المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

دليل المعلم
الفيزياء

الصف الثاني عشر
الفرعان: العلمي، والصناعي

دليل المعلم/ الفيزياء
الصف الثاني عشر
الفرعان: العلمي، والصناعي

الطبعة الأولى ٢٠١٩م/١٤٤٠هـ
ISBN : 978-9957-84-854-5

مطبعة

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

دليل المعلم

الفيزياء

الصف الثاني عشر

المرحلة الثانوية / الفرع العلمي

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يسر إدارة المناهج والكتب المدرسية استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الدليل عن طريق العناوين الآتية:
هاتف: ٥٠٨ / ٤٦١٧٣٠٤ فاكس: ٤٦٣٧٥٦٩ ص.ب (١٩٣٠) الرمز البريدي: ١١١١٨
أو بوساطة البريد الإلكتروني: E-mail: scientific.division@moe.gov.jo

قرّرت وزارة التربية والتعليم استخدام هذا الدليل في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار مجلس التربية والتعليم رقم (٢٠١٨/٦٨) تاريخ ٢٠١٨/٩/٢٥م بدءًا من العام الدراسي ٢٠١٩م/٢٠٢٠م.

الحقوق جميعها محفوظة لوزارة التربية والتعليم

عمّان – الأردن / ص . ب ١٩٣٠

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(٢٠١٨/١٠/٥٥٣٧)
ISBN: 978-9957-84-854-5

اللجنة الفنية المتخصصة للإشراف على تأليف الدليل

د. زايد حسن عكور — روناهي محمد الكردي

د. يسرى عبد القادر العرواني — شفاء طاهر عباس

المؤلفون

د. حجاج محمد الصمادي — ميمي محمد التكروري

أمل محمد الحوامدة

التحرير العلمي: شفاء طاهر عباس

التحرير الفني : نداء فؤاد أبو شنب — التحرير اللغوي : ميسرة عبدالحليم صويص

التصميم : نايف "محمد أمين" مراشدة — الإنتاج : علي محمد العويدات

دقّق الطباعة : ميمي محمد التكروري — راجعها : شفاء طاهر عباس

الطبعة الأولى — **١٤٤٠هـ / ٢٠١٩م**

قائمة المحتويات

الموضوع | الصفحة

المقدمة ٥

مفردات الدليل ٦

الخطة الزمنية للدروس ٧

الفصل الدراسي الأول

الفصل الأول: المجال الكهربائي ١٠

الفصل الثاني: الجهد الكهربائي ٣٠

الفصل الثالث: المواسعة الكهربائية ٥٥

الفصل الرابع: التيار الكهربائي ودارات التيار المباشر ٧٢

الفصل الدراسي الثاني

الفصل الخامس: المجال المغناطيسي..... ١١٠

الفصل السادس: الحث الكهرمغناطيسي ١٥٣

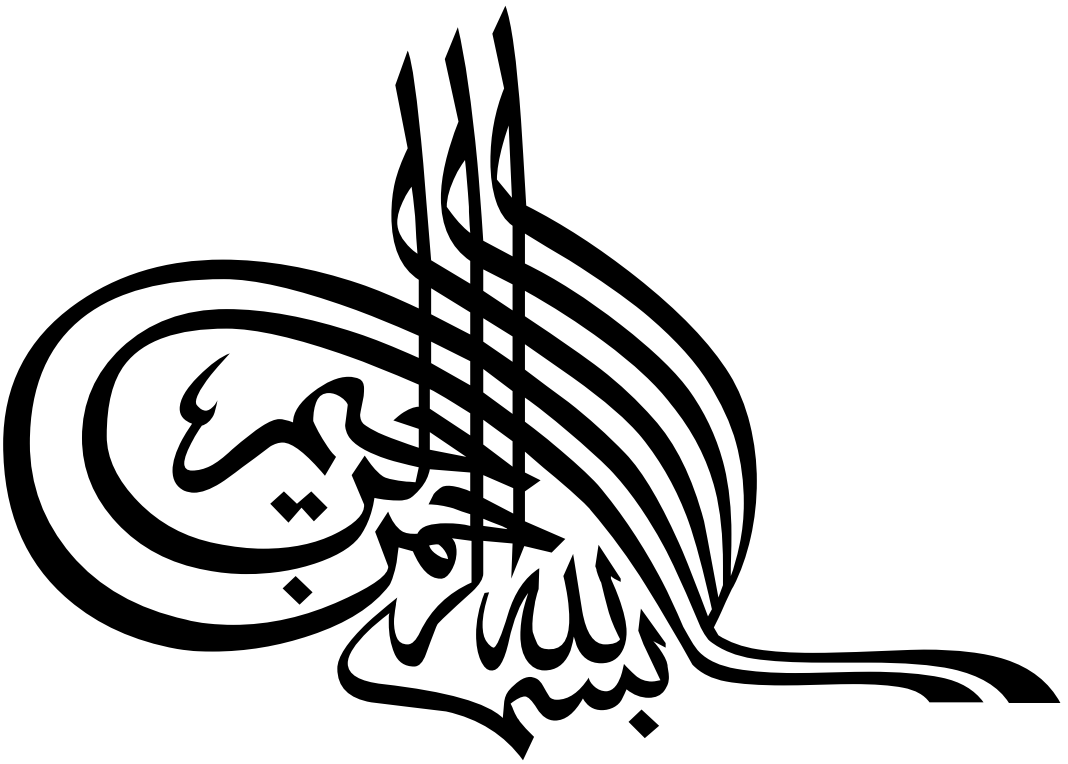
الفصل السابع: مقدمة إلى فيزياء الكم ١٧٨

الفصل الثامن: الفيزياء النووية ٢١٥

الملاحق ٢٣٩

إجابات أسئلة كتاب الطالب ٢٤٥

قائمة المراجع ٢٩٠


بسم الله الرحمن الرحيم

مقـدّمة

الحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على سيدنا محمد النبي الأمين، وعلى آله وصحبه أجمعين.

وبعد،

زملاءنا المعلمين وزميلاتنا المعلمات

نضع بين أيديكم دليل المعلم إلى كتاب الفيزياء للصف الثاني عشر؛ ليكون معينًا على أداء الكتاب بما يناسب الأسس والمعايير التي بُنِيَ عليها هذا الكتاب، وبما يناسب طبيعة المتعلمين ومستوياتهم.

وحرصًا على مساعدتكم على الارتقاء بإدارتكم الصفية وصولًا إلى تعليم فعال وبيئة تعلمية محفزة تعين على تحقيق نتاجات التعلم على النحو الأفضل، اتخذ الدليل المنحى التطبيقي أساسًا؛ فتضمن إجراءات صفية وفق استراتيجيات التدريس واستراتيجيات التقويم؛ لتكون نموذجًا تهتدون به لتنفيذ تلك الدروس. علمًا بأن ما ورد هو للاسترشاد فقط، فلكم أن تنفذوها كما هي، ولكم أن تعدلوا فيها بما يناسب طلبتكم ويناسب بيئتهم التعلمية، فالغاية ليست الإجراءات في حد ذاتها، وإنما الغاية اتخاذ تلك الإجراءات وسيلة لتحقيق التفاعل الإيجابي بينكم وبين الطلبة من جهة وبين الطلبة أنفسهم من جهة أخرى، وتوفير فرص التعلم للطلبة جميعهم بما يناسب ميولهم واتجاهاتهم وقدراتهم؛ وصولًا إلى تعليم نوعي متميز.

وتعزيزًا للمنحى التطبيقي، تضمن الدليل أيضًا نموذجًا لتحليل المحتوى ونموذجًا للخطة الفصلية؛ لتكون نموذجًا تسترشدون به للتخطيط السليم لدروسكم.

ولمساعدتكم على تقسيم الحصص المخصصة لتدريس الكتاب وتوزيعها بحسب الدروس على نحو واقعي فاعل؛ أضفنا تقسيمًا مقترحًا يبيّن عدد الحصص المخصصة لكل درس على مدار العام الدراسي.

ونشير هنا إلى أننا ضمّنا الدروس أنشطة علاجية لمعالجة الضعف لدى بعض الطلبة والارتقاء بمستوى تعلمهم، وضمّناها كذلك أنشطة ومعلومات إثرائية لتلبية حاجات الطلبة ولا سيما المتميزين منهم.

وقد ضمّنا الدليل أيضًا ملحقًا لإجابات الأسئلة الواردة في كتاب الطالب؛ لضبط تلك الإجابات وعدم الاجتهاد فيها بما يحقق العدالة في التعلم.

وأخيرًا، نرجوكم زملاءنا المعلمين وزميلاتنا المعلمات –وهذا عهدنا بكم دائمًا– أن تحرصوا على كل ما من شأنه أن يرتقي بتعلم الطلبة.

والله ولي التوفيق

مفردات الدليل

نتاجات التعلم: نتاجات خاصة يتوقع أن يحقّقها الطلبة، وتتميز بشموليتها وتنوعها (معارف، ومهارات، واتجاهات)، وتعدّ مرجعًا للمعلم، إذ يبنى عليها المحتوى، وتمثل الركيزة الأساسية للمنهاج، وتسهم في تصميم نماذج المواقف التعلمية المناسبة، واختيار استراتيجيات التدريس، وبناء أدوات التقويم المناسبة لها.

عدد الحصص: المدة الزمنية المتوقعة لتحقيق نتاجات التعلم.

التكامل الرأسي والأفقي: التكامل الرأسي يعني ربط المفهوم بمفاهيم أخرى ضمن مستويات المبحث نفسه، أما التكامل الأفقي فيعني الربط بالمباحث الأخرى.

مصادر التعلم: مصادر تعليمية يمكن للطالب والمعلم الرجوع إليها؛ بهدف زيادة معلوماتهما وخبراتهما، والإسهام في تحقيق النتاجات، وتشمل: كتبًا، وموسوعات، ومواقع إنترنت،... إلخ.

المفاهيم والمصطلحات: المفاهيم والمصطلحات الرئيسة الواردة في الدرس، التي يجب التركيز عليها عند تصميم الموقف التعليمي.

استراتيجيات التدريس: الخطوات والإجراءات المنظمة التي يقوم بها المعلم وطلبته لتنفيذ الموقف التعليمي التعلمي، وهي خطوات مقترحة يمكن للمعلم تطويرها أو تغييرها بما يتلاءم وظروف الطلبة وإمكانات المدرسة، مع مراعاة توظيف تكنولوجيا المعلومات والاتصالات ICT عند الحاجة.

إجراءات التنفيذ: إجراءات تهدف إلى تنظيم الموقف التعليمي وضبطه؛ لتسهيل تنفيذ الدرس بكفاءة.

معلومات إضافية: معلومات إثرائية موجزة، ذات علاقة بالمحتوى، موجّهة للمعلم والطالب، تهدف إلى إثراء المعرفة بالمحتوى، وغير مطلوبة من الطالب في امتحان الثانوية العامة.

أخطاء شائعة: توقعات لأخطاء محتملة شائعة بين الطلبة، تتعلق بالمهارات والمفاهيم والقيم الواردة مع تقديم معالجة لهذه الأخطاء.

الفروق الفردية: مجموعة من الأنشطة والإضافات التي تضمنها المحتوى، والتي أعدت لتناسب حاجات الطلبة وقدراتهم المتنوعة.

استراتيجيات التقويم وأدواته: الخطوات والإجراءات المنظمة التي يقوم بها المعلم أو الطلبة لتقويم الموقف التعليمي، وقياس مدى تحقق النتاجات، وهي عملية مستمرة في أثناء تنفيذ الموقف التعليمي، ويمكن تطويرها أو بناء نماذج أخرى متشابهة، ليجري تطبيقها بالتكامل مع إجراءات إدارة الصف.

الخطة الزمنية للدروس

الرقم	الوحدة	الفصل	عدد الحصص
١	الكهرباء	المجال الكهربائي	(٧) حصص
		الجهد الكهربائي	(٩) حصص
		المواسعة الكهربائية	(٦) حصص
		التيار الكهربائي ودارات التيار المباشر	(١٢) حصة
٢	المغناطيسية	المجال المغناطيسي	(١٢) حصة
		الحث الكهرمغناطيسي	(٦) حصص
٣	الفيزياء الحديثة	مقدمة إلى فيزياء الكم	(١٠) حصص
		فيزياء النواة	(٦) حصص

الفصل الدراسي الأول

الدرس الأول	القوة الكهربائية والمجال الكهربائي	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالمفاهيم الآتية: تكمية الشحنة، والشحنة النقطية، والمجال الكهربائي، وخط المجال الكهربائي.
- يميّز بين مفهومي المجال الكهربائي، والمجال الكهربائي عند نقطة.
- يوضّح كيفية الكشف عن المجال الكهربائي عند نقطة.
- يعرّف المجال الكهربائي عند نقطة، ويعبّر عنه رياضيًّا.
- يتعرّف خصائص خطوط المجال الكهربائي.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

تكمية الشحنة، الشحنة النقطية، قانون كولوم، المجال الكهربائي، شحنة الاختبار، القوة الكهربائية، خط المجال الكهربائي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بما درسوه في الصف العاشر؛ عن طريق توجيه أسئلة مثل: ممَّ تتألّف الذرة؟ كيف يصبح الجسم مشحونًا؟ لماذا تسمّى شحنة الإلكترون الشحنة الأساسية؟ ومن ثم، التوصّل إلى مبدأ تكمية الشحنة.

٢- تذكير الطلبة بمفهوم الشحنة النقطية.

٣- توجيه أسئلة بهدف تذكير الطلبة بقانون كولوم، مثل: ماذا تسمّى القوة التي تنشأ بين الشحنات الكهربائية؟ ما العوامل التي تعتمد عليها القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين؟ كيف يؤثّر كل عامل في مقدار القوة؟ والتوصّل عن طريق المناقشة إلى نص قانون كولوم والتعبير عنه رياضيًّا.

٤- توضيح كيفية التوصّل إلى وحدة قياس ثابت كولوم، والتركيز على كيفية التعامل مع الوحدات والتعبير عنها.

٥- تذكير الطلبة بالفرق بين قوى التلامس وقوى التأثير عن بعد، ومناقشة الطلبة بالعلاقة بين القوة الكهربائية والمجال الكهربائي، والتوصّل إلى تعريف المجال الكهربائي، والتعبير عنه رياضيًا.

٦- مناقشة العلاقة (١-٣) مع الطلبة؛ عن طريق توجيه الأسئلة الآتية: هل المجال الكهربائي كمية متجهة أم قياسية؟ كيف نحدّد اتجاه المجال الكهربائي عند نقطة؟ هل يعتمد مقدار المجال الكهربائي عند نقطة على مقدار شحنة الاختبار؟ ما وحدة قياس المجال الكهربائي؟

٧- التوصّل مع الطلبة عن طريق المناقشة إلى إجابة الأسئلة.

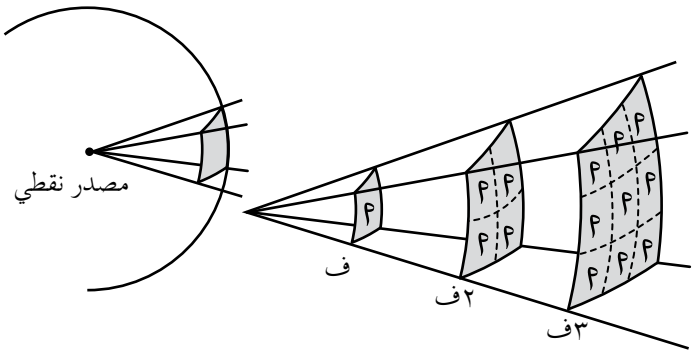
٨- تذكير الطلبة بمفهوم خطوط المجال الكهربائي، ورسم خطوط المجال الكهربائي لتوزيعات مختلفة من الشحنات كما في الشكل (١-٢) ومناقشة خصائص خطوط المجال عن طريق الأشكال المرسومة.

٩- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة (١-١) خلال وقت محدد، ثم مناقشة الطلبة للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

١٠-كتابة السؤال المقترح ضمن (علاج)، واستخدامه بوصفه بطاقة خروج للمعلم.

معلومات إضافية

القوة الكهربائية مثال على قوى التربيع العكسي، وقوانين التربيع العكسي في الفيزياء تنطبق على أي جسم نقطي يولّد تأثيرًا يمتد حول الجسم إلى اللانهاية، وقد يكون الجسم النقطي كتلة، أو شحنة، أو مصدر ضوء، أو صوتًا. ويمكن تفسير ذلك هندسيًا بربطه بمساحة سطح الكرة، كما يتضح في الشكل الآتي:



تمثّل الخطوط الصادرة عن المصدر النقطي، التأثير الناتج عن المصدر، ومن الشكل نلاحظ أن التأثير على بعد (٢ف) من المصدر ينتشر على مساحة مقدارها (٤) أضعاف المساحة على بعد (ف) من المصدر؛ لذا، فإن شدة التأثير تقل إلى الربع.

الفروق الفردية

علاج

١) ما العوامل التي يعتمد عليها اتجاه القوة الكهربائية المؤثّرة في شحنة توضع عند نقطة معينة في مجال كهربائي؟

٢) شحنة نقطية مقدارها (-١٠×١^{-٩}) كولوم وضعت عند نقطة في مجال كهربائي؛ فتأثرت بقوة كهربائية ($\vec{ق}_ك = ٦\times١٠^{-٣}$ نيوتن، ٣٠°) . احسب:

أ) المجال الكهربائي عند النقطة مقدارًا واتجاهًا.

ب) القوة الكهربائية المؤثّرة في شحنة (٢×١٠^{-٩}) كولوم توضع عند النقطة، مقدارًا واتجاهًا.

الحل

١) نوع (إشارة) الشحنة المولّدة للمجال، وإشارة الشحنة المتأثرة.

٢) أ) $م = \frac{ق}{س} = \frac{٦ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-٩}}$

$م = ٦ \times ١٠^{٦}$ نيوتن / كولوم

بما أن الشحنة المتأثرة سالبة، يكون اتجاه المجال الكهربائي عكس اتجاه القوة الكهربائية.

$(\theta = ٣٠ + ١٨٠ = ٢١٠)$

$\vec{م} = ٦ \times ١٠^{٦}$ نيوتن / كولوم، ٢١٠°

ب) $\vec{ق}_{ك} = م \times س$.

$= ٦ \times ١٠^{٦} \times ٢ \times ١٠^{-٩}$

$\vec{ق}_{ك} = ١٢ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن ، ٢١٠°

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل عن طريق الأسئلة والإجابات، مناقشة أسئلة المراجعة (١-١).

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.	
النتاج: يعرّف المجال الكهربائي عند نقطة، ويعبّر عنه رياضيًّا	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٤	يتقن تعريف المجال الكهربائي عند نقطة، ويعبّر عنه رياضيًّا من دون مساعدة.
٣	يتقن تعريف المجال الكهربائي عند نقطة، ويخطئ في التعبير الرياضي عنه.
٢	يخطئ أحيانًا في تعريف المجال الكهربائي عند نقطة، ويخطئ في التعبير عنه رياضيًّا.
١	يحتاج دائمًا إلى المساعدة عند تعريف المجال الكهربائي عند نقطة، والتعبير الرياضي عنه.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) $\text{ـــ}_{\text{ه}} = \text{ن}\ \text{ـــ}$

$$\text{ن} = \frac{\text{ـــ}_{\text{ه}}}{\text{ـــ}} = \frac{٣ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ١,٨٧٥$$

بما أن (ن) عدد غير صحيح؛ فإن هذه الشحنة ليست من مضاعفات شحنة الإلكترون، وفقًا لمبدأ تكمية الشحنة. ومن ثم، لا يمكن أن نجد جسمًا شحنته (٣×١٠^{-١٩}) كولوم.

٢) $\text{ـــ}_{\text{ه}} = \text{ن}\ \text{ـــ}$

$$١ = \text{ن} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

$$\text{ن} = ٠,٦٢٥ \times ١٠^{١٩} = ٦,٢٥ \times ١٠^{١٨}$$ إلكترون ← وهذا عدد كبير جدًّا على الجسم أن يفقده أو يكسبه، كي تصبح شحنته (١) كولوم.

٣) أ) من كثافة الخطوط حيث يكون مقدار المجال كبيرًا في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط فتكون كثافتها أكبر، بينما يكون مقداره صغيرًا في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط فتكون كثافتها أقل.

ب) نحدّد اتجاه المجال برسم مماس على خط المجال عند تلك النقطة.

٤) أ) بما أن شحنة الاختبار موجبة، فإن اتجاه المجال يكون باتجاه القوة الكهربائية المؤثّرة فيها. أي أن اتجاه المجال عند تلك النقطة يكون باتجاه محور الصادات السالب.

ب) مقدار المجال عند نقطة يعتمد على الشحنة مصدر المجال (المسببة للمجال)، ولا يعتمد على مقدار الشحنة الموضوعة عند النقطة واتجاه المجال يحدّد باتجاه القوة المؤثّرة في شحنة الاختبار، ولا يعتمد على نوع (إشارة) الشحنة الموضوعة عند النقطة؛ لذا، لن يتغيّر مقدار المجال أو اتجاهه.

الدرس الثاني	المجال الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يشتق علاقة لحساب المجال الكهربائي الناشيء عن شحنة نقطية.
- يعدّد العوامل التي يعتمد عليها مقدار المجال الكهربائي الناشيء عن شحنة نقطية.
- يحسب المجال الكهربائي عند نقطة تقع في مجالات كهربائية ناشئة عن مجموعة من الشحنات النقطية.
- يحلّل الرسم البياني للعلاقة بين المجال الكهربائي عند نقطة، وبُعد هذه النقطة عن الشحنة.
- يوضّح المقصود بالمجال الكهربائي غير المنتظم.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف الحادي عشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، حاسوب (لاستخدام برنامج إكسل)، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

المجال الكهربائي غير المنتظم، المجال الكهربائي المحصل.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم عن طريق النشاط، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتوجيه أسئلة لإرشاد الطلبة إلى أن المجال الكهربائي يعتمد على الشحنة المولّدة للمجال (مصدر المجال) مثل: ماذا نسمّي الشحنة الكهربائية المولّدة للمجال؟ هل تبيّن العلاقة ($\overleftarrow{م} = \overleftarrow{ق}/ \text{ـــ}هـ$.) العوامل التي يعتمد عليها المجال الكهربائي عند نقطة؟ إذا كان مصدر المجال شحنة نقطية؛ فما العوامل التي يعتمد عليها المجال عند نقطة تقع في مجال تلك الشحنة؟

٢- التوصّل إلى العلاقة (١-٤) لحساب المجال الكهربائي الناشيء عن شحنة نقطية.

٣- مناقشة العلاقة (١-٤)؛ للتوصّل إلى العوامل التي يعتمد عليها مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع في مجال الشحنة.

٤- توجيه السؤال الآتي: ما شكل المنحنى الذي نحصل عليه لو مثلنا بيانيًّا العلاقة بين المجال الكهربائي عند نقطة وبعد النقطة عن الشحنة؟

٥- التوصّل مع الطلبة إلى أن العلاقة كما في الشكل (١-٤) عن طريق المناقشة، أو عن طريق تنفيذ النشاط في ورقة العمل (١-١).
٦- توضيح أن المجال الناشئ عن شحنة نقطية يتغيّر مقدارًا واتجاهًا، وذلك عن طريق رسم الشكل (١-٥) وتوجيه أسئلة للتوصّل إلى أن مجال الشحنة النقطية مجال غير منتظم.
٧- حل المثال (١-١)، وتوجيه الطلبة إلى كيفية تحديد اتجاه القوة الكهربائية المؤثّرة في شحنة موجبة أو شحنة سالبة.
٨- توجيه الطلبة إلى حل السؤال (٢) من أسئلة المراجعة (١-٢) بوصفه واجبًا بيتيًّا ومناقشته في الحصة القادمة.
٩- توجيه السؤال الآتي: كيف نحسب المجال الكهربائي عند نقطة إذا وقعت في مجالات كهربائية لشحنات نقطية عدة؟ وتوجيه الطلبة إلى أن المجال الكهربائي كمية متجهة؛ لذا، فإن حساب مقدار المجال الكهربائي يكون بحساب محصلة المجالات عند النقطة، وتذكير الطلبة بطرائق إيجاد المحصلة التي تعلموها في الصف الحادي عشر.
١٠- توضيح كيفية إيجاد المحصلة في حالات مختلفة عن طريق مناقشة الأمثلة (١-٢)، (١-٣)، (١-٤).
١١- تطبيق أسلوب (فكّر، انتقِ زميلًا، شارك) لحل السؤالين (١، ٣) من أسئلة المراجعة (١-٢).
١٢-توجيه الطلبة إلى حل أسئلة الفصل (٤، ٥، ٦، ٨)، بوصفها واجبًا بيتيًّا.

معلومات إضافية

كي يفهم الفيزيائي العلاقة بين كميتين أو متغيرين، يجري التجارب ويمثل القيم التي يحصل عليها برسم بياني، فإذا كانت العلاقة بين متغيرين خطية؛ يتوصّل بسهولة إلى علاقة رياضية تربط هذين المتغيرين، أما إذا كانت العلاقة بين متغيرين غير خطية، فيسعى الفيزيائي إلى التعبير عن العلاقة بينهما بخط مستقيم، وهذا يسمّى (Graph linearization). انظر الملحق (١-١).

الفروق الفردية

علاج

توجيه الطلبة إلى تنفيذ ورقة العمل (١-١) في أثناء الحصة؛ لمعالجة الضعف في قراءة البيانات التجريبية وتحليلها.(ملحوظة : توجيه الطلبة إلى استخدام برنامج إكسل).

إثراء

ورقة العمل (١-٢).

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.											
النتاج: يعدّد العوامل التي يعتمد عليها مقدار المجال الكهربائي الناشيء عن شحنة نقطية.											
العلامة	**مؤشرات الأداء**										
٤	يعدّد العوامل جميعها من دون أخطاء أو مساعدة.										
٣	يعدّد بعض العوامل من دون أخطاء أو مساعدة.										
٢	يعدّد بعض العوامل مع أخطاء ومن دون مساعدة.										
١	يعدّد بعض العوامل مع أخطاء ويحتاج إلى مساعدة.										
الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) عند النقطة (ص): اتجاه المجال باتجاه (+س)، وعند النقطة (س): اتجاه المجال باتجاه (−س).

٢) أ) من الشكل، مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد عن الشحنة (٣٠)سم يساوي ($٢\times ١٠^{\circ}$) نيوتن/ كولوم.

ب) على بعد (٢٠) سم يكون المجال من الشكل ($٤,٥\times ١٠^{\circ}$) نيوتن/كولوم وبتطبيق العلاقة:

$$م = \frac{ق}{ف^{٢}}$$

$$٤,٥\times ١٠^{\circ} = \frac{ق}{١\times ١٠^{-٩}} \Leftarrow ق = ٤,٥\times ١٠^{\circ}\times ١\times ١٠^{-٩}$$

$$ق = ٤,٥\times ١٠^{-٤} \text{ نيوتن}$$

طريقة أخرى:

المجال يتناسب عكسيًا مع مربع المسافة.

$$\frac{م_{١}}{م_{٢}} = \frac{ف_{٢}^{٢}}{ف_{١}^{٢}}$$

$$\frac{٢\times١٠^{-٥}}{م_{٢}} = \frac{(٢٠)^{٢}}{٣٠^{٢}}$$

$م_{٢} = ٤,٥\times١٠^{-٥}$ نيوتن/كولوم

جـ) نختار بُعدًا معينًا من الشكل، ونستخرج مقدار المجال عنده مثل البعد (٣٠) سم يكون

$م = ٢\times١٠^{-٥}$ نيوتن / كولوم

وبتطبيق العلاقة: $م = \frac{٩\times١٠^{٩}\times ش}{ف^{٢}}$

$$\frac{٩\times١٠^{٩}\times ش}{(٣٠\times١٠^{-٢})^{٢}} = ٢\times١٠^{-٥}$$

$$ش = \frac{٢\times١٠^{-٥}\times٣٠\times٣٠\times١٠^{-٤}}{٩\times١٠^{٩}}$$

$ش = ٢\times١٠^{-٦}$ كولوم

٣) أ) $م_{المحصلة}$ = صفر

ب) $م_{المحصلة} = م_{١} + م_{٢}$

$$= أ\left(\frac{٢\times ش}{ف^{٢}} + \frac{٢\times ش}{ف^{٢}}\right)$$

$$= \frac{٤\times أ\times ش}{ف^{٢}}$$ باتجاه محور السينات الموجب.

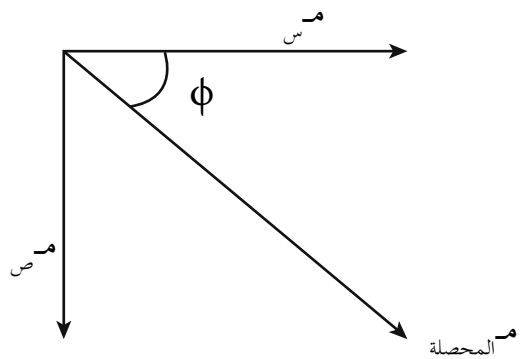
جـ) $م_{المحصلة} = \frac{٥\times أ\times ش}{ف^{٢}}$

$$= \frac{٥\times أ\times ش}{ف^{٢}}$$ باتجاه محور الصادات السالب.

د) $م_{١} = \frac{٣\times أ\times ش}{ف^{٢}}$ محور السينات الموجب.

$م_{٢} = \frac{٢\times أ\times ش}{ف^{٢}}$ محور السينات الموجب.

$م_{٣} = \frac{٥\times أ\times ش}{ف^{٢}}$ محور الصادات السالب.



$$م_{المحصلة} = \sqrt{\left(\frac{٥\times أ\times ش}{ف^{٢}}\right)^{٢} + \left(\frac{٥\times أ\times ش}{ف^{٢}}\right)^{٢}}$$

$$م_{المحصلة} = \sqrt{٢} \times \frac{٥\times أ\times ش}{ف^{٢}}$$

$\varphi = ٤٥^{\circ}$

ورقة عمل (١-١)
المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية

يبيّن الجدول الآتي، بيانات تجريبية تم الحصول عليها بهدف دراسة العلاقة بين المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية، وبُعد النقطة المطلوب حساب المجال عندها عن الشحنة.

رقم المحاولة	بعد النقطة (ف) (م)	المجال الكهربائي (مـ) (نيوتن/ كولوم)	$\frac{١}{ف^{٢}}$ (م$^{-٢}$)
١	٠,٢	٤٥٠	
٢	٠,٤	١١٢,٥	
٣	٠,٦	٥٠	
٤	٠,٨	٢٨,١٢٥	
٥	١	١٨	

١- لاحظ أن بُعد النقطة في المحاولة الثانية ضعفا بُعد النقطة في المحاولة الأولى، فكيف تغيّر المجال عندما تضاعف بُعد النقطة عن الشحنة؟

٢- ماذا تستنتج بعد دراسة القيم الواردة في الجدول عن العلاقة بين المجال الكهربائي وبُعد النقطة عن الشحنة؟

٣- مستخدمًا برنامج إكسل، مثّل القيم التي حصلت عليها بيانيًّا: (ف) على محور السينات، (مـ) على محور الصادات. صِف شكل المنحنى الذي حصلت عليه.

٤- احسب ($\frac{١}{ف^{٢}}$) وسجّل القيم التي حصلت عليها في العمود المخصص لذلك في الجدول.

٥- مثّل بيانيًّا العلاقة بين (مـ) و($\frac{١}{ف^{٢}}$). هل حصلت على خط مستقيم؟

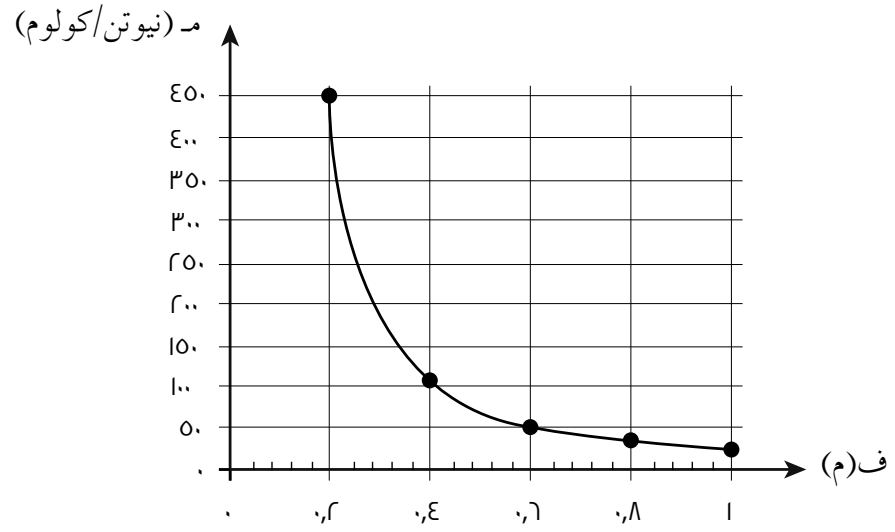
٦- احسب ميل الخط المستقيم، واستخدم إجابتك لحساب مقدار الشحنة النقطية المولّدة للمجال.

إجابة ورقة عمل (١-١)

١- عندما يتضاعف بُعد النقطة؛ فإن المجال الكهربائي يقل إلى الربع.

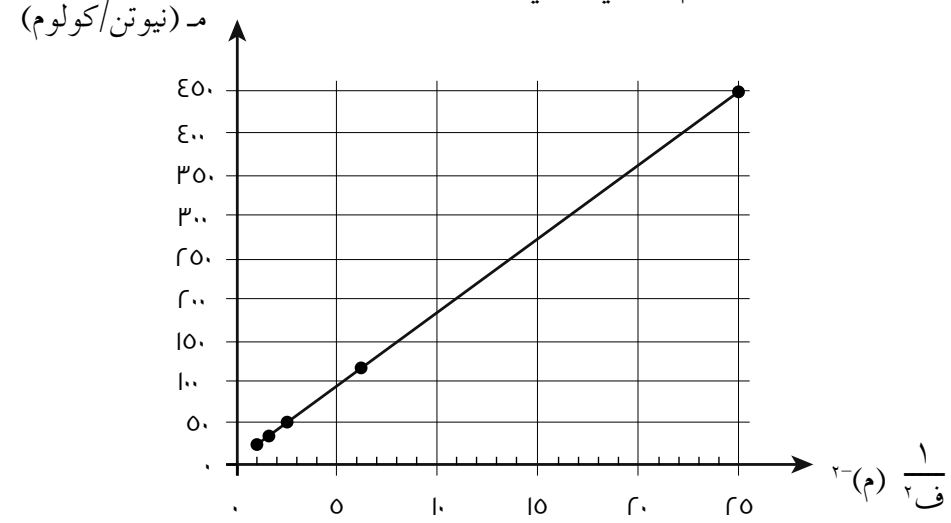
٢- نستنتج أن العلاقة عكسية، وأن المجال يتناسب عكسيًّا مع مربع بُعد النقطة عن الشحنة.

٣- عند تمثيل العلاقة نحصل على منحنى تربيع عكسي، يبيّن أن العلاقة بين المجال وبُعد النقطة عكسية.



٤- القيم هي: (٢٥)، (٦,٢٥)، (٢,٧٧)، (١,٥٦)، (١)

٥- العلاقة خطية كما يبيّن الرسم البياني الآتي:



٦- الميل = مـ ف^{٢} $\Leftarrow$ $\frac{٠-٤٥٠}{٠-٢٥} = ١٨$ $\frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}}$م^{٢}

مـ $= \frac{\text{أ}\backsim}{ف^{٢}}$ $\Leftarrow$ $\backsim = \frac{\text{الميل}}{\text{أ}} = \frac{١٨}{٩\times١٠^{-٩}} = ٢\times١٠^{-٩}$ كولوم.

ورقة عمل (١-٢)

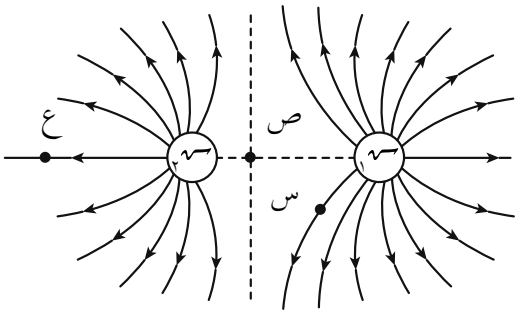
المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية

١- يبيّن الشكل خطوط المجال الكهربائي لشحنتين موجبتين. بالاعتماد على الشكل، أجب عمّا يأتي:

أ) أي الشحنتين مقدارها أكبر؟

ب) رتّب النقاط (س، ص، ع) من الأعلى مجالًا إلى الأقل.

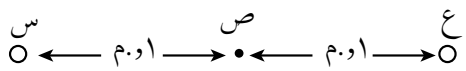
جـ) كيف نستدل من دراستنا لخطوط المجال، على أن المجال الكهربائي الناشئ عن هذا التوزيع مجال غير منتظم؟



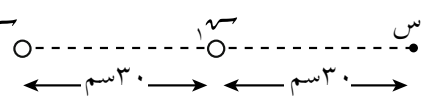
٢- املأ الفراغات في الجدول الآتي:

الشحنة المولّدة (كولوم)	شحنة الاختبار (كولوم)	القوة المؤثّرة في شحنة الاختبار (نيوتن)	المجال الكهربائي (نيوتن/كولوم)	بعد النقطة عن الشحنة (م)
ش	١٠×١^{-٦}	٠,٢		ف
ش	١٠×٢^{-٦}			ف
ش٢	١٠×١^{-٦}		١٠×٤^{٥}	ف
ش٢		٠,٦		ف
ش٢	١٠×١^{-٦}			٢ف
ش	١٠×٢^{-٦}			$\frac{ف}{٢}$

٣- يمثّل الشكل ثلاث نقاط (س، ص، ع) على استقامة واحدة، وضعت شحنة (١٠×٢^{-٦}) كولوم عند النقطة (س). احسب مقدار الشحنة الواجب وضعها عند النقطة (ع)، وحدّد نوعها، ليكون المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (ص) مساويًا (١٠×٥٤^{٥}) نيوتن/كولوم، واتجاهه نحو محور السينات الموجب.



٤- شحنتان نقطيتان موضوعتان في الهواء والبعد بينهما (٣٠) سم، إذا علمت أن المجال الكهربائي المحصل عند النقطة (س) يساوي صفرًا، وبالاعتماد على البيانات المثبتة في الشكل، جد مقدار ونوع الشحنة (ش١).



إجابة ورقة عمل (١-٢)

١-

أ) الشحنة ($ش_{١}$) ؛ لأن عدد الخطوط الخارجة منها أكبر من عدد الخطوط الخارجة من الشحنة ($ش_{٢}$)

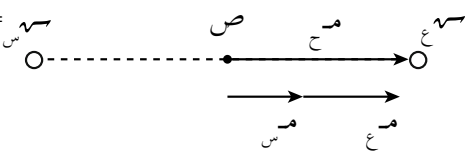
ب) س، ع، ص.

جـ) خطوط المجال تتباعد كلما ابتعدنا عن الشحنات المولّدة للمجال، ما يعني أن مقدار المجال غير ثابت عند النقاط جميعها، كما أن الخطوط تشير باتجاهات مختلفة، ما يعني أن اتجاه المجال يختلف من نقطة إلى أخرى.

٢-

الشحنة المولّدة (كولوم)	شحنة الاختبار (كولوم)	القوة المؤثّرة في شحنة الاختبار (نيوتن)	المجال الكهربائي (نيوتن/كولوم)	بعد النقطة عن الشحنة (م)
ش	١٠×١^{-٦}	٠,٢	١٠×٢^{٥}	ف
ش	١٠×٢^{-٦}	٠,٤	١٠×٢^{٥}	ف
٢ش	١٠×١^{-٦}	٠,٤	١٠×٤^{٥}	ف
٢ش	$١٠\times١,٥^{-٦}$	٠,٦	١٠×٤^{٥}	ف
٢ش	١٠×١^{-٦}	٠,١	١٠×١^{٥}	٢ف
ش	١٠×٢^{-٦}	١,٦	١٠×٨^{٥}	$\frac{ف}{٢}$

٣-



$م_{س} = \frac{أ ش_{س}}{ف^{٢}} = \frac{٩×١٠ \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(٠,١)^{٢}} = ١٨×١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم. نحو (+ س)

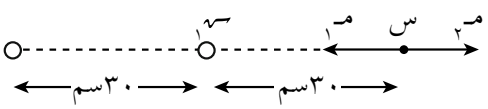
$م_{ح} = م_{س} + م_{ع}$

$٥٤×١٠^{٥} = ١٨×١٠^{٥} + م_{ع} \Leftarrow م_{ع} = ٣٦×١٠^{٥}$نيوتن/كولوم.

$$م_{ع} = \frac{أ ش}{ف^{٢}}$$

$$٣٦×١٠^{٥} = \frac{٩×١٠ \times ش_{ع}}{(٠,١)^{٢}} \Leftarrow ش_{ع} = \frac{٣٦×١٠^{٣}}{٩×١٠}$$

$ش_{ع} = ٤×١٠^{-٦}$ كولوم (نوعها: سالبة)

٤- 

كي يكون المجال الكهربائي المحصل صفرًا عند النقطة (س)؛ فإن (ـــ١) يجب أن تكون سالبة.

$$م_{١} = م_{٢}$$

$$\frac{أ\ـــ_{١}}{ف_{١}^{٢}} = \frac{أ\ـــ_{٢}}{ف_{٢}^{٢}}$$

$$\frac{ـــ_{١}}{(٣٠\times١٠^{-٢})^{٢}} = \frac{١٢\times١٠^{-٦}}{(٦٠\times١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$\frac{ـــ_{١}}{٩\times١٠^{-٢}} = \frac{١٢\times١٠^{-٦}}{٣٦\times١٠^{-٢}}$$

$$ـــ_{١} = \frac{١٢\times٩}{٣٦} \times ١٠^{-٦} = ٣\times١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

$$ـــ_{١} = -٣\times١٠^{-٦} \text{ كولوم}$$

الدرس الثالث	المجال الكهربائي المنتظم	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالمجال الكهربائي المنتظم، والكثافة السطحية للشحنة.
- يذكر خصائص خطوط المجال الكهربائي المنتظم.
- يعبّر عن المجال الكهربائي المنتظم بعلاقة رياضية.
- يحل مسائل تتعلّق بجسيمات مشحونة متزنة في مجال كهربائي منتظم.
- يطبّق معادلات الحركة بتسارع ثابت في حل مسائل تصف حركة جسيمات مشحونة في مجال كهربائي منتظم.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف الحادي عشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

مجال كهربائي منتظم، الكثافة السطحية للشحنة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بمراجعة ما تعلمه الطلبة في الحصة السابقة عن المجال غير المنتظم.

٢- توجيه الأسئلة الآتية: الشحنة النقطية تولّد مجالًا غير منتظم؛ متغيرًا في المقدار والاتجاه. فماذا نعني بمجال كهربائي منتظم؟ وكيف نحصل عليه؟

٣- رسم صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين، إحداهما موجبة والأخرى سالبة، ورسم نقاط مختلفة في الحيز بين الصفيحتين. وتوجيه الأسئلة الآتية: كيف نحدّد اتجاه القوة الكهربائية المؤثّرة في شحنة اختبار توضع عند نقطة في الحيز بين الصفيحتين؟ هل يتغيّر اتجاه أو مقدار القوة لو نقلت إلى نقطة أخرى؟ ماذا لو وضعت الشحنة عند الأطراف؟ الاستماع لإجابات الطلبة، وإدارة حوار للتوصّل إلى مفهوم المجال المنتظم .

٤- رسم خطوط المجال في الحيز بين الصفيحتين ومناقشة الطلبة في خصائص هذه الخطوط .

٥- توجيه الأسئلة الآتية: إذا زاد مقدار الشحنة على الصفيحتين، هل يزداد مقدار المجال في الحيز بين الصفيحتين؟ لو استخدمنا صفيحتين ذات مساحة أكبر، ما أثر ذلك على مقدار المجال؟ مناقشة الطلبة والتوصّل معهم إلى أن مقدار المجال المنتظم يعتمد على الكثافة السطحية للشحنة على الصفيحتين.

٦- تعريف الكثافة السطحية للشحنة، وكتابة علاقة رياضية لحساب المجال المنتظم بدلالة الكثافة السطحية للشحنة.

