قياسها فيُحسب :

$$A'B' = 12 \times 1.5 = (18)\text{cm}$$

7. يقع جسم على بُعد (20)cm من مرآة مقعّرة بُعدها البؤري (10)cm . أُحسب:

(أ) بُعد الصورة المتكوّنة .

(ب) التكبير .

(جـ) حدِّد خواصّ الصورة المتكوّنة .

(أ) باستخدام القانون العام للمرايا نجد :

$$\frac{1}{U} + \frac{1}{V} = \frac{1}{f} \quad \text{أي} \quad \frac{1}{20} + \frac{1}{V} = \frac{1}{10}$$

$$V = (20)\text{cm}$$

(ب) التكبير : $M = -\frac{V}{U} = -\frac{20}{20} = -1$

(جـ) طول الصورة يساوي طول الجسم ، وتقع على مسافة تساوي ضعف البعد البؤري ، وهي صورة حقيقية مقلوبة .

8. وُضِع جسم أمام عدسة محدّبة، ووُضِعت خلف العدسة من الجهة الأخرى مرآة مستوية فتكوّنت للجسم صورة منطبقة عليه. فإذا أُزيح الجسم بعيدًا عمّا كان عليه مسافة مرّة ونصف المرّة وأُزيلت المرآة من موضعها، تتكوّن صورة للجسم على مسافة (25)cm من العدسة من الجهة التي كانت عليها المرآة المستوية قبل إزالتها.

(أ) أُحسب البُعد البؤري للعدسة.

(ب) ما خواصّ الصورة المتكوّنة؟

(أ) باستخدام القانون العام للعدسات :

$$\frac{1}{U}+\frac{1}{V}=\frac{1}{f} \quad \text{أي} \quad \frac{1}{f}=\frac{2}{5f}+\frac{1}{25}$$

$$f=(15)cm$$

(ب) $\frac{1}{V}=\frac{3}{5f}$

$$V=(25)cm$$

$$M=-\frac{V}{U}=-\frac{2}{3}=-0.667$$

الصورة حقيقية مقلوبة ومصغرة .

9. وُضِع جسم طوله (6)cm أمام مرآة مقعّرة فتكوّنت له صورة منطبقة على الجسم، وعندما أُبعِد الجسم عن المرآة مسافة تساوي ضعف ما كان عليه سابقًا تكوّنت له صورة على بُعد (12)cm من المرآة ولها جهة الجسم نفسه.

(أ) أُحسب البُعد البؤري للمرآة.

(ب) أُذكر خواصّ الصورة المتكوّنة وطولها.

(جـ) أُرسم حزمة ضوئية تنطلق من أعلى نقطة على الجسم لتنعكس على المرآة.

(أ) بما أن الصورة منطبقة على الجسم ، فالجسم في مركز تكور المرآة ، أي بُعد الجسم يساوي $U=4f$. باستخدام القانون العام :

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{4f}+\frac{1}{12} \quad \text{أي} \quad \frac{3}{4f}=\frac{1}{12}$$

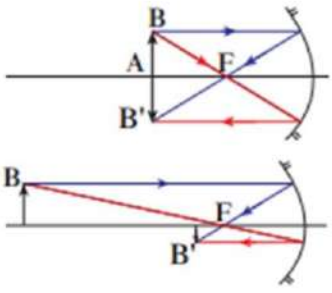
$$f=(9)cm$$

(ب) التكبير :

$$M=-\frac{V}{U}=-\frac{12}{36}=-0.667$$

الصورة مصغرة ، مقلوبة ، وحقيقية ، وطول الصورة يساوي : $A'B'=\frac{1}{3}\times 6=(2)cm$

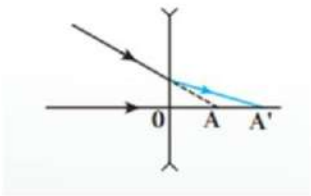
(جـ)



مدرستي الكويتية

10. أشعّة ضوئية تتجمّع على النقطة A . وُضِعت عدسة تعترض سير هذه الأشعّة على بُعد (6)cm من النقطة A ، فتكوّنت صورة حقيقية للنقطة على بُعد (12)cm من العدسة . ما هو البُعد البؤري للعدسة وما نوعها؟

النقطة A تمثل جسما تقديريا والنقطة 'A تمثل صورة حقيقية :



$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{6} + \frac{1}{12} = -\frac{1}{12}$$

$$f = (-12)\text{cm}$$

العدسة مفرّقة .

11. في تجربة الشقّ المزدوج لتوماس يونج ، كانت المسافة بين الفتحتين الضيّقتين $(1 \times 10^{-4})\text{m}$ ، والمسافة بين الشقّين والحائل (1)m ، والمسافة بين هدبتين مضيئتين متتاليين (6)mm . أُحسب الطول الموجي للضوء أحادي اللون المُستخدَم .

باستخدام المعادلة التالية :

$$\Delta y = \frac{\lambda D}{a}$$

وبالتعويض عن المقادير المعلومة ، نحصل على :

$$6 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 1}{1 \times 10^{-4}} \Rightarrow$$

$$\lambda = 6 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-4} = (0.6 \times 10^{-6})\text{m}$$

مدرستي الكويتية
school-kw.com