٧- حل المثال (١-٥)، وتوجيه الطلبة إلى حل سؤال (٢) من أسئلة المراجعة (١-٣) ومناقشة الحل.

٨- التمهيد للجزء الثاني من الدرس بتوجيه الأسئلة الآتية: عندما نضع شحنة نقطية داخل مجال كهربائي، فإنها تتأثر بقوة كهربائية، فما أثر هذه القوة في الشحنة؟ ماذا يحدث للشحنة إذا كان مقدار القوة الكهربائية مساويًا لوزنها في المقدار ومعاكسًا في الاتجاه؟ ماذا لوكان مقدار القوة الكهربائية أكبر بكثير من مقدار الوزن؟

٩- إدارة حوار مع الطلبة للتمييز بين حالتين، وهما: اتزان الشحنة، وحركتها بتسارع ثابت. وتذكير الطلبة بمعادلات الحركة بتسارع ثابت.

١٠-مناقشة الأمثلة (١-٦)، (١-٧).

١١-توجيه الطلبة إلى حل الأسئلة (١، ٣) من أسئلة المراجعة (١-٣) بوصفها بطاقة خروج.

١٢-توزيع الطلبة في مجموعات، لحل أسئلة الفصل (١، ٢، ٣، ٧، ٩) بتطبيق أسلوب (فكّر، انتقِ زميلًا، شارك) وملاحظة إجابات الطلبة، ويمكن توجيه بعض المجموعات إلى حل الأسئلة الواردة ضمن (علاج، إثراء).

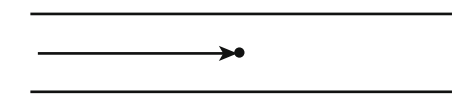
معلومات إضافية

يُمكن شحن صفيحتين متوازيتين عن طريق وصلهما مع بطارية، وبعد فصلهما عن البطارية؛ فإن المجال الكهربائي المنتظم المتولّد لا يعتمد على البعد بين الصفيحتين، فإذا زادت أو قلت المسافة بين الصفيحتين، فإن المجال لا يتغيّر. كما أن المجال الكهربائي خارج الصفيحتين يساوي صفرًا تقريبًا ، ما عدا عند الأطراف.

الفروق الفردية

علاج

جسيم مشحون كتلته (٤×١٠^{-٩}) كغ وشحنته ($+٣,٢\times١٠^{-١٩}$) كولوم، اتزن في الحيز بين صفيحتين متوازيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار، إحداهما موجبة والأخرى سالبة كما يبيّن الشكل.



١) ما نوع الشحنة الكهربائية على كل صفيحة؟

٢) احسب مقدار الكثافة السطحية للشحنة على كل صفيحة.

٣) إذا عكست الصفيحتان؛ احسب مقدار القوة المحصلة المؤثّرة في الجسيم.

الحل

١) بما أن الجسيم متزن؛ إذن، يتأثر بقوة كهربائية إلى الأعلى، والجسيم شحنته موجبة، فتكون الصفيحة العلوية سالبة والصفيحة السفلية موجبة.

٢) $ق_ك = و$

$م ـــ = ك جـ$

$\frac{\sigma}{\varepsilon_\circ} ـــ = ك جـ$

$\sigma = \frac{\varepsilon_\circ ك جـ}{ـــ}$

$$\sigma = \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٤ \times ١٠^{-٩} \times ١٠}{٣,٢ \times ١٠^{-١٩}}$$

$\approx ١,١$ كولوم/م^٢

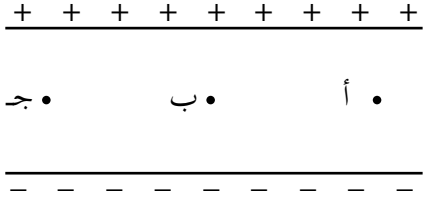
٣) $\sum ق = ق_ك + و$ حيث: $ق_ك = و$

$\sum ق = ٢و$

$= ٨ \times ١٠^{-٨}$ نيوتن، (−ص)

إثراء

ثلاثة جسيمات مشحونة، ومتساوية في الكتلة أدخلت ساكنة إلى مجال كهربائي منتظم اتجاهه كما هو مبيّن في الشكل. فلوحظ أن:



الجسيم (أ) تحرك إلى الأعلى.

الجسيم (ب) تحرك إلى الأسفل.

الجسيم (ج) اتزن ساكنًا.

هل يمكن أن نحدّد نوع الشحنة على كل جسيم بالاعتماد على هذه المعلومات؟ فسّر إجابتك.

الحل

الجسيم (أ): تحرك إلى الأعلى بتأثير القوة الكهربائية والصفيحة العلوية موجبة؛ إذن: شحنته سالبة.

الجسيم (ب): تحرك إلى الأسفل وهذا يتضمن احتمالين: شحنته موجبة فتأثر بقوة كهربائية إلى الأسفل مع اتجاه الوزن، أو شحنته سالبة إلا أن القوة الكهربائية المؤثرة فيه أقل من وزنه فتحرك إلى الأسفل.

الجسيم (جـ): اتزن ساكنًا ما يعني أنه تأثر بقوة كهربائية إلى الأعلى؛ إذن: شحنته سالبة.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل، الأسئلة والإجابات، التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.	
النتاج: يحل مسائل تتعلّق بجسيمات مشحونة متزنة وأخرى متحركة في مجال كهربائي منتظم.	
مؤشرات الأداء	**العلامة**
يطبّق العلاقات الرياضية في حل المسائل، من دون أخطاء ومن دون مساعدة.	٤
يطبّق العلاقات الرياضية في حل المسائل، مع وجود بعض الأخطاء ومن دون مساعدة.	٣
يطبّق العلاقات الرياضية في حل المسائل، مع وجود بعض الأخطاء، ومع تقديم المساعدة في بعض الأحيان.	٢
يطبّق العلاقات الرياضية في حل المسائل، مع وجود الكثير من الأخطاء، ومع تقديم المساعدة غالبًا.	١

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) أ) اتجاه الوزن نحو الصادات السالب، وبما أن الجسيم (أ) متزن؛ فإن اتجاه القوة الكهربائية المؤثّرة فيه يكون نحو الصادات الموجب، وبما أن شحنة الجسيم سالبة؛ فإن القوة الكهربائية المؤثّرة فيه تكون بعكس اتجاه المجال. وعليه، يكون اتجاه المجال نحو الصادات السالب، فتكون الصفيحة العلوية موجبة الشحنة والصفيحة السفلية سالبة الشحنة.

ب) الجسيم (ب) كتلته (٢ك)، سيكون وزنه ضعفي وزن الجسيم (أ) ويتأثّر الجسيم (ب) بالقوة الكهربائية نفسها المؤثّرة في الجسيم (أ)؛ لأن شحنتهما متساوية ($ق_ك = م\ ـ\ ـ\ ـ$ هـ.) وعليه يكون ($و_ب > ق_ك$) لذا، لن يتزن.

جـ) زيادة الشحنة على الصفيحتين تعني زيادة المجال الكهربائي ($م = \frac{ـ\ ـ\ ـ}{٩٫٨}$)، وبما أن ($ق_ك = م\ ـ\ ـ\ ـ$ هـ.)؛ فإن القوة الكهربائية المؤثّرة في الجسيم (أ) تزداد وتصبح أكبر من وزنه؛ فيصبح الجسيم (أ) غير متزن.

٢) لمعرفة أيّ المجالين أكبر، نطبّق العلاقة:

$$\text{مـ} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{\text{ش}}{\text{ف}\varepsilon_0}$$

$$\text{مـ}_{(\text{أ})} = \frac{\text{ش}}{\text{ف}\pi \times \varepsilon_0} \quad \frac{١}{٣} = \frac{\text{ش}}{\text{ف}\varepsilon_0}$$

$$\text{مـ}_{(\text{ب})} = \frac{\frac{\text{ش}}{٢}}{\frac{\text{ف}}{٢} \times \varepsilon_0} = \frac{\text{ش}}{\text{ف}\varepsilon_0}$$ ، في الحالة (ب) يكون المجال الكهربائي، أكبر من المجال الكهربائي في الحالة (أ).

٣) أ) تحسب القوة الكهربائية من العلاقة ($\text{ق}_\text{ك} = \text{مـ ش}$.)، وبما أن الإلكترون والبروتون لهما الشحنة نفسها، وموضوعان في المجال الكهربائي نفسه؛ لذا، سيتأثران بالقوة الكهربائية نفسها.

ب) يعتمد التسارع على الكتلة وفق العلاقة ($\text{ت} = \frac{\text{مـ ش}}{\text{ك}}$)، وبما أن كتلة الإلكترون أقل من كتلة البروتون؛ فإن تسارع الإلكترون أكبر من تسارع البروتون.

الدرس الرابع	حماية الأجهزة الإلكترونية من المجالات الخارجية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يفسّر عدم اختراق المجال الكهربائي للموصلات الفلزية.
- يذكر تطبيقات عملية لحماية الأجهزة الإلكترونية من المجالات الخارجية.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، وعاء فلزي ، هاتف نقّال.

المفاهيم والمصطلحات

الموصلات.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم عن طريق النشاط.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتوجيه الطلبة إلى بعض المشاهدات المألوفة، مثل: لماذا ينقطع الاتصال بالهاتف النقال داخل المصعد؟ وتوجيه أسئلة مثل: خلال العاصفة المصحوبة بالبرق، هل من الأفضل البقاء في السيارة أم الخروج منها؟ هل تسبّب المجالات الكهربائية ضررًا على الأجهزة الإلكترونية؟ كيف يمكن أن نحمي جهازًا إلكترونيًّا من تأثير المجالات الكهربائية الخارجية؟

٢- مناقشة الطلبة بالفرق بين المادة الموصلة والعازلة، والتأكيد على أن الجسم الموصل يحتوي على إلكترونات حرة، ورسم شكل لموصل كروي موضوع في مجال كهربائي خارجي، وتوجيه الأسئلة الآتية: ما أثر المجال الكهربائي في الإلكترونات الحرة داخل الموصل؟ توجيه الطلبة إلى أن الشحنات تترتب على سطح الموصل كما في الشكل (١-١٩)، والتوصّل إلى أن المجال المحصل داخل الموصل يساوي صفرًا.

٣- الربط بين فكرة أن المجال المحصل داخل الموصل يساوي صفرًا، والأسئلة التي تم توجيهها في بداية الحصة؛ للتوصّل إلى أن حماية الأجهزة الإلكترونية من المجالات الخارجية يكون بتغليفها بمادة موصلة.

٤- مناقشة أسئلة المراجعة (١-٤)، وتوجيه الطلبة إلى تنفيذ النشاط الوارد في السؤال (١) في الصف.

معلومات إضافية

في عام ١٨٣٦م، توصّل العالم مايكل فارادي إلى أنه عند شحن موصل أجوف؛ فإن الشحنات تتوزع على السطح الخارجي للموصل، ما يجعل المجال الكهربائي داخل الموصل صفرًا. وكي يثبت فكرته؛ بنى غرفة جدرانها الخارجية مغطاه بمادة موصلة، وعرّضها إلى مجال كهربائي خارجي، وبالاستعانة بكشاف كهربائي أثبت أن الغرفة لا تتأثّر بالمجال الكهربائي الخارجي.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل عن طريق الأسئلة والإجابات.

أداة التقويم: مناقشة أسئلة المراجعة (١–٤).

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) لأن الهاتف محاط بموصل، والموصلات تشكّل درعًا واقيًا لحماية الأجهزة من المجالات الكهربائية الخارجية.

٢) هيكل السيارة موصل، فهو يشكّل درعًا واقيًا من المجال الكهربائي القوي الناتج عن التفريغ الكهربائي في ظاهرة البرق؛ لذا، البقاء في السيارة أكثر أمانًا من الخروج منها في اللحظة التي يحدث فيها البرق.

الدرس الأول	الجهد الكهربائي	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالجهد الكهربائي ووحدة قياسه، ويعبّر عنه رياضيًّا.
- يوضّح المقصود بفرق الجهد الكهربائي بين نقطتين، ويعبّر عنه رياضيًّا.
- يميّز بين حركة الشحنة في مجال كهربائي تحت تأثير قوة خارجية، وحركتها حرة تحت تأثير القوة الكهربائية فقط.
- يعبّر رياضيًّا عن العلاقة بين الشغل وفرق الجهد الكهربائي.
- يطبّق المعادلات الخاصة بالجهد الكهربائي في حل مسائل حسابية.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف الحادي عشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، التعلم التعاوني.

المفاهيم والمصطلحات

الشغل، طاقة الوضع، الطاقة الحركية، الجهد الكهربائي، فرق الجهد الكهربائي، القوة الكهربائية، قوة خارجية، الفولت.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر ، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بالأفكار الآتية: من المعلوم أن الأرض تولّد حولها مجالًا، وتشكّل الأرض مع أي جسم يقع ضمن مجالها نظامًا، ماذا نسمّي هذا النظام؟

٢- رسم الشكل (٢-١/أ)، وتوجيه الأسئلة الآتية: ما نوع الطاقة التي يمتلكها الجسم؟ ماذا يحدث للطاقة عند رفع الجسم إلى الأعلى؟ كم تصبح الطاقة إذا وضع الجسم عند سطح الأرض؟ ماذا نسمّي سطح الأرض في هذه الحالة؟

٣- مناقشة الإجابات، وتوجيه الطلبة إلى المقارنة بين مجال الجاذبية والمجال الكهربائي، عن طريق رسم الشكل (٢-١/ ب) وتوجيه أسئلة مثل: الشحنة تولّد حولها مجالًا كهربائيًّا، فإذا وضعنا شحنة في مجالها، ماذا نسمّي النظام الناتج؟ ما نوع الطاقة التي تظهر في هذا النظام؟ كيف نبني نظام (شحنة – مجال كهربائي) ؟ ما النقطة المرجعية التي تكون عندها طاقة الوضع الكهربائية صفرًا؟

٤- مناقشة إجابات الطلبة، والتوصّل إلى تعريف الجهد الكهربائي عند نقطة، والتعبير عنه رياضيًّا بالعلاقة (٢-١) وتوجيه الأسئلة الآتية: هل الجهد كمية قياسية أم متجهة؟ ما وحدة قياس الجهد؟ هل يعتمد الجهد عند نقطة على مقدار شحنة الاختبار الموضوعة عند تلك النقطة؟ الاستماع للإجابات ومناقشتها.

٥- التوصّل إلى مفهوم فرق الجهد بين نقطتين بالاعتماد على تعريف الجهد الكهربائي عند نقطة، والتعبير عن فرق الجهد رياضيًّا؛ العلاقة (٢-٢).

٦- التمهيد للجزء الثاني من الدرس، وهو دراسة تغيرات الطاقة لشحنة عند انتقالها بين نقطتين في مجال كهربائي. كما في الشكل (٢-٢) وتحديد نقطتين ضمن المجال مثل (أ، ب) وتوجيه الأسئلة الآتية: ما القوة المؤثّرة في شحنة موجبة توضع عند النقطة (أ)؟ كيف يمكن نقل الشحنة بسرعة ثابتة من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)؟ هل تبذل القوة الخارجية اللازمة لنقل الشحنة شغلًا؟ ماذا يحدث لهذا الشغل؟ هل تتغيّر الطاقة الحركية للشحنة؟ مناقشة الإجابات والتوصّل إلى العلاقة (٢-٣)، وحل المثال (٢-١) بوصفه تطبيقًا على هذه العلاقة.

٧- التأكيد على أن الحالة التي نوقشت لحركة شحنة تحت تأثير قوة خارجية، فماذا لو وضعت شحنة ساكنة في مجال كهربائي وتركت حرة؟ رسم الشكل (٢-٤) ورسم شحنتين إحداهما موجبة توضع عند النقطة (أ)، والثانية سالبة توضع عند النقطة (ب)، وتوجيه الأسئلة الآتية: بأي اتجاه سوف تتحرك الشحنة الموجبة؟ كيف تتغيّر طاقة الوضع الكهربائية للشحنة عند انتقالها من (أ) إلى (ب)؟ كيف تتغيّر طاقتها الحركية؟ كيف تتغيّر كل من طاقة الوضع والطاقة الحركية للشحنة السالبة؟

٨- مناقشة إجابات الطلبة والتوصّل إلى العلاقة (٢-٤) وحل مثال (٢-٢)؛ بوصفه تطبيقًا على هذه العلاقة.

٩- مناقشة أسئلة المراجعة (٢-١) .

١٠-إتاحة الوقت للطلبة للتأمل في النتائج التي تم التوصّل إليها، ومساعدتهم على تلخيص الأفكار الرئيسة للدرس، وذلك بتنفيذ بورقة العمل (٢-١) على شكل مجموعات.

معلومات إضافية

توضّح العلاقة (ش = ق ف جتاθ) أن القوة التي باتجاه الإزاحة يكون شغلها موجبًا، والقوة التي بعكس اتجاه الإزاحة يكون شغلها سالبًا. الملحق (٢-١) يبيّن كيفية تحديد إشارة الشغل لحالات مختلفة، عند انتقال شحنة بين نقطتين في مجال كهربائي.

الفروق الفردية

علاج

ما الفرق بين الجهد الكهربائي، وطاقة الوضع الكهربائية؟

يحسب الجهد عند نقطة ويعبّر عن طاقة الوضع الكهربائية لكل كولوم؛ لذا، يتخذ الجهد عند نقطة قيمة محددة، أما طاقة الوضع الكهربائية فتحسب لشحنة عند نقطة تقع ضمن المجال، فتعبّر عن مقدار الطاقة المختزنة في تلك الشحنة؛ لذا، فإن طاقة الوضع الكهربائية تعتمد على مقدار ونوع الشحنة الموضوعة عند النقطة.

إثراء

ورقة العمل (٢-١).

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل عن طريق الأسئلة والإجابات، (الورقة والقلم).

أداة التقويم: اختبار قصير.

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) التغيّر في طاقة الوضع الكهربائية لوحدة الشحنات عند انتقالها بين النقطتين يساوي (١٢) جول.

٢) أ) ش$_{ك}$ = − ش$_{e}$ (جـ$_{هـ}$ − جـ$_{د}$)؛ حيث جـ$_{دهـ}$ = − جـ$_{هـد}$

= − (− ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ × ٤)

= ٦,٤ × ١٠ $^{-١٩}$ جول

ب) ش$_{خ}$ = ش$_{p}$ (جـ$_{د}$ − جـ$_{∞}$)؛ حيث جـ$_{دهـ}$ = جـ$_{د}$ − جـ$_{هـ}$ ⇐ جـ$_{د}$ = − ٤ + ٨ = ٤ فولت

= ١,٦ × ١٠ $^{-١٩}$ (٤ − ٠)

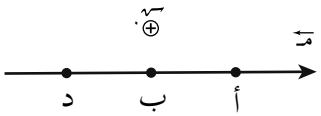
= ٦,٤ × ١٠ $^{-١٩}$ جول

جـ) التغيّر في طاقة وضع الإلكترون الكهربائية: Δ ط$_{و}$ = − ش$_{ك}$ = − ٦,٤ × ١٠ $^{-١٩}$ جول (الإشارة السالبة تعني نقصان طاقة الوضع للإلكترون).

التغيّر في طاقة وضع البروتون الكهربائية: Δ ط$_{و}$ = ش$_{خ}$ = ٦,٤ × ١٠ $^{-١٩}$ جول

اختبار قصير

ثلاث نقاط (أ ، ب ، د) تقع في مجال كهربائي اتجاهه كما في الشكل. حدّد القوى المؤثرة في الشحنة (ـــهـ)، وإشارة الشغل لكل قوة في الحالات الآتية:

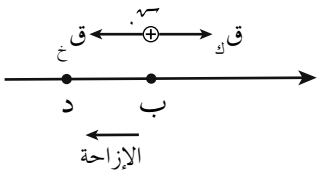


١) نقل الشحنة من (ب) إلى (د) بسرعة ثابتة.

٢) انتقال الشحنة من السكون من (ب) إلى (أ) بتأثير القوة الكهربائية فقط.

٣) نقل الشحنة من (ب) إلى (أ) بسرعة ثابتة.

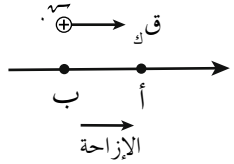
الحل

١) 

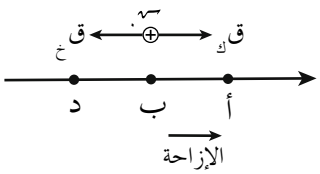
تتأثّر الشحنة بقوتين:

(ق خ) مع اتجاه الإزاحة، شغلها موجب.

(ق ك) عكس اتجاه الإزاحة، شغلها سالب.

٢) 

تتأثّر الشحنة فقط بقوة كهربائية مع اتجاه الإزاحة، شغلها موجب.

٣) 

شغل(ق ك) موجب ⟸ لأنه مع اتجاه الإزاحة.

شغل(ق خ) سالب ⟸ لأنه عكس اتجاه الإزاحة.

ورقة عمل (٢-١)

تغيرات الطاقة في نظام (شحنة – مجال كهربائي)

يهدف النشاط الآتي، إلى مساعدة الطلبة على تجميع الأفكار الرئيسة الواردة في الدرس وترتيبها.

١- توزيع الطلبة في مجموعات.

٢- تحديد المهمة المطلوبة من المجموعات، وهي: وصف التغيرات في طاقة الوضع الكهربائية، والطاقة الحركية لشحنة كهربائية موجبة أو سالبة في الحالات الآتية:

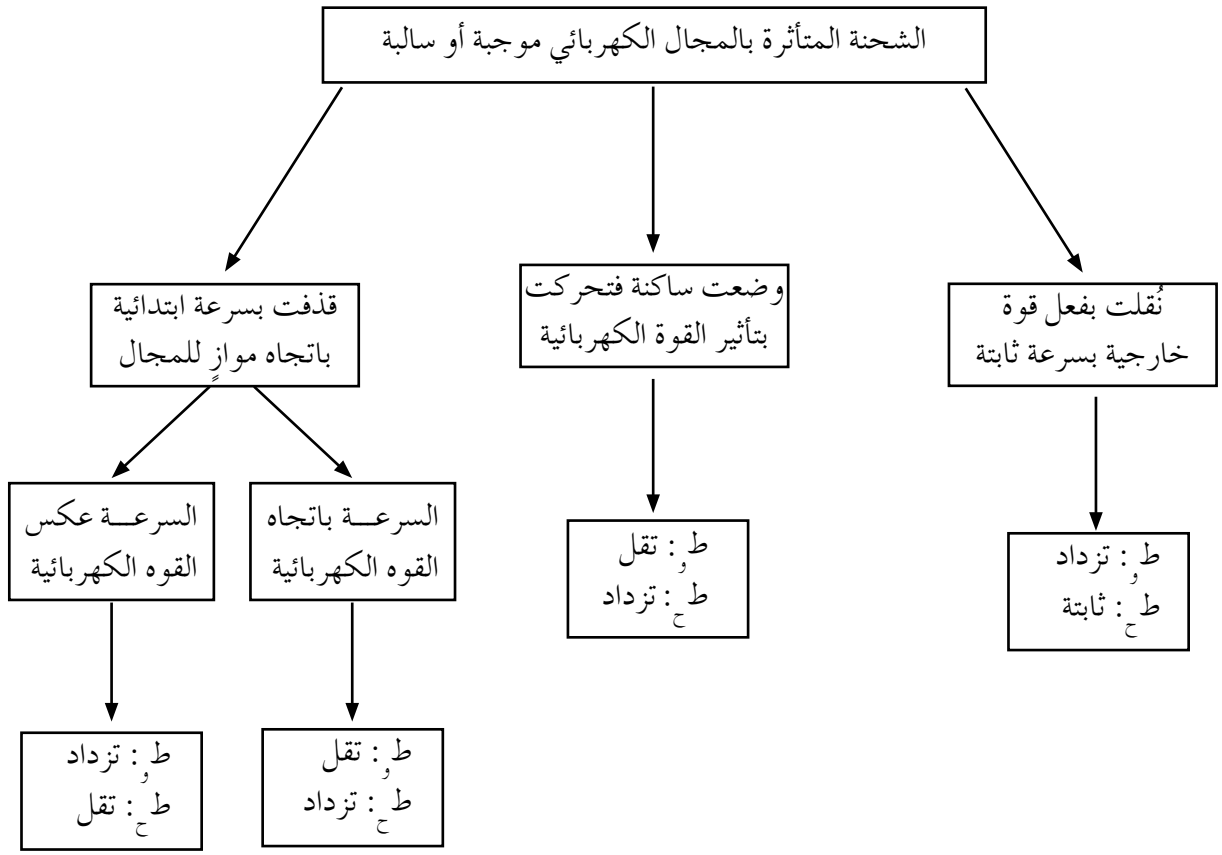
أ) نقل الشحنة من نقطة إلى أخرى، ضمن المجال الكهربائي بسرعة ثابتة بفعل قوة خارجية.

ب) وضع شحنة داخل المجال، وتركها لتتحرك من السكون بتأثير القوة الكهربائية.

جـ) قذف الشحنة بسرعة ابتدائية باتجاه موازٍ للمجال الكهربائي.

٣- توجيه المجموعات إلى الرجوع إلى الكتاب المدرسي؛ درس الجهد الكهربائي، ومناقشة كل حالة، ثم التعبير عن أفكارهم برسم مخطط أو جدول.

٤- عرض ومناقشة النتائج التي تتوصّل إليها المجموعات. ويمثّل المخطط الآتي نموذجًا مقترحًا يمكن التوصّل إليه مع الطلبة.



الدرس الثاني	الجهد الكهربائي الناشيء عن شحنة نقطية	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يعبّر عن الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية رياضيًا.
- يتعرّف إلى كيفية تغير مقدار الجهد عند الانتقال على خط المجال الكهربائي من نقطة إلى أخرى.
- يحسب الجهد الكهربائي عند نقطة تقع في المجال الكهربائي لشحنات نقطية عدة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

الجهد الكهربائي، الشحنة المولّدة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بما تعلموه في الدرس السابق، وكتابة العلاقة (٢-١) التي تعطي تعريف الجهد عند نقطة، وتوجيه السؤالين الآتيين: هل تبيّن هذه العلاقة العوامل التي يعتمد عليها الجهد عند نقطة؟ إذا كان مصدر المجال الكهربائي شحنة نقطية، فما العوامل التي يعتمد عليها الجهد الكهربائي عند نقطة في مجال هذه الشحنة؟

٢- مناقشة الإجابات، وكتابة العلاقة الرياضية (٢-٥)، وتوجيه الطلبة إلى استنتاج العوامل التي يعتمد عليها الجهد عن طريق العلاقة الرياضية.

٣- توجيه السؤالين الآتيين: عند تطبيق العلاقة (٢-٥)، هل تعوض إشارة الشحنة المولّدة؟ كيف نفسّر إشارة الجهد؟ التوصّل إلى الإجابة عن طريق حل المثال (٢-٣)، والتأكيد على أن إشارة الجهد عند نقطة ترتبط بإشارة الشحنة المولّدة للجهد.

٤- توجيه الطلبة إلى أن المجال الكهربائي يكون دائمًا باتجاه تناقص الجهد الكهربائي، وحل السؤال (١) من أسئلة المراجعة (٢-٢) بوصفه تطبيقًا على هذه الفكرة.

٥- إتاحة وقت كاف للطلبة لمناقشة الأسئلة (٢، ٣) من أسئلة الفصل على شكل مجموعات ثنائية، ومناقشة الحل جماعيًا.

٦- توجيه بعض المجموعات لحل سؤال (إثراء).

٧- توجيه السؤال الآتي: كيف نحسب جهد نقطة إذا وقعت في مجال شحنات نقطية عدة؟ مناقشة

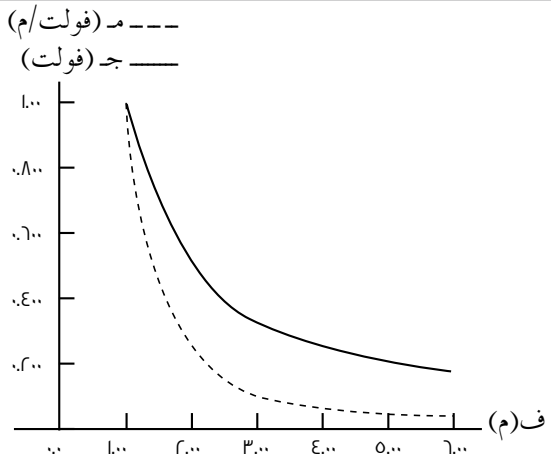
الإجابات، والتوصّل إلى العلاقة (٢–٢). وحل مثال (٢–٤) بوصفه تطبيقًا على هذه العلاقة، وسؤال (٤) من أسئلة الفصل.

٨– إتاحة وقت كاف للطلبة لحل سؤال (٢) من أسئلة المراجعة (٢–٢) ومناقشة الحل جماعيًّا.

٩– توجيه الطلبة إلى حل أسئلة (علاج).

١٠–تزويد الطلبة بورقة العمل (٢–٢) التي تتضمن أسئلة متنوعة على مفهومي: المجال والجهد الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية، لربط التعلم الحالي بالتعلم السابق، وللتحقّق من مقدرة الطلبة على التمييز بين حساب المجال وحساب الجهد.

معلومات إضافية



المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية يتناسب عكسيًّا مع مربع المسافة، أما الجهد فيتناسب عكسيًّا مع المسافة، فعند مضاعفة المسافة إلى الضعف؛ فإن المجال يقل إلى الربع بينما يقل الجهد إلى النصف، ويتضح ذلك عند مقارنة الرسوم البيانية المعبّرة عن تغيّر المجال مع المسافة وتغيّر الجهد مع المسافة.

الفروق الفردية

علاج

١) شحنتان نقطيتان متساويتان في المقدار، ومتشابهتان في النوع (الإشارة)، هل يمكن أن نجد نقطة على الخط المار بالشحنتين: أ) الجهد عندها يساوي صفرًا

ب) المجال عندها صفرًا؟ فسّر إجابتك.

٢) أعد حل السؤال السابق إذا كانت الشحنتان مختلفتين في الإشارة.

الحل

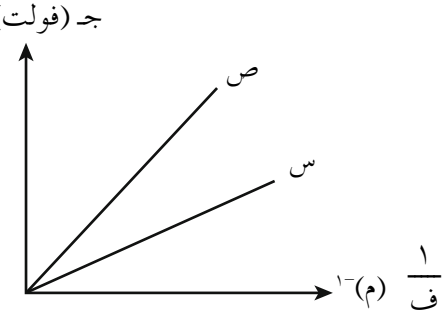
١) أ) لا يوجد نقطة الجهد عندها يساوي صفرًا. الجهد كمية قياسية، وبما أن الشحنتين متشابهتان في النوع (الإشارة) فلن نجد نقطة يكون المجموع الجبري للجهد عندها يساوي صفرًا.

ب) نعم؛ عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين. المجال كمية متجهة وعند نقطة في منتصف المسافة بين الشحنتين تؤثّر الشحنتين بمجالين متساويين في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه، فتكون محصلتهما صفرًا.

٢) يكون الجهد صفرًا عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين، ولا يوجد نقطة يكون المجال عندها صفرًا.

إثراء

١) يبيّن الشكل خطين مستقيمين يعبّر كل منهما عن الجهد الناشئ عن شحنة نقطية ومقلوب البعد عنها، أي الشحنتين مقدارها أكبر؟ فسّر إجابتك.



الحل

١) ميل الخط = جـ ف = أ ـــهـ. وبما أن ميل الخط (ص) أكبر من ميل الخط (س) إذن الخط (ص) يمثّل الشحنة الأكبر.

٢) ورقة العمل (٢–٢).

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل عن طريق الأسئلة والإجابات، الملاحظة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

النتاج: يحسب الجهد الكهربائي عند نقطة في المجال الكهربائي لشحنات نقطية عدة.	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٤	يحسب الجهد عند نقطة في المجال الكهربائي باستخدام العلاقة الرياضية.
٣	يحسب الجهد عند نقطة في المجال الكهربائي، ويخطئ باستخدام العلاقة الرياضية.
٢	يخطئ أحيانًا في حساب الجهد عند نقطة في المجال الكهربائي لشحنة نقطية.
١	في أغلب الأحيان لا يستطيع حساب الجهد عند نقطة في المجال الكهربائي لشحنة نقطية.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) أ) $جـ_س - جـ_ص = ٣$ فولت أي أن $جـ_س > جـ_ص$.

ب) الشحنة المولّدة للمجال سالبة.

جـ) باتجاه الشحنة.

د) $جـ_س = جـ_ع$ لأن لهما البعد نفسه عن الشحنة.

$(جـ_س - جـ_ص) = - (جـ_ص - جـ_ع)$

٢) أ) $ـــ_٢$: سالبة

ب) كي يكون $جـ_س$ = صفر $\Leftarrow$ $جـ_١ = - جـ_٢$

$$\frac{ـــ_١}{ف_١} = - \frac{ـــ_٢}{ف_٢}$$

بما أن النقطة أقرب إلى($ـــ_١$)؛ $ف_١ < ف_٢$ ؛ فإن $ـــ_١ > ـــ_٢$

ورقة عمل (٢-٢)

المجال والجهد الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية

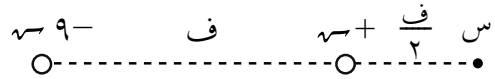
١- معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل الآتي، أجب عمّا يأتي:

أ) قارن بين مقدار الجهد عند النقطة (س) ومقداره عند النقطة (ص).

ب) قارن بين مقدار المجال عند النقطة (س) ومقداره عند النقطة (ص).

٢- شحنتان نقطيتان (+ ـــ ، - ٩ ـــ) وضعتا على بعد (ف) من بعضهما، كما يبيّن الشكل.

(س) نقطة تقع على بعد ($\frac{ف}{٢}$) من الشحنة الموجبة.



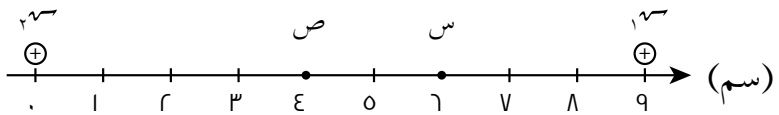
أ) أثبت أن المجال الكهربائي عند النقطة (س) يساوي صفرًا.

ب) بيّن صحة أو خطأ العبارة الآتية: «الجهد الكهربائي عند النقطة (س) أيضًا يساوي صفرًا».

٣- شحنة نقطية موضوعة في الهواء. إذا كان مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع ضمن المجال الكهربائي للشحنة (٥٠٠) نيوتن/ كولوم، والجهد الكهربائي عند النقطة نفسها (-٣×١٠^{٣}) فولت. احسب:

أ) بُعد النقطة عن الشحنة. ب) مقدار الشحنة، ونوعها.

٤- يبيّن الشكل الآتي شحنتين نقطيتين موجبتين وضعتا في الهواء بحيث كانت المسافة بينهما (٩) سم. إذا كان المجال الكهربائي عند النقطة (س) يساوي صفرًا، وإذا كان الجهد الكهربائي عند النقطة (ص) يساوي (١٠٨) فولت. فاحسب مقدار كل من الشحنتين .



إجابة ورقة عمل (٢-٢)

١- أ) $جـ_س = جـ_ص$

ب) $مـ_س > مـ_ص$

٢- أ) $مـ_١ = \frac{أ\,ســ_١}{(\frac{ف}{٢})^{٢}} = \frac{٤أ\,ســ}{ف^{٢}}$ نحو (+س)

$مـ_٢ = \frac{أ\,ســ_٢}{(\frac{٣ف}{٢})^{٢}} = \frac{٤أ\,(٩ــ)}{٩ف^{٢}}$ نحو (-س)

($مـ_١$) يساوي ($مـ_٢$) مقدارًا ويعاكسه اتجاهًا

∴ $مـ_س$ = صفر

ب) $جـ_س = جـ_١ + جـ_٢$ (الجمع الجبري للجهد)

$$= \frac{أ\,ســ}{\frac{ف}{٢}} + \frac{أ\,(-٩\,ســ)}{\frac{٣ف}{٢}}$$

$$جـ_س = \frac{٢أ\,ســ}{ف} + \frac{-٦أ\,ســ}{ف} = \frac{-٤أ\,ســ}{ف}$$

∴ $جـ_س \neq$ صفر

٣- أ) $مـ = \frac{أ\,ســ}{ف^{٢}} = (\frac{أ\,ســ}{ف}) \times \frac{١}{ف}$

(يعوض الجهد من دون الإشارة، لأن المطلوب حساب بعد النقطة)

$مـ = \frac{جـ}{ف} \Leftarrow ٥٠٠ = \frac{جـ}{ف} \Leftarrow ٥٠٠ = \frac{٣\times١٠^{٣}}{ف}$

$ف = \frac{٣٠٠٠}{٥٠٠} = ٦$م

ب) $٥٠٠ = \frac{٩\times١٠^{٩}\,ســ}{٣٦} \Leftarrow ســ = ٢٠٠٠\times١٠^{-٩}$

$= ٢\times١٠^{-٦}$ كولوم

بما أن الجهد سالب؛ فإن $ســ = -٢\times١٠^{-٦}$ كولوم

٤- مـ$_{س}$ = صفر $\Leftarrow$ $\frac{\text{أ}\overrightarrow{\text{ف}}_{١}}{(٣\times١٠^{-٢})^{٢}} = \frac{\text{أ}\overrightarrow{\text{ف}}_{٢}}{(٦\times١٠^{-٢})^{٢}}$

$\frac{\overrightarrow{\text{ف}}_{١}}{٩} = \frac{\overrightarrow{\text{ف}}_{٢}}{٣٦} \Leftarrow \overrightarrow{\text{ف}}_{٢} = ٤\,\overrightarrow{\text{ف}}_{١}$

جـ$_{ص}$ = $\frac{\text{أ}\overrightarrow{\text{ف}}_{١}}{\text{ف}_{١}} + \frac{\text{أ}\overrightarrow{\text{ف}}_{٢}}{\text{ف}_{٢}}$

$١٠٨ = ٩\times١٠^{٩}\,(\frac{\overrightarrow{\text{ف}}_{١}}{٥\times١٠^{-٢}} + \frac{٤\,\overrightarrow{\text{ف}}_{١}}{٤\times١٠^{-٢}})$

$١٠٨ = ٩\times١٠^{١١}\,(\overrightarrow{\text{ف}}_{١} + \frac{\overrightarrow{\text{ف}}_{١}}{٥})$

$\frac{١٠٨}{٩} \times ١٠^{-١١} = \overrightarrow{\text{ف}}_{١} \frac{٦}{٥} \Leftarrow \overrightarrow{\text{ف}}_{١} = ١\times١٠^{-١٠}$ كولوم

الدرس الثالث	طاقة الوضع الكهربائية لنظام يتألّف من شحنتين	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتوصّل إلى علاقة لحساب طاقة الوضع الكهربائية لنظام يتألّف من شحنتين نقطيتين.
- يفسّر الإشارة (الموجبة أو السالبة) لطاقة الوضع الكهربائية لنظام يتألّف من شحنتين نقطيتين.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

الشغل، طاقة الوضع الكهربائية لنظام من شحنتين.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتلخيص الأفكار الرئيسة التي تعلمها الطلبة في الدرس الأول، من فصل الجهد الكهربائي عن كيفية بناء نظام من شحنة ومجال كهربائي.

٢- توجيه الطلبة إلى موضوع الدرس عن طريق توجيه الأسئلة الآتية: ماذا لو أردنا أن نبني نظامًا يتكون من شحنتين نقطيتين البعد بينهما (ف)؟ كيف نحسب طاقة الوضع الكهربائية لنظام يتألّف من شحنتين متشابهتين في النوع؟ ماذا لو كانت الشحنتان مختلفتين في النوع؟

٣- مناقشة الطلبة بكيفية بناء نظام من شحنتين نقطيتين موجبتين للتوصّل إلى العلاقة (٢-٧) لحساب طاقة الوضع الكهربائية لشحنتين نقطيتين.

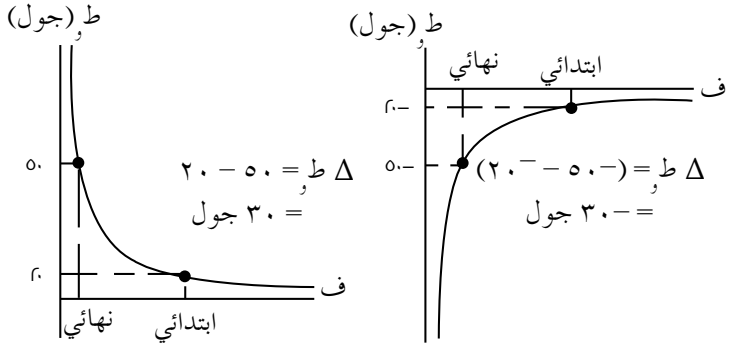
٤- توجيه الطلبة إلى ملاحظة القضية الآتية: عند حساب الطاقة تعوّض الشحنة مع إشارتها؛ لذا، فإن الطاقة الناتجة قد تكون موجبة أو سالبة؛ فكيف تفسّر الإشارة؟ تلقّي إجابات الطلبة، والتوصّل معهم إلى التفسير الوارد في الكتاب المدرسي.

٥- حل المثال (٢-٥) بوصفه تطبيقًا، وأسئلة المراجعة (٢-٣) بوصفها بطاقة خروج.

معلومات إضافية

- عندما نضع شحنتين نقطيتين على بعد (ف) من بعضهما؛ فإن طاقة الوضع الكهربائية المحسوبة من العلاقة (٢-٤) هي خاصية ناتجة عن تفاعل الشحنتين مع بعضهما؛ لذا، تسمّى طاقة الوضع للنظام، ولا يجوز أن نطلق عليها «طاقة الوضع للشحنة الأولى، أو طاقة الوضع للشحنة الثانية».

– العلاقة بين (ط$_{و}$) و (ف) تعتمد على نوع الشحنتين. فعندما يقل البعد بين شحنتين؛ فإن الطاقة المختزنة في النظام تزداد إذا كانت الشحنتان من النوع نفسه، وتقل إذا كانت الشحنتان مختلفتين في النوع .



الفروق الفردية

إثراء

شحنتان نقطيتان وضعتا على بعد (ف) من بعضهما، فكانت طاقة الوضع الكهربائية للنظام ($+٥,٤ \times ١٠^{-٨}$) جول. نقلت إحدى الشحنتين إلى موقع جديد فأصبح البعد بين الشحنتين (ف′) . إذا علمت أن القوة الكهربائية بذلت شغلًا على الشحنة المنقولة مقداره ($-١,٩ \times ١٠^{-٨}$) جول. أجب عمّا يأتي:

١) هل الشحنتان متشابهتان في النوع؟ فسّر إجابتك.

٢) احسب طاقة الوضع الكهربائية للنظام عندما أصبح البعد بينهما (ف′).

٣) مستعينًا بإجابتك على الفرعين السابقين، حدّد هل (ف′) أكبر أم أقل من (ف)؟

الحل

١) الشحنتان متشابهتان في النوع؛ لأن طاقة الوضع للنظام موجبة.

٢) ش$_{ك}$ = − Δ ط$_{و}$

$-١,٩ \times ١٠^{-٨}$ = − (ط$_{و٢}$ − ط$_{و١}$)

$-١,٩ \times ١٠^{-٨}$ = − ط$_{و٢}$ + $٥,٤ \times ١٠^{-٨}$

ط$_{و٢}$ = $٥,٤ \times ١٠^{-٨}$ + $١,٩ \times ١٠^{-٨}$ = $٧,٣ \times ١٠^{-٨}$ جول.

٣) طاقة الوضع للنظام زادت وبالرجوع إلى العلاقة:

ط$_{و}$ = $\frac{\text{أ}_{١} \times \text{أ}_{٢}}{\text{ف}}$ نجد أن طاقة الوضع تزداد لشحنتين متشابهتين في الإشارة، عندما يقل البعد بينهما، أي أن (ف′) أقل من (ف).

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٢	يفسّر الإشارة الموجبة أو السالبة لطاقة الوضع الكهربائية، لنظام يتألّف من شحنتين من دون مساعدة.
١	يفسّر الإشارة الموجبة أو السالبة لطاقة الوضع الكهربائية، لنظام يتألّف من شحنتين مع حاجته إلى المساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	الرقم	اسم الطالب	١	٢
١				٦			
٢				٧			
٣				٨			
٤				٩			
٥				١٠			

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) لوضع شحنتين متشابهتين في الإشارة على بعد (ف) من بعضهما؛ فإن ذلك يتطلب التأثير بقوة خارجية للتغلب على قوة التنافر الكهربائية، وستبذل القوة الخارجية شغلًا يظهر على شكل زيادة في طاقة الوضع الكهربائية للنظام؛ لذا، تكون إشارة طاقة الوضع الكهربائية موجبة.

٢) $ط_{و} = \frac{أ_{ش_{١}} \times أ_{ش_{٢}}}{ف} \Leftarrow ط_{وأ} = \frac{أ_{ش^{٢}}}{٢ف} \Rightarrow ط_{وب} = \frac{أ_{ش^{٢}}}{ف}$

$ط_{وأ} = \frac{١}{٢} ط_{وب}$

الدرس الرابع	فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يتوصّل إلى علاقة لحساب فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم.
- يحسب فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في مجال منتظم عبر مسارات مختلفة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

فرق الجهد الكهربائي، سطح تساوي جهد.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم التعاوني، التفكير الناقد.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بالمفاهيم الرئيسة التي تعلموها في الدروس السابقة: المجال الكهربائي المنتظم والمجال غير المنتظم، حساب الجهد الكهربائي الناشئ عن شحنات نقطية، وتوجيه السؤال الآتي: كيف يمكن حساب فرق الجهد بين نقطتين في مجال كهربائي منتظم؟

٢- مناقشة الطلبة، وباستخدام العلاقات الرياضية التي تربط مفاهيم الشغل وفرق الجهد، يتم التوصّل إلى العلاقة الخاصة بحساب فرق الجهد في المجال المنتظم؛ العلاقة (٢-٨).

٣- توجيه الطلبة إلى أنه يمكن استخدام العلاقة (٢-٨) لحساب فرق الجهد بين صفيحتين متوازيتين مشحونتين، والتوصّل إلى العلاقة (٢-٩).

٤- مناقشة الأمثلة (٢-٦)، (٢-٧)، وتوجيه الطلبة إلى النقاط الآتية:

- عند تحديد الزاوية (θ) بين خط المجال والإزاحة، يجب الانتباه إلى أن (جتا θ) قد يكون موجبًا أو سالبًا أو صفرًا.
- إذا كان فرق جهد بين نقطتين صفرًا؛ فهذا يعني أنهما تقعان على سطح تساوي جهد (وهو مفهوم سيتم مناقشته لاحقًا).
- حساب فرق الجهد عبر مسارات مختلفة؛ للتوصّل إلى أن فرق الجهد لا يعتمد على المسار.

٥- مناقشة المثال (٢-٨) للتوصّل إلى علاقة لحساب سرعة بروتون عبر مجال كهربائي منتظم، والتأكيد على ما يأتي:

- يمكن تعميم العلاقة الواردة في المثال لحساب سرعة جسيم مشحون في مجال كهربائي منتظم، سواء أكانت شحنة الجسيم موجبة أم سالبة، مع مراعاة شروط تطبيق العلاقة؛ أن يكون وزن الجسيم مهملًا مقارنة بالقوة الكهربائية، وتكون سرعته الابتدائية صفرًا.

- تكمن أهمية هذه العلاقة في أنها تمكننا من حساب السرعة الكبيرة للجسيمات الذرية حيث يصعب قياسها عمليًا.

٦- توزيع الطلبة في مجموعات ثنائية، وإتاحة الوقت الكافي لحل أسئلة المراجعة (٢-٤)، وأسئلة الفصل (٦، ٧، ٨).

٧- مناقشة حلول الطلبة للأسئلة، وتصحيح الأخطاء إن وجدت، وتزويدهم بالاختبار القصير بوصفه تقويمًا.

٨- تزويد الطلبة بورقة العمل (٢-٣) بهدف تعزيز مهارات التفكير الناقد، وربط مفاهيم هذا الدرس بمفاهيم سابقة درسها الطالب، وهي المجال الكهربائي، وحركة شحنة في مجال كهربائي منتظم.

معلومات إضافية

المجال الكهربائي المنتظم في الحيز بين صفيحتين مشحونتين يعطى بالعلاقة الآتية: مـ = $\frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}$ ، كما أن المجال الكهربائي يرتبط بفرق الجهد بين الصفيحتين بالعلاقة: مـ = $\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$

وباستخدام هاتين العلاقتين، نتوصّل إلى أن الكثافة السطحية للشحنة تعطى بالعلاقة الآتية: $\sigma = \frac{\varepsilon_{\circ} \text{جـ}}{\text{ف}}$

وتبيّن لنا هذه العلاقة، أنه بالاعتماد على كميتين يمكن قياسهما عمليًا وهما: فرق الجهد بين الصفيحتين والبعد بينهما، يمكننا حساب كمية لا يوجد أداة عملية لقياسها وهي الكثافة السطحية للشحنة (σ).

الفروق الفردية

إثراء

ورقة العمل (٢-٣).

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الورقة والقلم.

أداة التقويم: اختبار قصير.

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) $\frac{\text{فولت}}{\text{م}} = \frac{\text{جول}}{\text{كولوم.م}} = \frac{\text{نيوتن.م}}{\text{كولوم.م}} = \text{نيوتن / كولوم}$

٢) $\text{ع} = \sqrt{\frac{٢ \text{جـ} \backsim}{\text{ك}}}$

أ) $\text{ك}_{e} < \text{ك}_{\rho} \Leftarrow$ سرعة الإلكترون أكبر

ب) بما أنهما تحركا عبر فرق الجهد نفسه ولهما الشحنة نفسها؛ فإن الطاقة الحركية لهما متساوية:

$\Delta \text{ط}_{\text{ح}} = \Delta \text{جـ} \backsim$

اختبار قصير

يبيّن الشكل الآتي أربع نقاط (أ، ، ب، د، هـ) تقع في مجال كهربائي منتظم ، معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل، وإذا كان فرق الجهد (جـ$_{دب}$) = ٦ فولت، أجب عمّا يأتي:

١) رتّب النقاط (أ، ب، د، هـ) من الأعلى جهدًا إلى الأقل جهدًا.

٢) احسب كلًّا من: شغل القوة الكهربائية، وشغل القوة الخارجية عند نقل إلكترون من(د) إلى (ب) بسرعة ثابتة.

٣) احسب : جـ$_{أد}$، جـ$_{هأ}$ ، جـ$_{هد}$

٤) املأ الفراغ في الجمل الآتية باختيار الكلمة المناسبة من الكلمات الواردة بين قوسين: (تزداد، تقل، تبقى ثابتة).

أ) عند انتقال بروتون من النقطة (ب) إلى النقطة (د)؛ فإن طاقة الوضع الكهربائية .....

ب) عند انتقال إلكترون من النقطة (أ) إلى النقطة (د)؛ فإن طاقة الوضع الكهربائية .....

جـ) عند انتقال بروتون من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)؛ فإن طاقة الوضع الكهربائية.....

د) عند انتقال إلكترون من النقطة (هـ) إلى النقطة (ب)؛ فإن طاقة الوضع الكهربائية .....

الحل

١) هـ ، د ، أ = ب

٢) ش$_{خ د \leftarrow ب}$ = ـــ$_{ه}$ (جـ$_{ب}$ − جـ$_{د}$)

= −١,٦×١٠$^{-١٩}$ ×−٦= ٩,٦×١٠$^{-١٩}$ جول.

ش$_{ك}$ = −٩,٦×١٠$^{-١٩}$جول.

٣) جـ$_{أد}$ = جـ$_{أب}$ + جـ$_{بد}$ = −٦ فولت.

جـ$_{هأ}$ = مـ ف$_{هأ}$ جتا صفر لحساب المجال: مـ = $\frac{\text{جـ}_{دب}}{ف}$ = $\frac{٦}{ف}$

= $\frac{٦}{ف}$ × ١,٥ ف ×١ = ٩,٠ فولت

جـ$_{هد}$ = جـ$_{هأ}$ + جـ$_{أب}$ + جـ$_{بد}$

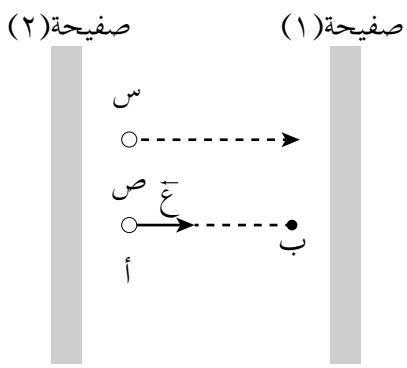
= ٩ +صفر+ −٦ = ٣ فولت

٤) من العلاقة Δط$_{و}$ = ـــ$_{ه}$ (جـ$_{نهائي}$ − جـ$_{ابتدائي}$):

أ) تزداد. ب) تقل. جـ) تبقى ثابتة. د) تزداد.

ورقة عمل (٢-٣)

العوامل المؤثّرة في حركة الشحنات الكهربائية داخل مجال كهربائي منتظم



يبيّن الشكل صفيحتين فلزيتين مشحونتين بشحنتين متساويتين في المقدار ومختلفتين في النوع. لتحديد اتجاه المجال الكهربائي في الحيز بين الصفيحتين، أدخل إلى المجال جسيم (س) كتلته (ك) وشحنته (– ش) فتحرك من السكون بالاتجاه المبيّن في الشكل. ثم أُدخل إلى المجال جسيم (ص) مساوٍ للجسيم (س) في الكتلة ومقدار الشحنة، وبسرعة ابتدائية (ع) فأكمل حركته بالاتجاه المبيّن في الشكل وتوقف عند النقطة (ب).

١- حدّد اتجاه المجال ونوع الشحنة على كل صفيحة

٢- أيهما أعلى جهدًا النقطة (أ)، أم النقطة (ب)؟

٣- ما نوع شحنة الجسيم (ص)؟

٤- قارن بين تسارع كل من الجسيمين (س، ص) من حيث: المقدار والاتجاه.

٥- إذا تضاعفت مساحة الصفيحتين مع بقاء البعد بينهما ثابتًا، وكذلك مقدار ونوع الشحنة على كل من الصفيحتين، بيّن أثر ذلك في كل من:

أ) فرق الجهد بين الصفيحتين

ب) الإزاحة التي يقطعها الجسيم (ص) قبل أن يتوقف.

إجابة ورقة عمل (٢-٣)

١- اتجاه المجال (-س)، الصفيحة (١) موجبة، الصفيحة (٢) سالبة.

٢- جـ$_{ب}$ > جـ$_{م}$ لأن (ب) أقرب إلى الصفيحة الموجبة.

٣- بما أن الجسيم (ص) توقف عند (ب)، إذن (ق$_{ك}$) عكس اتجاه (ع) أي باتجاه (-س) أي مع اتجاه المجال ⟵ شحنة (ص) : موجبة.

٤- ت = $\frac{\text{مـ}\,\vec{س}}{\text{ك}}$ الجسيمان لهما الكتلة والشحنة نفسها فلهما مقدار التسارع نفسه. واتجاه ($\vec{ت}_{س}$) عكس اتجاه ($\vec{ت}_{ص}$)؛ لأن اتجاه التسارع مع اتجاه القوه الكهربائية.

٥-

أ) جـ = مـ ف = $\frac{\sigma ف}{\varepsilon_{\circ}}$ = $\frac{\vec{س}}{\text{مـ}\,\varepsilon_{\circ}}$ ف ⟸ بثبوت الشحنة والبعد بين الصفيحتين؛ فإن فرق الجهد يقل إلى النصف، عند مضاعفة المساحة.

ب) الإزاحة تُحسب من العلاقة:

$ع_{٢}^{٢} = ع_{١}^{٢} + ٢ت\,\Delta س$

صفر = $ع_{١}^{٢} - ٢ت\,\Delta س$ (التسارع إشارته سالبة لأنه عكس اتجاه الحركة).

$\Delta س = \frac{ع_{١}^{٢}}{٢ت} = \frac{ع_{١}^{٢}}{٢\frac{\text{مـ}\,\vec{س}}{\text{ك}}}$

$\Delta س = \frac{ع_{١}^{٢}\,\text{ك}}{٢\,\text{مـ}\,\vec{س}}$

∴ المجال قل إلى النصف؛ فتزداد الإزاحة.

الدرس الخامس	سطوح تساوي الجهد	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يعرّف سطح تساوي الجهد.
- يتعرّف خصائص سطوح تساوي الجهد.
- يصف سطوح تساوي الجهد لتوزيعات مختلفة من الشحنات الكهربائية.
- يتوصّل إلى ارتباط سطوح تساوي الجهد بخطوط المجال الكهربائي.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

سطح تساوي جهد.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بما تعلموه في الحصة السابقة عن سطح تساوي الجهد، وتوجيه الأسئلة الآتية: ما المقصود بسطح تساوي الجهد؟ هل يلزم بذل شغل عند نقل شحنة بين نقطتين على سطح تساوي الجهد؟ هل تتغيّر طاقة الوضع الكهربائية لشحنة عند انتقالها على سطح تساوي جهد؟ مناقشة إجابات الطلبة، والتوصّل إلى تعريف سطح تساوي الجهد.

٢- توجيه الطلبة إلى دراسة الشكل (٢-٢٣) والشكل (٢-٢٤)، والإجابة عن الأسئلة الواردة في النشاط (٢-١) بهدف التعرّف إلى خصائص سطوح تساوي الجهد، والتأكيد على النقاط الآتية:

- شكل سطوح تساوي الجهد يعتمد على مصدر المجال. فمثلًا: سطوح تساوي الجهد للشحنة النقطية كروية الشكل ومركزها الشحنة نفسها.
- تقارب السطوح في منطقة ما، يدل على قيمة كبيرة للمجال عند تلك المنطقة.
- سطوح تساوي الجهد عمودية دائمًا على خطوط المجال الكهربائي.

٣- مناقشة مثال (٢-٩)، وعن طريق المثال التأكيد على أن الجسم المتصل بالأرض جهده صفر، ولكن ليس بالضرورة أن تكون شحنته صفرًا.

٤- إتاحة وقت كاف للطلبة لحل أسئلة المراجعة (٢-٥) ومناقشة الحل.

معلومات إضافية

في الكهرباء السكونية تعدّ الأرض مصدرًا (مخزنًا) للشحنات الكهربائية، وعند وصل موصل مشحون بالأرض؛ فإن الشحنات الكهربائية تنتقل من الموصل إلى الأرض أو من الأرض إلى الموصل إلى أن يصبح جهد الموصل مساويًا لجهد الأرض، وبذلك فإن الأرض هنا تعدّ مستوى مرجعيًّا، وأي جسم يتصل بالأرض جهده يساوي صفرًا ولكن ليس بالضرورة أن تكون شحنته صفرًا.

الفروق الفردية

إثراء

ورقة العمل (٢-٤).

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الورقة والقلم.

أداة التقويم: ورقة عمل (٢-٤).

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) أ) $جـ_{أب} = جـ_{أ} - جـ_{ب} = ٧٥ - ٢٥ = ٥٠$ فولت

ب) $ش_{ب \leftarrow د} = - ش_{.} (جـ_{د} - جـ_{ب})$ = صفر

٢) أ) (س، ص) نقطتان تقعان على سطح تساوي الجهد نفسه ؛ لذا، $جـ_{س} = جـ_{ص} = ٣$ فولت.

ب) المجال عند (س) أكبر بدليل تقارب سطوح تساوي الجهد في المنطقة التي توجد فيها النقطة س.

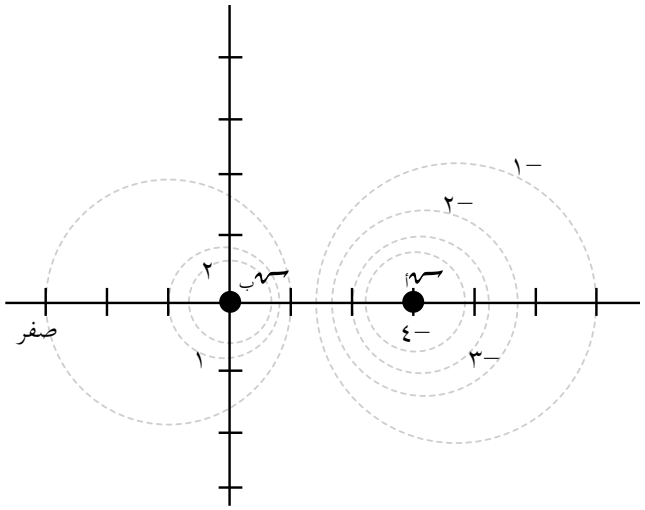
جـ) $ش_{ع \leftarrow ص} = ش_{.} (جـ_{ص} - جـ_{ع})$

$= ش_{ρ} (٣ - ٢)$

$= ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

ورقة عمل (٢-٤)

سطوح تساوي الجهد



يبيّن الشكل بعضًا من سطوح تساوي الجهد لشحنتين نقطيتين ($ش_أ$) و ($ش_ب$). عدّ كل وحدة على المحاور تمثّل (١) م، ومستعينًا بقيم الجهد الكهربائي المثبتة على كل سطح بوحدة الفولت، أجب عمّا يأتي:

١- أثبت أن $ش_أ = -٢ش_ب$

٢- احسب مقدار كل من الشحنتين.

إجابة ورقة عمل (٢-٤)

١- نأخذ نقطة على السطح الذي قيمة الجهد عنده صفر (مثلًا س) تبعد عن ($ش_أ$) (٢)م وتبعد عن ($ش_ب$) (١)م:

$$جـ_س = جـ_١ + جـ_٢ \Leftarrow جـ_١ = جـ_٢$$

$$\frac{أ\,ش_أ}{٢ف} = \frac{-أ\,ش_ب}{ف} \Leftarrow ش_أ = -٢ش_ب$$

٢- نأخذ نقطة على السطح الذي قيمة الجهد عنده (١) فولت (مثلًا ص) تبعد عن ($ش_أ$) (٤)م، وتبعد عن ($ش_ب$) (١)م:

$$جـ_ص = جـ_١ + جـ_٢$$

$$١ = \frac{أ\,ش_أ}{٤} + \frac{أ\,ش_ب}{١}$$

$$١ = ٩\times١٠^{٩}\left(\frac{-٢\,ش_ب}{٤} + ش_ب\right)$$

$$١ = ٩\times١٠^{٩}\left(\frac{-ش_ب}{٢} + ش_ب\right) \Leftarrow ١ = ٩\times١٠^{٩}\times\frac{ش_ب}{٢}$$

$$ش_ب = \frac{٢}{٩}\times١٠^{-٩} \text{ كولوم}$$

$$ش_أ = \frac{٤}{٩}\times١٠^{-٩} \text{ كولوم}$$

الدرس السادس	الجهد الكهربائي لموصل مشحون	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يصف الجهد الكهربائي لموصل مشحون.
- يفسّر حدوث تفريغ كهربائي للشحنات بالقرب من الرؤوس المدببة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

موصل مشحون، رؤوس مدببة، تفريغ كهربائي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بمفهوم (الموصل المشحون)، وعرض الشكل (٢-٢٩)، وتوجيه أسئلة مثل: عند شحن موصل، ماذا يحدث للشحنات الكهربائية؟ لماذا تستقر الشحنات على السطح الخارجي للموصل؟ كيف تتوزّع الشحنات على سطح الموصل إذا كان شكله منتظمًا؟ ماذا لو كان شكل الموصل غير منتظم؟ ما مقدار المجال داخل الموصل؟ ما مقدار الجهد داخل الموصل؟

٢- إدارة حوار بين الطلبة، والتوصّل عن طريق المناقشة إلى النقاط الرئيسة الآتية:

- عند شحن موصل؛ فإن الشحنات تستقر على سطحه الخارجي.
- الشحنات تتباعد عن بعضها قدر المتاح؛ لذا، فإن توزيع الشحنات على سطح الموصل يعتمد على شكله.
- يعدّ سطح الموصل المشحون سطح تساوي جهد.
- المجال داخل الموصل صفر، بينما الجهد داخل الموصل ثابت ويساوي الجهد على سطح الموصل.
- الكثافة السطحية العالية للشحنة قرب الرؤوس المدببة تولّد مجالًا كهربائيًّا قويًّا بالقرب منها.

٣- توجيه الأسئلة الآتية: هل الهواء مادة موصلة أم عازلة؟ هل يمكن أن يصبح الهواء موصلًا؟ ما الأثر الناتج من تولّد مجال كهربائي عالٍ بالقرب من الرؤوس المدببة؟ مناقشة إجابات الطلبة، وتفسير سبب حدوث تفريغ كهربائي بالقرب من الرؤوس المدببة.

٤- إتاحة وقت كاف للطلبة لحل أسئلة المراجعة (٢-٦) ومناقشة الحل.

معلومات إضافية

يصبح الهواء الجاف موصلًا؛ إذا تعرّض إلى مجال كهربائي مقداره (٣×١٠^{٦}) فولت/م تقريبًا، فإذا افترضنا أننا نريد شحن كرة نصف قطرها (١) سم؛ فإن أكبر فرق جهد يمكن أن تكتسبه الكرة ولا يؤدي إلى تأين الهواء حول الكرة يساوي: (جـ = ٣×١٠^{٦} ×١×١$^{-٢}$) = ٣٠٠٠٠ فولت. وبعض الغازات تحتاج إلى مجالات أكبر من هذه القيمة قبل أن تصبح موصلة.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل، الأسئلة والإجابات، الملاحظة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يصف الجهد الكهربائي لموصل مشحون.
٢	يفسّر حدوث التفريغ الكهربائي بالقرب من الرؤوس المدببة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	الرقم	اسم الطالب	١	٢
١				٦			
٢				٧			
٣				٨			
٤				٩			
٥				١٠			

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) أ) مـ$_{ب}$ = صفر < مـ$_{د}$ < مـ$_{م}$ = مـ$_{هـ}$

ب) جـ$_{د}$ < جـ$_{هـ}$ = جـ$_{م}$ < جـ$_{ب}$

جـ) لا، لأن الجهد داخل الموصل يساوي الجهد على سطحه.

$\Delta ط_{و} = \Delta جـ_{سـ} \Leftarrow \Delta جـ = ٠ \Leftarrow \Delta ط_{و} = ٠$

٢) لأن كثافة الشحنة تكون كبيرة عند الرؤوس المدببة؛ فيتولّد حولها مجال كهربائي قوي يعمل على تأيين جزيئات الهواء فيصبح الهواء موصلًا، ويحدث تفريغ كهربائي للشحنات في الهواء؛ فينشأ تيار كهربائي؛ فتظهر شرارة.

الدرس الأول	المواسع الكهربائي	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالمواسعة الكهربائية، والفاراد.
- يتوصّل إلى العوامل المؤثّرة في مواسعة مواسع ذي صفيحتين متوازيتين، ويعبّر عنها رياضيًّا.
- يفسّر أثر تغيّر أبعاد المواسع الهندسية (مساحة صفيحتيه، والمسافة بينهما) في مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين.
- يطبّق المعادلات الخاصة بالمواسع الكهربائي في حل مسائل حسابية.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف الحادي عشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مواسعات مختلفة، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

المواسعة الكهربائية، المواسع الكهربائي، المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين، مواسعة المواسع.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، العمل التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتوجيه الطلبة إلى أن الأجهزة الكهربائية تتكوّن في أساسها من دارات كهربائية، وأن هذا الفصل يتناول أحد مكوّنات الدارة وهو المواسع الكهربائي، وعرض نماذج لمواسعات مختلفة.

٢- توجيه الأسئلة الآتية : ما المقصود بالمواسع؟ ما مبدأ عمله؟ كيف يمكن استخدام مجموعة من المواسعات في دارة كهربائية؟ ولفت نظر الطلبة إلى أن هذه الأسئلة سيتم الإجابة عنها خلال هذا الفصل.

٣- توضيح المقصود بالمواسع، ووظيفته، وتركيبه، واستخداماته. وتوجيه الطلبة إلى أن المواسع في أبسط أشكاله يتكوّن من صفيحتين تفصل بينهما مادة عازلة (المواسع ذو الصفيحتين المتوازيتين).

٤- رسم الشكل (٣-٢)، ومناقشة الطلبة في كيفية شحن مواسع، والتعبير بيانيًّا عن العلاقة بين الجهد والشحنة في أثناء شحن المواسع.

٥- كتابة العلاقة (٣-١)، وتوجيه الطلبة إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية؛ بالاعتماد على هذه العلاقة: عرّف المواسعة؟ ما وحدة قياسها؟ هل يمكن أن تكون المواسعة سالبة؟

٦- مناقشة إجابات الطلبة، وكتابة تعريف المواسعة، وتعريف الفاراد. والتأكيد على أن شحنة المواسع يعبّر عنها بالقيمة المطلقة للشحنة على أي من صفيحتي المواسع؛ لذا، المواسعة موجبة دائمًا.

٧- حل الأمثلة (٣-١) و (٣-٢). وعن طريق مناقشة الحلول، يتم التأكيد على النقاط الآتية، كمقدمة للجزء الثاني من الدرس:

- تؤدي زيادة الشحنة على صفيحتي المواسع، إلى زيادة فرق الجهد بين صفيحتيه بحيث تبقى النسبة ($\frac{ش}{جـ}$) ثابتة.
- تعدّ المواسعة مقياسًا لقدرة المواسع على تخزين الشحنات الكهربائية. ويمكن مقارنة مفهوم المواسعة بمفهوم السعة؛ فقدرة وعاء على تخزين الماء تعتمد على أبعاده الهندسية.

٨- توجيه الأسئلة الآتية: ما الذي يجعل قدرة مواسع على تخزين الشحنة أكبر؟ لوكان لدينا مواسعين أحدهما مساحة صفيحته أكبر من الآخر، ووصلا مع البطارية نفسها، أي المواسعين يختزن شحنة أكبر؟ ويختزن طاقة أكبر؟ هل للبعد بين صفيحتي المواسع أثر في قدرة المواسع على تخزين الشحنات؟ ما العوامل التي تعتمد عليها مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين؟ وتوجيه الطلبة إلى أن هذه الأسئلة هي محور ورقة العمل (٣-١).

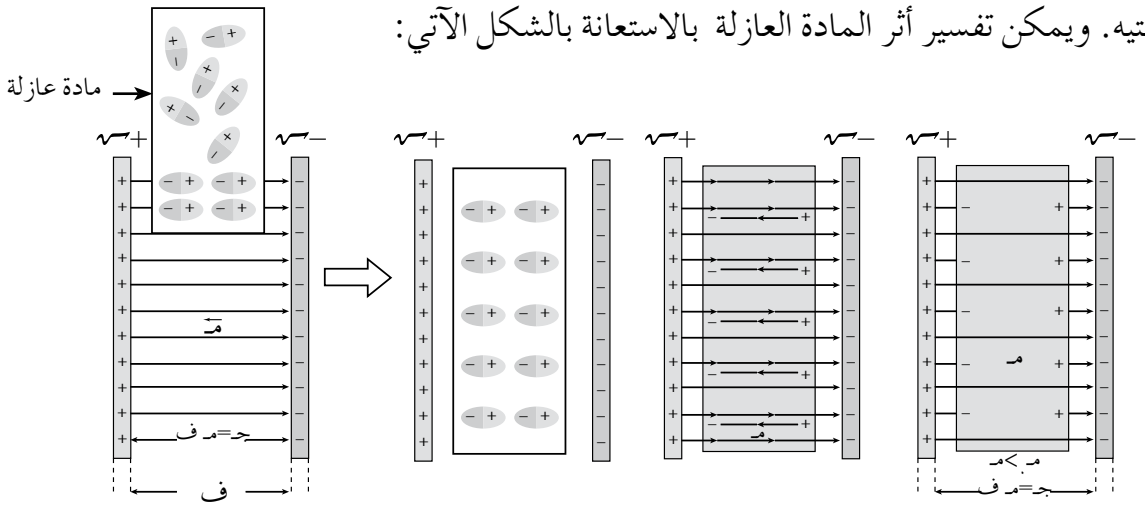
٩- توزيع الطلبة في مجموعات، وتوجيههم إلى حل ورقة العمل (٣-١)، وإتاحة الوقت الكافي للتواصل بين المجموعات، كي تعرض كل مجموعة نتائجها على المجموعات الأخرى.

١٠-مناقشه إجابات الطلبة، والتوصل إلى العوامل التي تعتمد عليها مواسعة المواسع، وكتابة العلاقة الرياضية التي تعبّر عن مواسعة المواسع عندما يكون الوسط الفاصل بين صفيحتيه هو الهواء.

١١-حل مثال (٣-٣)، وتوجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة (٣-١) بوصفه واجبًا بيتيًّا.

معلومات إضافية

- تزداد المواسعة الكهربائية للمواسع عند وضع طبقة من مادة عازلة مثل البلاستيك، أو الزجاج بين صفيحتيه. ويمكن تفسير أثر المادة العازلة بالاستعانة بالشكل الآتي:



- عند إدخال طبقة من مادة عازلة بين صفيحتي مواسع مشحون؛ فإن الشحنات داخل المادة العازلة تتأثر بالمجال الكهربائي للمواسع، وتترتّب كما هو مبيّن في الشكل، ويسمىّ هذا الأثر استقطابًا

(polarization)؛ فينشأ داخل المادة العازلة مجال كهربائي عكس اتجاه المجال الأصلي، وبذلك فإن محصلة المجال الكهربائي في الحيّز بين الصفيحتين يقل. فما أثر ذلك في مواسعة المواسع؟ وهل تختلف الإجابة إذا كان المواسع متصلاً ببطارية أم غير متصلٍ ببطارية؟

- المواسع المتصل ببطارية: عندما يقل المجال بين صفيحتيه، يقل فرق الجهد بينهما، فتقوم البطارية بتزويد المواسع بشحنات إضافية للمحافظة على جهده ثابتًا (مساويًا لجهد البطارية) وهذا يعني أن مواسعة المواسع تزداد.
- المواسع غير المتصل ببطارية: شحنته تبقى ثابتة، ونقصان المجال بين صفيحتيه يعني نقصان فرق الجهد بينهما، وبالرجوع إلى العلاقة (س = $\frac{\text{ش}}{\text{جـ}}$) نجد أن المواسعة تتناسب عكسيًّا مع فرق الجهد، أي أن مواسعته زادت.

الفروق الفردية

علاج

ورقة العمل (٣-١).

إثراء

مواسعان متساويان في مساحة الصفائح، البعد بين صفيحتي المواسع الثاني نصف البعد بين صفيحتي المواسع الأول، وشحنا باستخدام البطارية نفسها. قارن بين المواسعين من حيث: الشحنة، المجال الكهربائي، الكثافة السطحية للشحنة.

الحل

الخاصية	المواسع الأول	المواسع الثاني
المساحة	أ	أ
البعد بين الصفيحتين	ف	$\frac{\text{ف}}{٢}$
الجهد بين طرفي المواسع	جـ	جـ
المواسعة	س	٢س
الشحنة	س جـ	٢س جـ
المجال الكهربائي	$\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$	$\frac{\text{جـ}}{\text{ف}}$ ٢
الكثافة السطحية للشحنة	٤ هـ	٢ ٤ هـ

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.	
الرقم	**مؤشرات الأداء**
١	يوضّح المقصود بالمواسعة الكهربائية، والفاراد.
٢	يتوصّل إلى العوامل التي تؤثّر في مقدار مواسعة مواسع ذي صفيحتين متوازيتين.
٣	يفسّر أثر تغيّر أبعاد المواسع الهندسية في مقدار مواسعة المواسع.
٤	يطبّق المعادلات الخاصة بالمواسع الكهربائي.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) تمثّل (٣) ميكروفاراد مواسعة مواسع يختزن شحنة مقدارها (٣) ميكروكولوم عندما يكون فرق الجهد بين صفيحتيه (١) فولت.

٢) مواسعة المواسع الأول: ($س_١ = \frac{ش}{جـ}$) ومواسعة المواسع الثاني: ($س_٢ = \frac{٣ش}{جـ}$)، فإن:

$$\frac{س_١}{س_٢} = \frac{ش}{٣ش} \Leftarrow \frac{س_١}{س_٢} = \frac{١}{٣}$$

٣) أ) $س = \frac{٤٫٥ف}{ع}$ تضاعف البعد بين صفيحتيه (٣) مرات، يؤدي إلى نقصان المواسعة إلى الثلث.

ب) جهده يبقى ثابتًا؛ لأنه متصل بالبطارية.

جـ) $س = \frac{ش}{جـ}$ تقل الشحنة إلى الثلث، لأن المواسعة قلت إلى الثلث.

د) $مـ = \frac{جـ}{ع}$ يقل المجال إلى الثلث عند مضاعفة البعد ثلاث مرات.

٤) عند الضغط على المفتاح، يقل البعد بين صفيحتيه فتزداد المواسعة وفق العلاقة: ($س = \frac{٤٫٥ف}{ع}$).

٥) $مـ = \frac{\sigma}{\varepsilon_٥}$ ..... (١)

$مـ = \frac{جـ}{ع}$ ..... (٢)

$\frac{\sigma}{\varepsilon_٥} = \frac{جـ}{ع} \Leftarrow ع = \frac{\varepsilon_٥ جـ}{\sigma}$

$ع = \frac{٨٫٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١٥٠}{٣ \times ١٠^{-٤}}$

$ع = ٤٫٤٢ \times ١٠^{-٦}$ م

تحسب (σ) بوحدة كولوم/م^٢

$\sigma = ٣٠$ نانوكولوم/م^٢

$= \frac{٣٠ \times ١٠^{-٩}}{١٠^{-٤}}$ $\frac{\text{كولوم}}{\text{م}^٢}$

$= ٣ \times ١٠^{-٤}$ كولوم/م^٢

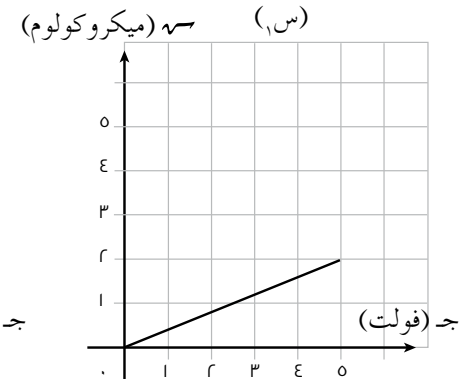
ورقة عمل (٣-١)
المواسع الكهربائي

تعد المواسعة مقياسًا لقدرة المواسع على تخزين الشحنات الكهربائية، وتعتمد مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين على أبعاده الهندسية، وهي: مساحة صفيحتيه والبعد بينهما، كما تعتمد المواسعة على السماحية الكهربائية للمادة العازلة بين صفيحتي المواسع.

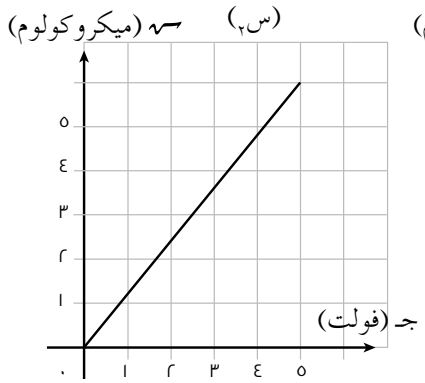
أولًا: دراسة العلاقة بين مواسعة المواسع، وأبعاده الهندسية.

صمّمت مجموعة من الطلبة تجربة بهدف دراسة العلاقة بين مواسعة المواسع وكل من: مساحة صفيحتيه، والبعد بينهما. لتنفيذ التجربة، استُخدمت ثلاثة مواسعات مختلفة في المواسعة، وشحنت المواسعات باستخدام البطارية نفسها، ثم مثّل الطلبة العلاقة بين فرق الجهد والشحنة للمواسعات الثلاثة، ويبيّن الشكل الآتي تلخيصًا للنتائج التي حصل عليها الطلبة:

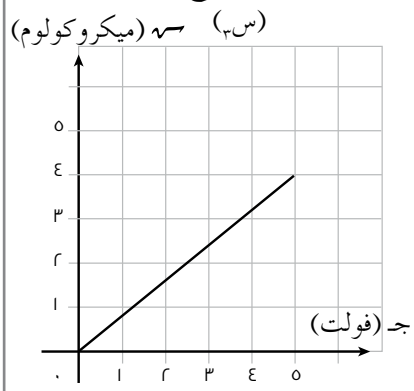
الشكل (أ)



الشكل (ب)



الشكل (ج)



رمز المواسع	س١	س٢	س٣
مساحـــة الصفيحتين	٢	٢	٢٢
البعد بين الصفيحتين	ف	$\frac{١}{٣}$ ف	ف
فرق جهد البطاريـــة	جـ	جـ	جـ

١- رتّب المواسعات الثلاثة من الأقل إلى الأكبر مواسعة، موضّحًا كيف توصّلت إلى الإجابة.

٢- توصّل الطلبة إلى النتيجة الآتية: «عن طريق دراسة الشكلين (أ)، (جـ) نستنتج أن مواسعة المواسع تتناسب طرديًّا مع مساحة صفيحتيه» بيّن صحة هذه النتيجة.

٣- اختر منحنيين تستطيع عن طريقهما أن تحدّد العلاقة بين مواسعة المواسع والبعد بين صفيحتيه، وحدّد نوع هذه العلاقة.

ثانيًا:

١- اشتقاق علاقة لحساب مواسعة مواسع ذي صفيحتين متوازيتين

أ) ابدأ بتعريف المواسعة من العلاقة: $س = \frac{ش}{جـ}$

ب) عوّض فرق الجهد (جـ = مـ ف): س =

جـ) عوّض المجال الكهربائي (مـ = $\frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}}$): س =

د) عوّض الكثافة السطحية ($\sigma = \frac{ش}{أ}$): س =

هـ) اختصر الشحنة لتتوصّل إلى العلاقة : $س = \frac{٤\pi_{\circ}}{ف}$

٢- اذكر العوامل التي تعتمد عليها مواسعة المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين.

إجابة ورقة عمل (٣-١)

أولًا:

١- المواسعة = ميل الخط المستقيم لمنحنى (الشحنة – الجهد).

$س_{١} < س_{٣} < س_{٢}$

٢- من دراسة الشكلين (أ) ، (جـ) نلاحظ أن الشحنة للمواسع ($س_{٣}$) ضعف شحنة المواسع ($س_{١}$) بثبوت (جـ) و (ف). وبما أن $أ_{٣} = ٢أ_{١}$. فهذا يعني أن المواسعة تتناسب طرديًّا مع المساحة.

٢- من دراسة الشكلين (أ) ، (ب) نلاحظ أن شحنة المواسع ($س_{٢}$) ثلاثة أضعاف شحنة المواسع ($س_{١}$) بثبوت (جـ) و (أ). وبما أن $ف_{٢} = \frac{١}{٣} ف_{١}$؛ فإن المواسعة تتناسب عكسيًّا مع (ف).

ثانيًا:

١- $س = \frac{ش}{جـ} = \frac{ش}{مـ ف} = \frac{ش}{\frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}} ف} = \frac{ش}{ف \frac{ش}{٤\pi_{\circ}}} = \frac{٤\pi_{\circ}}{ف}$

٢- مساحة الصفيحتين، والبعد بينهما، وطبيعة الوسط الفاصل بين الصفيحتين.

الدرس الثاني	الطاقة المختزنة في المواسع ذي الصفيحتين المتوازيتين	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يفسّر مصدر الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع.
- يتوصّل إلى علاقة رياضية لحساب الطاقة المختزنة في المواسع .
- يوضّح تحوّلات الطاقة عند تفريغ شحنة المواسع عبر جهاز كهربائي (مصباح).

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف الحادي عشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مواسعات مختلفة، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

الطاقة المختزنة في مواسع، وتفريغ المواسع.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بما تعلموه في الحصة السابقة عن وظيفة المواسع، وهي تخزين الطاقة، وتوجيه السؤال الآتي: ما مصدر الطاقة التي يختزنها المواسع؟ كيف نحسب هذه الطاقة؟

٢- مناقشة الطلبة؛ للتوصّل إلى أن الشغل الذي تبذله البطارية في أثناء شحن المواسع يختزن في المواسع بصورة طاقة وضع كهربائية، وتوجيه السؤال الآتي: كيف يمكن حساب هذا الشغل؟

٣- رسم الشكل البياني (٣-٧)، ومناقشة الطلبة للتوصّل إلى أن المساحة الكلية تحت المنحنى تساوي الشغل الكلي الذي تبذله البطارية لشحن المواسع (الطاقة المختزنة في المواسع).

٤- كتابة العلاقة (٣-٣) لحساب الطاقة المختزنة في المواسع، والعلاقتين (٣-٤)، (٣-٥) وهي صور أخرى للتعبير عن الطاقة المختزنة في المواسع.

٥- توجيه السؤال الآتي: كيف يمكن تفريغ الطاقة المختزنة في المواسع؟ ورسم الشكل (٣-٨) ومناقشة مبدأ عمل دارة التفريغ.

٦- حل مثال (٣-٤) وأسئلة المراجعة (٣-٢) بمشاركة الطلبة.

٧- تزويد الطلبة بالأسئلة الواردة في بند (علاج) و (إثراء) بوصفها واجبًا بيتيًّا.

معلومات إضافية

- قيم المواسعات الواردة في هذا الفصل معطاة بالميكروفاراد والبيكوفاراد، ما يدل على أن الفاراد يعدّ وحدة قياس كبيرة نسبيًّا، فمثلاً لتصميم مواسع مواسعته (١) فاراد باستخدام صفيحتين البعد بينهما (١) مم وبتطبيق العلاقة (س= $\frac{٤ \text{ط}}{\text{ف}}$)، نجد أننا نحتاج إلى صفائح مساحتها (١١٣) مليون م٢ تقريبًا! ولكن هذا لا يعني أنه لا يوجد مواسعات ذات مواسعة عالية، إذ استطاع العلماء في منتصف القرن العشرين تصميم مواسعات مواسعاتها بمئات الفاراد وتعرف باسم (supercapacitors)، ويتكوّن المواسع الفائق المواسعة، بأبسط أشكاله من صفيحتين مغمورتين في محلول كهرلي تفصل بينهما طبقة رقيقة جدًّا من مادة عازلة.
- في المواسع الفائق المواسعة، تطلى الصفيحتان بمادة كربونية (activated carbon) أو تصنع الصفيحتان من مواد تركيبها الأساسي عنصر الكربون، كما يسعى العلماء إلى استخدام مادة (Graphene) لإنتاج مواسعات ذات مواسعة عالية جدًّا. والهدف من استخدام هذه المواد، توفير مساحة كبيرة تزيد من قدرة الصفائح على تخزين الشحنات. ولتوضيح الفكرة؛ تخيل أن الشحنات الكهربائية قطرات من الماء، فالمواسع العادي يشبه قطعة من القماش تمتص القليل من الماء إذا قورنت بقطعة مماثلة من الإسفنج، إذ يمكن تشبيه صفائح المواسع الفائق المواسعة بالإسفنج!

الفروق الفردية

علاج

مواسع شُحن عن طريق وصله مع بطارية، ثم أُحدث تغيير في البعد بين صفيحتيه، والجدول الآتي يعطي بيانات عن المواسع قبل إحداث التغيير وبعده. بالاعتماد على البيانات الواردة في الجدول، أجب عما يأتي:

الوضع	فرق الجهد	الشحنة	المواسعة	المجال	الطاقة
الابتدائي	جـ	~~	س	ــــــــ	ط
النهائي	٢جـ	~~	$\frac{\text{س}}{٢}$	مـ	ــــــ

١) أي العبارات الآتية تصف التغيّر الذي طرأ على المواسع:

أ) البعد بين صفيحتيه تضاعف، مع بقاء المواسع متصل مع البطارية.

ب) البعد بين صفيحتيه تضاعف، بعد فصل المواسع عن البطارية.

جـ) البعد بين صفيحتيه قل إلى النصف، بعد فصل المواسع عن البطارية.

د) البعد بين صفيحتيه قل إلى النصف، مع بقاء المواسع متصلًا مع البطارية.

٢) إملأ الفراغات في الجدول بما هو مناسب.

الحل

١) ب) البعد بين صفيحتيه تضاعف بعد فصل المواسع عن البطارية.

٢) المجال: مـ ، الطاقة: ٢ط

إثراء

مواسع ذو صفيحتين متوازيتين، مساحة كل صفيحة (٥×١٠^{-٦}) م^{٢}، والبعد بينهما ($١,٧٧ \times ١٠^{-٤}$) م :

١) احسب مواسعة المواسع.

٢) وصل المواسع مع بطارية فرق جهدها (١٢×١٠^{-٢}) فولت حتى شُحن تمامًا، احسب:

أ) الشحنة النهائية للمواسع.

ب) الكثافة السطحية للشحنة على كل من صفيحتيه.

جـ) فرق الجهد بين نقطة تقع في منتصف المسافة بين الصفيحتين، ونقطة تقع على الصفيحة الموجبة

٣) بعد شحن المواسع تمامًا، فُصل عن البطارية ووصل مع مصباح كهربائي لتفريغ شحنته، احسب مقدار الطاقة المختزنة في المواسع في اللحظة التي تنخفض عندها شحنة المواسع إلى ٧٠٪ من الشحنة الأصلية؟

الحل

١) $س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف} = \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{١,٧٧ \times ١٠^{-٤}} = ٢٥ \times ١٠^{-١٤}$ فاراد

٢) $شـ = س \, جـ = ٢٥ \times ١٠^{-١٤} \times ١٢ \times ١٠^{-٢} = ٣ \times ١٠^{-١٤}$ كولوم

$$\sigma = \frac{شـ}{أ} = \frac{٣ \times ١٠^{-١٤}}{٥ \times ١٠^{-٦}} = ٦ \times ١٠^{-٩} \text{ كولوم / م}^{٢}$$

$$جـ = \frac{١٢ \times ١٠^{-٢}}{٢} = ٦ \times ١٠^{-٢} \text{ فولت}$$

٣) $شـَ = \frac{٧٠}{١٠٠} \times شـ = \frac{٧٠}{١٠٠} \times ٣ \times ١٠^{-١٤} = ٢,١ \times ١٠^{-١٤}$ كولوم

$$ط = \frac{١}{٢} \times \frac{شـَ^{٢}}{س} = \frac{(٢,١ \times ١٠^{-١٤})^{٢}}{٢٥ \times ١٠^{-١٤}} \times \frac{١}{٢} = \frac{٤,٤١}{٥٠} \times ١٠^{-١٤} \text{ جول}$$

$ط = ٨,٨٢ \times ١٠^{-١٦}$ جول

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: مراجعة الذات.

أداة التقويم: سجل وصف سير التعلم.

اسم الطالب:..... موضوع الدرس:.....

الأمور التي تعلمتها اليوم:

.....

.....

الأمور التي واجهت صعوبة في فهمها:

.....

.....

ملاحظات المعلم:

.....

.....

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) $ط = \frac{١}{٢}$ س $جـ^{٢}$

$ط_{١} = \frac{١}{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٤٠٠ = ٤ \times ١٠^{-٤}$ جول

$ط_{٢} = \frac{١}{٢} \times ٤ \times ١٠^{-٦} \times ١٠٠ = ٢ \times ١٠^{-٤}$ جول

يختزن المواسع الأول طاقة أكبر.

٢) عند مضاعفة البعد بين صفيحتي المواسع مرتين، تقل المواسعة إلى النصف وفق العلاقة ($س = \frac{٤ \pi أ}{ف}$)، وبما أن المواسع شُحن وفُصل عن البطارية؛ فإن شحنته تبقى ثابتة، وعليه:

$ط_{١} = \frac{١}{٢} \frac{ش^{٢}}{س}$

$ط_{٢} = \frac{١}{٢} \frac{ش^{٢}}{\frac{١}{٢} س} \Leftarrow ط_{٢} = ٢ ط_{١}$ إذن؛ تتضاعف طاقته مرتين.

٣) أ) $س = \frac{ش}{جـ} = \frac{١٠ \times ١٠^{-٦}}{٢} = ٥ \times ١٠^{-٦}$ فاراد.

ب) $ط = \frac{١}{٢} ش جـ = \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ١٠ \times ١٠^{-٦} \times ٢ = ١٠ \times ١٠^{-٦}$ جول

جـ) $ط = \frac{١}{٢}$ س $جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٥ \times ١٠^{-٦} \times (١٢)^{٢} = ٣٦٠ \times ١٠^{-٦}$ جول .

الدرس الثالث	توصيل المواسعات	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يتوصّل إلى العلاقات الرياضية الخاصة بالمواسعات وتوصيلها على التوالي وعلى التوازي؛ لحساب الشحنة والجهد والمواسعة المكافئة.
- يطبّق العلاقات الرياضية بتوصيل المواسعات على التوالي وعلى التوازي، في حل مسائل حسابية.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مواسعات مختلفة، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

توصيل المواسعات على التوازي، توصيل المواسعات على التوالي، المواسعة المكافئة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بأن المواسعات تستخدم في العديد من التطبيقات العملية، وتوجيه السؤال الآتي: قد يلزم في تطبيق عملي قيمة محددة للمواسعة ليست متوافرة، فكيف يمكن الحصول عليها؟ هل يمكن أن نستبدل مجموعة من المواسعات بمواسع واحد يؤدي الوظيفة نفسها؟

٢- تلقّي إجابات الطلبة، وتوضيح أن المواسعات يمكن توصيلها بطريقتين وهما: التوازي والتوالي.

٣- رسم الشكل (٣-١٠)، الذي يوضّح مواسعين متصلين مع بطارية على التوازي، وتوجيه الأسئلة الآتية: أي المواسعان يتصل مباشرة مع البطارية؟ ما العلاقة بين جهد كل مواسع وجهد البطارية؟ هل المواسعان متساويان في الشحنة؟ إذا أردنا استبدال مواسع واحد بمواسعين له تأثيرهما معًا (مواسع مكافئ)؛ فكم يكون جهده؟ كم تكون شحنته؟

٤- مناقشة إجابات الطلبة، والتأكيد على الخصائص الرئيسة للتوصيل على التوازي الواردة في الدرس.

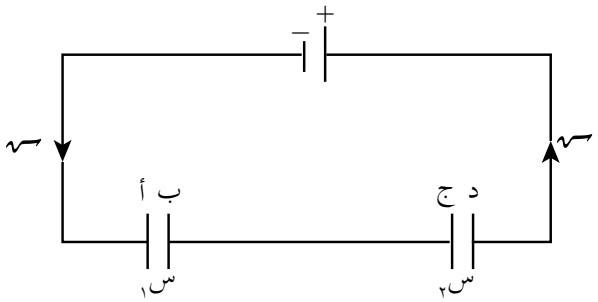
٥- توجيه السؤال الآتي: كيف نحسب مواسعة المواسع المكافئ لمواسعين يتصلان على التوازي؟ مناقشة الطلبة، والتوصّل معهم إلى العلاقة الخاصة بحساب المواسعة المكافئة لمواسعات متصلة على التوازي.

٦- رسم الشكل (٣-١١)، الذي يوضّح مواسعين متصلين مع بطارية على التوالي، وتوجيه الأسئلة الآتية: هل يتصل كل مواسع مع البطارية مباشرة؟ كيف يشحن المواسعان؟ هل المواسعان متساويان في الشحنة؟ هل المواسعان متساويان في الجهد؟ إذا أردنا استبدال مواسع واحد بمواسعين له تأثيرهما معًا (مواسع مكافئ)؛ فكم تكون شحنته؟ وكم يكون جهده؟

٧- مناقشة إجابات الطلبة، والتأكيد على الخصائص الرئيسة للتوصيل على التوالي.
٨- توجيه السؤال الآتي: كيف نحسب مواسعة المواسع المكافئ لمواسعين يتصلان على التوالي؟ مناقشة الطلبة والتوصّل معهم إلى العلاقة الخاصة بحساب المواسعة المكافئة لمواسعات متصلة على التوالي.
٩- مناقشه المثال (٣-٥) بمشاركة الطلبة على اللوح.
١٠-توزيع الطلبة في مجموعات، ثم توجيه المجموعات إلى مناقشة أسئلة المراجعة (٣-٣) وإتاحة وقت كافٍ كي يقوم الطلبة بحل أسئلة المراجعة (٣-٣)، ومناقشة الحل.
١١-تزويد الطلبة بورقة العمل (٣-٢) بوصفها اختبارًا قصيرًا.

معلومات إضافية

عند وصل مواسعين مع بطارية على التوالي؛ فإن الشحنة على كل من المواسعين تكون متساوية، فإذا كانت شحنة المواسع الأول (ـــ٨)؛ فإن شحنة المواسع الثاني (ـــ٨)، وقد يعتقد البعض أن الشحنة الكلية المختزنة في المواسعين (٢ـــ٨) وهذا غير صحيح. ويمكن توضيح ذلك بالاعتماد على الشكل الآتي:



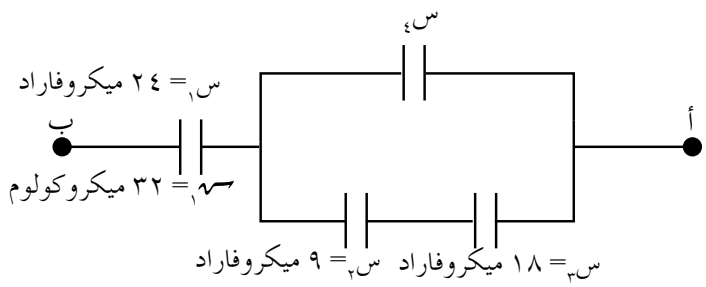
الصفيحتان (أ) و (د) تتصلان مباشرة مع البطارية، فتشحنان بشحنة (-ـــ٨) و(+ـــ٨) نتيجة وجود فرق جهد بين كل صفيحة وأحد قطبي البطارية، أما الصفيحتان (ج) و (د) فتشحنان بالحث؛ لذا، فإن الشحنة الكلية المسحوبة من مصدر الشحن (ـــ٨)، وعند استبدال مواسع مكافئ بالمواسعين؛ فإن الشحنة الكلية تساوي (ـــ٨).

الفروق الفردية

إثراء

وصلت مجموعة من المواسعات كما في الشكل المجاور، فإذا علمت أن فرق الجهد بين النقطتين (أ، ب) يساوي (٤) فولت، وبالاعتماد على البيانات المثبتة في الشكل، احسب:

١) الشحنة الكلية لمجموعة المواسعات.
٢) مقدار المواسعة الكهربائية ($س_٤$).



الحل

١) $\text{ش}_{\text{الكلية}} = \text{ش}_{١} = ٣٢ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

٢) $\text{س}_{م} = \frac{\text{ش}_{\text{الكلية}}}{\text{جـ}_{ك}} = \frac{٣٢ \times ١٠^{-٦}}{٤} = ٨ \times ١٠^{-٦}$ فاراد.

$$\frac{١}{\text{س}_{م}} = \frac{١}{\text{س}_{١}} + \frac{١}{\text{س}_{\text{توازي}}}$$

$$\frac{١}{٨} = \frac{١}{٢٤} + \frac{١}{\text{س}_{\text{توازي}}} \Leftarrow \text{س}_{\text{توازي}} = ١٢ \text{ ميكروفاراد}$$

$\text{س}_{\text{توازي}} = \text{س}_{٤} + \text{س}_{\text{توالي}}$ حيث $\text{س}_{\text{توالي}}$: المواسعة المكافئة للمواسعين ($\text{س}_{١}$، $\text{س}_{٢}$)

$$١٢ = \text{س}_{٤} + \frac{٩ \times ١٨}{٩ + ١٨}$$

$\text{س}_{٤} = ٦$ ميكروفاراد

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الورقة والقلم.

أداة التقويم: اختبار قصير، ورقة عمل (٣-٢).

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) (أ) $\text{ط} = \frac{١}{٢} \text{ س جـ}^{٢}$

وبما أن فرق الجهد ثابت، $\text{س}_{م \text{ توازي}} > \text{س}_{م \text{ توالي}}$ فإن:

$\text{ط}_{\text{توازي}} > \text{ط}_{\text{توالي}}$

٢) $\text{س}_{٢}$ و$\text{س}_{٤}$ على التوالي

$$\frac{١}{\text{س}_{\text{توالي}}} = \frac{١}{\text{س}_{٢}} + \frac{١}{\text{س}_{٤}}$$

$$= \frac{١}{٢} + \frac{١}{٢} \Leftarrow \text{س}_{\text{توالي}} = ١ \text{ ميكروفاراد}$$

$\text{س}_{\text{توالي}}$ و$\text{س}_{٣}$ على التوازي

$\text{س}_{\text{توازي}} = \text{س}_{\text{توالي}} + \text{س}_{٣}$

$= ١ + ٢ = ٣$ ميكروفاراد

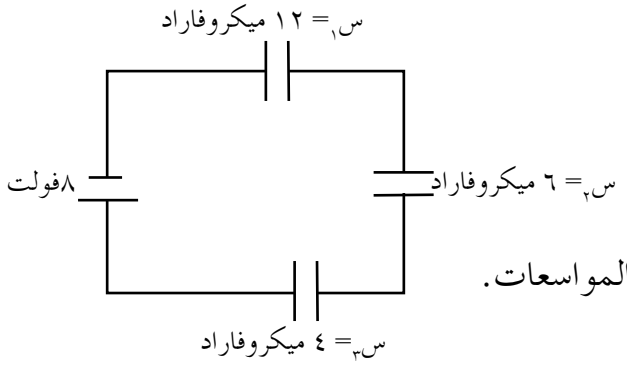
$\text{س}_{\text{توازي}}$ و $\text{س}_{١}$ على التوالي

$$\frac{١}{\text{س}_{م}} = \frac{١}{٣} + \frac{١}{٢} \Leftarrow \frac{١}{\text{س}_{م}} = \frac{٥}{٦} \Leftarrow \text{س}_{م} = \frac{٦}{٥} \text{ ميكروفاراد}$$

ورقة عمل (٣-٢)

توصيل المواسعات

١- يبيّن الشكل ثلاثة مواسعات تتصل على التوالي مع بطارية. معتمدًا على القيم المثبتة على الشكل، احسب كل ممّا يأتي:



أ) المواسعة المكافئة.

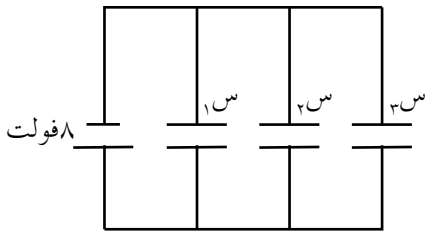
ب) الشحنة الكلية.

جـ) شحنة كل مواسع.

د) الطاقة الكلية التي أنتجتها البطارية لشحن المواسعات.

هـ) الطاقة المختزنة في كل مواسع.

٢- يبيّن الشكل ثلاثة مواسعات (س١ ، س٢ ، س٣) تتصل على التوازي مع بطارية، إذا علمت أن قيم المواسعات على الترتيب (١٢، ٦، ٤) ميكروفاراد؛ فاحسب كلًا ممّا يأتي:



أ) المواسعة المكافئة.

ب) الشحنة الكلية.

جـ) شحنة كل مواسع.

د) الطاقة الكلية التي أنتجتها البطارية لشحن المواسعات.

هـ) الطاقة المختزنة في كل مواسع.

إجابة ورقة عمل (٣-٢)

١- أ) $\frac{١}{س} = \frac{١}{١٢} + \frac{١}{٦} + \frac{١}{٤}$

$\frac{١}{س} = \frac{٦}{١٢}$

$س_م$ = ٢ ميكروفاراد

ب) $ش_{كلية} = س_م \times جـ$

$= ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٨$

$= ١٦ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

جـ) $ش_١ = ش_٢ = ش_٣ = ١٦ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

د) ط = $\frac{1}{2}$ ـــ جـ

= $\frac{1}{2}$ × ١٦ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٦٤ × ١٠ $^{-٦}$ جول

هـ) ط = $\frac{1}{2}$ $\frac{ـــ^{٢}}{س}$

ط$_{١}$ = $\frac{1}{2}$ × $\frac{(١٦ \times ١٠^{-٦})^{٢}}{١٢ \times ١٠^{-٦}}$ = $\frac{٣٢}{٣}$ × ١٠ $^{-٦}$ جول

ط$_{٢}$ = $\frac{1}{2}$ × $\frac{(١٦ \times ١٠^{-٦})^{٢}}{٦ \times ١٠^{-٦}}$

ط$_{٢}$ = $\frac{٦٤}{٣}$ × ١٠ $^{-٦}$ جول

ط$_{٣}$ = $\frac{1}{2}$ × $\frac{(١٦ \times ١٠^{-٦})^{٢}}{٤ \times ١٠^{-٦}}$ = ٣٢ × ١٠ $^{-٦}$ جول

٢- أ) س$_{م}$ = س$_{١}$ + س$_{٢}$ + س$_{٣}$

س$_{م}$ = ١٢ + ٦ + ٤ = ٢٢ميكروفاراد

ب) ـــ$_{كلية}$ = س$_{م}$ جـ

ـــ$_{ك}$ = ٢٢ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨

= ١٧٦ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم

جـ) ـــ$_{١}$ = ١٢ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٩٦ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم

ـــ$_{٢}$ = ٦ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٤٨ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم

ـــ$_{٣}$ = ٤ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٣٢ × ١٠ $^{-٦}$ كولوم

د) ط = $\frac{1}{2}$ ـــ جـ

= $\frac{1}{2}$ × ١٧٦ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٧٠٤ × ١٠ $^{-٦}$ جول

هـ) ط = $\frac{1}{2}$ ـــ جـ

ط$_{١}$ = $\frac{1}{2}$ × ٩٦ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ٣٨٤ × ١٠ $^{-٦}$ جول

ط$_{٢}$ = $\frac{1}{2}$ × ٤٨ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ١٩٢ × ١٠ $^{-٦}$ جول

ط$_{٣}$ = $\frac{1}{2}$ × ٣٢ × ١٠ $^{-٦}$ × ٨ = ١٢٨ × ١٠ $^{-٦}$ جول

الدرس الرابع	المواسعات في التطبيقات العملية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يصف أحد أشكال المواسعات المستخدمة عمليًّا.
- يربط بين تصميم المواسع بشكل معين، وأثر ذلك في قدرة المواسع على تخزين الشحنات.
- يفسّر وجود حد أعلى للشحنات الممكن تخزينها في مواسع.
- يشرح مبدأ عمل المصباح الومّاض في آلة التصوير الفوتوغرافي.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مواسع أسطواني.

المفاهيم والمصطلحات

الحد الأعلى لجهد المواسع.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بأن المواسعات تستخدم في الكثير من التطبيقات العملية، وعرض نموذج لمواسع بسيط يتكوّن من شريطين ملفوفين على شكل أسطوانة، تفصل بينهما مادة عازلة، وتوجيه السؤالين الآتيين: ممّ يتكون المواسع؟ ما الهدف من تصميم المواسع بهذه الطريقة؟

٢- تلقّي الإجابات، وتوجيه الطلبة إلى أن الهدف من تصميم المواسع بهذه الطريقة زيادة قدرته على تخزين الشحنات، إلا أنه يوجد حد أعلى للشحنة التي يمكن تخزينها في المواسع.

٣- عرض مواسع بسيط مثل المواسع المبين في الشكل (٣-١٧)، وسؤال الطلبة عن الأرقام المكتوبة على المواسع؛ (المواسعة وفرق الجهد)، ومناقشة مفهوم الحد الأعلى لفرق الجهد المسموح توصيله على المواسع لحمايته من التلف.

٤- رسم الدارة (٣-١٨) وتوضيح مبدأ عمل المصباح الومّاض في آلة التصوير بوصفه تطبيقًا عمليًّا على المواسعات.

٥- مناقشة أسئلة المراجعة (٣-٤).

معلومات إضافية

في آلة التصوير، قد تكون الطاقة المختزنة في المواسع قليلة، إلا أن عملية تفريغ الطاقة تتم في مدة زمنية صغيرة، فمثلًا في آلة التصوير الفوتوغرافي، يمكن تفريغ (١) جول من الطاقة خلال (١) ملي ثانية، وهذا يعني أن قدرة المصباح الومّاض تقريبًا (١) كيلو واط.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: سجل وصف سير التعلم.

اسم الطالب:..... موضوع الدرس:.....

الأمور التي تعلمتها اليوم:

.....

.....

الأمور التي واجهت صعوبة في فهمها:

.....

.....

ملاحظات المعلم:

.....

.....

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) عند زيادة الشحنة على الحد الأعلى؛ فإن زيادة فرق الجهد بين صفيحتي المواسع عن قيمة معينة يؤدي إلى زيادة المجال إلى قيمة تؤدي لحدوث تفريغ كهربائي للشحنات، عبر المادة العازلة الفاصلة بين صفيحتي المواسع، ما يؤدي إلى تلف المواسع.

٢) قام بتوصيلها على التوالي؛ لأنه في التوصيل على التوالي نحصل على مواسعة أقل من مواسعة المواسعات منفردة.

$$\frac{١}{س_م} = \frac{ن}{س}$$

$$\frac{١}{٢٠} = \frac{ن}{٢٠٠}$$

ن = ١٠ مواسعات

الدرس الأول	التيار الكهربائي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بكل من: ناقلات الشحنة، والتيار الكهربائي، والسرعة الانسياقية.
- يتوصّل إلى العلاقة الرياضية بين السرعة الانسياقية للإلكترونات، والتيار الكهربائي في الموصل.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

ناقلات الشحنة، التيار الكهربائي، الأمبير، السرعة الانسياقية.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر(الحوار والمناقشة)، التعلم التعاوني (مجموعات ثنائية).

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس، بتذكير الطلبة بمفهوم الشحنة الكهربائية والتيار الكهربائي الذي مر معهم في الصف العاشر وتوجيه السؤال الآتي: ما المقصود بناقلات الشحنة؟ مناقشة إجابات الطلبة، والإشارة إلى أنه سيتم دراسة الموصلات التى تكون فيها الإلكترونات ناقلات الشحنة، ويُطلب إلى الطلبة ذكر أمثلة على تلك الموصلات.

٢- توجيه الطلبة إلى وصف حركة الإلكترونات في تلك الموصلات بغياب المجال الكهربائي، والتوصّل معهم إلى وصف الحركة بأنها عشوائية، مبينًا بالرسم أن الحركة العشوائية للإلكترونات لا تنتج تيارًا كهربائيًّا.

٣- توجيه السؤالين الآتيين: ماذا لو وُصل طرفا الموصل مع بطارية؟ ما الذي يحدث لحركة الشحنات؟ ثم تُرسم دارة بسيطة تحتوي على بطارية وموصل، وتوضيح ما يحدث لحركة الشحنات بوجود المجال الكهربائي، والتوصّل مع الطلبة إلى مفهوم متوسط التيار الكهربائي.

٤- توجيه السؤال الآتي: ما وحدة قياس التيار الكهربائي؟ والطلب إليهم تعريف الأمبير، وتوضيح أن الاتجاه الاصطلاحي للتيار، يكون باتجاه حركة الشحنات الموجبة.

٥- الاستعانة بالشكل (٤-١) لوصف حركة الإلكترونات الحرة في موصل، وأثر وجود المجال الكهربائي في تسريع تلك الإلكترونات، وتوجيه الطلبة إلى تفسير السرعات المتفاوتة للإلكترونات المتحركة، وكذلك سبب المسار المتعرّج الذي تسلكه، وتوضيح المقصود بالسرعة الانسياقية.

٦- توجية السؤال: ما العلاقة بين السرعة الانسياقية للإلكترونات الحرة داخل الموصل، والتيار الذي يسري في ذلك الموصل عند ثبوت درجة حرارته؟ استخدام الشكل(٤-٢)؛ للتوصّل مع الطلبة إلى العلاقة (٤-٢).

٧- توجيه الطلبة إلى تفسير صغر مقدار السرعة الانسياقية للإلكترونات الحرة في الموصلات الفلزية.

٨- توجيه الطلبة إلى حل المثال (٤-١) على اللوح، ثم حل السؤال الرابع من أسئلة المراجعة (٤-١)، ثم مناقشة إجابات الطلبة.

٩- توجيه الطلبة إلى حل ورقة عمل (٤-١) بوصفه واجبًا بيتيًّا.

الأخطاء الشائعة

قد يعتقد بعض الطلبة أن التيار كمية متجهة، وذلك لوضع اتجاه له في الدارت الكهربائية. ينوه المعلم إلى أن اتجاه التيار اصطلاحي، وهو يعبّر عن اتجاه حركة الشحنات الموجبة في الدارة.

الفروق الفردية

علاج

إذا كان التيار الكهربائي المتولّد عند الضغط على أحد مفاتيح آلة لوحة التحكّم في جهاز الحاسوب مدة (١٠) ملي ثانية، يساوي (٣٢٠) ميكرو أمبير، فاحسب:

١) مقدار الشحنة الكهربائية التي أنتجت هذا التيار.

٢) عدد الإلكترونات المتحركة التي عبرت المقطع في ذلك الزمن. (عُدَّ $ش_e = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم).

الحل

١) $ت = \frac{\Delta ش}{\Delta ز} \Leftarrow \Delta ش = ت \Delta ز$

$\Delta ش = ٣٢٠ \times ١٠^{-٦} \times ١٠ \times ١٠^{-٣} = ٣,٢ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

٢) باستخدام مبدأ تكمية الشحنة، نطبّق العلاقة:

$\Delta ش = ن \times ش_e$

$ن = \frac{\Delta ش}{ش_e} = \frac{٣,٢ \times ١٠^{-٦}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٢ \times ١٠^{١٣}$ إلكترون

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل (سؤال وإجابة)، ومناقشة أسئلة المراجعة (٤-١)، الورقة والقلم.

أداة التقويم: ورقة العمل (٤-١).

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) التيار الكهربائي: كمية الشحنة التي تعبر مقطع موصل في وحدة الزمن.

الأمبير: التيار الكهربائي الذي يسري في موصل، عندما يعبر مقطعه كمية من الشحنة مقدارها (١)كولوم في ثانية واحدة.

السرعة الانسياقية: متوسط السرعة التي تتحرك بها الإلكترونات الحرة داخل الموصل، عندما تنساق بعكس اتجاه المجال الكهربائي المؤثّر فيها.

٢) إن مقدار الشحنة التي تعبر مقطع هذا الموصل في ثانية واحدة تساوي (٦) كولوم.

٣) وذلك لكبر عدد الإلكترونات الحرة لوحدة الحجوم في الفلزات (نَ)، فتكون فرصة التصادمات بين الإلكترونات وذرات الفلز والإلكترونات مع بعضها بعضًا كبيرة، ما يعيق حركتها فتقل سرعتها.

٤) أ) حركة الإلكترونات: تتناقص الطاقة الحركية للإلكترونات فتتناقص سرعتها.

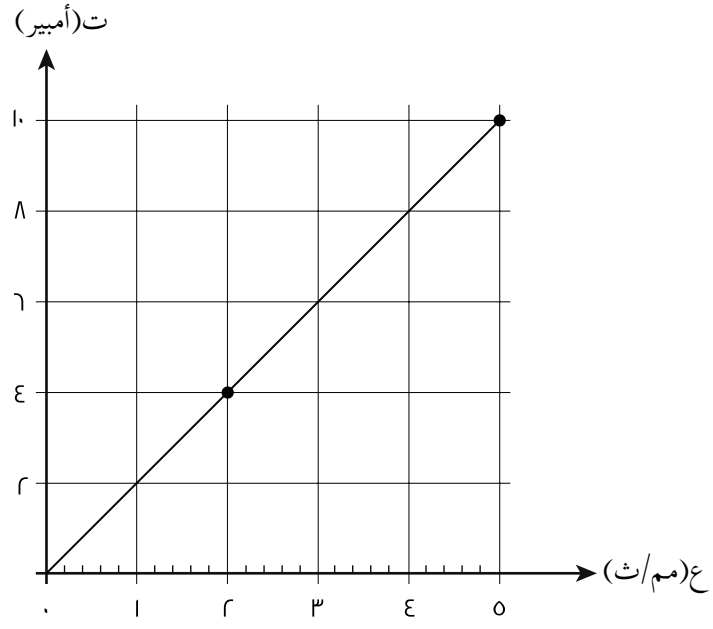
ب) ذرات الموصل: يزداد اتساع اهتزازها.

جـ) درجة حرارة الموصل الفلزي: ترتفع درجة حرارته.

ورقة عمل(٤-١)

التيار الكهربائي

١- يمثّل الشكل العلاقة بين التيار الكهربائي المار في موصل فلزي والسرعة الانسياقية للإلكترونات الحرة داخله، إذا علمت أن طول الموصل (٢٠٠)م، ومقاومته (٢)Ω، ومساحة مقطعه العرضي (٢)مم^{٢}.



أ) عندما تكون السرعة الانسياقية (٢)مم/ث، جد:

(١) عدد الإلكترونات الحرة في (١)م^{٣} من مادة هذا الموصل.

(٢) عدد الإلكترونات الحرة التي تعبر مقطع الموصل خلال (٠,٥) ث.

ب) هل تتغير إجابة الفرع (أ)، إذا انساقت الإلكترونات بسرعة (٥)مم/ث؟ لماذا؟

إجابة ورقة عمل (٤-١)

أ)

(١) ت= أ نَ ع $ـــ_e$ ، من الرسم ت=٤ أمبير، ع= ٢مم/ث

$$٤ = ٢ \times ١٠^{-٦} \times نَ \times ٢ \times ١٠^{-٣} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

$$نَ = \frac{١}{١,٦ \times ١٠^{-٢٨}}$$

نَ= ٦٢٥×١٠^{٢٥} إلكترون/م^{٣}

(٢) $ت = \frac{Δ ـــ}{Δ ز}$

$$ت = \frac{ن ـــ_e}{Δ ز}$$

$$ن = \frac{٠,٥ \times ٤}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ١٢٥ \times ١٠^{١٧}$$ إلكترون.

ب)

(١) ت= أ نَ ع $ـــ_e$ ، من الرسم ت=١٠ أمبير، ع= ٥مم/ث

$$١٠ = ٢ \times ١٠^{-٦} \times نَ \times ٥ \times ١٠^{-٣} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$$

$$نَ = \frac{١}{١,٦ \times ١٠^{-٢٨}}$$

نَ= ٦٢٥×١٠^{٢٥} إلكترون/م^{٣}

(٢) $ت = \frac{Δ ـــ}{Δ ز}$

$$ت = \frac{ن ـــ_e}{Δ ز}$$

$$ن = \frac{٠,٥ \times ١٠}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٣١٢,٥ \times ١٠^{١٧}$$ إلكترون.

نلاحظ أن (نَ) لا تتغيّر بتغير التيار والسرعة الانسياقية؛ حيث يعدّ عدد الإلكترونات في وحدة الحجوم (نَ) خاصية من خصائص الفلز عند درجة حرارة معينة.

بينما يزداد عدد الإلكترونات التي تعبر مقطع الموصل خلال مدة زمنية معينة، بزيادة التيار الذي يسري في ذلك الموصل.

الدرس الثاني	المقاومة الكهربائية	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بكل من: المقاومة، والمقاومية، والمقاومة الأومية، والمقاومة اللا أومية، والمواد الفائقة الموصلية.
- يكتب الصيغة الرياضية لقانون المقاومة، وعلاقتها بفرق الجهد والتيار.
- يذكر نص قانون أوم.
- يوضّح العوامل التي تعتمد عليها كل من: مقاومة الموصل، ومقاومية الموصل.
- يصنّف المواد وفق قيم المقاومية إلى مواد موصلة وشبه موصلة ومواد عازلة.
- يذكر استخدامات المواد فائقة الموصلية.
- يحل المسائل الحسابية، باستخدام قانون أوم.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

المقاومة، الأوم، المقاومية، فائقة الموصلية.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم عن طريق النشاط.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس، بتذكير الطلبة بمفهوم المقاومة الذي مر معهم في الصف العاشر.

٢- توجيه السؤال الآتي: ما الذي يجعل بعض الأجهزة الكهربائية تسخن أكثر من غيرها عند تشغيلها؟ مثلًا: يسخن المصباح الكهربائي عند تشغيله، بينما لا يسخن المذياع بالمقدار نفسه عند تشغيله المدة الزمنية نفسها. استقبال إجابات الطلبة وإدارة نقاش للتوصل إلى تعريف المقاومة الكهربائية وكتابة صيغة رياضية لحسابها العلاقة (٤-٣)، وتوجيه سؤال عن وحدة قياس المقاومة الكهربائية، والتوصّل إلى تعريف الأوم.

٣- رسم الشكل (٤-٣)، وتوجيه الأسئلة الآتية: ماذا يمثّل المنحنى في الشكل؟ ماذا يمثّل ميل المنحنى؟ ماذا نطلق على المقاومات التي يمثّلها ميل المنحنى؟

٤- إدارة نقاش مع الطلبة، والتوصّل إلى قانون أوم.
٥- رسم الشكل (٤-٤) وتوجيه الأسئلة الآتية: ماذا يمثّل المنحنى في الشكل؟ هل يمكن أن يكون ميل المنحنى مقدارًا ثابتًا؟ ماذا نُطلق على المقاومات التي يمثّلها ميل المنحنى؟
٦- تلقّي إجابات الطلبة، وتوجيهها إلى أن ميل المنحنى غير ثابت، ويمثّل مقاومة الموصل وهي متغيرة، وتعرف هذه الموصلات بأنها لا أومية ومن الأمثلة عليها (أشباه الموصلات).
٧- إدارة نقاش حول أهمية المقاومة في الأجهزة الكهربائية. وأن المقاومات الفلزية قد تكون ثابتة في مقدارها أو قد تكون متغيرة (ريوستات) ويرسم رمز كل منها.
٨- توجيه الطلبة إلى حل سؤال الإثراء بوصفه واجبًا صفيًّا للتقويم النهائي، ثم توجيه الطلبة إلى حله على اللوح.
٩- توجيه الأسئلة الآتية حول العوامل المؤثّرة في المقاومة الكهربائية: هل تتغيّر مقاومة سلك نحاسي بزيادة طوله؟ لماذا؟ ماذا يحدث لمقاومة موصل فلزي بزيادة مساحة مقطعه؟ لماذا؟ هل تختلف مقاومة موصل من النحاس عن مقاومة آخر من الحديد، له الأبعاد الهندسية نفسها (الطول ومساحة المقطع)؟ لماذا؟
١٠-مناقشة الطلبة بالعوامل المؤثّرة في المقاومة الكهربائية، وتوضيح نوع العلاقة بين مقدار المقاومة وتلك العوامل، وكتابة العلاقة (م = $\frac{\rho ل}{أ}$).
١١-توجيه الطلبة إلى إيجاد وحدة قياس المقاومية، وسؤال الطلبة: ما المقصود بالمقاومية؟ وما العوامل التي تعتمد عليها مقاومية موصل ما؟ تلقّي إجابات الطلبة وتوضيح مفهوم المقاومية.
١٢-تنفيذ النشاط (٤-١) ومناقشة الأسئلة الواردة في النشاط.
١٣-توجيه السؤال الآتي: ما الذي يحدث لمقاومية الموصلات عند تبريدها؟ تلقّي إجابات الطلبة، والتوصّل معهم إلى مفهوم حالة فائقة الموصلية وأهميتها في نقل الطاقة وتخزينها ومجالات استخدامها.
١٤-توجيه الطلبة إلى حل المثال (٤-٢) على اللوح، وحل أسئلة المراجعة (٤-٢) بوصفها واجبًا صفيًّا.

الأخطاء الشائعة

من الأخطاء الشائعة، أن الريوستات مقاومة لا أومية كونها متغيرة المقدار، والصواب أنها أومية وتتميّز بإمكانية تغيّر مقدارها عن طريق مفتاح أو مزلقة، لغايات تغيير قيم التيار الذي يمر في الموصل.

معلومات إضافية

ظاهرة الموصلية الفائقة (Super Conductivity):

اكتشف العالم كمرلنغ أونز (Kammerling Onnes)، ظـــاهرة الموصـــلية الفـــائقة بدرجة (٤) ك لفلز الزئبق، باستخدام الهيليوم السائل سنة (١٩١١م)؛ فوجد أن المقاومة الكهربائية تنعدم تمامًا، وأن التيار الكهربائي يسري مدة زمنية طويلة جدًّا من دون أن تنقص قيمته، ثم اكتشفت فلزات أخرى تحدث فيها هذه الظاهرة عند درجات حرارة تتراوح بين (٤–١٠) ك.

وسرعان ما وُجدت تطبيقات كثيرة لهذه الظاهرة، منها:

- تقليل القدرة الضائعة (ت^{٢} م)، التي تستنفد في المقاومة كحرارة.
- إنتاج مجالات مغناطيسية قوية من المصدر نفسه.

وفي عام (١٩٨٧م)، تمكّن فريق من العلماء باستخدام مادة الخزف (Ceramic) والنتروجين السائل، من الوصول لهذه الظاهرة بدرجة (١٢٥) ك. وبهذا نشطت البحوث العلمية نظرًا لسهولة الحصول على نتروجين سائل بثمن معقول. وقد استطاعت اليابان تسيير قطار خاص بسرعة (٣٢١) ميل / ساعة (٥١٦,٥ كم / ساعة) مستفيدة من هذه الظاهرة. وتتنافس الآن مراكز بحوث كثيرة للحصول على مادة تحدث فيها ظاهرة الموصلية الفائقة عند درجة الحرارة العادية، والاستفادة منها في تشغيل القطارات، والمصانع، والحواسيب، وغيرها.

الفروق الفردية

علاج

موصل فلزي، وصل طرفاه مع مصدر فرق جهد متغير، إذا علمت أن درجة حرارة الموصل بقيت ثابتة ما أثر زيادة فرق الجهد بين طرفي الموصل الفلزي في كل من:

١) مقاومة الموصل.

٢) التيار الذي يسري في الموصل.

٣) عدد الإلكترونات الحرة في وحدة الحجوم (نَ).

٤) عدد الإلكترونات التي تعبر مقطع الموصل في وحدة الزمن.

الحل

١) لا تتأثر مقاومة الموصل.

٢) يزداد التيار بزيادة فرق الجهد بين طرفي الموصل، حسب العلاقة ت= $\frac{\text{جـ}}{\text{م}}$

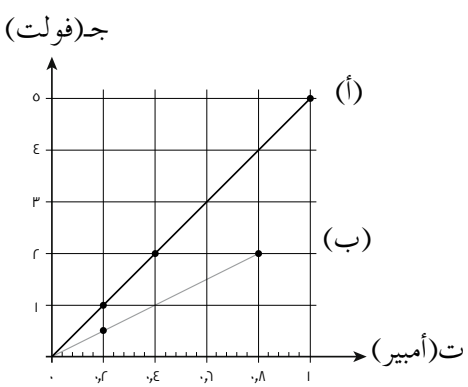
٣) لا يتغيّر عدد الإلكترونات الحرة في وحدة الحجوم من الموصل.

٤) يزداد عدد الإلكترونات التي تعبر مقطع الموصل في وحدة الزمن.

إثراء

يمثّل الشكل منحنى العلاقة بين فرق الجهد والتيار لموصلين متماثلين في الأبعاد الهندسية (أ،ب).

ادرس الشكل، وأجب عن الأسئلة الآتية:



١) أي الموصلين (أ و ب) له مقاومة أكبر؟ لماذا؟

٢) جد مقاومة كل من الموصلين (أ و ب).

الحل

١) بما أن م= ميل المنحنى (جـ – ت)، ميل (أ) أكبر من ميل ب،

إذن؛ مقاومة الموصل (أ) أكبر من مقاومة الموصل (ب).

٢) $م(أ) = \frac{(٢-٥)}{(٠,٤-١)} = ٥\ \Omega$

$م(ب) = \frac{(١-٢)}{(٠,٤-٠,٨)} = ٢,٥\ \Omega$

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: توجيه الأسئلة، واجبات صفية، الملاحظة.

أداة التقويم: سجل وصف سير التعلم.

اسم الطالب:..... موضوع الدرس:.....

الأمور التي تعلمتها اليوم:

.....

.....

الأمور التي واجهت صعوبة في فهمها:

.....

.....

ملاحظات المعلم:

.....

.....

١) المقاومة الكهربائية: إعاقة الموصل لحركة الإلكترونات الحرة عند مرور التيار الكهربائي فيه.
الأوم: مقاومة موصل فلزي يمر فيه تيار مقداره (١) أمبير عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه (١) فولت.
المقاومية الكهربائية: مقاومة جزء من المادة طوله (١) م ومساحة مقطعه (١) م^{٢} عند درجة حرارة معينة.

٢) أ) فرق الجهد بين طرفي هذا الموصل (٣) فولت عندما يسري فيه تيار مقداره (١) أمبير.
ب) مقاومة موصل من النحاس طوله (١) م ومساحة مقطعه (١) م^{٢} تساوي($١,٧ \times ١٠^{-٨}$) Ω عند درجة حرارة (٢٠) سْ.

٣)

	مقاومة الموصل	مقاومية مادة الموصل
زيادة طول الموصل	تزداد	تبقى ثابتة
زيادة مساحة مقطع الموصل	تقل	تبقى ثابتة
زيادة درجة حرارة الموصل	تزداد	تزداد

٤) من العلاقة م $= \frac{ل\rho}{أ}$

مقاومة الموصل (٣): $م_{٣} = \frac{ل\rho ١,٥}{أ ٠,٥} = ٣ \frac{ل\rho}{أ}$

مقاومة الموصل (٢): $م_{٢} = \frac{ل\rho}{أ ٠,٥} = ٢ \frac{ل\rho}{أ}$

مقاومة الموصل (١): $م_{١} = \frac{ل\rho}{أ}$

الترتيب التنازلي للموصلات وفق مقاومتها: (٣) ثم (٢) ثم (١)

ووفق العلاقة م $= \frac{\Delta جـ}{\Delta ت}$ ؛

فإن المقاومة تتناسب عكسيًا مع التيار، فيكون ترتيب الموصلات تنازليًا وفق التيار المار فيها: (١) ثم (٢) ثم (٣).

الدرس الثالث	توصيل المقاومات الكهربائية	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يقارن بين طريقة توصيل المقاومات على التوازي وتوصيلها على التوالي، من حيث الغرض من التوصيل، وخصائص المقاومة المكافئة في كل طريقة، والتغيرات التي تطرأ على كل من التيار وفرق الجهد لكل من المقاومات الموصولة.
- يتوصّل إلى العلاقة التي تصف المقاومة المكافئة لمجموعة مقاومات موصولة على التوالي وأخرى على التوازي.
- يحل أمثلة رياضية على توصيل المقاومات على التوالي والتوازي.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث العلوم الصف الثامن.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مجموعة مصابيح وأسلاك وبطارية، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

مقاومة مكافئة، توصيل توالي، توصيل توازي، قانون أوم.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم عن طريق النشاط، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بالتذكير بطرائق توصيل المواسعات، وقانون أوم والمقاومة الكهربائية، ثم مناقشة الطلبة حول الطرائق المختلفة لتوصيل المقاومات في الدارات الكهربائية، وتوجيه سؤال : ما الطريقة التي وصلت بها مصابيح الغرفة الصفية؟ لماذا؟

٢- رسم دارتين كهربائيتين تحتوي كل منهما على (٣) مقاومات موصولة بطريقتي التوالي والتوازي وبطارية، وتوجيه الأسئلة الآتية: ما الطريقة التي وُصلت بها مقاومات الدارة الأولى؟ ما الطريقة التي وُصلت بها مقاومات الدارة الثانية؟ إذا أردنا استبدال مقاومة واحدة بمقاومات الدارة الأولى فما مقدار تلك المقاومة؟ (يُعاد السؤال للدارة الثانية)، ما الغرض من توصيل المقاومات بكل من

الطريقتين؟ الاستماع لإجابات الطلبة، وتوضيح أن طرائق توصيل المقاومات تختلف باختلاف الغاية من الاستخدام، وسيتم الإجابة عن تلك الأسئلة في أثناء شرح الدرس.

٣- رسم دارة بسيطة مكوّنة من (٣) مقاومات ($م_١$، $م_٢$،$م_٣$)، وبطارية (فرق الجهد بين طرفيها جـ)، (أو يقوم الطلبة بتوصيل ثلاثة مصابيح صغيرة معًا على التوالي مع بطارية)، يسأل المعلم الأسئلة الآتية:ما الطريقة التي وُصلت بها مقاومات الدارة؟ ما قيمة التيار المار في كل منها؟ ما مقدار فرق الجهد بين طرفي كل منها؟ هل يمكن استبدال مقاومة واحدة بالمقاومات الثلاث ($م_١$، $م_٢$، $م_٣$) ؟ ما مقدارها؟

٤- تلقّي إجابات الطلبة ومناقشتها؛ للتوصّل إلى خصائص التوصيل على التوالي وكتابة العلاقة (٤-٥) على اللوح.

٥- إجراء عرض عملي من قبل المعلم بتوصيل مصباحين على التوالي في دارة، ثم إضافة مصباح جديد في الدارة على التوالي، ويلاحظ الطلبة انخفاض شدة الإضاءة فيها جميعًا.

٦- ذكر مثال لهذه الطريقة في التوصيل، وهو توصيل جهاز الأميتر ذي المقاومة الصغيرة على التوالي ليقيس تيار الدارة.

٧- رسم دارة كهربائية تحتوي على (٣) مصابيح (مقاومات) موصولة على التوازي مع بطارية، وتوجيه سؤال للطلبة: ما الطريقة التي وصلت بها المصابيح؟

٨- توزيع الطلبة في مجموعات عمل رباعية، ثم توجيه المجموعات إلى توصيل مصباح مع البطارية وملاحظة شدة الإضاءة، ثم توجيه الطلبة إلى إضافة مصباح آخر بطريقة التوازي، ويسألهم: هل طرأت تغييرات على إضاءة المصباح الأول؟ ثم يطلب إليهم إضافة مصباح ثالث، ويسألهم إن حدث تغيير لشدة إضاءة المصباحين الأولين؟ ثم يطلب إليهم فصل أحد المصابيح، ويسألهم إن كان ذلك يُحدث تغييرًا على مصابيح الدارة الأخرى أم لا.

٩- إدارة نقاش حول طريقة توصيل المقاومات على التوازي؛ للتوصّل إلى خصائص التوصيل على التوازي، وكتابة العلاقة (٤-٦) على اللوح.

١٠-ذكر أمثلة على توصيل المقاومات على التوازي وهي توصيل مصابيح الإنارة والأجهزة الكهربائية، وتوصيل جهاز الفولتميتر في الدارة على التوازي.

١١-توجيه الطلبة إلى حل المثال (٤-٣) على اللوح، وحل مراجعة الدرس (٤-٣) بوصفه واجبًا صفيًّا، ومتابعتهم في أثناء الحل.

١٢-توجيه الطلبة إلى حل سؤال الإثراء بمجموعات ثنائية بوصفها بطاقة خروج.

١٣-توزيع ورقة العمل (٤-٢) على الطلبة لحلها بوصفها واجبًا بيتيًّا، وتسليمها في الحصة القادمة للتقييم.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: المناقشة وتوجيه الأسئلة، واجبات صفية، الملاحظة في أثناء العمل الجماعي.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.	
النتاج: يقارن بين طريقتي توصيل المقاومات من حيث الغرض من التوصيل، وخصائص المقاومة المكافئة.	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٤	يقارن بين طريقتي التوصيل، ويساعد زملاءه في الفريق من تلقاء نفسه.
٣	يقارن بين طريقتي التوصيل، ويساعد زملاءه في الفريق إن طلب أحدهم المساعدة.
٢	يقارن بين طريقتي التوصيل، ولايساعد زملاءه في الفريق.
١	يقارن بين طريقتي التوصيل مع مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

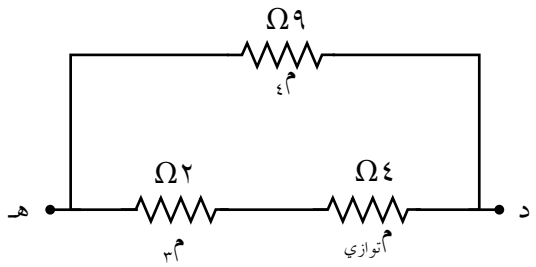
١) ($م_١$، $م_٢$) موصولتان معًا على التوازي، فالمقاومة المكافئة لهما ($م_{توازي}$) تساوي:

$$\frac{١}{م_{توازي}} = \frac{١}{م_١} + \frac{١}{م_٢}$$

$$\frac{١}{م_{توازي}} = \frac{١}{١٢} + \frac{١}{٦}$$

$$\frac{١}{م_{توازي}} = \frac{٣}{١٢}$$

$$م_{توازي} = \frac{١٢}{٣} = ٤\ \Omega$$



ويبسّط الشكل ليصبح كما في الشكل والمقاومتان (م توازي، وم٣) موصولتان على التوالي، فتكون مكافئتهما:

$$م_{توالي} = م_{توازي} + م_{٣}$$
$$= ٤ + ٢ = \Omega ٦$$

المقاومتان ($م_{توالي}$، وم٤) موصولتان على التوازي، فتكون المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات:

$$\frac{١}{م_{مكافئة}} = \frac{١}{م_{توالي}} + \frac{١}{م_{٤}}$$
$$\frac{١}{م_{مكافئة}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٩}$$
$$\frac{١}{م_{مكافئة}} = \frac{٥}{١٨} \Leftarrow م_{مكافئة} = \Omega ٣,٦$$

٢) بعد إغلاق المفتاح سيقل مقدار المقاومة المكافئة إلى النصف بسبب وجود مقاومة موصولة مع المقاومة (م) على التوازي؛ لذا، سيزداد تيار الدارة، أي تزداد قراءة الأميتر بينما تبقى قراءة الفولتميتر كما هي؛ لأنه كان يقيس فرق الجهد بين طرفي المقاومة (م) وهو فرق جهد المصدر، وبعد الإغلاق أصبح يقيس فرق جهد مكافئة المقاومتين وهو فرق جهد المصدر أيضًا.

٣)

أ) لأن المصابيح تعمل على فرق الجهد نفسه، وكي نحافظ على فرق الجهد الذي تحتاج إليه وهو فرق جهد المصدر توصّل على التوازي وللمحافظة على استمرار إضاءة المصابيح حتى بعد تعرّض أحدها للتلف، لأنه عند توصيل المصابيح بطريقة التوازي يتجزّأ تيار الدارة ليسري كل جزء في مصباح.

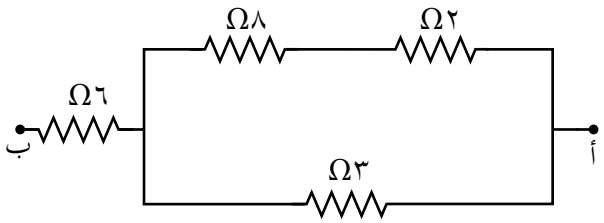
ب) في دارة التوالي، تكون المقاومة المكافئة أكبر من من أكبر مقاومة في المجموعة، بينما تكون المقاومة المكافئة في دارة التوازي أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة.

ووفق العلاقة ت = $\frac{\Delta جـ}{\Delta م}$؛ فإن التيار يتناسب عكسيًّا مع المقاومة؛ لذا، يكون التيار الكهربائي المار في دارة التوالي أصغر من تياردارة التوازي.

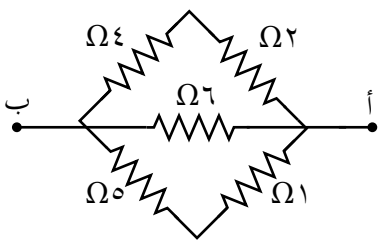
ورقة عمل (٤-٢)

توصيل المقاومات الكهربائية

١- جد المقاومة المكافئة بين النقطتين (أ) و (ب) في الشكلين الآتيين:

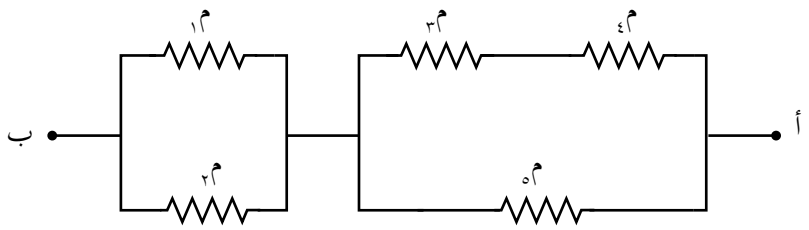


الشكل (١)



الشكل (٢)

٢- في الشكل، المقاومات جميعها متساوية في المقدار، ومقدار كل منها (م). جد المقاومة المكافئة بين النقطتين (أ) و(ب) بدلالة (م).



إجابة ورقة عمل(٤-٢)

-١

الشكل (١): المقاومتان(٢) Ω و (٨) Ω موصولتان على التوالي ومكافئتها: م$_{١}$=٢+٨= ١٠ Ω

(م$_{١}$) موصولة على التوازي مع (٣) Ω ومكافئتهما: م$_{٢}$= $\frac{(٣\times١٠)}{(١٠+٣)}$ = ٢,٣ Ω

(م$_{٢}$) موصولة على التوالي مع (٦) Ω ومكافئتهما: م$_{كلية}$= ٦+٢,٣= ٨,٣ Ω

الشكل (٢): المقاومتان (٢) Ω و(٤) Ω موصولتان على التوالي ومكافئتهما: مَ= ٢+٤=٦ Ω

المقاومتان (١) Ω و (٥) Ω موصولتان على التوالي ومكافئتهما: مً= ١+٥=٦ Ω

المقاومات مَ ومً و(٦) Ω موصولة على التوازي ومكافئتهم: م$_{مكافئة}$

$$\frac{١}{م_{المكافئة}} = \frac{١}{مَ} + \frac{١}{مً} + \frac{١}{٦}$$

$$\frac{١}{م_{المكافئة}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٦} + \frac{١}{٦}$$

$$م_{مكافئة} = \frac{٦}{٣} = ٢\ \Omega$$

-٢

م$_{١}$ و م$_{٢}$ موصولتان على التوازي ومكافئتهما: مَ= $\frac{م\times م}{(م+م)}$ = $\frac{م}{٢}$

م$_{٣}$ و م$_{٤}$ موصولتان على التوالي ومكافئتهما: م$_{٣\ ٤}$=٢م

م$_{٣\ ٤}$ و م$_{٥}$ موصولتان على التوازي ومكافئتهما: مً= $\frac{(م٢\times م)}{(م٢+م)}$ = $\frac{م٢}{٣}$

مً ومَ موصولتان على التوالي ومكافئتهما: م$_{مكافئة}$= $\frac{م}{٢} + \frac{م٢}{٣}$ = $\frac{م٧}{٦}$ Ω.

الدرس الرابع	القوة الدافعة الكهربائية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتعرّف الدور الأساسي للبطارية في الدارة.
- يوضّح المقصود بكل من: القوة الدافعة الكهربائية والهبوط في الجهد.
- يرسم أجزاء البطارية الرئيسة (القطب الموجب والقطب السالب والمقاومة الداخلية).
- يميّز بين جهد البطارية وقوتها الدافعة الكهربائية.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، بطارية، مصباح، أسلاك توصيل.

المفاهيم والمصطلحات

القوة الدافعة الكهربائية والهبوط في الجهد.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: عرض عملي، أسئلة وإجابات.

التعلم عن طريق النشاط: تجربة عملية، والتعلم التعاوني (مجموعات ثنائية).

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد بتوجيه الطلبة إلى توصيل دارة مصباح مع بطارية، وسؤالهم: لماذا لا يضيئ المصباح قبل إغلاق الدارة؟ لماذا أضاء المصباح بعد إغلاق الدارة؟ ما تحوّلات الطاقة في هذه الدارة؟ ما دور البطارية في الدارة الكهربائية؟ كيف تعمل البطارية على تزويد الدارة بالطاقة الكهربائية؟ متى تتوقّف البطارية عن إمداد الدارة بالطاقة؟ مناقشة الطلبة وتوجيههم إلى الإجابات الصحيحة.

٢- توجيه السؤالين الآتيين: ما المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية؟ ما وحدة قياسها؟ استقبال إجابات الطلبة، وتوجيهها إلى الإجابات الصحيحة.

٣- توجيه السؤال الآتي: ماذا لو وصل فولتميتر مع طرفي البطارية؛توجيه أحد الطلبة إلى توصيل فولتمير مع طرفي البطارية، ومتابعة توجيه الأسئلة: هل تكون قراءة الفولتميتر مطابقة للقوة الدافعة الكهربائية لهذه البطارية؟ مناقشة الطلبة إلى التوصل إلى أن قراءة الفولتميتر تمثّل فرق الجهد بين طرفي البطارية.

٤- كتابة العلاقة (٤-٨) وتوجيه السؤال الآتي: ما الحالات التي يمكن أن يتساوى فرق الجهد بين طرفي البطارية مع قوتها الدافعة الكهربائية؟ تلقّي إجابات الطلبة، والتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٥- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة (٤-٤) في مجموعات ثنائية واجبًا صفيًّا. ومتابعتهم في أثناء حل الأسئلة.

الأخطاء الشائعة

يعتقد بعض الطلبة أن القوة الدافعة الكهربائية كمية متجهة، والصواب أن القوة الدافعة الكهربائية كمية قياسية، ولكن لتسهيل دراسة اتجاه حركة الشحنات في البطارية، فقد اصطلح على أن يكون اتجاه القوة الدافعة الكهربائية داخل البطارية من قطبها السالب إلى قطبها الموجب.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يوضّح المقصود بالقوة الدافعة الكهربائية توضيحًا تامًا.
٢	يعبّر عن القوة الدافعة الكهربائية رياضيًّا بطريقة صحيحة.
٣	يميّز جهد البطارية من قوتها الدافعة الكهربائية.
٤	يوضّح المقصود بمفهوم الهبوط في جهد البطارية بطريقة صحيحة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) البطارية تبذل شغلًا مقداره (٣) جول لنقل شحنة مقدارها (١) كولوم من القطب السالب للبطارية إلى قطبها الموجب، داخل البطارية عند وصلها في دارة كهربائية.

٢) بسبب انعدام المجال الكهربائي في الدارة.

٣) يكون فرق الجهد بين طرفي البطارية مساويًا لقوتها الدافعة الكهربائية في حالتين؛ عندما تكون المقاومة الداخلية للبطارية مهملة ($م_د = ٠$)، أو عندما تكون الدارة مفتوحة والبطارية موصولة مع الفولتميتر، إذ يعدّ الفولتميتر جهازًا ذا مقاومة كبيرة، فيكون التيار المار فيه صغير جدًّا (يؤول إلى الصفر)، عندئذ يقرأ الفولتميتر القوة الدافعة الكهربائية للبطارية.

٤) أ) تمثّل قراءة الفولتميتر والمفتاح مفتوح القوة الدافعة الكهربائية.

ب) قراءة الفولتميتر $= ق_د - ت م_د$

$٩ = ١٢ - ت \times ١$

ت = ٣ أمبير.

الدرس الخامس	القدرة الكهربائية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بكل من: القدرة الكهربائية، والقدرة الكهربائية المنتجة، والقدرة الكهربائية المستهلكة، والواط.
- يتوصّل إلى العلاقات الرياضية التي تحسب كلًّا من القدرة المنتجة من البطارية، والقدرة المستهلكة في المقاومات الخارجية والداخلية.
- يوظّف العلاقات الرياضية في حل المسائل الرياضية، وحساب الطاقة المستهلكة في الأجهزة الكهربائية.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

القدرة الكهربائية، القدرة الكهربائية المنتجة، القدرة الكهربائية المستهلكة، الطاقة الكهربائية المنتجة والمستهلكة، الواط.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: العرض العملي ، أسئلة وإجابات.

التعلم عن طريق النشاط: التجربة العملية.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد بتذكير الطلبة بمفهوم القوة الدافعة الكهربائية والهبوط في الجهد.

٢- توجيه سؤال حول معاني الأرقام المثبتة على الأجهزة الكهربائية (يعرض أحد الأجهزة الكهربائية للنقاش)، وتذكير الطلبة بمفهوم القدرة والعلاقة الرياضية (القدرة = الشغل/ الزمن) التي مرت في الصف الحادي عشر، وتقاس بوحدة الواط. وبالمثل بما أن البطارية تبذل شغلًا لدفع الشحنات من قطبها السالب إلى قطبها الموجب؛ فإنه يمكن حساب قدرة البطارية عن طريق العلاقة الرياضية (٤-٩).

٣- رسم دارة بسيطة مكوّنة من بطارية وأميتر ومقاومة خارجية، وتوجيه الأسئلة الآتية: كيف يمكن حساب قدرة البطارية؟ وما المقصود بالقدرة المنتجة؟ ما المقصود بالقدرة التي يستهلكها جهاز ما؟

وكيف يمكن حسابها؟ وما العلاقة بين القدرة المنتجة في البطارية، والقدرة المستهلكة في مقاومات الدارة؟ تلقّي إجابات الطلبة، وتوجيهها إلى الإجابة الصحيحة.

٤- توجيه السؤال الآتي: كيف يمكننا الاستفادة من العلاقات (٤-٩) و(٤-١٠) و(٤-١١) و(٤-١٢) في حساب الطاقة الكهربائية التي يستهلكها جهاز ما في البيت؟ تلقّي إجابات الطلبة وتوضيح أن معرفتنا للقدرة الكهربائية للجهاز (مثبتة على الجهاز عادة)، يمكننا بتحديد الزمن، وباستخدام العلاقة (٤-١٣) حساب الطاقة المستهلكة بوحدة الجول (القدرة بالواط والزمن بالثانية) أو بوحدة (كيلو واط. ساعة) (القدرة بالكيلوواط والزمن بالساعة).

٥- حل المثال (٤-٤) بمشاركة الطلبة، والطلب إليهم حل أسئلة المراجعة (٤-٥) بمجموعات ثنائية، ثم حلها على اللوح بوصفها بطاقة خروج.

معلومات إضافية

تحسب أثمان استهلاك الطاقة الكهربائية في المنازل بمعادلات خاصة بكمية الاستهلاك، حيث إن ثمن الطاقة الكهربائية = القدرة (كيلواط) × الزمن (الساعة) × ثمن الكيلواط الواحد (فلس).

وتعتمد قيمة الكيلو واط.ساعة على كمية الاستهلاك حيث يزداد ثمن الكيلوواط.ساعة كلما زادت قيمة الاستهلاك.

للفائدة: يمكن الترشيد في استهلاك الطاقة، وذلك بالتخفيف من استعمال الأجهزة التي تنتج طاقة حرارية (لأن مقاومتها كبيرة) مثل: مجفف الشعر، والحمّاصة، والسخان الكهربائي... إلخ.

الفروق الفردية

علاج

مصباحان، كتب على الأول (٤٠ واط، ١٢٠ فولت)، وعلى الثاني (٦٠ واط، ١٢٠ فولت)، جد القدرة المستهلكة في كل منهما في الحالتين الآتيتين:

١) إذا وصلا معًا على التوالي، ثم وصلا مع مصدر للجهد يعطي (١٢٠ فولت).

٢) إذا وصلا معًا على التوازي، ثم وصلا مع مصدر للجهد يعطي (١٢٠ فولت).

الحل

نحسب أولًا مقاومة كل مصباح باستخدام العلاقة القدرة = $\frac{\text{جـ}^{٢}}{\text{م}}$

$$\text{م}_{١} = \frac{(١٢٠)^{٢}}{٤٠} = ٣٦٠\ \Omega$$

$$\text{م}_{٢} = \frac{(١٢٠)^{٢}}{٦٠} = ٢٤٠\ \Omega$$

١) بما أن المصباحين موصولان على التوالي؛ إذن، يسري بهما التيار نفسه.

$$ت = \frac{جـ}{(م_١ + م_٢)}$$

$$ت = \frac{١٢٠}{(٣٦٠ + ٢٤٠)} = ٠,٢ \text{ أمبير}$$

القدرة (١) = $ت^٢ م = (٠,٢)^٢ \times ٣٦٠ = ١٤,٤$ واط

القدرة (٢) = $(٠,٢)^٢ \times ٢٤٠ = ٩,٦$ واط

٢) المصباحان موصولان على التوازي، يكون فرق الجهد بين طرفيهما متساويًا، ويساوي (١٢٠) فولت، وهو فرق الجهد نفسه المثبت على المصباح؛ لذا، تكون قدرة كل منهما:

القدرة (١) = ٤٠ واط

القدرة (٢) = ٦٠ واط

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يشرح مفهوم القدرة المنتجة من البطارية بطريقة واضحة.
٢	يميّز بين القدرة المستهلكة والقدرة المنتجة تمييزًا صحيحًا.
٣	يوظّف العلاقات الرياضية لحساب القدرة المنتجة والمستهلكة توظيفًا صحيحًا.
٤	يشتق وحدة قياس القدرة الكهربائية بطريقة صحيحة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) يستهلك المجفف طاقة كهربائية مقدارها (٢٠٠٠) جول في ثانية واحدة.

٢) بسبب وجود مقاومة داخلية للبطارية تعيق حركة الشحنات، وتستهلك جزءًا من القدرة المنتجة.

٣) (١) كيلو واط.ساعة = ١٠٠٠ واط × ٣٦٠٠ ث

= ٣٦ × ١٠ ° واط.ث

= ٣٦ × ١٠ ° جول.

٤)

القدرة المستهلكة = $\frac{\text{جـ}^{٢}}{\text{م}}$ لكن جـ = $\text{ق}_{\text{د}}$

القدرة (١) = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}^{٢}}{\text{م}}$

الدارة (٢) $\text{م}_{\text{كلية}}$ = ٢م

القدرة (٢) = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}^{٢}}{٢\text{م}}$

الدارة (٣) $\text{م}_{\text{كلية}}$ = $\frac{\text{م}}{٢}$

القدرة (٣) = $\frac{٢\text{ق}_{\text{د}}^{٢}}{\text{م}}$

الترتيب التصاعدي: الدارة (٢)، الدارة (١)، الدارة (٣).

الدرس السادس	معادلة الدارة الكهربائية البسيطة	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالدارة الكهربائية البسيطة.
- يكتب معادلة الدارة الكهربائية البسيطة ويطبّقها في حل المسائل.
- يحلّل منحنى تغيرات الجهد عند نقاط الدارة ويستخدم بياناته لحل المسائل.
- يرسم منحنى (تغيرات الجهد – نقاط الدارة) لدارة كهربائية بسيطة.
- يوضّح أثر تغيير مقاومات الدارة في كل من تيار الدارة، وفرق الجهد بين طرفي أي من بطاريات ومقاومات الدارة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، أوراق عمل، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

الدارة الكهربائية البسيطة، منحنى (تغيرات الجهد – نقاط الدارة).

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: الحوار والمناقشة، أسئلة وإجابات.

التعلم عن طريق النشاط: إجراء النشاط (٤–١).

إجراءات التنفيذ

أولاً: (الدارة البسيطة)

١– التمهيد عن طريق مراجعة سريعة للدرس السابق.

٢– توجيه الأسئلة الآتية: ما الأجزاء الرئيسة في الدارة الكهربائية؟ متى يمكن القول إن الدارة الكهربائية بسيطة؟ ما معادلة الدارة البسيطة؟

٣– مناقشة الطلبة والتوصّل بالحوار إلى مفهوم الدارة البسيطة.

٤– توجيه الطلبة إلى أنه يمكن إيجاد معادلة للدارة البسيطة بقسمة طرفي العلاقة (٤–٢١)، وإعادة ترتيب حدودها لنحصل على العلاقة (٤–٤١)، ثم توجيه الطلبة إلى حل المثال (٤–٧) على اللوح.

٥– توجيه الطلبة إلى حل ورقة العمل (٤–٣) بمجموعات عمل (٤–٥) طلبة، وبعد الانتهاء من العمل الجماعي، يوجّه الطلبة إلى حلها على اللوح.

٦– توجيه الطلبة لإجراء النشاط (٤–١) بمتابعة المعلم، ومناقشة الطلبة بملاحظاتهم.

٧– توجيه الطلبة إلى حل سؤال الإثراء.

٨– توجيه الطلبة إلى حل المثال (٤–٦) على اللوح، وحل السؤال (٤) من أسئلة الفصل بوصفه واجبًا بيتيًّا.

ثانيًا: (منحنى تغيرات الجهد)

١- التمهيد بمراجعة معادلة الدارة البسيطة، ومتابعة الواجب البيتي (السؤال (٤) من أسئلة الفصل).

٢- رسم الشق الأيمن من الشكل (٤-٢٢) على اللوح، وتوجيه الأسئلة الآتية: أي نقاط الدارة أعلى جهدًا وأيها أقل جهدًا؟ ولماذا؟ حدّد فرق الجهد بين كل من النقاط الآتية (أ-د)، (د-ب)، (ب-هـ)، (هـ-و)، (و-أ). ما العلاقة بين فرق الجهد بين النقطتين (أ-د) ومجموع فروق الجهد بين النقاط (د-ب)، (ب-هـ)،(هـ-و)؟

٣- تمثيل تغيرات الجهد عبر عناصر هذه الدارة بدءًا من النقطة (أ) وعودة إليها كما في الشكل (٤-٢٢) ومناقشة الطلبة حول الأسئلة السابقة وتوجيه إجاباتهم إلى النقاط الواردة في كتاب الطالب.

٤- توجيه الطلبة إلى حل المثال (٤-٨) على اللوح، ثم إلى حل ورقة العمل (٤-٤) بمجموعات ثنائية، ثم توجيههم إلى حلها على اللوح.

٥- توجيه الطلبة إلى حل سؤال مراجعة الدرس فرديًّا بوصفه بطاقة خروج.

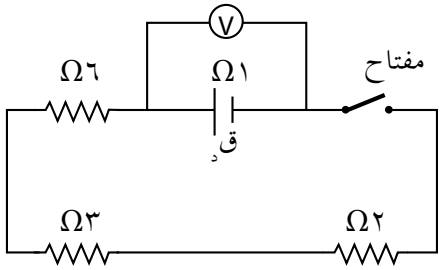
الأخطاء الشائعة

يعتقد بعض الطلبة أن الدارة البسيطة هي الدارة التي تحتوي على بطارية واحدة، والصواب أن الدارة البسيطة قد تحتوي على عدة بطاريات، ويمكن استبدال بطارية واحدة بها قوتها الدافعة الكهربائية تساوي مجموع القوى الدافعة الكهربائية للبطاريات الموجودة.

الفروق الفردية

علاج

يبيّن الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة، إذا كانت قراءة الفولتميتر قبل إغلاق المفتاح (٣٦) فولت، باستخدام البيانات المثبتة في الشكل وعند إغلاق المفتاح جد:



١) قراءة الفولتميتر.

٢) القدرة التي تنتجها البطارية.

٣) الحرارة المتولّدة في المقاومة (٣) Ω في دقيقة واحدة.

الحل

١) قراءة الفولتميتر = ق د - ت م

$$\text{ت} = \frac{\sum \text{ق}_\text{د}}{\sum \text{م}} \quad \text{ت} = \frac{٣٦}{٢+٣+٦+١} = ٣ \text{ أمبير.}$$

قراءة الفولتميتر = ٣٦-٣×١=٣٣ فولت.

٢) قدرة البطارية = ق د×ت=٣٦×٣=١٠٨ واط.

٣) الطاقة الحرارية = ت٢×م×ز= ٣٢×٣×٦٠×١=١٦٢٠ جول.

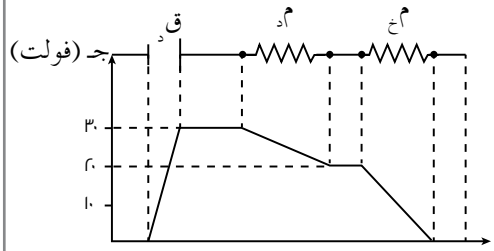
إثراء

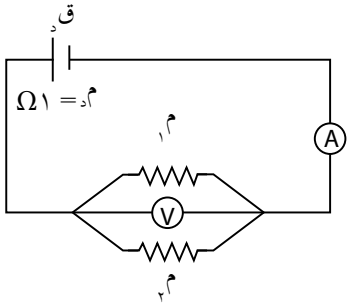
إذا مُثّلت التغيرات في الجهد عبر الدارة البسيطة المبينة في الشكل بالرسم البياني المجاور لها، بالاعتماد على البيانات المثبتة في كل منهما، احسب:

١) القوة الدافعة الكهربائية (ق$_د$).

٢) قراءة الأميتر Ⓐ.

٣) قراءة الفولتميتر Ⓥ.





الحل

١) من المنحنى ق$_د$ = ٣٠ فولت.

٢) من المنحنى الهبوط في جهد البطارية = ٣٠ − ٢٠ = ١٠ فولت

الهبوط في الجهد = ت م$_د$

١٠ = ت × ١

قراءة الأميتر: ت = ١٠ أمبير

٣) قراءة الفولتميتر Ⓥ = ق$_د$ − ت م$_د$ = ٣٠ − ١٠ = ٢٠ فولت.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يوضّح المقصود بالدارة الكهربائية البسيطة.
٢	يكتب معادلة الدارة الكهربائية البسيطة.
٣	يطبّق معادلة الدارة الكهربائية البسيطة، في حل مسائل حسابية.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

١) من الشكل والمنحنى نجد: ٢٤= ق$_{د_{١}}$+٦

ق$_{د_{١}}$= ١٨ فولت

٢) من المنحنى نجد أن الهبوط في الجهد= ٢٤−١٥=٩ فولت.

جـ$_{م_{د}}$(الهبوط في الجهد)= ت م$_{د}$

ت= $\frac{٩}{(١+٢)}$ = ٣ أمبير

٣) لاحظ من الشكل أن المقاومتين (٤ Ω وم) موصولتان على التوازي، ومكافئتهما (مَ) موصولة على التوالي مع المقاومتين (٢ Ω و ١ Ω)

ت= $\frac{\sum ق_{د}}{\sum م_{خ} + م_{د}}$

٣= $\frac{٢٤}{(٢+١+١+مَ+٢)}$ ⟸ ٣(٦+مَ)=٢٤ ⟸ مَ= ٢ Ω ومنها:

٢= $\frac{م \times ٤}{(م+٤)}$

م= ٤ Ω

٤) قراءة الفولتميتر= ق$_{د}$− ت م$_{د}$

=٦−(٣×١)= ٣فولت.

٥) لحساب القدرة من العلاقة (قدرة المقاومة = ت^{٢}×م)

ت$_{فرع}$ م = ت$_{كلي}$ م$_{مكافئة}$

نلاحظ أن مقاومتي الفرعين (م) و (٤)Ω موصولتان على التوازي ومكافئتهما = (٢)Ω

ت$_{فرع}$ ×٤= ٣×٢

ت$_{فرع}$ = ١,٥ أمبير

القدرة = ت^{٢}×م= ١,٥^{٢}×٤= ٩ واط.

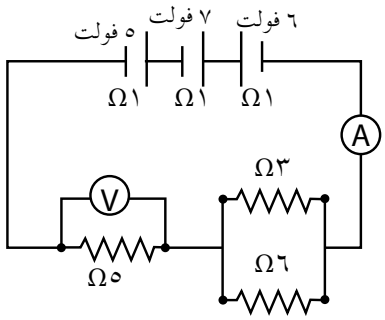
ورقة عمل (٤-٣)

معادلة الدارة البسيطة

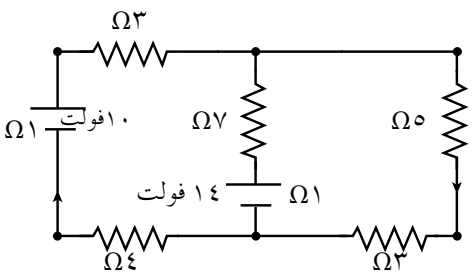
١- هل يمكن تبسيط الدارات الكهربائية جميعها لتكون بسيطة؟

٢- أي من الدارات الكهربائية في الشكل، يمكن أن يكون دارة كهربائية بسيطة؟ لماذا؟

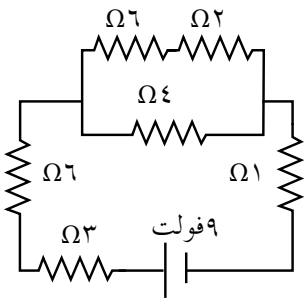
٣- جد المقاومة الكلية والقوة الدافعة الكهربائية الكلية للدارات التي أمكنك تبسيطها.



الدارة (١)



الدارة (٢)



الدارة (٣)

إجابة ورقة عمل(٤-٣)

١- لا يمكن تبسيط الدارات الكهربائية جميعها لتكون بسيطة، فقط الدارات التي يمكن جمع بطارياتها في بطارية واحدة وجمع مقاوماتها في مقاومة واحدة.

٢- الدارة (١) والدارة (٣) يمكن تبسيطها؛ لأنه يمكن جمع بطارياتها في بطارية واحدة. ومن ثم، جمع مقاوماتها في مقاومة واحدة، بينما الدارة (٢) لا يمكن تبسيطها؛ لأنها احتوت بطاريتين كل منها في فرع منفصل.

٣-

الدارة (١)

ق$_{د}$=٥+٧-٦=٦ فولت

المقاومتان (٦،٣) Ω موصولتان على التوازي ومكافئتهما: مَ = $\frac{(٦\times٣)}{(٦+٣)}$=٢ Ω

مَ موصولة على التوالي مع المقاومة (٥ Ω) ومكافئتهما:مً = ٢+٥= ٧ Ω

م$_{كلية}$ = مً+م$_{د}$ = ٧+١+١+١ = ١٠ Ω

الدارة (٣)

ق$_{د}$=٩ فولت

المقاومتان (٢،٦) موصولتان على التوالي مكافئتهما: مَ = ٨ Ω

مَ موصولة على التوازي مع (٤Ω) ومكافئتهما: مً = $\frac{٨\times٤}{(٨+٤)}$ =٢,٧ Ω

مً موصولة على التوالي مع المقاومات (١، ٦، ٣) وبذلك تكون المقاومة الكلية (م$_{كلية}$):

م$_{كلية}$ = ٢,٧+١+٦+٣= ١٢,٧ Ω

ورقة عمل(٤-٤)

منحنى تغيرات الجهد

يبيّن الشكل المجاور دارة كهربائية وتغيّرات الجهد عبر أجزائها، اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل، أجب عن الأسئلة الآتية:

١- هل تعدّ الدارة المبينة في الشكل دارة بسيطة؟ لماذا؟

٢- جد كلًّا من:

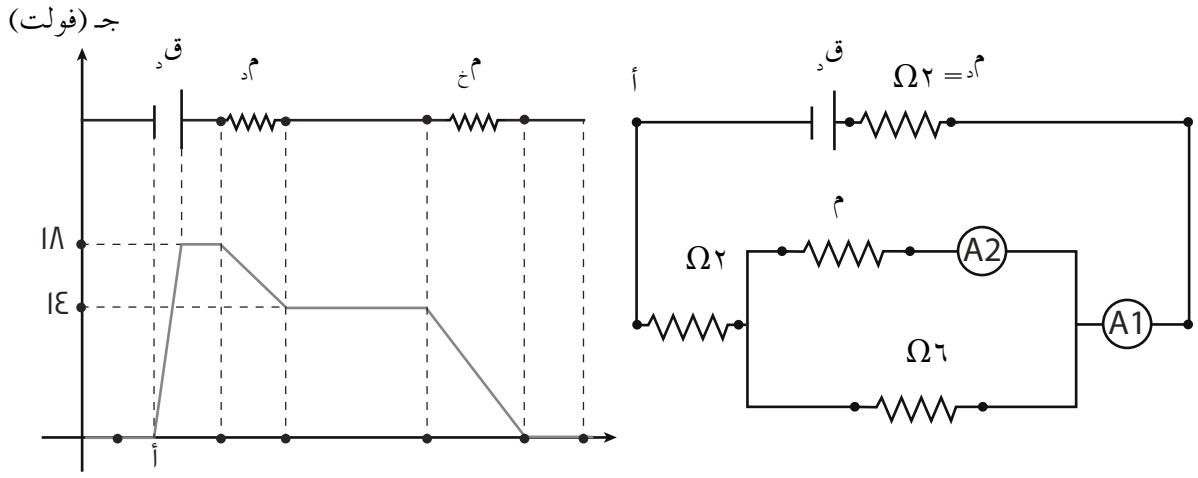
أ) القوة الدافعة الكهربائية (ق).

ب) قراءة الأميتر الأول.

جـ) المقاومة (م).

د) قراءة الأميتر الثاني.

هـ) القدرة المستهلكة في المقاومة (٢)Ω.



إجابة ورقة عمل (٤-٤)

١- نعم، الدارة في الشكل دارة بسيطة؛ لأنها تحتوي على بطارية واحدة ويمكن استبدال مقاومة واحدة مكافئة بمقاوماتها.

٢- أ) من شكل تغيرات الجهد: ق$_{د}$ =١٨ فولت.

ب) من شكل تغيرات الجهد، نلاحظ أن الهبوط في جهد البطارية=١٨-١٤=٤=ت×م$_{د}$

ت= $\frac{٤}{٢}$ = ٢ أمبير وهي تمثّل قراءة الأميتر الأول.

جـ) المقاومة (م) موصولة على التوازي مع (٦) Ω ومقاومتهما المكافئة(مَ) من معادلة الدارة البسيطة.

$$ت = \frac{\sum ق_{د}}{\sum م_{خ} + م_{د}}$$

$$٢ = \frac{١٨}{(٢+٢+مَ)}$$

مَ=٥ Ω

$$مَ = \frac{(٦\times م)}{(٦+م)}$$

م= ٣٠ Ω

د) بما أن (٣٠ Ω و ٦ Ω) موصولتان على التوالي؛ فإن فرق الجهد بين طرفيهما متساوٍ ويساوي فرق الجهد بين طرفي مكافئتهما.

جـ $_{مكافئة}$ = جـ $_{م}$

ت$_{كلي}$ ×م$_{مكافئة}$ = ت$_{٢}$ ×م

٢×٥= ت$_{٢}$ ×٣٠

ت$_{٢}$(قراءة الأميتر الثاني)= ($\frac{١}{٣}$)أمبير.

هـ) القدرة المستهلكة في المقاومة (٢) Ω=ت^{٢}×م=٢^{٢}×٢=٨ واط.

الدرس السابع	الدارات الكهربائية وقاعدتا كيرشوف	عدد الحصص	ثلاث حصص

نتاجات التعلم

- يتوصّل إلى قاعدة كيرشوف الأولى، مستخدمًا مبدأ حفظ الشحنة.
- يتوصّل إلى قاعدة كيرشوف الثانية، مستخدمًا قانون حفظ الطاقة والعلاقة (٤-٢١).
- يذكر نص قاعدتي كيرشوف الأولى والثانية، ويعبّر عنهما بالرموز.
- يتحقّق عمليًّا من قاعدتي كيرشوف.
- يطبّق قاعدتي كيرشوف في حل المسائل الرياضية.

مصادر التعلم

مختبر العلوم، (أميتر عدد (٣)، مقاومتان، مصدر قدرة، وفولتميتر عدد (٣))، الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

قاعدة الوصلة، قاعدة الجهد.

استراتيجيات التدريس

التعلم عن طريق النشاط، التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

أولًا: قاعدة كيرشوف الأولى

١- توجيه الأسئلة الآتية: ماذا لو لم تتمكّن من تبسيط الدارة الكهربائية لتكون عروة واحدة فقط؟ هل نستطيع تطبيق معادلة الدارة البسيطة؟ يناقش المعلم الطلبة للتوصّل معهم إلى أنه يوجد طريقة باستخدام قاعدتي كيرشوف للتعامل مع هذه الدارات. وتوجيه السؤال الآتي: كيف يمكن توظيف معرفتنا السابقة في حفظ الشحنة وحفظ الطاقة لاشتقاق القاعدتين.

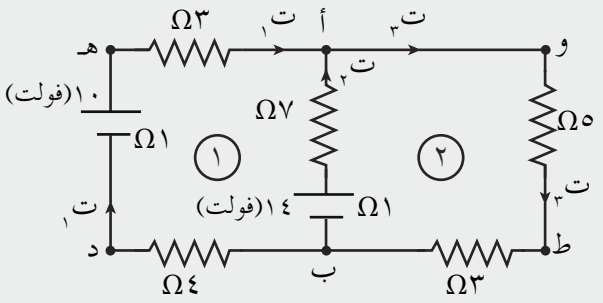
٢- رسم الشكل (٤-٢٥)، وتوجيه الأسئلة الآتية: ما مقدار التيار الداخل في النقطة (ن)؟ ما مقدار التيار الخارج من النقطة (ن)؟ ما العلاقة بين التيار الداخل والتيارات الخارجة؟ هل توجد علاقة بين هذه الصيغة وما تعلمناه حول مبدأ حفظ الشحنة؟ حاول التوصّل إلى الصيغة ($ت = ت_1 + ت_2 + ت_3$) من قانون حفظ الشحنة؟ ما اسم القاعدة التي تمثّلها الصيغة الرياضية السابقة؟

٣- توجيه الطلبة إلى إجابات الأسئلة السابقة والعلاقة (٤-١٥)؛ إذ تعدّ تعبيرًا رياضيًّا لقاعدة كيرشوف الأولى.

٤- توزيع الطلبة في مجموعات (٤-٥) طلبة، لتنفيذ نشاط (٤-٣)؛ للتحقّق من قاعدة كيرشوف الأولى وبمتابعة المعلم للتوصيلات الكهربائية، يناقش الطلبة في أثناء إجراء النشاط حول نتائجهم ومصادر الأخطاء في حال عدم تطابق القراءات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها أمام المجموعات الأخرى.

٥- توجيه الطلبة إلى حل سؤال (٢) من أسئلة المراجعة (٤-٧) بوصفه بطاقة خروج فردية.

ثانيًا: قاعدة كيرشوف الثانية



١- رسم الدارة المجاورة على اللوح، وتوجيه الأسئلة الآتية: أي من أجزاء الدارة المبينة ينتج قدرة؟ أيها يستهلك قدرة؟ما مقدار القدرة المنتجة في الدارة؟ ما مقدار القدرة المستهلكة في الدارة؟ ما العلاقة بين القدرة المستهلكة والقدرة المنتجة؟ هل توجد علاقة بين مجموع القوى الدافعة الكهربائية ومجموع فروق الجهد بين طرفي كل من المقاومات الخارجية والداخلية؟ ما الصيغة الرياضية التي تعبّر عن هذه العلاقة؟

٢- مناقشة الطلبة والتوصل معهم إلى قاعدة كيرشوف الثانية، التي تعدّ إحدى صيغ قانون حفظ الطاقة.

٣- توضيح نظام إشارات فروق الجهد لأجزاء الدارة المختلفة (البطاريات والمقاومات) بما يتفق مع الدور الذي يؤديه كل جزء (ينتج أو يستهلك قدرة) ويتفق مع اتجاه العبور. كما يوضّح الشكل(٤-٢٨).

٤- مناقشة المثال(٤-٩) مع الطلبة على اللوح.

٥- توزيع الطلبة في مجموعات (٤-٥) طلبة، لتنفيذ النشاط (٤-٣)؛ للتحقّق من قاعدة كيرشوف الثانية وبمتابعة المعلم للتوصيلات الكهربائية، يناقش الطلبة في أثناء إجراء النشاط حول نتائجهم ومصادر الأخطاء في حال عدم تطابق القراءات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها أمام المجموعات الأخرى.

٦- توجيه الطلبة إلى حل سؤال (٣) من أسئلة المراجعة (٤-٧) وسؤال (٥) من أسئلة الفصل بوصفه واجبًا بيتيًّا.

ثالثاً: تطبيق قاعدتي كيرشوف في حل الأسئلة

١- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة الواجب البيتي السؤال (٣) من أسئلة المراجعة (٤-٧) والسؤال (٥) من أسئلة الفصل على اللوح.

٢- توزيع الطلبة في مجموعات ثلاثية، وتوجيههم إلى حل ورقة العمل (٤- ٥).

٣- توجيه المجموعات إلى حل سؤال (٧) من أسئلة الفصل.

٤- إجراء اختبار قصير يقدّم فيه السؤال (٥) من أسئلة الوحدة لحله بوصفه تقويمًا ختاميًّا لدرس قاعدتي كيرشوف.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

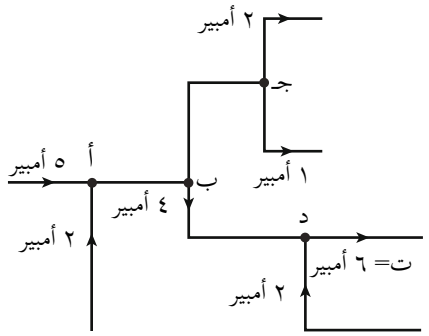
أداة التقويم: (الورقة والقلم): واجب بيتي، اختبار قصير.

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) نص قاعدة كيرشوف الأولى: «عند أي نقطة تفرع أو اتصال في دارة كهربائية، يكون مجموع التيارات الداخلة فيها مساويًا مجموع التيارات الخارجة منها؛ أي أن المجموع الجبري للتيارات عند تلك النقطة يساوي صفرًا».

نص قاعدة كيرشوف الثانية: «المجموع الجبري للتغيرات في الجهد الكهربائي عبر عناصر أي مسار مغلق يساوي صفرًا» .

٢)



٣) $ت_{١}$ =٠,٢٥ أمبير

أ) ($ت_{٢}$ و $ت_{٣}$)

أولًا: نطبق قاعدة كيرشوف الأولى على نقطة التفرع (أ)، فنجد أن:

$٠,٢٥ + ت_{٢} = ت_{٣}$ .....(١)

ثانيًا: نأخذ العروة الأولى، ونطبق عليها قاعدة كيرشوف الثانية، متبعين المسار(ب د هـ أ ب)؛ فنحصل على:

$جـ_{ب} - ٠,٢٥ (٤ + ١ + ٣) + ١٠ + ت_{٢} (٧ + ١) - ١٤ = جـ_{ب}$

$- ٨ \times ٠,٢٥ + ٨ ت_{٢} - ٤ =$ صفر

$ت_{٢} = ٠,٧٥$ أمبير

وبتعويض قيمة $ت_{٢}$ و $ت_{١}$ في المعادلة (١) نحصل على:

$ت_{٣} = ١$ أمبير

ب) قراءة الفولتميتر = $ق_{د} - ت_{٢} م_{د}$

= ١٤ −(١×٠,٧٥)= ١٣,٢٥ فولت

جـ) القدرة الكهربائية المستهلكة في المقاومة (٥) أوم = ت$_{٣}^{٢}$ م

= ١ ^{٢}×٥= ٥ واط

د) جـ$_{ب}$ + ∑ ق$_{د}$+ ∑ ت م = جـ$_{أ}$

جـ$_{ب}$ + ١٤− ٠,٧٥(١+٧) = جـ$_{أ}$

جـ$_{ب أ}$= − ١٤+ ٠,٧٥(١+٧)

= −١٤+٦

= −٨ فولت

ورقة عمل (٤-٥)

قاعدتا كيرشوف

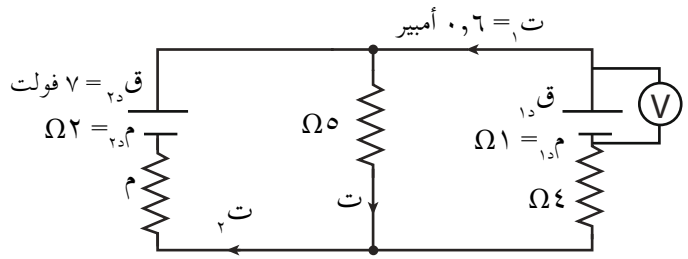
أولًا:

في الدارة المبينة في الشكل، إذا علمت أن قراءة الفولتميتر تساوي (٧,٤) فولت. معتمدًا على البيانات المثبتة في الشكل، احسب مقدار كل من:

١- القوة الدافعة الكهربائية (ق).

٢- التيار الكهربائي (ت).

٣- المقاومة (م).



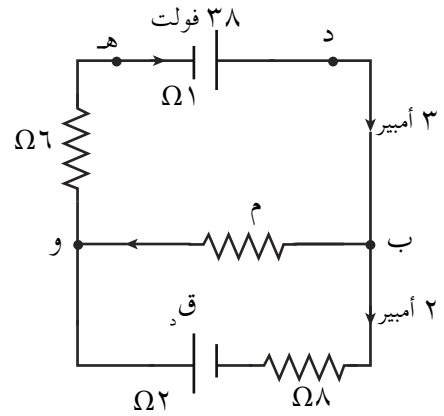
ثانيًا:

معتمدًا على البيانات المثبتة في الدارة المجاورة، احسب مقدار كل من:

١- فرق الجهد (جـ د هـ).

٢- المقاومة (م).

٣- القوة الدافعة الكهربائية (ق).



إجابة ورقة عمل(٤-٥)

أولًا:

١- $ق_{د_1}$ = قراءة الفولتميتر +$ت م_{د_1}$

$ق_{د_1}$ = ٧,٤+(١×٠,٦)=٨ فولت

٢- بتطبيق قاعدة كيرشوف الثانية على العروة اليمنى بدءًا من النقطة (د) وعودة إليها عكس عقارب الساعة:

$جـ_د$ - ٥ ت -٠,٦(٤+١)+ ٨ =$جـ_د$

ت= ١ أمبير.

٣- لإيجاد المقاومة (م) نجد أولًا التيار $ت_٢$

$ت= ت_١ + ت_٢$

$ت_٢$= ١-٠,٦= ٠,٤ أمبير

بتطبيق قاعدة كيرشوف الثانية على العروة اليسرى بدءًا من النقطة (د) وعودة إليها عكس عقارب الساعة:

$جـ_د$ - ٥ ×١ -٠,٤(م+٢)+ ٧=$جـ_د$

م= ٣ Ω

ثانيًا:

١-

$جـ_د$ + ت $م_د$ - $ق_د$=$جـ_هـ$

$جـ_{دهـ}$ = -٣×١+٣٨=٣٥ فولت

٢- بتطبيق قاعدة كيرشوف الثانية على العروة العلوية بدءًا من النقطة (د) وعودة إليها مع عقارب الساعة:

$جـ_د$ - ١×م -٣(١+٦)+٣٨ = $جـ_د$

م= ١٧ Ω

٣- بتطبيق قاعدة كيرشوف الثانية على العروة السفلية مع عقارب الساعة:

-٢(٢+٨)+$ق_د$+١×١٧= صفر

$ق_د$= ٣ فولت

الفصل الدراسي الثاني

الدرس الأول	المجال المغناطيسي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بكل من: المجال المغناطيسي، وخط المجال المغناطيسي، والمجال المغناطيسي المنتظم، والمجال المغناطيسي غير المنتظم.
- يذكر طرائق تخطيط المجال المغناطيسي.
- يذكر خصائص خطوط المجال المغناطيسي.
- يحدّد اتجاه المجال المغناطيسي عند نقطة عمليًّا وبالرسم.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مغناطيس مستقيم ومغناطيس حرف C، بوصلة، برادة حديد ودبابيس حديدية صغيرة، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

المجال المغناطيسي، القطب المفرد، خط المجال المغناطيسي، المجال المغناطيسي المنتظم، المجال المغناطيسي غير المنتظم.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: الحوار والمناقشة، أسئلة وإجابات، التعلم بالاستقصاء وإجراء النشاط، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد بتذكير الطلبة بمفهوم المجال الكهربائي وخطوطه وأنواعه.
٢- توزيع الطلبة في مجموعات (٤-٥) طلبة، وتوزيع أدوات النشاط، وورقة عمل (٥-١).
٣- توجيه الطلبة إلى تنفيذ النشاط الاستقصائي.
٤- مناقشة الأسئلة في ورقة العمل بعد تنفيذ النشاط.
٥- تلقّي إجابات الطلبة، والتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.
٦- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة (٥-١) بوصفها بطاقة خروج فردية.

معلومات إضافية

تمتلك الأرض مجالًا مغناطيسيًّا. يتشكّل بفعل حركة الحديد السائل المشحون كهربائيًّا داخل الأرض في اللب الخارجي. ولهذا المجال المغناطيسي أهمية كبيرة للحياة على الأرض، حيث يعمل على حمايتها من الرياح الشمسية، ويمنع وصولها إلى الغلاف الجوي؛ وذلك لأن الرياح الشمسية تسبّب تآكل الغلاف الجوي. إضافة إلى ذلك، لولا المجال المغناطيسي لما وُجدت البوصلة (إبرة البوصلة تتجه نحو القطب الشمالي الجغرافي للأرض تقريبًا)، التي كان لها أهمية كبيرة عبر العصور في معرفة الاتجاهات في أثناء السفر والتنقل.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل عن طريق الأسئلة والإجابات.

أداة التقويم: حل أسئلة المراجعة (٥–١).

إجابات الأسئلة والأنشطة

١)

أ) مقفلة، حيث تخرج من القطب الشمالي للمغناطيس وتدخل في القطب الجنوبي خارج المغناطيس مكملة مسارها داخل المغناطيس من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي.

ب) لا تتقاطع.

جـ) تكون كثافتها أكبر كلما زاد المجال المغناطيسي في المنطقة.

٢) خط المجال المغناطيسي: المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد (افتراضي) عند وضعه حرًّا في أي نقطة داخل المجال المغناطيسي.

المجال المغناطيسي المنتظم هو المجال المغناطيسي الثابت مقدارًا واتجاهًا عند نقاطه جميعها.

٣) عند السطح (ب)؛ لأن كثافة خطوط المجال المغناطيسي أكبر من كثافتها عند السطح (أ).

٤) بسبب عدم وجود قطب مغناطيسي مفرد.

ورقة عمل (٥-١)
المجال المغناطيسي

الهدف

يستنتج مفهوم: المجال المغناطيسي،وخط المجال المغناطيسي، والمجال المغناطيسي المنتظم، والمجال المغناطيسي غير المنتظم.

الأدوات: مغناطيس مستقيم ومغناطيس حرف C، بوصلة، برادة حديد ودبابيس حديدية صغيرة، ورقة.

الإجراءات

١- ضع المغناطيس المستقيم على الطاولة بشكل أفقي .

٢- انثر الدبابيس بشكل عشوائي على مسافات متفاوتة من المغناطيس. ماذا تلاحظ؟ (دوّن ملاحظاتك).

٣- ضع ورقة فوق المغناطيس.

٤- انثر برادة الحديد فوق الورقة بشكل عشوائي وعلى مسافات متفاوتة من المغناطيس. ماذا تلاحظ؟ (دوّن ملاحظاتك) وارسم الشكل الناتج.

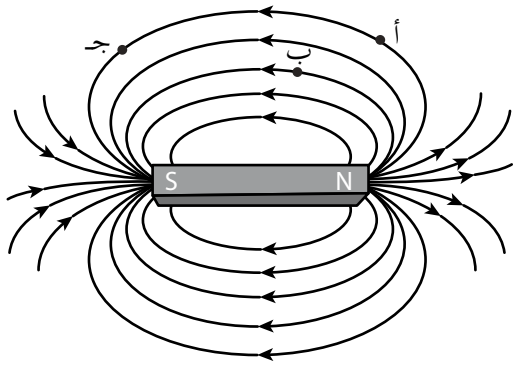
٥- ضع البوصلة عند نقاط مختلفة من برادة الحديد، ودوّن ملاحظاتك.

٦- كرّر الخطوات السابقة باستخدام مغناطيس حرف (C).

التحليل

١- ما أوجه التشابه والاختلاف بين ما حصلت عليه باستخدام المغناطيس المستقيم ومغناطيس حرف (C)؟

٢- ضع تعريفًا مناسبًا لكل من: المجال المغناطيسي، وخط المجال المغناطيسي، والمجال المغناطيسي المنتظم، والمجال المغناطيسي غير المنتظم.



٣- اذكر طرائق تخطيط المجال المغناطيسي.

٤- اذكر خصائص خطوط المجال المغناطيسي.

٥- حدّد بالرسم اتجاه المجال المغناطيسي عند النقاط (أ، ب،جـ) في الشكل المجاور.

الدرس الثاني	القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة نقطية متحركة في مجال مغناطيسي منتظم	عدد الحصص حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بكل من: المجال المغناطيسي عند نقطة، والتسلا.
- يتعرف العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة نقطية متحرّكة في مجال مغناطيسي منتظم.
- يكتب الصيغة الرياضية للقوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة نقطية متحرّكة في مجال مغناطيسي منتظم، ويطبّقها في حل المسائل.
- يطبّق قاعدة اليد اليمنى في تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة نقطية متحركة في مجال مغناطيسي منتظم.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، وأوراق العمل.

المفاهيم والمصطلحات

القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة نقطية متحركة في مجال مغناطيسي منتظم، التسلا.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: الحوار والمناقشة، أسئلة وإجابات، التعلم التعاوني (مجموعات ثنائية).

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد بتوظيف استراتيجية المناقشة والحوار، لتذكير الطلبة بأن المجال المغناطيسي يؤثّر بقوة في برادة الحديد فيجذبها، وأنه توجد قوة مغناطيسية متبادلة تنشأ بين الأقطاب المغناطيسية (تجاذب أو تنافر)، فهل يؤثّر المجال المغناطيسي المنتظم بقوة في شحنة نقطية متحرّكة فيه؟

٢- توجيه الطلبة إلى دراسة الشكل (٥-٥) في الكتاب، وتوجيه الأسئلة الآتية:

- ماذا يمثّل الشكل؟
- ما الذي جعل الأشعة تنحرف عن مسارها في الشكل الثاني؟ علامَ يدل ذلك؟
- ما العوامل التي تحدّد مقدار انحراف هذه الأشعة؟

٣- مناقشة الطلبة وتوجيه إجاباتهم؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٤- كتابة العلاقة (٥-١) التي تمثّل الصيغة الرياضية للقوة المغناطيسية، وتوجيه الطلبة إلى استنتاج العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية.

٥- توجيه السؤالين الآتيين: متى تكون القوة المغناطيسية المؤثّرة في جسيم مشحون متحرك في مجال مغناطيسي منتظم مساوية للصفر؟ ومتى تكون القوة المغناطيسية أكبر ما يمكن؟

٦- تلقّي إجابات الطلبة وتوجيهها إلى الإجابة الصحيحة.

٧- توجيه السؤال الآتي: كيف يمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة ؟ تذكير الطلبة بما مر معهم في الصف العاشر حول تطبيق قاعدة اليد اليمنى، واستخدام الشكل (٥-٧) لتوضيح القاعدة.

٨- توجيه الطلبة إلى اشتقاق وحدة قياس المجال المغناطيسي بالاعتماد على العلاقة (٥-١)، وتوضيح مفهوم التسلا.

٩- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها واجبًا صفيًّا.

١٠-توجيه الطلبة إلى حل سؤال العلاج بوصفه بطاقة خروج فردية.

الفروق الفردية

علاج

تحرّكت شحنة (-٥) ميكروكولوم بسرعة (٢×١٠^{٤}) م/ث باتجاه يصنع زاوية (٥٠°) مع محور السينات، داخل منطقة مجال مغناطيسي منتظم (٣) تسلا باتجاه محور السينات الموجب. جد القوة المغناطيسية المؤثّرة في الشحنة لحظة دخولها المجال المغناطيسي مقدارًا واتجاهًا.

الحل

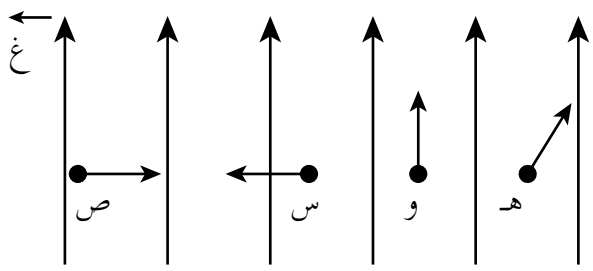
$ق_{غ} = ـــ ع غ جا\theta$

$ق_{غ} = ٥\times١٠^{-٦} \times ٢\times١٠^{٤}\times٣\times$جا ٥٠

$ق_{غ} = ٢٣\times١٠^{-٢}$ نيوتن، (+ز).

إثراء

(هـ، و، س، ص)، جسيمات مشحونة متماثلة الشحنة تتحرّك بالسرعة نفسها في مجال مغناطيسي كما في الشكل، رتّب هذه الجسيمات تصاعديًّا تبعًا لمقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة فيها.



الحل

بما أن الجسيمات متماثلة الشحنة، وتتحرّك بالسرعة نفسها في المجال المغناطيسي نفسه؛

إذن، يتحدد مقدار القوة المغناطيسية بمقدار (جا θ) وذلك حسب العلاقة:

$ق_غ = ـــ ع غ جا\theta$

لذا، يكون ترتيب هذه الجسيمات تصاعديًّا تبعًا لمقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة فيها:

$ق_غ (و) < ق_غ (هـ) < (ق_غ (س) = ق_غ (ص)$

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

النتاج: يطبّق قاعدة اليد اليمنى في تحديد اتجاه القوة المغناطيسية.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يتقن تطبيق قاعدة اليد اليمنى من دون أخطاء.
٣	يتقن غالبًا تطبيق قاعدة اليد اليمنى من دون أخطاء.
٢	يتقن أحيانًا تطبيق قاعدة اليد اليمنى ويحتاج إلى مساعدة.
١	لايتقن تطبيق قاعدة اليد اليمنى مع موجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) إذا كانت الشحنة الكهربائية تتحرّك واتجاه سرعتها موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي أي أن (θ) الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعة واتجاه المجال المغناطيسي يكون (٠° أو ١٨٠°).

٢) النيوترون جسيم غير مشحون؛ لذا، لن يتأثّر بقوة مغناطيسية عندما يكون في المجال المغناطيسي.

٣) يؤثّر المجال المغناطيسي بقوة مغناطيسية مقدارها (٥×١٠^{-٣}) نيوتن في شحنة مقدارها (١)كولوم تتحرّك بسرعة (١)م/ث عموديًّا على اتجاه المجال المغناطيسي.

٤) أ) القوة المغناطيسية باتجاه (–ص).
ب) القوة المغناطيسية باتجاه (–س).
جـ) القوة المغناطيسية باتجاه (+ز).
د) السرعة باتجاه (+س).

الدرس الثالث	حركة جسيم مشحون في مجال مغناطيسي منتظم	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يفسّر اتخاذ الجسيم المشحون للمسار الدائري عند دخوله عموديًّا على مجال مغناطيسي منتظم.
- يشتق العلاقة الرياضية التي تعطي نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم المشحون، عندما يتحرّك باتجاه عمودي على المجال المغناطيسي المنتظم.
- يوضّح العوامل المؤثّرة في نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم المشحون، عندما يتحرّك باتجاه عمودي على المجال المغناطيسي المنتظم.
- يطبّق العلاقة (٥-٢) في حل المسائل.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

القوة المركزية، مسار دائري.

استراتيجيات التدريس

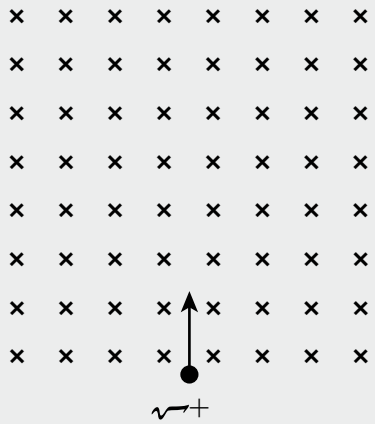
التدريس المباشر: الحوار والمناقشة، أسئلة وإجابات، الاستقصاء، التعلم التعاوني (مجموعات ثلاثية).

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد بتذكير الطلبة بالقوة المغناطيسية في الدرس السابق.

٢- توزيع الطلبة في مجموعات ثلاثية، ورسم الشكل المجاور على اللوح.

٣- توجيه السؤال الآتي: ما طبيعة المسار الذي سيسلكه الجسيم المشحون عند دخوله منطقة مجال مغناطيسي باتجاه يعامد اتجاه المجال كما في الشكل؟ للإجابة على السؤال، تتبع مسار جسيم مشحون بشحنة موجبة انطلق باتجاه محور الصادات الموجب داخل مجال مغناطيسي، كما في الشكل.



٤- متابعة عمل الطلبة، وتوجيه المجموعات إلى تبادل الشكل الذي حصلت عليه، ومناقشة الطلبة بنتائجهم، والتوصل إلى أن الجسيم يتحرّك بمسار دائري، أي أن القوة المغناطيسية في هذه الحالة تكون قوة مركزية.

٥- توجيه السؤال الآتي: هل يمكن التنبؤ بالعوامل التي يعتمد عليها نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم المشحون عندما يتحرّك باتجاه عمودي على المجال المغناطيسي؟ توجيه المجموعات إلى مناقشة العوامل مع توضيح كيف تؤثّر في نصف القطر.

٦- مناقشة الطلبة بالعوامل التي اقترحوها في المجموعات، والتوصّل معهم إلى العلاقة الرياضية (٥-٢)، وتوجيه الطلبة إلى حل سؤال (٢) من أسئلة الفصل.

٧- توجيه السؤالين الآتيين: ما مقدار الشغل الذي تبذله القوة المغناطيسية على الجسيم المشحون؟ ما مقدار التغيرفي الطاقة الحركية للجسيم المشحون المتحرك في مجال مغناطيسي؟

٨- تلقّي إجابات الطلبة، وتوجيههم إلى استخدام العلاقة الرياضية ش= ق ف جتاθ ؛ للتوصّل إلى أن القوة المغناطيسية لا تبذل شغلًا.

٩- توجيه الطلبة إلى حل المثال (٥-٢) وأسئلة مراجعة الدرس على اللوح.

١٠- حل سؤال الإثراء بوصفه واجبًا بيتيًّا ومتابعته.

الفروق الفردية

علاج

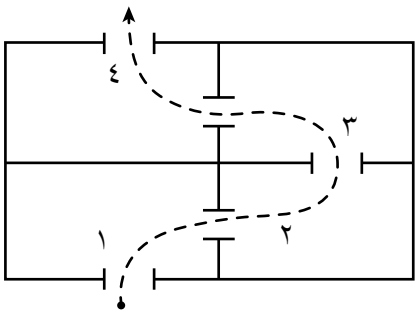
١) يمكن التحكم في سرعة جسيم مشحون يتحرّك في مسار دائري داخل مجال مغناطيسي منتظم، عن طريق كميات فيزيائية تحدّد وتقاس، فما الكميات التي تُحدّد وما الكميات التي تُقاس؟

الحل

الكميات التي تُحدّد: المجال المغناطيسي (غ)، مقدار شحنة الجسيم (ﺷ).

الكميات التي تُقاس: الكتلة (ك)، نصف القطر (نق).

٢) يمثّل الشكل المجاور أربع حجرات منفصلة تحتوي على مجالات مغناطيسية منتظمة لها المقدار نفسه ومختلفة في اتجاهاتها، مستعينًا بالرسم المجاور الذي يوضّح المسار الذي اتخذه بروتون أُدخل من الحجرة (١) بسرعة (٢×١٠^{٥}) م/ث بالاتجاه المبيّن في الشكل:



أ) حدّد اتجاه المجال المغناطيسي في الحجرات الأربع.

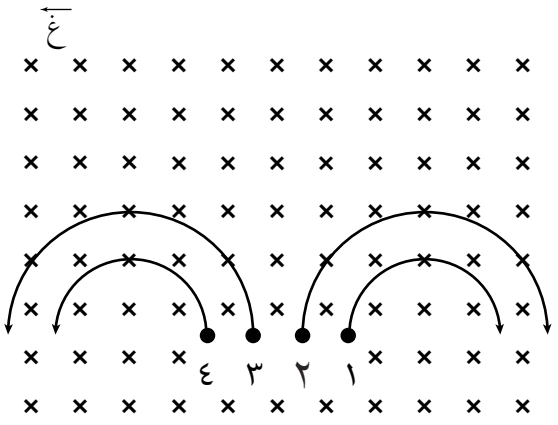
ب) ما مقدار سرعة الجسيم عند خروجه من الحجرة الرابعة؟ وضّح إجابتك.

الحل

أ) اتجاه المجال المغناطيسي في الحجرة (١): (+ز)، الحجرة (٢): (-ز)، الحجرة (٣): (-ز)، الحجرة (٤): (+ز).

ب) تكون سرعة الجسيم عند خروجه (٢×١٠^٥) م/ث، وذلك لأن المجال المغناطيسي لا يغير مقدار سرعة الجسيمات المشحونة.

إثراء



أُدخلت (٤) جسيمات متساوية في مقدار الشحنة والسرعة في مجال مغناطيسي منتظم كما في الشكل، بيّن نوع شحنة كل من الجسيمات الأربع، ثم رتبها تصاعديًّا حسب كتلها.

الحل

بتطبق قاعدة اليد اليمنى على أحد الجسيمات الأربع، لنأخذ الجسيم (٤) مثلًا، يشير الإبهام إلى اتجاه السرعة عند النقطة (٤) نحو محور الصادات الموجب، وتشير الأصابع نحو الداخل؛ فيكون اتجاه القوة المغناطيسية عموديًّا على راحة اليد اليمنى نحو محور السينات السالب، وبما أن الجسيم (٤) يتحرّك فعليًّا بهذا الاتجاه؛ إذن، شحنته موجبة. وبالمثل يكون الجسيم (٣) موجبًا أيضا بينما الجسيمان (١) و (٢) سالبان لأنهما يتحركان بعكس اتجاه حركة الجسيمان (٣) و(٤).

أما بالنسبة لكتلة الأجسام، فحسب العلاقة (٢–٥)، وبما أن شحنة وسرعة الجسيمات متساوية وكذلك المجال المغناطيسي؛ إذن، يتحدّد مقدار نصف القطر بحسب الكتلة، والجسيم الأكبر كتلة يكون نصف قطر مساره أكبر، $(ك_{١} = ك_{٤}) < (ك_{٢} = ك_{٣})$.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

النتاج: يشرح تأثير المجال المغناطيسي في جسيم مشحون يتحرك داخله.	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٤	يحدّد العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة متحركة داخل مجال مغناطيسي.
٣	يحدّد بعض العوامل التي يعتمد على مقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة متحركة داخل مجال مغناطيسي.
٢	يحدّد غالبًا بعض العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة متحركة داخل مجال مغناطيسي بوجود مساعدة.
١	يحدّد أحيانًا العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة متحركة داخل مجال مغناطيسي بوجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) أ) تتحرّك الشحنة (١) ابتداءً نحو المحور السيني الموجب، ثم تنحرف نحو المحور الصادي السالب(−ص) بفعل القوة المغناطيسية، وعند تطبيق قاعدة اليد اليمنى، بجعل الإبهام باتجاه السرعة (+س)، وباقي الأصابع باتجاه المجال المغناطيسي (−ز)، يكون العمودي على باطن الكف نحو (+ص)، معاكسًا لاتجاه القوة، ما يعني أن الشحنة (١) سالبة. وبالطريقة نفسها، تكون الشحنة (٢) موجبة، والشحنة (٤) سالبة. أما في ما يخص الجسيم (٣)، فإنه تحرّك داخل المجال المغناطيسي في خط مستقيم، ويدل هذا على عدم تأثره بقوة مغناطيسية، ما يعني أنه غير مشحون.

ب) يظهر من الشكل أن: نق$_{٢}$ >نق$_{٤}$>نق$_{١}$ ، ولأن نصف القطر يتناسب عكسيًّا مع مقدار شحنة الجسيم، فإن: ـــ$_{١}$ > ـــ$_{٤}$ >ـــ$_{٢}$> (ـــ$_{٣}$=صفر)

٢) بما أن شحنة كل من الإلكترون والبروتون متساوية في المقدار، وكلاهما يتحرّك بالسرعة نفسها داخل المجال المغناطيسي، وحسب العلاقة (نق= $\frac{\text{ك ع}}{\text{ـــ غ}}$) فإن سبب اختلاف نصفي قطر مسار كل منهما هو اختلافهما في الكتلة. ولأن نصف القطر يتناسب طرديًّا مع الكتلة؛ فإن المسار ذا نصف القطر الأكبر (المسار الخارجي) يمثّل مسار البروتون، بينما يمثّل المسار الدائري الأصغر مسار الإلكترون. ووفق قاعدة اليد اليمنى، فيكون اتجاه دوران البروتون مع عقارب الساعة، ويكون اتجاه دوران الإلكترون عكس عقارب الساعة.

الدرس الرابع	قوة لورنتز	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بقوة لورنتز، ومنتقي السرعة، ومطياف الكتلة.
- يوضّح أهمية دراسة قوة لورنتز؛ عن طريق دراسة مبدأ عمل كل من منتقي السرعات ومطياف الكتلة.
- يتوصّل إلى العلاقة الرياضية لقوة لورنتز، وسرعة الجسيم المتحرك في جهاز منتقي السرعات ويطبّق العلاقات في حل الأسئلة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي وأوراق العمل.

المفاهيم والمصطلحات

قوة لورنتز، منتقي السرعة، مطياف الكتلة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: الحوار والمناقشة، وأسئلة وإجابات، وأوراق العمل، والتعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

أولًا: قوة لورنتز

١- التمهيد باستخدام استراتيجية الحوار والمناقشة، لتذكير الطلبة بالقوة المحصلة وطرائق إيجادها في الحالات المختلفة.

٢- رسم الشكل (٥-١٣) وتوجيه الأسئلة الآتية: إذا أدخل بروتون بسرعة (ع) إلى منطقة المجالين المتعامدين، فما القوى التي ستؤثر فيه؟ كيف نحدّد اتجاه القوى المؤثّرة؟ وكيف نجد محصلتها؟ في أي اتجاه سيتحرك البروتون؟ مناقشة الطلبة للتوصّل إلى مفهوم قوة لورنتز.

٣- توجيه السؤال الآتي: ما العوامل المؤثّرة في مقدار قوة لورنتز؟ توجيه الطلبة إلى مناقشة ذلك على دفاترهم في مجموعات ثنائية، ومتابعة الطلبة، ثم حل المثال (٥-٣).

٤- توجيه الطلبة إلى حل سؤال الإثراء والسؤال (٨) من أسئلة الفصل، بوصفه ورقة عمل في المجموعات الثنائية، ثم مناقشة الحل مع الطلبة.

ثانيًا: منتقي السرعة ومطياف الكتلة

٥- توزيع الطلبة في مجموعات (٤-٥)، وتوزيع ورقة العمل (٥-٢) لاستقصاء مبدأ عمل منتقي السرعة.

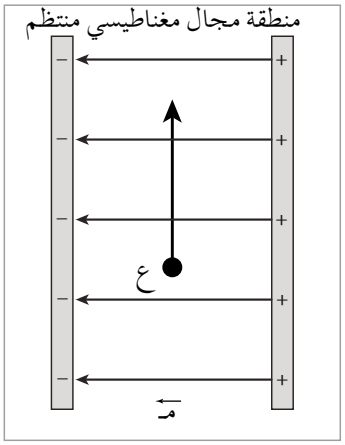
٦- مناقشة الطلبة بورقة العمل، وتوجيههم بعد عرض نتائجهم إلى مفهوم منتقي السرعة واستخداماته.

٧- التأكيد على أن منتقي السرعة يُستخدم بوصفه أحد أجزاء مطياف الكتلة، وتوجيه الأسئلة الآتية: ما مطياف الكتلة؟ ما أجزاؤه؟ما استخداماته؟، وتوجيه الطلبة إلى دراسة الشكل (٥-١٥).

٨- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

إثراء



في الشكل، مجال كهربائي منتظم مقداره (٦٠٠) فولت/م متعامد مع مجال مغناطيسي منتظم (غ)، فإذا تحركت شحنة كهربائية موجبة (ـــ) تحت تأثير المجالين بسرعة ثابتة (٥×١٠^٣) م/ث باتجاه محور الصادات الموجب، بالاعتماد على الشكل وبياناته، أجب عما يأتي:

١) حدّد اتجاه القوتين المؤثرتين في الجسيم.

٢) احسب مقدار المجال المغناطيسي (غ)، وحدّد اتجاهه.

٣) صِف حركة الشحنة إذا كانت القوة المغناطيسية أكبر من القوة الكهربائية؟

الحل

١) بما أن الشحنة تتحرّك بسرعة ثابتة؛ إذن، محصلة القوىتساوي صفرًا، والقوة الكهربائية المؤثّرة في الشحنة الموجبة تكون باتجاه المجال الكهربائي، أي باتجاه محور السينات السالب؛ لذا، تكون القوة المغناطيسية باتجاه محور السينات الموجب.

٢) $ق_ك = ق_غ$

$مـ = ـــ ع غ جا\theta$ ، $\theta = ٩٠°$

$غ = \frac{مـ}{ـــ ع}$ ، $غ = \frac{٦٠٠}{٥ \times ١٠^{٣}}$

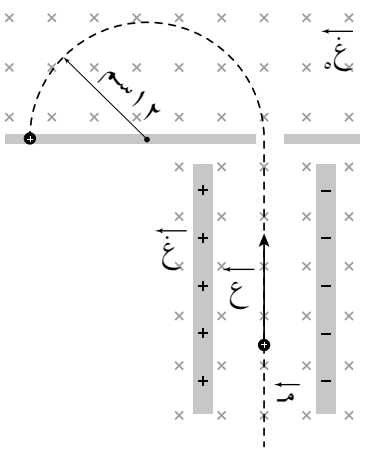
غ= ٠,١٢ تسلا، نحو المحور الزيني الموجب (+ز)

٣) إذا كانت القوة المغناطيسية أكبر من القوة الكهربائية، فسوف تتحرّك الشحنة نحو محور السينات الموجب لتشكّل مسارًا منحنيًا.

استراتيجية التقويم: المناقشة، توجيه الأسئلة، الورقة والقلم.

أداة التقويم: اختبار قصير.

اختبار قصير



دخل جسيم شحنته (٦) بيكوكولوم، إلى منطقة مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين، مقدار كل منهما (مـ= ٣٠٠ نيوتن/كولوم)، (غ= ١٠×١,٥ $^{-٣}$ تسلا)، ثم دخل إلى منطقة مجال مغناطيسي منتظم (غ$_{٠}$=٣ تسلا) كما في الشكل، استخدم البيانات المثبتة في الشكل، وأجب عمّا يأتي:

١) ما اسم الجهاز المبين في الشكل؟

٢) احسب السرعة (ع).

٣) احسب كتلة الجسيم (ك).

الحل

١) مطياف الكتلة.

٢) بما أن الجسيم بقي في مساره نفسه في منطقة المجالين؛ إذن، سرعته ثابتة وتحسب من العلاقة:

$$ع = \frac{مـ}{غ} = \frac{٣٠٠}{١٠\times١,٥^{-٣}} \Leftarrow ع = ٢\times١٠^{٥} \text{ م/ث}$$

٣) $نق = \frac{ك\ ع}{نق\ غ_{٠}}$ من الشكل: نق=١٢×١٠ $^{-٢}$ م

$$ك = \frac{نق\ نق\ غ_{٠}}{ع} \Leftarrow ك = \frac{٣\times١٢^{-١٢}\times١٠\times٦\times٢^{-١٠}\times١٢}{٢\times١٠^{٥}} = ١٠\times١٠٨^{-١٩} \text{ كغ}$$

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) يجب أن تكون القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية الناتجة عنهما متساويتين في المقدار، ومتعاكستين في الاتجاه.

٢) أ) فصل الأيونات المشحونة عن بعضها وفق نسبة شحنة كل منها إلى كتلته، ما يتيح معرفة كتلتها ونوع شحنتها.

ب) دراسة مكوّنات بعض المركّبات الكيميائية.

٣) يعمل المجال المغناطيسي (غ) على توليد قوة مغناطيسية تساوي القوة الكهربائية في المقدار وتعاكسها في الاتجاه؛ لضمان بقاء الشحنة متحركة في خط مستقيم. بينما يجبر المجال المغناطيسي ($غ_م$) الجسيمات المشحونة على الحركة في مسار دائري يتناسب نصف قطره طرديًّا مع كتلة هذه الجسيمات.

٤) تتلخّص فكرة الجهاز بجعل الأيونات الموجبة والسالبة تتدفق باتجاه واحد مع اتجاه جريان الدم، فيعمل فرق الجهد على توليد مجال كهربائي اتجاهه نحو المحور الصادي السالب، حيث يعمل على تحريك الشحنات الموجبة باتجاهه، والشحنات السالبة عكس اتجاهه نحو المحور الصادي الموجب. وبعد أن تتحرّك هذه الشحنات، يؤثّر فيها المجال المغناطيسي بقوة مغناطيسية يكون اتجاهها على الأيونات الموجبة والسالبة وفق قاعدة اليد اليمنى نحو المحور الزيني الموجب.

ورقة عمل (٥-٢)

استقصاء مبدأ عمل منتقي السرعة

أُدخلت ثلاث شحنات موجبة مقدار كل منها (١×١٠^{-٦})كولوم إلى منطقة مجالين (كهربائي ومغناطيسي) متعامدين كما في الشكل، استخدم البيانات في الشكل للإجابة عن الأسئلة الآتية:

١- جد مقدار القوة الكهربائية المؤثّرة في كل من الشحنات الثلاث، واتجاهها.

٢- جد مقدار القوة المغناطيسية المؤثّرة في كل من الشحنات الثلاث، واتجاهها.

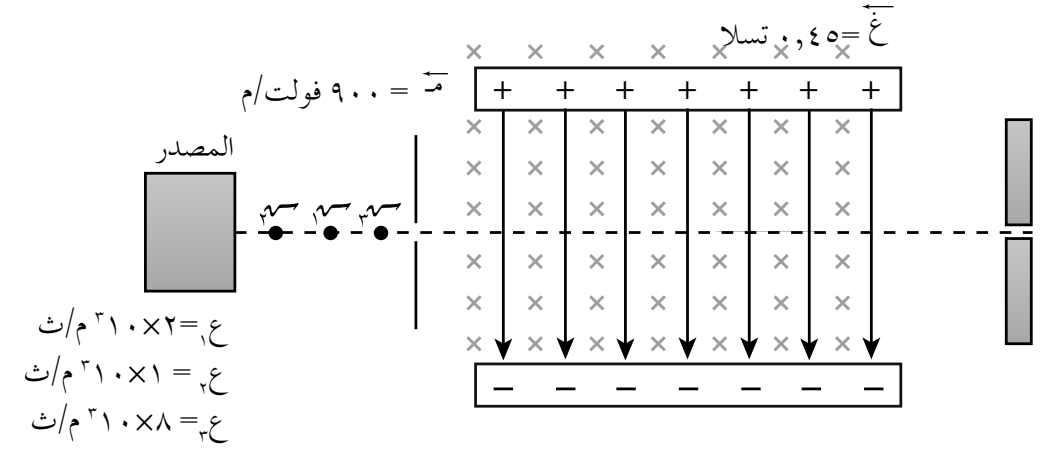
٣- جد محصلة القوى المؤثّرة في كل من الشحنات الثلاث.

٤- حدّد الاتجاه الذي ستسلكه كل من الشحنات الثلاث.

٥- أي من الشحنات الثلاث، تم انتقاؤها للخروج من الفتحة؟ لماذا؟

٦- ما الشرط اللازم تحقيقه كي تتمكّن الشحنة من عبور الفتحة المبيّنة في الشكل؟

٧- إذا علمت أن ما طبقته في الأسئلة السابقة هو مبدأ عمل منتقي السرعة، وضّح المقصود بمنتقي السرعة، وبيّن أجزاءه والغرض منه.



إجابة ورقة عمل (٥-٢)

١- $ق_{ك_١} = م\ ش_١ = ٩٠٠\times١\times١٠^{-٦} = ٩\times١٠^{-٤}$ نيوتن باتجاه ($-$ص)

وبالمثل للشحنتين ($ش_٢$) و ($ش_٣$) حيث؛ $ق_{ك_١} = ق_{ك_٢} = ق_{ك_٣}$

٢- $ق_غ = ش_١\ ع_١\ غ\ جا\theta$ ($\theta = ٩٠^\circ$ ، جا٩٠=١)

$ق_{غ_١} = ١\times١٠^{-٦}\times٢\times١٠^{٣}\times٠,٤٥\times١ = ٩\times١٠^{-٤}$ نيوتن باتجاه ($+$ص).

$ق_{غ_٢} = ١\times١٠^{-٦}\times١\times١٠^{٣}\times٠,٤٥\times١ = ٤,٥\times١٠^{-٤}$ نيوتن باتجاه ($+$ص).

$ق_{غ_٣} = ١\times١٠^{-٦}\times٨\times١٠^{٣}\times٠,٤٥\times١ = ٣٦\times١٠^{-٤}$ نيوتن باتجاه ($+$ص).

٣- $ق_{ح_1} = ق_{ك_1} - ق_{غ_1} = ٠$

$ق_{ح_2} = ق_{ك_2} - ق_{غ_2} = ٩ \times ١٠^{-٤} - ٤,٥ \times ١٠^{-٤} = ٤,٥ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن باتجاه ($^{-}$ص).

$ق_{ح_3} = ق_{غ_3} - ق_{ك_3} = ٣٦ \times ١٠^{-٤} - ٩ \times ١٠^{-٤} = ٢٧ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن باتجاه القوة المغناطيسية ($^{+}$ص).

٤- تبقى ($ك_1$) في اتجاهها الأصلي($^{+}$س) لأن محصلة القوى المؤثّرة فيها تساوي صفرًا أي أنها لا تنحرف.

ستتحرك ($ك_2$) باتجاه محصلة القوى المؤثّرة فيها؛ أي باتجاه ($^{-}$ص) فتنحرف عن مسارها باتجاه القوة المحصلة.

ستتحرك ($ك_3$) باتجاه محصلة القوى المؤثّرة فيها؛ أي باتجاه ($^{+}$ص) فتنحرف عن مسارها باتجاه القوة المحصلة.

٥- ($ك_1$)، وذلك لأن محصلة القوى المؤثّرة فيها تساوي صفرًا، فهي بذلك حافظت على اتجاه حركتها باتجاه ($^{+}$س) وبما أن الفتحة موجودة في هذا الاتجاه؛ إذن، هذه الشحنة ستتمكّن من الوصول إليها والخروج منها.

٦- الشرط اللازم تحقيقه لتتمكّن الشحنة من العبور هو أن تدخل الشحنة بسرعة تعامد اتجاه كل من المجالين، وأن تكون سرعتها ثابتة ومساوية للنسبة ($\frac{م}{غ}$). ويمكن حساب سرعتها كالآتي:

$ق_{ح} = ق_{ك} - ق_{غ} = ٠ \Leftarrow ق_{ك} = ق_{غ} \Leftarrow م ك = ك ع غ جا\theta$ ، ($\theta = ٩٠^{\circ}$ ، جا٩٠=١).

$$ع = \frac{م}{غ}$$

فإذا حقّقت الشحنة هذا الشرط، تمكّنت من الحركة بالسرعة والاتجاه نفسهما لتخرج من الفتحة المقابلة لمكان دخولها إلى منطقة المجالين، أما بقية الشحنات التي لا تحقّق هذا الشرط، فلن تتمكّن من الخروج من تلك الفتحة (أي لا يتم انتقاؤها).

٧- منتقي السرعة: جهاز يحتوي على مجالين متعامدين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي، يستخدم لاختيار الجسيمات المشحونة ذات سرعة يتم تحديدها مسبقًا بالتحكم بقيمة كل من المجالين الكهربائي والمغناطيسي؛ للاستفادة من هذه الجسيمات لاحقًا في أجهزة أخرى مثل جهاز مطياف الكتلة وكذلك تستخدم لغايات الدراسات والتجارب.

الدرس الخامس	القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي في موصل مستقيم يحمل تيارًا كهربائيًّا	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يستنتج منشأ القوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل يحمل تيارًا.
- يشتق علاقة القوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل يحمل تيارًا، ويطبّقها في حل المسائل الحسابية.
- يطبّق قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل يحمل تيارًا.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مغناطيس حرف U، موصل، بطارية، أسلاك توصيل.

المفاهيم والمصطلحات

القوة المغناطيسية، قاعدة اليد اليمنى.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، الاستقصاء والتعلم عن طريق النشاط (إجراء تجربة)، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بتذكير الطلبة بالقوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة متحركة في مجال مغناطيسي.

٢- توزيع الطلبة في مجموعات من (٤-٥) طلبة، وتوجيههم لإجراء النشاط (٥-١)، ومتابعة عمل الطلبة والتأكد من التوصيلات الكهربائية، وتوجيه الأسئلة الآتية في ورقة عمل تقدّم للطلبة عند إجراء النشاط:

- ماذا حصل للموصل عند إغلاق الدارة الكهربائية؟
- ما الذي جعل الموصل يتحرّك عند إغلاق الدارة؟
- لماذا اختلف اتجاه حركة الموصل عند عكس أقطاب البطارية؟
- كيف تفسّر نشوء قوة مغناطيسية تؤثّر في الموصل الذي يسري فيه تيار عند وضعه في مجال مغناطيسي؟

٣- توجيه السؤال الآتي: ما العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل يحمل تيارًا وموضوع في مجال مغناطيسي؟ ولإجابة السؤال؛ تتّبع الخطوات الآتية:

أ) أضف بطارية أخرى.

ب) أضف مغناطيسًا آخر باتجاه المغناطيس الأول نفسه.

جـ) حرك الموصل، ماذا تلاحظ؟

د) حاول تغيير طول الموصل، ماذا تلاحظ؟

هـ) حاول مع زملائك التوصّل إلى العلاقة الرياضية لحساب تلك القوة.

٤- اذكر بعض التطبيقات للقوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل يحمل تيارًا وموضوع في مجال مغناطيسي.

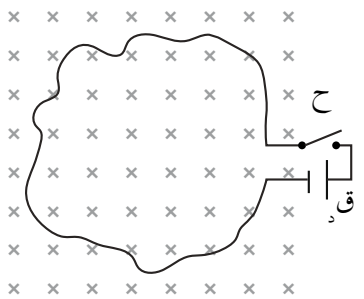
٥- مناقشة الطلبة في إجاباتهم والتوصل معهم إلى وجود قوة مغناطيسية تؤثّر في الموصل الذي يحمل تيارًا عند وضعه في مجال مغناطيسي، وأن تلك القوة ناتجة من محصلة القوى المؤثّرة في الشحنات الحرّة المتحرّكة داخل الموصل، ويمكن تحديد اتجاه القوة المغناطيسية بحسب قاعدة اليد اليمنى.

٦- مناقشة الطلبة للتوصّل إلى إجابات الأسئلة السابقة وكتابة العلاقة (٥-٥) على اللوح.

٧- توجيه الطلبة إلى حل المثال (٥-٤) على اللوح، وحل أسئلة مراجعة الدرس على الدفتر بوصفها واجبًا صفيًّا.

الفروق الفردية

إثراء



في الشكل، وضّح ما يحدث للموصل عند إغلاق المفتاح، ثم فسّر ما يحدث إذا عُكس اتجاه التيار؟

الحل

عند إغلاق المفتاح، يسري تيار كهربائي في الموصل بعكس عقارب الساعة، فيتأثر كل جزء من الموصل بقوة مغناطيسية عمودية على ذلك الجزء نحو داخل منحنى الموصل (حسب قاعدة اليد اليمنى)، ما يؤدي إلى انكماشه. وعند عكس اتجاه التيار ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية، فيتوسع الموصل نحو الخارج، متخذًا الشكل الدائري.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: مراجعة الذات.

أداة التقويم: سجل وصف سير التعلم.

سجل وصف سير التعلم

المواضيع التي ناقشها طلبة المجموعة:

١-.....

٢-.....

٣-.....

الأمر الذي تعلمته:

.....

.....

الأمر الذي أحتاج إلى مساعدة في تعلمه:

.....

.....

ملاحظات المعلم:

.....

.....

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) مقدار التيار المار في الموصل، طول الموصل، مقدار المجال المغناطيسي الذي غمر فيه الموصل، جيب الزاوية المحصورة (θ) بين متجه طول الموصل ومتجه المجال المغناطيسي.

٢) باستخدام قاعدة اليد اليمنى، يشير الإبهام إلى اتجاه التيار نحو (-س)، ويشير المتجه العمودي على باطن الكف إلى اتجاه القوة المغناطيسية نحو(+ز)، فيكون اتجاه الأصابع الأربعة باتجاه المجال المغناطيسي نحو (-ص).

الدرس السادس	المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي	عدد الحصص	حصتان

(٥-٦-١) المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي في موصل مستقيم طويل

نتاجات التعلم

- يوضّح العوامل المؤثّرة في المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في موصل.
- يكتب الصيغة الرياضية لقانون (بيو – سافار) مبينًا دلالة الرموز فيه.
- يوضّح العوامل المؤثّرة في المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم.
- يكتب الصيغة الرياضية للمجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم طويل عند نقطة تبعد مسافة (ف) عن محور الموصل.
- يطبّق العلاقات الرياضية في حل الأسئلة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، بطارية، موصل فلزي مستقيم، أسلاك توصيل، بوصلة.

المفاهيم والمصطلحات

النفاذية المغناطيسية، قانون بيو – سافار.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: العرض العملي (تجربة)، الحوار والمناقشة، أسئلة وإجابات، التعلم التعاوني (مجموعات ثنائية).

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد باستخدام استراتيجية العرض العملي (التجربة)، وذلك بتوصيل موصل فلزي مع بطارية، ثم تقريب بوصلة، وتوجيه سؤال إلى الطلبة ومناقشتهم في سبب تحرّك إبرة البوصلة.

٢- محاورة الطلبة حول اكتشاف العالم (أورستد) للظاهرة الكهرومغناطيسية، وكيف توالت التجارب الدالة على هذه الظاهرة والتوصّل إلى العوامل المؤثّرة في المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في موصل، حتى تمكّن العالمان بيو وسافار من صياغة علاقة رياضية لحساب المجال المغناطيسي الناشئ من مرور تيار كهربائي في موصل ما.

٣- رسم الشكل (٥-٢٣)، وتوجيه السؤال الآتي: ما العوامل المؤثّرة في مقدار المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في مقطع من موصل يحمل تيارًا كهربيًّا طوله (Δل) عند نقطة تبعد مسافة (ف) عن الموصل؟ مناقشة إجابات الطلبة للتوصّل معهم إلى العلاقة (٥-٦).

٤- توجيه السؤال الآتي: كيف نصف المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم؟ وكيف نحسبه؟

٥- توصيل الموصل المستقيم مع بطارية في دارة مغلقة، وتوجيه الطلبة إلى وضع البوصلة على أبعاد مختلفة من الموصل، وملاحظة حركة إبرة البوصلة في كل مرة.

٦- رسم موصل مستقيم يحمل تيارًا، ورسم على عدة نقاط على أبعاد مختلفة حول الموصل، وتوجية الأسئلة الآتية:

- ماذا تتوقع أن يحدث لـ (غ) عند زيادة كل من (ت) و (ف)؟
- ماذا لو وضعنا الموصل في وسط غير الهواء، هل سيتغيّر (غ) الناشئ عن مرور التيار في الموصل؟
- ما العوامل التي يعتمد عليها (غ) الناشئ من مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم؟
- كيف تصف شكل المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم؟
- كيف يحدّد اتجاه (غ) الناتج عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم عند نقطة تبعد (ف) عن الموصل؟
- ما مقدار المجال المغناطيسي على محور الموصل؟ لماذا؟

٧- تلقّي إجابات الطلبة، للتوصّل معهم إلى أن المجال المغناطيسي حول موصل مستقيم يوصف بأنه مجال غير منتظم، كما يوضّح الشكل (٥-٢٤)، وأن مقدار المجال المغناطيسي يحسب باستخدام العلاقة (٥-٧)، ويمكن تحديد اتجاه (غ) الناتج عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم عند نقطة تبعد مسافة (ف) عن الموصل باستخدام قاعدة اليد اليمنى.

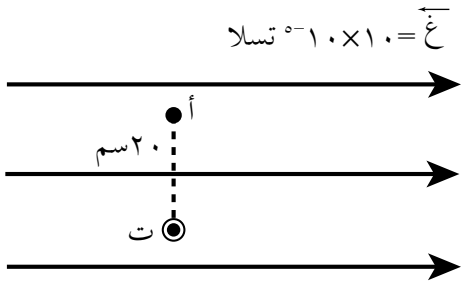
٨- حل أمثلة الكتاب (٥-٥) و (٥-٦) و (٥-٧) و (٥-٨)، مع الطلبة على اللوح، وتوجيههم إلى حل أسئلة المراجعة في مجموعات ثنائية، ثم حلها على اللوح.

٩- تقديم سؤال الإثراء والسؤالين (٣) و (٦) من أسئلة الفصل بوصفها ورقة عمل بيتية للطلبة.

الفروق الفردية

إثراء

موصل مستقيم لا نهائي الطول، يحمل تيارًا (٨) أمبير باتجاه (+ز)، ومغمور في مجال مغناطيسي منتظم (١٠×١٠^{-٥}) تسلا باتجاه (+س) كما في الشكل، إذا علمت أن النقطة (أ) تبعد (٢٠) سم عن محور الموصل، جد المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (أ).



الحل

$$غ_{مستقيم} = \frac{\mu_{\circ} ت}{\pi ٢ ف}$$

$$غ_{مستقيم} = \frac{٨ \times ^{٧-}١٠ \times \pi ٤}{^{٢-}١٠ \times ٢٠ \times \pi ٢} = ٠,٨ \times ١٠^{-٥}$$ تسلا، باتجاه (−س)

$$غ_{محصل} = غ_{منتظم} - غ_{مستقيم}$$

$$غ_{محصل} = ١٠ \times ١٠^{-٥} - ٠,٨ \times ١٠^{-٥} = ٩,٢ \times ١٠^{-٥}$$ باتجاه (+س)

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء، التواصل: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ملاحظة: ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحققه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لا يحققه.

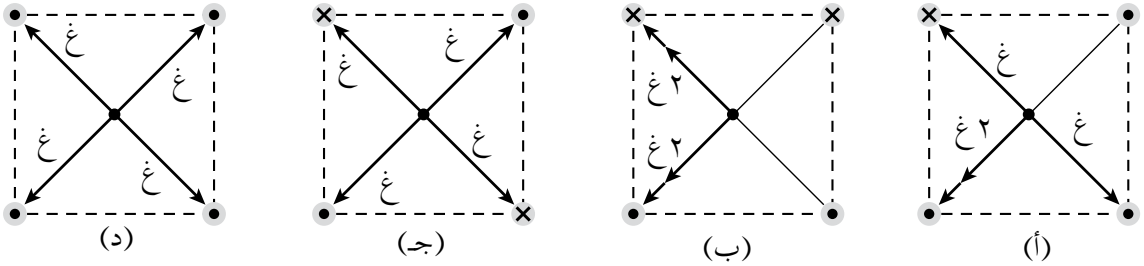
الرقم	مؤشرات الأداء
١	يعدّد العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي المتولّد حول موصل مستقيم يسري فيه تيار كهربائي.
٢	يطبّق العلاقة الرياضية لحساب المجال المغناطيسي المتولّد حول موصل مستقيم يسري فيه تيار كهربائي.
٣	يتقن مهارة تحديد اتجاه المجال المغناطيسي المتولّد حول موصل مستقيم يسري فيه تيار كهربائي.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣
١					٦				
٢					٧				
٣					٨				
٤					٩				
٥					١٠				

١) تكون خطوط المجال المغناطيسي حوله على شكل دوائر متحدة في المركز، ويقع مركزها عند نقطة على محور الموصل، ويكون مستواها عموديًّا على الموصل.

٢) يعتمد على مقدار التيار المار في الموصل، وبعد النقطة عن الموصل، والنفاذية المغناطيسية للوسط المحيط بالموصل المستقيم.

٣) وفق قاعدة اليد اليمنى، نحدّد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن كل من التيارات الأربعة في مركز كل مربع على النحو الآتي:



غ د محصل = ٠ غ جـ محصل = ٠ غ ب محصل = $\sqrt{٢}$ غ غ أ محصل = ٢غ

$\overleftarrow{غ_د} = غ_جـ < غ_أ < غ_ب$

٤) أ) بما أن المجال المحصل عند (أ) يساوي صفرًا؛ فإن المجالين في تلك النقطة متساويان مقدارًا ومتعاكسان اتجاهًا، أي أن:

($غ_٢$) عند النقطة (أ) يجب أن يتجه نحو المحور الصادي الموجب، ليعاكس اتجاه ($غ_١$)، ووفق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه ($ت_٢$) نحو (–ز).

ب) ($ت_٢ > ت_١$) لأن التيار ($ت_٢$) أبعد عن النقطة (أ)، ومع ذلك فإن $غ_٢ = غ_١$.

الدرس السادس	المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي	عدد الحصص	حصة واحدة

(٥-٦-٢) المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي يمر في ملف دائري

نتاجات التعلم

- يصف المجال المغناطيسي الناشئ من مرور تيار كهربائي في ملف دائري.
- يوضّح العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف دائري.
- يكتب العلاقة التي تعطي المجال المغناطيسي في مركز ملف دائري الناتج من مرور تيار كهربائي في الملف، ويطبّقها في حل المسائل.
- يستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف دائري.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي وأوراق العمل.

استراتيجيات التدريس

العصف الذهني (سؤال ماذا لو)، الحوار والمناقشة، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد باستخدام استراتيجية الحوار والمناقشة لمراجعة الطلبة بقانون (بيو-سافار)، والمجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في موصل.

٢- توجيه الأسئلة الآتية: ماذا يحدث للمجال المغناطيسي المتولّد، لو ثنينا الموصل المستقيم الذي يحمل تيارًا؛ ليصبح ملفًّا دائريًّا؟ كيف نصف شكل المجال الجديد؟ وكيف نحدّد اتجاهه؟ ما العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناتج؟ ما أهمية الملفات الدائرية التي تحمل تيارًا في الأجهزة الكهربائية؟

٣- رسم الشكل (٥-٣٢)وكتابة العلاقة (٥-٨) على اللوح، ومناقشة الطلبة في خصائص المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار في ملف دائري.

٤- الاستعانة بالشكل (٥-٣١) وتوضيح أن الملفات الدائرية تدخل في تركيب بعض الأجهزة، مثل المحول الكهربائي.

٥- حل المثالين (٥-٩) و(٥-١٠) مع الطلبة، وفي أثناء الحل توضيح كيفية إيجاد عدد اللفات (ن) عندما تكون جزءًا من حلقة حسب العلاقة (٥-٩).

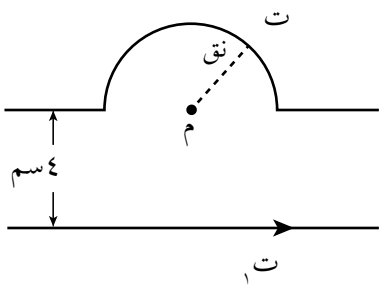
٦- توزيع الطلبة في مجموعات من (٣-٤) طلبة، وتقديم ورقة العمل (٥-٣)، وتوجيه الطلبة إلى حلها في الصف، ومتابعة الطلبة في أثناء حل ورقة العمل، وتقديم الدعم عند الحاجة.
٧- توجيه الطلبة إلى حل سؤال الإثراء، والسؤالين (٤) و (٥) من أسئلة الفصل بوصفها واجبًا بيتيًّا.

معلومات إضافية

نتعامل عادة مع ملف دائري يتكّون من (ن) من اللفات المتماثلة فوق بعضها بعضًا، وعند ذلك يكون نصف قطر الملف متوسط نصف قطر الملفات الدائرية المكونة له.

الفروق الفردية

إثراء



يمثّل الشكل موصلًا مستقيمًا يسري فيه تيار (ت١=٨ أمبير)، وموصلًا آخر صُنع منه نصف لفة نصف قطرها (π) سم ويسري فيه تيار(ت)، جد مقدار التيار(ت) وحدّد اتجاهه، إذا علمت أن المجال المحصل عند النقطة (م) يساوي صفرًا.

الحل

نحدّد اتجاه $غ_{مستقيم}$ عند النقطة (م) باستخدام قاعدة اليد اليمنى فيكون نحو (+ز)، وبما أن ($غ_{محصل}=٠$)؛ فإن $غ_{دائري}$ نحو (-ز)، وبتطبيق العلاقة:

$غ_{مستقيم}=غ_{دائري}$

$$\frac{\mu_{\circ} ت_{١}}{٢ نق} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{٢ ف \pi} \quad ، \text{حيث } ن= ٠,٥ \text{ لفة}$$

$$\frac{٨ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{^{-٢}١٠ \times ٤ \times \pi ٢} = \frac{٠,٥ \times ت \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{^{-٢}١٠ \times \pi \times ٢}$$

ت= ٤ أمبير مع عقارب الساعة.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء، التواصل: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

النتاج: يصف المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي يمر في ملف دائري.

العلامة	مؤشرات الأداء
٣	يحدّد مقدار المجال المغناطيسي واتجاهه من دون أخطاء.
٢	يحدّد مقدار المجال المغناطيسي واتجاهه، ويخطئ في تحديد الاتجاه أحيانًا.
١	يخطئ في تحديد المجال المغناطيسي واتجاهه غالبًا.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣
١					٦				
٢					٧				
٣					٨				
٤					٩				
٥					١٠				

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) النفاذية المغناطيسية للوسط المحيط بالملف، التيار المار فيه، نصف قطره، عدد لفاته.

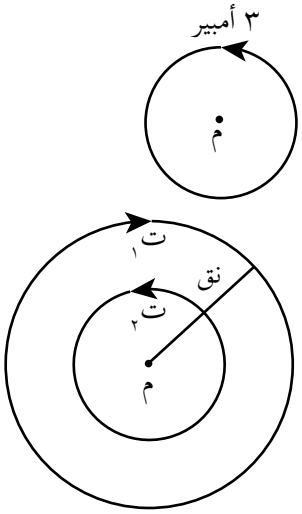
٢) بشكل عام، يكون المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار في الملف الدائري غير منتظم، لأن له اتجاهات عدة. أما في مركز الملف الدائري؛ فإن المجال المغناطيسي الناشئ هناك يكون منتظمًا؛ لأنه خط مستقيم.

ورقة عمل (٥-٣)

المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في ملف دائري

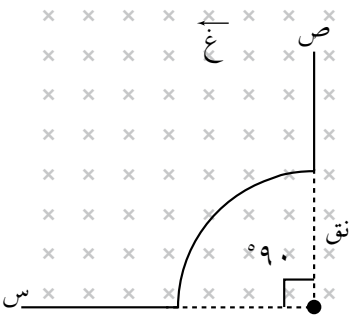
أجب مع مجموعتك عن الأسئلة الآتية:

١- ملف دائري نصف قطره (٢ π) سم مكوّن من لفة واحدة، يسري فيه تيار كهربائي (٣) أمبير بعكس عقارب الساعة كما في الشكل، جد مقدار واتجاه المجال المغناطيسي في مركز الملف.



٢- يبيّن الشكل ملفين دائريين متحدين في المركز، نصف قطر الملف الأول ضعف نصف قطر الملف الثاني، يسري فيهما تيار كهربائي (٢) أمبير، إذا علمت أن عدد لفات الملف الأول ($ن_١$ = ٢٠ لفة)، جد عدد لفات الملف الثاني ليصبح المجال المغناطيسي المحصل في مركزيهما مساويًا الصفر.

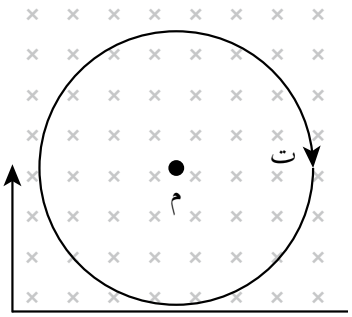
٣- يمثّل الشكل، موصلًا (س ص)، يحمل تيارًا (ت)، ثُني جزء منه ليشكّل جزءًا من حلقة نصف قطرها (π)سم، وغُمر في مجال مغناطيسي منتظم (٦×١٠$^{-٥}$) تسلا باتجاه (-ز)، جد مقدار واتجاه التيار (ت)، إذا علمت أن المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (م) يساوي (٥×١٠$^{-٥}$) تسلا باتجاه (-ز).



٤- ملف دائري نصف قطره (٨) سم وعدد لفاته (٧) لفات، يسري فيه تيار (٢) أمبير بالاتجاه المبين في الشكل، غُمر في مجال مغناطيسي (٢×١٠$^{-٥}$) تسلا باتجاه (-ز)، إذا علمت أن ($\pi = \frac{٢٢}{٧}$)جد:

أ) مقدار المجال المغناطيسي المحصّل في مركز الملف.

ب) القوة المغناطيسية المؤثّرة في إلكترون لحظة مروره من مركز الملف بسرعة (٣×١٠^{٣}) م/ث باتجاه المحور(+ص).



إجابة ورقة عمل (٥-٣)

١-

$$غ_{دائري} = \frac{\mu_{\circ} ت\ ن}{٢\ نق}$$

$$= \frac{١ \times ٣ \times ١٠^{-٧} \times \pi ٤}{١٠^{-٢} \times \pi ٢ \times ٢}$$

$$= ٣ \times ١٠^{-٥} \text{ تسلا، (+ز)}$$

٢-

$غ_{محصل} = غ_{١} - غ_{٢} = ٠$

$$\frac{\mu_{٥} ت_{١} ن_{١}}{٢ نق_{١}} = \frac{\mu_{٥} ت_{٢} ن_{٢}}{٢ نق_{٢}}$$

$$\frac{٢٠}{٢نق} = \frac{ن_{٢}}{نق}$$

$ن_{٢} = ١٠$ لفات.

٣- $غ_{محصل} = ٥ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، وهو أقل من المجال الخارجي؛ إذن، يكون المجال المغناطيسي الناتج من الملف الدائري بعكس اتجاه المجال المغناطيسي الخارجي، أي أن ($غ_{دائري}$) باتجاه (+ز).

$غ_{محصل} = غ_{خارجي} - غ_{دائري} = ٥ \times ١٠^{-٥}$

$غ_{دائري} = ٦ \times ١٠^{-٥} - ٥ \times ١٠^{-٥} = ١ \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه (+ز).

$غ_{دائري} = \frac{\mu_{٥} ت ن}{٢ نق}$ ، $ن = \frac{٩٠}{٣٦٠} = ٠,٢٥$ لفة.

$$١ \times ١٠^{-٥} = \frac{٠,٢٥ \times ت \times ١٠^{-٧} \times ٤\pi}{٢ \times \pi \times ١٠^{-٢}}$$

ت= ٢ أمبير من ص إلى س.

٤- أ) حسب قاعدة اليد اليمنى اتجاه $غ_{دائري}$، نحو (-ز).

$غ_{محصل} = غ_{خارجي} + غ_{دائري}$

$$غ_{دائري} = \frac{\mu_{٥} ت ن}{٢ نق} = \frac{\frac{٢٢}{٧} \times ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٧ \times ٢}{٢ \times ٨ \times ١٠^{-٢}}$$

$غ_{دائري} = ١١ \times ١٠^{-٥}$ تسلا نحو (-ز).

$غ_{محصل} = ٢ \times ١٠^{-٥} + ١١ \times ١٠^{-٥} = ١٣ \times ١٠^{-٥}$ تسلا نحو (-ز).

ب) $ق_{غ} = ش_{e} ع غ جا\theta$ $\theta = ٩٠ =$ جا ٩٠ = ١

$= ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٣ \times ١٠^{٣} \times ١٣ \times ١٠^{-٥}$

$= ٦٢,٤ \times ١٠^{-٢١}$ نيوتن، باتجاه (+س)، (لاحظ أن شحنة الإلكترون سالبة).

الدرس السادس	المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي	عدد الحصص	حصة واحدة

(٥-٦-٣) المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار في ملف لولبي

نتاجات التعلم

- يصف المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف لولبي.
- يوضّح العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف لولبي.
- يكتب علاقة لحساب المجال المغناطيسي داخل ملف لولبي الناتج من مرور تيار كهربائي في الملف،ويطبّقها في حل المسائل.
- يستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف لولبي.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي وأوراق العمل، منصة إدارك.

المفاهيم والمصطلحات

الملف اللولبي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر (أسئلة وإجابات) (أوراق العمل)، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد بتذكير الطلبة بما مر معهم في الصف العاشر حول المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف لولبي، وتوجيه الأسئلة الآتية: صف شكل المجال المغناطيسي الناشئ داخل الملف اللولبي، وكذلك عند الأطراف. هل تتغيّر قيمة المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي، إذا وضعنا قالب من الحديد داخل الملف؟ لماذا؟ ما العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف لولبي؟ اكتب الصيغة الرياضية للمجال المغناطيسي الناتج من مرور تيار كهربائي في ملف لولبي.

٢- تلقّي إجابات الطلبة والتوصّل إلى إجابات صحيحة للأسئلة السابقة.

٣- كتابة العلاقة الرياضية (٥-١٠) على اللوح، وتنبيه الطلبة إلى الفرق بين هذه العلاقة والعلاقة (٥-١١).

٤- تقديم سؤال العلاج للطلبة بوصفه ورقة عمل؛ للتدريب على قاعدة اليد اليمنى.

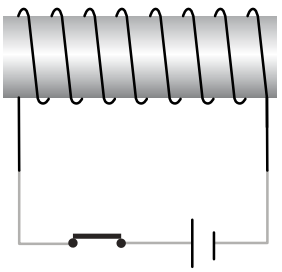
٥- توزيع الطلبة في مجموعات (٣-٤)، وتوزيع ورقة العمل(٥-٤) على المجموعات، والتجوّل بين المجموعات ومتابعة حل ورقة العمل، ثم توجيه الطلبة إلى حلها على اللوح.

٦- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها بطاقة خروج فردية.

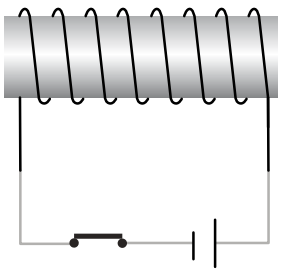
الفروق الفردية

علاج

١) حدّد اتجاه التيار في الملف، ثم حدّد اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف في كل من الأشكال الآتية:

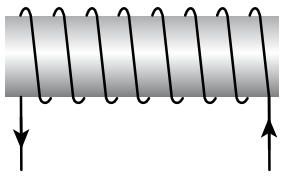


(أ)

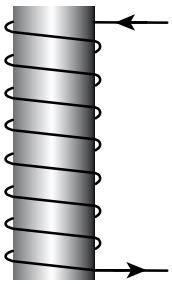


(ب)

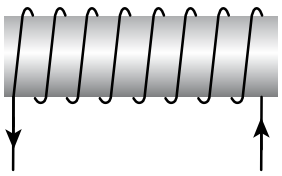
٢) حدّد اتجاه المجال المغناطيسي في محور الملف اللولبي في كل من الأشكال الآتية:



(أ)



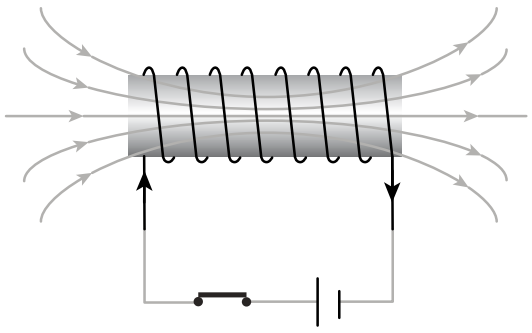
(ب)

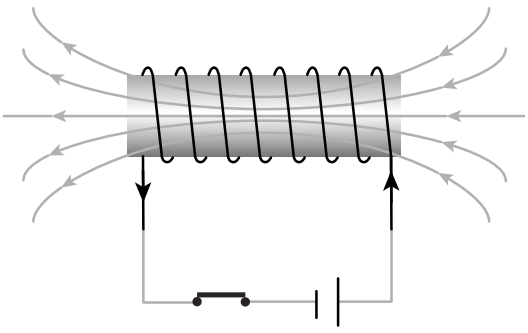


(جـ)

الحل

١)





٢) أ): (-س) ب): (+ص) جـ): (+س)

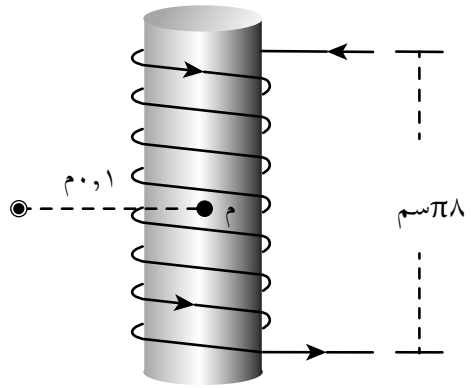
استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الورقة والقلم؛ التواصل؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: اختبار قصير.

اختبار قصير

يبيّن الشكل موصلًا مستقيمًا لا نهائي الطول يسري فيه تيار (١٥) أمبير، وملفًّا لولبيًّا عدد لفاته (٤٠) لفة، وطوله (٨π) سم، ويسري فيه تيار (٠,٤) أمبير، معتمدًا على البيانات المثبتة على الشكل، جد:



١) المجال المغناطيسي عند النقطة (م).

٢) القوة المغناطيسية المؤثّرة في جسيم مشحون شحنته (-٢×١٠^{-٩}) كولوم لحظة مروره بالنقطة (م) بسرعة (١×١٠^{٥})م/ث باتجاه (+س).

الحل

١) $غ_{محصل} = غ_{مستقيم} + غ_{لولبي}$

$$غ_{مستقيم} = \frac{\mu_{\circ} ت}{٢\pi ف}$$

$$غ_{مستقيم} = \frac{١٥ \times ٤\pi\times١٠^{-٧}}{٢\times\pi\times٠,١} = ٣\times١٠^{-٥} \text{ تسلا، باتجاه (+ص)}$$

$$غ_{لولبي} = \frac{\mu_{\circ} ت\ ن}{ل} = \frac{٤٠\times٠,٤ \times ٤\pi\times١٠^{-٧}}{٨\pi\times١٠^{-٢}} = ٨\times١٠^{-٥} \text{ تسلا باتجاه (+ص).}$$

$غ_{محصل} = غ_{مستقيم} + غ_{لولبي}$

$غ_{محصل} = ٣\times١٠^{-٥} + ٨\times١٠^{-٥} = ١١\times١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه (+ص).

٢) $ق_{غ} = ش\ ع\ غ\ جا\theta$ $\qquad \theta = ٩٠$

$ق_{غ} = ٢\times١٠^{-٩}\times١\times١٠^{٥} \times ١١\times١٠^{-٥} = ٢٢\times١٠^{-٩}$ نيوتن، باتجاه (–ز) (لاحظ أن الشحنة سالبة).

١) لا، قيمة المجال المغناطيسي لا تتغير، إذ يعدّ المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي بعيدًا عن طرفي الملف مجالًا مغناطيسيًّا منتظمًا، ويدل على ذلك إن خطوط المجال المغناطيسي متوازية داخله وبالاتجاه نفسه.

٢)

$$غ_{١} = \frac{\mu_{٠} ت ن_{١}}{ل_{١}} = \frac{\mu_{٠} ت ن}{ل} = غ$$

$$غ_{٢} = \frac{\mu_{٠} ت ن_{٢}}{ل_{٢}} = \frac{\mu_{٠} ت ن}{٢ل} = ٠,٥ غ$$

$$غ_{٣} = \frac{\mu_{٠} ت ن_{٣}}{ل_{٣}} = \frac{\mu_{٠} ت ٢ن}{٠,٥ ل} = ٤ غ$$

$$\therefore غ_{٣} > غ_{١} > غ_{٢}$$

أ) زيادة قطر اللفة لا يؤثّر في المجال المغناطيسي، لأنه ليس من العوامل المؤثّرة فيه.

ب) تغيير مادة قلب الملف اللولبي لتصبح حديدًا يزيد من المجال المغناطيسي.

جـ) وفق العلاقة (٥–١٠)؛ فإن مضاعفة (ن)، و(ل) معًا تؤدي إلى عدم تغير مقدار المجال المغناطيسي.

٣) $غ_{\text{لولبي}} = \frac{\mu_{٠} ت ن}{ل}$

$$٦ = \frac{ن \times ٧٥ \times ^{٧-}١٠ \times \pi ٤}{٠,٣١٤}$$

$$٦ = \frac{ن \times ٧٥ \times ^{٧-}١٠ \times ٣,١٤ \times ٤}{^{١-}١٠ \times ٣,١٤}$$

حيث إن: $\pi = ٣,١٤$

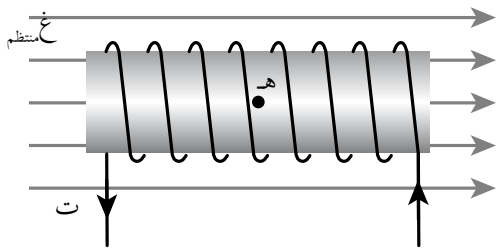
ن= ٢ × $١٠^{٤}$ لفة.

ورقة عمل(٥-٤)

المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار في ملف لولبي

أجب مع المجموعة عن الأسئلة الآتية:

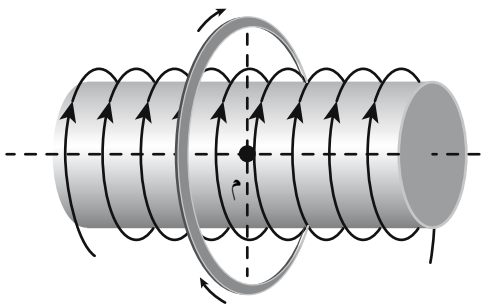
١- ملف لولبي مغمور كليًّا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٩×١٠^{-٣}) تسلا باتجاه يوازي محور الملف كما في الشكل، إذا علمت أن عدد لفات الملف (١٠٠) لفة وطوله (٢٢) سم، ويسري فيه تيار(٧) أمبير، جد ما يأتي:



أ) المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة(هـ) الواقعة على محور الملف.

ب) القوة المغناطيسية المؤثّرة في بروتون لحظة مروره من النقطة (هـ) بسرعة (٥×١٠^{٦}) م/ث باتجاه (+ص).

٢- ملف لولبي، عدد لفاته (٥٠) لفة، وطوله (٢٠) سم، يسري فيه تيار (٢) أمبير بالاتجاه المبين في الشكل، لُف حوله ملف دائري حيث ينطبق مركز الملف الدائري على محور الملف اللولبي ، فإذا كان نصف قطر الملف الدائري ($\pi٤$) سم، وعدد لفاته (٨٠) لفة، ويمر فيه تيار (١) أمبير، وحيث إن: ($\pi = ٣,١٤$) جد:



أ) المجال المغناطيسي عند النقطة (م) مقدارًا واتجاهًا.

ب) القوة المغناطيسية المؤثّرة في جسيم مشحون شحنته (١×١٠^{-٦}) كولوم لحظة مروره من النقطة (م) بسرعة (٢×١٠^{٤}) م/ث باتجاه (+ز).

إجابة ورقة عمل (٥-٤)

١-

أ) $غ_{لولبي} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{ل}$

$غ_{لولبي} = \frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٧ \times ١٠٠}{١٠ \times ٢٢^{-٢}} = ٤ \times ١٠^{-٣}$ تسلا ، باتجاه (-س)

$غ_{محصل} = غ_{خارجي} - غ_{لولبي}$

$غ_{محصل} = ٩ \times ١٠^{-٣} - ٤ \times ١٠^{-٣} = ٥ \times ١٠^{-٣}$ تسلا باتجاه (+س).

ب) $ق_{غ} = ـــ ع غ جا\theta$ ($\theta = ٩٠$ ، جا٩٠ = ١)

$ق_{غ} = ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٥ \times ١٠^{٦} \times ٥ \times ١٠^{-٣} \times ١ = ٤ \times ١٠^{-١٥}$ نيوتن، باتجاه (-ز).

٢- أ) $غ_{دائري} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{٢ نق} = \frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ١ \times ٨٠}{٢ \times \pi ٤ \times ١٠^{-٢}} = ٤٠ \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه (-س).

$غ_{لولبي} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{ل} = \frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٢ \times ٥٠}{١٠ \times ٢٠^{-٢}} = ٦٢,٨ \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه (-س).

$غ_{محصل} = غ_{دائري} + غ_{لولبي}$

$غ_{محصل} = ٤٠ \times ١٠^{-٥} + ٦٢,٨ \times ١٠^{-٥} = ١٠٢,٨ \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه (-س).

ب) $ق_{غ} = ـــ ع غ جا\theta$ $\theta = ٩٠$

$ق_{غ} = ١ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{٤} \times ١٠٢,٨ \times ١٠^{-٥} = ٢٠٥,٦ \times ١٠^{-٧}$ نيوتن، باتجاه (-ص).

الدرس السابع	القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يمر فيهما تياران كهربائيان	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح كيف تنشأ القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يمر بهما تياران كهربائيان.
- يكتب العلاقة الرياضية للقوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يمر فيهما تياران كهربائيان.
- يطبّق العلاقة الرياضية في حل مسائل مختلفة.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، أوراق العمل، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يسري بهما تياران كهربائيان، نقطة انعدام المجال المغناطيسي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: الحوار والمناقشة، أوراق العمل ، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد باستخدام استراتيجية المناقشة؛ لتذكير الطلبة بالمجال المغناطيسي الناشئ من مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم، وبالقوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل مستقيم يسري به تيار وموضوع في مجال مغناطيسي.

٢- توزيع الطلبة في مجموعات (٣-٤) طلبة، وتوزيع ورقة العمل(٥-٥)، وتوجيه الطلبة إلى حل البند الأول منها، ومتابعة الطلبة في أثناء حل ورقة العمل.

٣- استعراض نتائج المجموعات، وتوجيه الطلبة إلى كتابة العلاقة الرياضية (٥-١٢)، ومقارنة ($ق_{٢١}$) و ($ق_{١٢}$)؛ للتأكيد على أن القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يسري بهما تياران كهربائيان تكون تجاذبًا إذا كان التياران بالاتجاه نفسه، وتكون تنافرًا إذا كان التياران باتجاهين متعاكسين.

٤- كتابة العلاقة (٥-١٢) على اللوح، وتوضيح أنه يُطلب أحيانًا حساب القوة المغناطيسية المتبادلة بين الموصلين لكل وحدة طول($\frac{ق}{ل}$) وكتابة العلاقة (٥-١٣) على اللوح.

٥- مناقشة الطلبة بشرط تطبيق العلاقة (٥-١٢) أو (٥-١٣).
٦- حل المثال (٥-١٢) مع الطلبة على اللوح، ثم توجيه المجموعات إلى حل البند الثاني من ورقة العمل.
٧- توجيه المجموعات إلى حل سؤال الإثراء وسؤال العلاج، ثم توجيه الطلبة إلى حلها على اللوح.
٨- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة بوصفها واجبًا بيتيًّا.

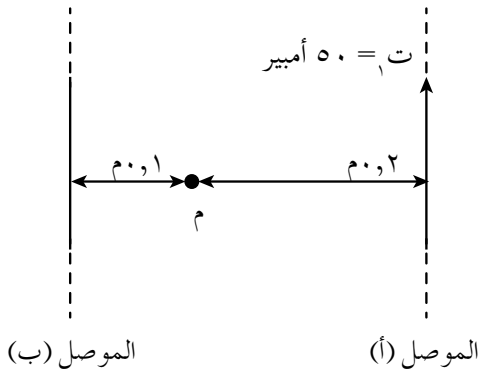
الفروق الفردية

علاج

في الشكل، موصلان مستقيمان (أ،ب) لا نهائيّا الطول، إذا علمت أن ($ت_١$ = ٥٠ أمبير) بالاتجاه المبين في الشكل، جد:

١) مقدار التيار ($ت_٢$) واتجاهه حتى ينعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (م).

٢) القوة المؤثّرة في وحدة الأطوال من الموصل (أ).



الحل

١) عند النقطة (م)، ينعدم المجال المغناطيسي

$غ_١ = غ_٢$

$$\frac{\mu_٥ ت_١}{٢\pi ف_١} = \frac{\mu_٥ ت_٢}{٢\pi ف_٢}$$

$$\frac{٥٠}{٠,٢} = \frac{ت_٢}{٠,١}$$

$ت_٢$ = ٢٥ أمبير باتجاه (-ص)

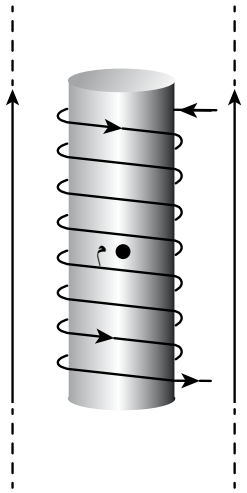
٢) $$\frac{ق}{ل} = \frac{\mu_٥ ت_١ ت_٢}{٢\pi ف}$$

$$\frac{ق}{ل} = \frac{٢٥ \times ٥٠ \times ١٠^{-٧} \times ٤\pi}{٠,٣ \times ٢\pi}$$

$$\frac{ق}{ل} = ٨٣,٣ \times ١٠^{-٥}$$ نيوتن/م

إثراء

موصلان متوازيان لا نهائيّا الطول ويقعان في مستوى واحد، والمسافة بينهما (١٠) سم، ويحمل كل منهما تيارًا (٥) أمبير كما هو موضّح في الشكل، وضع في منتصف المسافة بينهما وبشكل موازٍ لهما ملف لولبي طوله (π٢) سم، وعدد لفاته (٢٠٠) لفة يسري فيه تيار كهربائي، فإذا كان المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (م) الواقعة على محور الملف اللولبي يساوي(١٦×١٠^{-٣}) تسلا احسب:



١) القوة المتبادلة بين الموصلين لكل وحدة طول.

٢) تيار الملف اللولبي.

الحل

١) $ق_{١٢} = ق_{٢١} = \frac{\mu_{٥} ت_{١} ت_{٢} ل}{ف π٢}$

$= \frac{(٥ \times ٥ \times ١٠^{-٧} \times π٤) ل}{١٠ \times ١٠ \times π٢^{-٢}}$

٢) $\frac{ق}{ل} = ٥ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن/ م ، وهي قوة تجاذب.

٣) لإيجاد تيار الملف اللولبي، نحدّد اتجاه (غ) الناتج من الموصل الأول والموصل الثاني والملف اللولبي عند نقطة (م)، فنجد أن:

$غ_{مستقيم١}$ باتجاه (+ز). $غ_{مستقيم٢}$ باتجاه (−ز). $غ_{لولبي}$ باتجاه (+ص).

$غ_{مستقيم١} - غ_{مستقيم٢} = ٠$ لأنهما متساويان مقدارًا ومتعاكسان في الاتجاه.

$غ_{محصل} = غ_{لولبي} = \frac{\mu_{٥} ت ن}{ل}$

$١٦ \times ١٠^{-٣} = \frac{٢٠٠ \times ت \times π٤ \times ١٠^{-٧}}{١٠ \times π٢^{-٢}}$

ت= ٤ أمبير

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء، التواصل؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي حقّقه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لم يحقّقه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يوضّح كيف تنشأ القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يمر بهما تياران كهربائيان.
٢	يكتب العلاقة الرياضية للقوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يمر فيهما تياران كهربائيان.
٣	يطبّق العلاقة الرياضية في حل مسائل مختلفة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣
١					٦				
٢					٧				
٣					٨				
٤					٩				
٥					١٠				

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) مقدار كل من التيارين، والبعد بينهما، والنفاذية المغناطيسية للوسط المحيط بهما.

٢) أن يكون الموصلان متوازيين، أي أن التيارين المارين فيهما إما أن يكونا بالاتجاه نفسه، أو أن يكونا متعاكسين.

٣) بين التيارين ($ت_١$) و($ت_٢$) قوة تنافر (ق)، وبين ($ت_٢$) و($ت_٣$) قوة تجاذب مساوية للقوة بين ($ت_١$) و($ت_٢$) وتساوي (ق)، وبين ($ت_١$) و($ت_٣$) قوة تنافر لكن مقدارها نصف مقدار القوة بين ($ت_١$) و($ت_٢$) وتساوي ($\frac{ق}{٢}$) وعليه:

القوة المحصلة على $ت_١$ = ١,٥ق نحو (+س).

القوة المحصلة على $ت_٢$ = ٢ق نحو (−س).

القوة المحصلة على $ت_٣$ = ٠,٥ق نحو (+س).

فيكون ترتيب الموصلات كما يأتي: الموصل (٣)، الموصل (١)، الموصل (٢).

ورقة عمل(٥-٥)

القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يمر فيهما تياران كهربائيان

١- ادرس الشكل(٥-٣٩)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) يولّد التيارالكهربائي ($ت_١$) مجالًا مغناطيسيًّا ($غ_١$) عند موقع الموصل الثاني. اكتب صيغة رياضية تعبّر عن مقدار هذا الجال، وحدّد اتجاهه.

ب) حدّد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثّرة في الموصل الثاني الناتجة من وجوده في منطقة ($غ_١$)، ثم اكتب الصيغة الرياضية للقوة المغناطيسية ($ق_{٢١}$).

جـ) يولّد التيار الكهربائي ($ت_٢$) مجالًا مغناطيسيًّا ($غ_٢$) عند موقع الموصل الأول. اكتب صيغة رياضية تعبّر عن مقدار هذا المجال، وحدّد اتجاهه.

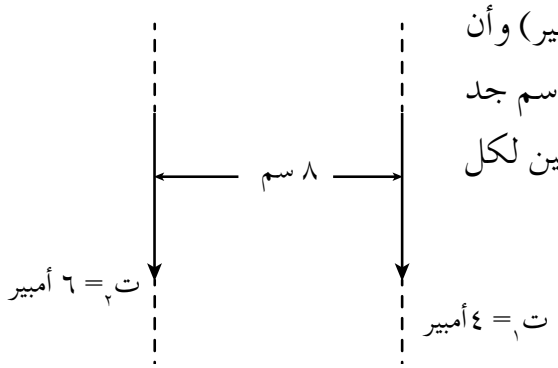
د) حدّد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثّرة في الموصل الأول الناتجة من وجوده في منطقة ($غ_٢$)، ثم اكتب الصيغة الرياضية للقوة المغناطيسية ($ق_{١٢}$).

هـ) ما العلاقة بين ($ق_{١٢}$) و ($ق_{٢١}$)؟

و) ما نوع القوة المغناطيسية المتبادلة بين الموصلين؟ (تجاذب أم تنافر؟)

ز) اعكس اتجاه ($ت_١$) في الموصل الأول وأعد الخطوات السابقة والأسئلة التي تليها، ماذا تستنتج؟

٢- أ) في الشكل المجاور، إذا علمت أن ($ت_١$ = ٤ أمبير) وأن ($ت_٢$ = ٦ أمبير)، والمسافة بين الموصلين (٨) سم جد مقدار القوة المغناطيسية المتبادلة بين الموصلين لكل وحدة طول وحدد نوعها.



ب) أيهما أكبر؛ $ق_{٢١}$ أم $ق_{١٢}$؟

إجابة ورقة عمل (٥-٥)

١- أ) $غ_١ = \frac{\mu_٥ ت_١}{٢\pi ف_١}$ نحو (+ز)

ب) بتطبيق قاعدة اليد اليمنى على الموصل الثاني؛ فإن اتجاه القوة المغناطيسية ($ق_{٢١}$) يكون باتجاه (+س).

ق$_{٢١}$ = ت$_{٢}$ ل غ$_{١}$ جاθ (θ=٩٠° ، ١ = ٩٠)

ق$_{٢١}$ = ت$_{٢}$ ل $\frac{\mu_{٥} ت_{١}}{٢\pi ف}$

ق$_{٢١}$ = $\frac{\mu_{٥} ت_{١} ت_{٢} ل}{٢\pi ف}$

جـ) غ$_{٢}$ = $\frac{\mu_{٥} ت_{٢}^{٢}}{٢\pi_{١}}$ نحو (–ز)

د) بتطبيق قاعدة اليد اليمنى على الموصل الأول، فإن اتجاه القوة المغناطيسية (ق$_{٢١}$) يكون نحو (–س).

ق$_{١٢}$ = ت$_{١}$ ل غ$_{٢}$ جا θ θ=٩٠°

ق$_{١٢}$ = ت$_{١}$ ل $\frac{\mu_{٥} ت_{٢}^{٢}}{٢\pi ف}$

ق$_{١٢}$ = $\frac{\mu_{٥} ت_{١} ت_{٢} ل}{٢\pi ف}$

هـ) ق$_{٢١}$ = ق$_{١٢}$ (متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه).

و) قوة تجاذب.

ز) عند عكس اتجاه (ت$_{١}$)، ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي في موقع الموصل الثاني ليصبح باتجاه (–ز). ومن ثم، ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية (ق$_{٢١}$) ويكون باتجاه (–س)، وكذلك ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية (ق$_{١٢}$) ويكون باتجاه (+س). أي أن الموصلين سيتنافران.

وهنا نستنتج أن القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يسري فيهما تياران كهربائيان تكون تجاذبًا؛ إذا كان التياران بالاتجاه نفسه، وتكون تنافرًا إذا كان التياران باتجاهين متعاكسين.

٢– أ) $\frac{ق}{ل} = \frac{\mu_{٥} ت_{١} ت_{٢}}{٢\pi ف}$

$\frac{ق}{ل} = \frac{٤\pi \times ١٠^{-٧} \times ٤ \times ٦}{٢\pi \times ٨ \times ١٠^{-٢}}$

$\frac{ق}{ل}$ = ٦ × ١٠$^{-٥}$ نيوتن/م ، وهي قوة تجاذب.

ب) ق$_{١٢}$ = ق$_{٢١}$ فهي قوة متبادلة.

الدرس الثامن	المواد المغناطيسية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يفسّر امتلاك المواد للخصائص والسلوك المغناطيسي بدرجات متفاوتة.
- يصنّف المواد المختلفة حسب سلوكها وخصائصها المغناطيسية، ويقارن بينها من حيث استجابتها لمغناطيس قريب، ويذكر أمثلة على كل منها.
- يوضّح المقصود بالمناطق المغناطيسية.
- يفسّر سبب عدم القدرة على فصل القطب الشمالي للمغناطيس عن القطب الجنوبي بالاعتماد على المناطق المغناطيسية.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

المغانط الذرية، المناطق المغناطيسية، الفرومغناطيسية، البارامغناطيسية، الدايامغناطيسية.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر، التعلم التعاوني.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد باستخدام استراتيجية العرض العملي لمجموعة مغانط، لتذكير الطلبة بأنواع المغانط المعروفة (المغناطيس المستقيم، ومغناطيس حدوة الفرس، والمغناطيس الكهربائي)، والتذكير بأهميتها في حياتنا اليومية.

٢- توجيه الأسئلة الآتية: تولّد المغانط جميعها مجالًا مغناطيسيًّا حولها، فما منشأ هذا المجال؟ ما المواد التي تصنع منها المغانط؟ ما سبب امتلاك بعض المواد للخصائص المغناطيسية بدرجة أعلى من غيرها؟ هل تستجيب الموادجميعها بالدرجة نفسها للمجال المغناطيسي؟ ما سبب الاختلاف في استجابة المواد للمجال المغناطيسي؟

٣- مناقشة الطلبة وتلقّي إجاباتهم وأفكارهم، والتوصّل معهم إلى مفهوم المغناطيس الذري.
٤- توزيع الطلبة في مجموعات من (٣-٤) طلبة، وتوزيع ورقة العمل (٥-٦)، للمقارنة بين أنواع المواد المغناطيسية، والتجوّل بين الطلبة في أثناء إجابة ورقة العمل، وتقييم أداء الطلبة، ومناقشة نتائج المجموعات، للتوصّل إلى خصائص كل نوع من المواد المغناطيسية، ومناقشة سبب اختلاف استجابة هذه المواد للمجالات المغناطيسية الخارجية، وتوضيح المقصود بالمناطق المغناطيسية.
٥- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس فرديًّا، ثم حلها مع الطلبة.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التواصل(سؤال وإجابة)، الورقة والقلم.
أداة التقويم: أوراق العمل والواجب الفردي.

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) المواد الفرومغناطيسية إذا وضعت في مجال مغناطيسي تتمغنط بشدة في اتجاه المجال المغناطيسي المؤثّر نفسه، والمواد البارامغناطيسية، استجابتها المغناطيسية أضعف بكثير من المواد الفرومغناطيسية، فإذا وضعت في مجال مغناطيسي تتمغنط بشكل ضعيف في اتجاه المجال المغناطيسي المؤثّر نفسه، أما المواد الدايامغناطيسية، فإذا وضعت في مجال مغناطيسي تتمغنط بشكل ضعيف جدًّا وباتجاه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المؤثّر، أي أن استجابتها تكون على شكل تنافر معه بعكس كل من المواد الفرومغناطيسية والبارامغناطيسية.
٢) برادة الحديد، مادة فرومغناطيسية تتأثّر بالمجال المغناطيسي للمغناطيس وتتمغنط باتجاه المجال المغناطيسي نفسه.
٣) داخل المغناطيس، تشكّل المناطق المغناطيسية مغانط صغيرة مرتبة باتجاه واحد، ولكل منها قطبان شمالي وجنوبي، فهذا يعني أنه إذا قسم المغناطيس إلى أقسام عدة نحصل على مغانط عدة لكل منها قطبين شمالي وجنوبي.

ورقة عمل (٥-٦)

المواد المغناطيسية

١- قارن بين المواد المغناطيسية وفقًا للجدول الآتي:

وجه المقارنة / المادة	الأثر المغناطيسي	الاستجابة للمجال الخارجي	اتجاه التمغنط عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي	نوع القوة مع المغناطيس الخارجي	مثال عليها
الدايامغناطيسية					
البارامغناطيسية					
الفرومغناطيسية					

٢- ما المقصود بالمناطق المغناطيسية؟

إجابة ورقة عمل(٥-٦)

١-

وجه المقارنة / المادة	الأثر المغناطيسي	الاستجابة للمجال الخارجي	اتجاه التمغنط عند وضعها في مجال مغناطيسي خارجي	نوع القوة مع المغناطيس الخارجي	مثال عليها
الدايامغناطيسية	ليس لها أثر مغناطيسي.	استجابة ضعيفة.	بعكس اتجاه المجال الخارجي.	تتنافر مع المغناطيس.	الماء البزموث الفضة.
البارامغناطيسية	لايوجد حولها مجال مغناطيسي.	تترتب مغانطها الصغيرة بقدر محدود.	باتجاه المجال الخارجي.	تنجذب نحو المغناطيس الخارجي.	الألمنيوم الصوديوم الأكسجين السائل.
الفرومغناطيسية	تترتب مغانطها الصغيرة حتى في غياب المجال الخارجي لها أثر مغناطيسي.	استجابة كبيرة: حيث تكبر المناطق المغناطيسية ذات الاتجاه الواحد على حساب المناطق الأخرى، لتصبح القطعة كلها مغناطيس واحد له قطبان.	باتجاه المجال الخارجي.	تنجذب نحو المغناطيس الخارجي.	حديد، نيكل كوبالت.

٢- هي مجموعة المغانط الذرية التي تترتّب باتجاه واحد.

الدرس الأول	التدفّق المغناطيسي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالحث الكهرمغناطيسي، والتدفّق المغناطيسي.
- يطبّق علاقة التدفّق المغناطيسي في مسائل عددية.
- يتعرّف طرائق تغيير التدفّق المغناطيسي.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

الحث الكهرمغناطيسي، التدفّق المغناطيسي، الويبر.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر؛ أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب، ويرافق ذلك العرض العملي.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما تعلموه حول خطوط المجال المغناطيسي وخصائصها، وذلك عن طريق المناقشة والحوار.

٢- توجيه الأسئلة الآتية: ما المقصود بالتدفق المغناطيسي؟ عبّر عن التدفّق المغناطيسي بعلاقة رياضية؟ ما العوامل التي يعتمد عليها التدفّق المغناطيسي عبر سطح ما؟

٣- التأكيد على هذه العوامل عن طريق حل المثال (٦-١) وحل السؤال (٤) من أسئلة مراجعة الدرس، وتوجيه الطلبة إلى حل سؤال الإثراء ثم مناقشتها.

معلومات إضافية

يوجد العديد من التطبيقات العملية على الحث الكهرمغناطيسي، منها المحوّل الكهربائي، والمولّد الكهربائي، ومنظّم ضربات القلب.

الفروق الفردية

إثراء

١) علّل: يكون التدفّق المغناطيسي صفرًا عبر سطح مغلق يحيط بمغناطيس أسطواني.

٢) أثبت أن (ويبر/ثانية) تكافئ الفولت.

الحل

١) لأنه لا يوجد مغناطيس بقطب مغناطيسي مفرد، وخطوط المجال المغناطيسي مقفلة، فعدد خطوط المجال المغناطيسي التي تدخل السطح المغلق المحيط بالمغناطيس يساوي عدد الخطوط الخارجة منه، فالتدّفق المغناطيسي الداخل في السطح المغلق يساوي التدفّق المغناطيسي الخارج منه، ويخالفه في الإشارة، فالتدفّق الكلي عبره يساوي صفرًا.

٢) ويبر / ثانية = تسلا . م^{٢} / ثانية.

= نيوتن ثانية. م^{٢}/ كولوم .م. ثانية.

= نيوتن .م / كولوم.

= جول / كولوم = فولت.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: الورقة والقلم.

أداة التقويم: اختبار قصير.

اختبار قصير

١) ما العوامل التي تعتمد عليها القيمة العظمى للتدفّق المغناطيسي الذي يخترق سطحًا ما؟

٢) اكتب الوحدة الاصطلاحية المكافئة للوحدة (تسلا. م^{٢}).

الحل

١) حسب العلاقة ($\phi_{\text{العظمى}} = غ أ$)؛ فإن القيمة العظمى للتدفّق المغناطيسي تعتمد على:
مقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح، ومقدار مساحة السطح.

٢) الويبر.

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) التدفّق المغناطيسي: عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تعبر سطحًا معينًا عموديًّا عليه، ويقاس بوحدة الويبر.

٢) أي أن المجال المغناطيسي الذي يخترق سطحًا مساحته (١) م^{٢} عموديًّا عليه يساوي (٥) تسلا.

٣) حسب العلاقة (ϕ = غ^{٢} جتا θ) يتغير التدفّق المغناطيسي بتغيير مقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح، أو بتغيير مساحة السطح، أو بتغيير الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال المغناطيسي ومتجه المساحة.

٤) خطوط المجال المغناطيسي في الشكل (ب) أكثر تقاربًا منها في الشكل (أ)؛ فكثافة خطوط المجال المغناطيسي في الشكل (ب) أكبر، فمقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق (ب) أكبر منه في (أ)، ولأن عدد خطوط الجال المغناطيسي التي تخترق السطحين نفسه؛ فالتدفّق المغناطيسي عبرهما نفسه.

الدرس الثاني	قانون فارادي في الحث الكهرمغناطيسي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتوصّل إلى طرائق توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية.
- يذكر نص قانون فارادي في الحث بالرموز والكلمات.
- يحلّل رسومًا بيانية متعلّقة بقانون فارادي في الحث.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، ملفات مختلفة في عدد اللفات، مغانط مختلفة في قوتها، غلفانوميتر.

المفاهيم والمصطلحات

القوة الدافعة الكهربائية الحثية، التيار الحثي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر؛ أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب، ويرافق ذلك العرض العملي.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما تعلموه في الفصل السابق من أن مرور تيار كهربائي في موصل فلزي ينشئ حوله مجالًا مغناطيسيًّا، فهل يمكن توليد تيار كهربائي أو قوة دافعة كهربائية من المجال المغناطيسي؟ كيف؟ وما العوامل التي يعتمد عليها مقدار هذه القوة الدافعة الكهربائية؟ وبعد تلقّي إجابات الطلبة من دون تعليق، يتم تنفيذ النشاط (٦-١) بوصفه عرضًا عمليًّا، أو العمل في مجموعات حسب الإمكانات المتوافرة، وتوجيه الطلبة إلى تدوين ملاحظاتهم لكل خطوة، ثم مناقشتهم في ملاحظاتهم والتوصّل بهم إلى قانون فارادي.

٢- حل المثالين (٦-٢) و(٦-٣) بمشاركة الطلبة، ثم توجيه الطلبة إلى حل ورقة العمل (٦-١) ضمن وقت محدد، ثم مناقشة الطلبة في إجاباتهم، للتوصّل بهم إلى الإجابات الصحيحة.

٣- توجيه الطلبة إلى حل الأسئلة (٤، ٦) من أسئلة الفصل بوصفها واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

علاج: وضّح أهمية قانون فارادي في الحث.

الحل: أنه يعطي مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة في ملف نتيجة للتغير في التدّفق المغناطيسي الذي يخترقه، بغض النظر عن شكل الملف.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي حقّقه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لم يحقّقه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يتوصّل إلى طرائق توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية.
٢	يذكر نص قانون فارادي في الحث بالرموز والكلمات.
٣	يحلّل رسومًا بيانية متعلّقة بقانون فارادي في الحث.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣
١					٦				
٢					٧				
٣					٨				
٤					٩				
٥					١٠				

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة في ملف، يتناسب طرديًّا مع المعدل الزمني لتغير التدفّق المغناطيسي الذي يخترقه.

٢) انطلاقًا من قانون فارادي في الحث $ق_د = - ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ ، ولأن عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق الملف بقي ثابتًا؛ فيبقى التدفّق المغناطيسي عبره ثابتًا ($\Delta \phi$ = صفر) فلا تتولّد قوة دافعة حثية فيه.

٣) $\phi_١ = غ ٢$ جتا θ ، θ = صفرًا وعليه $\phi_١ = غ ٢$ حيث: جتا ٠ = ١

وكذلك $\phi_٢ = ٢ غ ٢$ وعليه فإن:

$$ق_د = \frac{-ن \Delta \phi}{\Delta ز} = \frac{- ن (٢ غ ٢ - غ ٢)}{\Delta ز} = \frac{-ن غ ٢}{\Delta ز}$$

ورقة عمل (٦-١)

التدفّق المغناطيسي وقانون فارادي في الحث الكهرمغناطيسي

ملف دائري عدد لفاته (٢٠٠) لفة، ومساحة مقطعه (٢٠) سم^{٢} . جد مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة في الملف في الحالات الآتية:

١- إذا تغيّر التدفّق المغناطيسي الذي يخترقه بمعدل (٠,٢) ويبر / ث.

٢- إذا تغيّر المجال المغناطيسي الذي يخترقه عموديًّا بمعدل (٠,٢) تسلا/ ث.

٣- إذا تناقصت مساحة مقطعه بمعدل (٢) مم^{٢} / ث، علمًا بأن المجال المغناطيسي الذي يخترقه عموديًّا (٠,١) تسلا.

٤- إذا كان يخترقه تدفّق مغناطيسي (٠,٣) ويبر، ثم عكس اتجاه المجال المغناطيسي الذي يخترقه عموديًّا، خلال (٠,١) ث.

٥- إذا كان يخترقه مجال مغناطيسي منتظم (٠,٣) تسلا موازيًا لمتجه المساحة، ثم دار الملف حتى أصبح متجه المساحة عموديًّا على خطوط المجال خلال (١,٢) ث.

٦- إذا كان المعدل الزمني للتغير في التدفّق عبر الملف (٠,٠٤) ويبر / ث.

٧- إذا كان متجه المساحة يصنع زاوية (٦٠°) مع اتجاه مجال مغناطيسي منتظم (٠,٢) تسلا، ثم تلاشى المجال خلال (٢) ث.

إجابة ورقة عمل (٦-١)

١- $ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times ٠,٢ = -٤٠$ فولت.

٢- $ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = (-ن$ أ جتا٠$) \frac{\Delta غ}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times ٢ \times ١٠^{-٣} \times ١ \times ٠,٢ = -٠,٠٨$ فولت.

٣- $ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = (-ن$ غ جتا٠$) \frac{٢\Delta}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times ٠,٢ \times ١ \times -٢ \times ١٠^{-٦} = ٨ \times ١٠^{-٥}$ فولت.

٤- $\phi_١ =$ غ٢ جتا$\theta_١ =$ غ٢ جتا ٠ $= ٠,٣$ ويبر

$\phi_٢ =$ غ٢ جتا$\theta_٢ =$ غ٢ جتا ١٨٠ $= -٠,٣$ ويبر.

$ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = \frac{-٢٠٠ (-٠,٣-٠,٣)}{٠,١} = ١٢٠٠$ فولت.

٥- $\phi_١ =$ غ٢ جتا$\theta_١ =$ غ٢ جتا ٠ $= ٠,٣ \times ٢ \times ١٠^{-٣} \times ١ = ٦ \times ١٠^{-٤}$ ويبر

$\phi_٢ =$ غ٢ جتا$\theta_٢ =$ غ٢ جتا ٩٠ $=$ صفر

$ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = \frac{-٢٠٠ (٠-٦ \times ١٠^{-٤})}{١,٢} = ٠,١$ فولت

٦- $ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times ٠,٠٤ = -٨$ فولت.

٧- $\phi_١ =$ غ$_١$٢ جتا$\theta =$ غ٢ جتا ٦٠ $= ٠,٢ \times ٢ \times ١٠^{-٣} \times ٠,٥ = ٢ \times ١٠^{-٤}$ ويبر.

$\phi_٢ =$ غ$_٢$٢ جتا$\theta =$ صفر.

$ق_د = \frac{-ن\Delta\phi}{\Delta ز} = \frac{-٢٠٠ (٠ -٢ \times ١٠^{-٤})}{٢} = ٠,٠٢$ فولت.

الدرس الثالث	القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في موصل مستقيم يتحرّك في مجال مغناطيسي منتظم	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يفسّر تولّد قوة دافعة كهربائية حثية في موصل مستقيم، يتحرّك في مجال مغناطيسي قاطعًا لخطوطه.
- يتعرّف العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة في موصل مستقيم، يتحرّك في مجال مغناطيسي.
- يحدّد أي من طرفي موصل مستقيم أعلى جهدًا، عند تحريكه قاطعًا خطوط المجال المغناطيسي.
- يطبّق العلاقة الواردة في الدرس في حل مسائل حسابية.

مصادر التعلم

مغناطيس حدوة فرس قوي، موصل مستقيم، غلفانوميتر.

استراتيجيات التدريس

(التدريس المباشر)؛ أسئلة وإجابات ، أوراق عمل، العمل في الكتاب، ويرافق ذلك العرض العملي.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما تعلموه في الدرس السابق في ما يتعلّق بكيفية توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية نتيجة للتغير في التدفّق المغناطيسي، ثم توجيه السؤال الآتي: هل يمكن توليد القوة الدافعة الكهربائية الحثية بطريقة أخرى؟ يتم الاستماع إلى إجابات الطلبة من دون تعليق.

٢- تقديم عرض عملي أمام الطلبة باستخدام الأدوات في مصادر التعلم، بتحريك الموصل اقترابًا أو ابتعادًا عن المغناطيس بحيث يكون محور الموصل عموديًّا على المستوى الواصل بين قطبي المغناطيس، ويوجه الطلبة إلى تدوين ملاحظاتهم، ثم مناقشتهم في ملاحظاتهم وتوجيه الأسئلة الآتية تباعًا: هل تولّدت قوة دافعة كهربائية حثية في الموصل؟ ما الدليل على تولّدها؟ ما المنشأ الفيزيائي لهذه القوة الدافعة الكهربائية الحثية؟ ما العوامل التي تعتمد عليها هذه القوة الدافعة الكهربائية الحثية؟ ما العلاقة التي تعطي مقدار هذه القوة الدافعة الكهربائية الحثية؟ كيف يمكن زيادة مقدارها؟

٣- مناقشة الطلبة والتوصّل إلى اشتقاق العلاقة (٦-٣).

٤- حل المثال (٦-٤) بمشاركة الطلبة، ثم توجيه الطلبة إلى حل ورقة العمل (٦-٢) ضمن وقت محدد، ثم مناقشة إجابات الطلبة؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٥- توجيه الطلبة إلى حل السؤال (٥) من أسئلة الفصل والسؤالين (٤)، و(٥) من أسئلة الوحدة الثانية بوصفها واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

علاج

طائرة طول كل من جناحيها (٣٥) م، وتطير أفقيًّا بسرعة (٣٦٠) كم/ ساعة، فإذا علمت أن المركّبة العمودية للمجال المغناطيسي الأرضي تساوي (٤× ١٠$^{-٥}$) تسلا، جد مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة بين طرفي جناحيها.

الحل

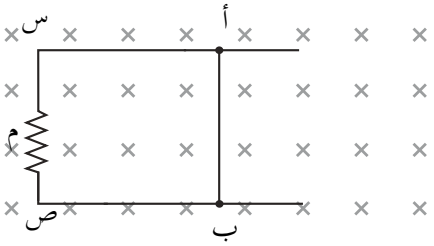
ع = ٣٦٠ كم / ساعة = ١٠٠ م/ ث

قَ$_د$ = ع غ ل

= ١٠٠ × ٤ × ١٠$^{-٥}$ × ٧٠ = ٢٨ × ١٠$^{-٢}$ فولت

إثراء

يبيّن الشكل موصلًا مستقيمًا طوله (١,٥) م، ويتحرّك بسرعة (ع)، عموديًّا على مجال مغناطيسي منتظم (٠,٢) تسلا، فإذا كانت المقاومة (م = ٦ Ω)، وتولّد فيها تيار حثي (٢,٥) أمبير واتجاهه من (ص) إلى (س). أجب عما يأتي:



١) ما مقدار السرعة (ع)؟ وحدّد اتجاه حركة الموصل.

٢) ما مقدار المعدل الزمني للتغير في التدفّق المغناطيسي عبر المساحة المحصورة؟

٣) ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي داخل الموصل؟

٤) جد الحرارة المتولّدة في المقاومة خلال (٠,٢) ثانية.

الحل

١) قَ$_د$ = ع غ ل = تَ × م = ٢,٥ × ٦ = ١٥ فولت

قَ$_د$ = ع غ ل ومنها ع = $\frac{١٥}{١,٥ \times ٠,٢}$ = ٥٠ م/ث

وكي يكون اتجاه التيار الحثي بالاتجاه المعطى؛ يجب أن يكون جهد الطرف (ب) موجبًا ويكون جهد الطرف (أ) سالبًا. وعليه؛ فإن اتجاه الحركة نحو (-س).

٢) قَ$_د$ = $\frac{\phi\Delta ن-}{z\Delta}$ ، (ن = ١)

$\frac{\phi\Delta}{z\Delta}$ = $\frac{١٥-}{١}$ = -١٥ ويبر/ث

٣) مـ = $\frac{\text{قَ}_{\text{د}}}{\text{ل}} = \frac{١٥}{١,٥} = ١٠$ فولت / م واتجاهه من (ب) إلى (أ) داخل الموصل.

٤) ح = ت^{٢} م ز = ٢,٥ × ٢,٥×٦×٠,٢ = ٧,٥ جول.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي: سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي حقّقه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لم يحقّقه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يحدّد العوامل التي يعتمد عليها مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة في موصل مستقيم يتحرّك في مجال مغناطيسي منتظم.
٢	يحدّد إشارة الجهد الكهربائي لطرفي موصل مستقيم، عند تحريكه قاطعًا خطوط المجال المغناطيسي.
٣	يطبّق العلاقة الواردة في الدرس (قَ$_{\text{د}}$ = ل ع غ) في حل مسائل حسابية بطريقة صحيحة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣
١					٦				
٢					٧				
٣					٨				
٤					٩				
٥					١٠				

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) تتناسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة بين طرفي الموصل طرديًّا مع طول الموصل ومع مقدار المجال المغناطيسي، ومقدار السرعة التي يتم بها تحريك الموصل قاطعًا خطوط المجال المغناطيسي.

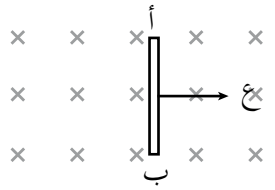
٢) أ) جهد الطرف (د) أعلى من جهد الطرف (هـ).

ب) المجال الكهربائي يتجه في الموصلات من نقطة الجهد المرتفع إلى نقطة الجهد المنخفض فاتجاهه من (د) إلى (هـ).

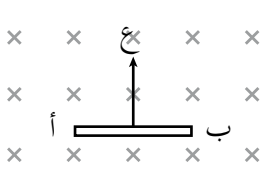
ورقة عمل (٦-٢)
القوة الدافعة الحثية المتولّدة في موصل مستقيم

١- في الشكلين الآتيين، حدّد أي طرفي الموصل (أ)، و(ب) يكون أعلى جهدًا عند تحريكه عموديًّا على خطـوط مجال مغناطيسي منتظم (٠,٤) تسـلا، وقاطعًا خطوطه بالاتجاهات الموضّحـة بسرعة (٥) م/ث، وما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة، علمًا بأن طول الموصل (٥٠) سم.

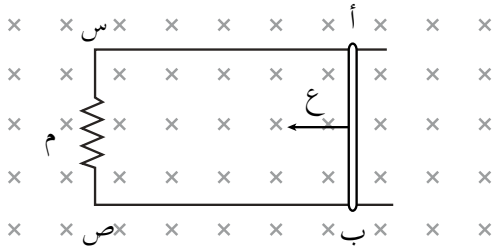
شكل (١)



شكل (٢)



٢- يبيّن الشكل موصلًا مستقيمًا طوله (٨٠) سم، ويتحرّك بسرعة (٥)م/ث باتجاه (-س)، عموديًّا على مجال مغناطيسي منتظم (٠,١) تسلا، فإذا كانت المقاومة (م = ٠,٢ Ω)، أجب عمّا يأتي:



أ) ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثّية المتولّدة في الموصل (أ، ب)؟ وحدّد أي طرفيه أعلى جهدًا.

ب) ما مقدار التيار الحثي المار في المقاومة (م)؟ وحدّد اتجاهه.

جـ) ما مقدار المجال الكهربائي داخل الموصل الفلزي؟ وحدّد اتجاهه.

د) ما الشرط اللازم توافره ليستمر تولّد القوة الدافعة الكهربائية الحثية نفسها في الموصل؟

هـ) كيف يمكن زيادة مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة في الموصل؟

و) كيف يمكن عكس القطبية الكهربائية لطرفي الموصل؟

ز) ما مقدار التغير في التدفّق المغناطيسي، الذي يخترق المساحة المحصورة بين الموصل والمقاومة خلال (٠,٢) ث؟

إجابة ورقة عمل (٦-٢)

١-

رقم الشكل	الطرف أ	الطرف ب
١	+	−
٢	−	+

قَ$_{د}$ = ع غ ل = ٥×٠,٤×٠,٥= ١فولت، وهذا مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية في الشكلين الأول والثاني.

٢-

أ) قَ$_{د}$ = ع غ ل = ٥× ٠,١ ×٠,٨ = ٠,٤ فولت والطرف (ب) موجبًا.

ب) تَ = $\frac{\text{قَ}_{د}}{\text{م}} = \frac{٠,٤}{٠,٢}$ = ٢ أمبير. واتجاهه من (ص) إلى (س) في المقاومة.

جـ) مـ = $\frac{\text{قَ}_{د}}{\text{ل}} = \frac{٠,٤}{٠,٨}$ = ٠,٥ فولت / م واتجاهه من (ب) إلى (أ).

د) أن يستمر بالحركة قاطعًا خطوط المجال المغناطيسي بالاتجاه نفسه وبالسرعة نفسها.

هـ) بزيادة السرعة، أو بزيادة مقدار المجال المغناطيسي.

و) بعكس اتجاه الحركة، أو بعكس اتجاه المجال المغناطيسي.

ز) قَ$_{د}$ = $\frac{-\text{ن}\Delta\phi}{\Delta\ \text{ز}}$، لكن ن= ١

$\Delta\phi$ = − قَ$_{د}$ Δ ز = − ٠,٤ × ٠,٢ = − ٠,٠٨ ويبر، والإشارة السالبة تعني تناقص التدفّق المغناطيسي.

الدرس الثالث	قانون لنز	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يذكر نص قانون لنز.
- يتحقق عمليًّا من قانون لنز.
- يطبّق قانون لنز في تحديد اتجاه التيار الحثي.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف العاشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، مغناطيس قوي، موصل فلزي، ملفات مختلفة، غلفانوميتر،بوصلة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب، يرافق ذلك العرض العملي.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بقانون فارادي في الحث ، ثم توجيه الأسئلة الآتية: ما معنى الإشارة السالبة في القانون؟ متى تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية موجبة ؟ متى تكون سالبة؟ كيف نحدّد اتجاه التيار الحثي؟ الاستماع إلى إجابات الطلبة من دون تعليق.

٢- تنفيذ النشاط (٦-٢) بوصفه عرضًا عمليًّا، أو العمل في مجموعات حسب الإمكانات المتوافرة، وتوجيه الطلبة إلى تدوين ملاحظاتهم لكل خطوة، ثم مناقشتهم في ملاحظاتهم والتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٣- التوصّل إلى نص قانون لنز، وهوما يفسر الإشارة السالبة في قانون فارادي.

٤- حل المثالين (٦-٥)، (٦-٦) بمشاركة الطلبة، مع التركيز على الدقة العلمية عند صياغة الإجابة.

٥- توجيه الطلبة إلى حل ورقة العمل (٦-٣) ضمن وقت محدد ، ثم مناقشة إجابات الطلبة؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٦- توجيه الطلبة إلى حل السؤالين (٣، ٧) من أسئلة الفصل بوصفهما واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

علاج

١) كيف يقاوم التيار الحثي التغير في التدفّق المغناطيسي؟

٢) ماذا تعني الإشارة السالبة في قانون فارادي؟

الحل

١) بأن يكون اتجاهه بحيث يتولّد عنه مجال مغناطيسي حثي باتجاه المجال المغناطيسي الأصلي نفسه، الذي يخترق الملف إن كان التدفّق المغناطيسي الأصلي بنقصان، أو يتولّد عنه مجال مغناطيسي حثي بعكس اتجاه المجال الأصلي الذي يخترق الملف إن كان التدفّق الأصلي بزيادة.

٢) الإشارة السالبة تعني أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية، تنشأ بحيث تقاوم التغير في التدفّق المغناطيسي المسبّب لها.

إثراء

ملف دائري مغمور في مجال مغناطيسي منتظم يخترقه عموديًّا. اذكر ثلاث طرائق لتوليد تيار حثي فيه.

الحل

١) تغيّر مقدار المجال المغناطيسي عن طريق زيادة أو إنقاص المجال المغناطيسي.

٢) تغيّر الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي ومتجه المساحة؛ عن طريق عكس اتجاه المجال المغناطيسي، أو دوران الملف في المجال المغناطيسي.

٣) تغيّر المساحة التي يخترقها المجال المغناطيسي عن طريق إخراج الملف من المجال المغناطيسي، ثم إدخاله مرة أخرى، أو ضغط الملف لتقل مساحته أو شده لتزداد مساحته.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي حقّقه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لم يحقّقه.	
الرقم	**مؤشرات الأداء**
١	يذكر نص قانون لنز.
٢	يتحقّق عمليًّا من قانون لنز.
٣	يطبّق قانون لنز في تحديد اتجاه التيار الحثي.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣
١					٦				
٢					٧				
٣					٨				
٤					٩				
٥					١٠				

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) يكون اتجاه التيار الحثي المتولّد بحيث ينتج عنه مجال مغناطيسي حثّي يقاوم التغير في التدفّق المغناطيسي المسبب له. تكمن أهمية قانون لنز في أنه يفيد في تحديد اتجاه التيار الحثّي، إذ يحدّد اتجاهه من معرفة اتجاه المجال المغناطيسي الحثّي وفقًا لقاعدة اليد اليمنى.

٢) أ) سوف يزداد التيار في الملف (ب) من الصفر حتى يصل إلى قيمته العظمى، وفي أثناء ذلك سوف يزداد التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الملف (أ) فتتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية حسب قانون فارادي، ينشأ عنها تيار حثّي يولّد مجالًا مغناطيسيًّا بعكس اتجاه المجال الأصلي ليقاوم الزيادة في التدفّق حسب قانون لنز، فيكون الطرف الأيسر للملف (أ) قطبًا جنوبيًّا، ويكون اتجاه التيار الحثّي في الملف (أ) من (ص) إلى (س).

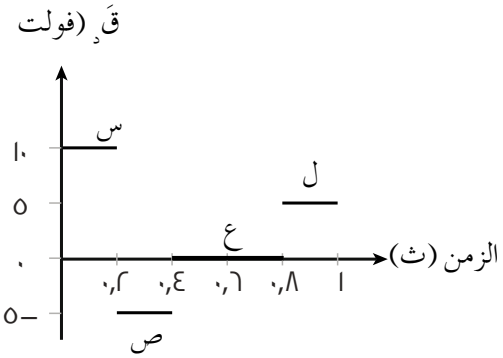
ب) سيقل التيار في الملف (ب) فيقل التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الملف (أ) فتتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثّية حسب قانون فارادي، ينشأ عنها تيار حثي يولّد مجالًا مغناطيسيًّا باتجاه المجال الأصلي نفسه؛ ليقاوم النقصان في التدفّق حسب قانون لنز، فيكون الطرف الأيسر للملف (أ) قطبًا شماليًّا وعليه يكون اتجاه التيار الحثّي في الملف (أ) من (س) إلى (ص).

جـ) بما أن النفاذية المغناطسية للحديد أكبر بآلاف المرات منها للهواء، فعند إدخال قلب حديدي داخل الملف (ب) سيزداد المجال المغناطيسي الناشئ فيه؛ فيزداد التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الملف (أ) فتتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية حسب قانون فارادي، ينشأ عنها تيار حثي يولّد مجالًا مغناطيسيًّا بعكس اتجاه المجال الأصلي؛ ليقاوم الزيادة في التدفّق حسب قانون لنز، فيكون الطرف الأيسر للملف (أ) قطبا جنوبيًّا. وعليه، اتجاه التيار الحثي في الملف (أ) من (ص) إلى (س).

٣) عند دفع مغناطيس داخل ملف، سوف يزداد المجال المغناطيسي داخله؛ فيزداد التدفّق المغناطيسي عبره فتتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية ينشأ عنها تيار حثي يولّد مجالًا مغناطيسيًّا بعكس اتجاه المجال الأصلي (من المغناطيس)؛ فتنشأ قوة تنافر مغناطيسية باتجاه معاكس لحركة المغناطيس تعيق تقدمه.

ورقة عمل (٦-٣)
قانون (لنز)

ملف مساحة مقطعه (٢٠) سم٢، وعدد لفاته (١٠٠) لفة، إذا تغيرت القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة فيه مع الزمن كما هو موضح في الشكل وذلك لأربع فترات زمنية (س ، ص ، ع، ل)، تأمل الشكل، وأجب عما يأتي:



١-حدّد الفترة الزمنية أو الفترات التي:

أ) يكون فيها التيار الحثي المتولّد بحيث يقاوم النقصان في التدفّق المغناطيسي.

ب) يكون فيها اتجاه المجال المغناطيسي الحثي باتجاه المجال الأصلي نفسه الذي يخترق الملف.

جـ) تكون فيها القوة الدافعة الكهربائية الحثية بحيث تقاوم النقصان في التدفّق المغناطيسي عبر الملف.

د) لا يتولّد فيها تيار حثي في الملف.

هـ) تكون فيها القوة الدافعة الكهربائية الحثية، بحيث تقاوم التغير في التدفّق المغناطيسي عبر الملف.

و) يتزايد فيها المجال المغناطيسي الأصلي الذي يخترق الملف.

ز) يكون فيها مقدار التغير في التدفّق المغناطيسي عبر الملف أكبر ما يمكن.

٢- جد التغير في المجال المغناطيسي الذي يخترقه الملف عموديًّا خلال الفترة (ص).

إجابة ورقة عمل (٦-٣)

١-

رقم الفقرة	أ	ب	جـ	د	هـ	و	ز
الإجابة	س ، ل	س ، ل	س ، ل	ع	س، ص، ل	ص	س

٢- $ق_{د} = -ن \frac{\Delta\phi}{\Delta ز}$

$-٥ = -١٠٠ \frac{\Delta\phi}{٠,٢}$

$\Delta\phi = ٠,٠١$ ويبر.

$\Delta\phi = \phi_{٢} - \phi_{١}$

$= غ_{٢}٢ - غ_{١}٢$ (لاحظ أن المجال المغناطيسي يخترق الملف عموديًّا عليه).

$\Delta\phi = ٢\ \Delta غ$

$\Delta غ \times ٠,٠٠٢ = ٠,٠١$

$\Delta غ = ٥$ تسلا.

الدرس الرابع	الحث الذاتي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالحث الذاتي، والمحث، والهنري، ومحاثة المحث.
- يفسّر ظاهرة الحث الذاتي.
- يعبّر عن محاثة الملف اللولبي رياضيًّا، ويحدّد العوامل التي تعتمد عليها محاثته.
- يوظّف علاقات الحث الذاتي في حل مسائل حسابية.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، ملف لولبي، مصدر متغير لفرق الجهد المستمر، مقاومة متغيرة، غلفانوميتر.

المفاهيم والمصطلحات

الهنري، الحث الذاتي، محاثة المحث، القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية، المحث.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، العمل في الكتاب، ويرافق ذلك العرض العملي.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما تعلموه سابقًا، بأن التغيّر في التدفّق المغناطيسي يولّد قوة دافعة كهربائية حثية، حيث كان المجال المغناطيسي المؤثر مستقلًّا عن الدارة التي يتولّد فيها التيار الحثي، (أي مجال خارجي) فهل يمكن توليد تيار حثي في دارة ملف ذاتيًّا؟ كيف يتم ذلك؟ تلقّي إجابات الطلبة من دون تعليق.

٢- تركيب دارة كالتي في الشكل (٦ -١٧) مع استبدال (م) بمقاومة متغيرة (ريوستات) مثلًا، وإضافة مصباح صغير على التوالي في الدارة، ثم توجيه الطلبة إلى تدوين الملاحظات حول حركة مؤشر الغلفانوميتر وإضاءة المصباح، لكل خطوة من الخطوات الآتية:

- عند غلق الدارة.
- عند إنقاص المقاومة المتغيرة والدارة مغلقة.
- عند فتح الدارة.
- عند زيادة المقاومة المتغيرة والدارة مغلقة.

٣- مناقشة الطلبة في ملاحظاتهم، والتوصّل معهم إلى المطلوب.

٤- توجيه السؤال الآتي: ما المقصود بالحث الذاتي، والقوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية، والمحث؟ يناقش المعلم الطلبة للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٥- توجيه الأسئلة الآتية: ما المقصود بمعامل الحث الذاتي للمحث؟ عبّر عنه رياضيًّا؟ ما وحدة قياسه؟ وعبّر عنها اصطلاحيًّا؟ الاستماع إلى إجابات الطلبة، ومناقشتهم للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٦- اشتقاق العلاقة الرياضية لمحاثة ملف لولبي بمشاركة الطلبة، وتكليف الطلبة باستنتاج العوامل التي تعتمد عليها محاثته.

٧- حل المثال (٦-٧)، وأسئلة مراجعة الدرس بمشاركة الطلبة.

٨- توجيه الطلبة إلى حل السؤال (٨) من أسئلة الفصل، وسؤال (١) من أسئلة الوحدة الثانية بوصفهما واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

علاج

١) ملف لولبي طوله (ل)، ومساحة مقطعه (م) ما أثر كل مما يأتي في محاثته:

أ) زيادة عدد لفاته إلى الضعفين.

ب) وضع قلب حديدي داخلة حيث ($\mu_{\text{للحديد}} = ٥٠٠٠\ \mu_{\text{ه}}$).

جـ) تقليل طوله بمقدار($\frac{١}{٦}$ ل) وزيادة مساحة مقطعه بمقدار($\frac{١}{٦}$ م).

٢) دارة كهربائية تحوي محثًا ومقاومة متغيرة وبطارية ومفتاحًا مفتوحًا، اذكر طريقتين لتوليد قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية في المحث.

الحل

١) أ) $ح_١ = \frac{\mu_{\text{ه}} ن^٢ م}{ل}$

$ح_٢ = \frac{٤\mu_{\text{ه}} ن^٢ م}{ل}$ وعليه؛ فإن $\frac{ح_١}{ح_٢} = \frac{١}{٤}$ ؛ لذا، $ح_٢ = ٤\ ح_١$ (تضاعفت المحاثة أربع مرات).

ب) $ح_١ = \frac{\mu_{\text{ه}} ن^٢ م}{ل}$

$ح_٢ = \frac{٥٠٠٠\mu_{\text{ه}} ن^٢ م}{ل}$

وعليه، فإن $\frac{ح_١}{ح_٢} = \frac{١}{٥٠٠٠}$ ؛ لذا، $ح_٢ = ٥٠٠٠\ ح_١$ (تضاعفت المحاثة (٥٠٠٠) مرة).

جـ) $ح_{١} = \frac{\mu_{٠} ن^{٢} ٩}{ل}$

$$ح_{٢} = \frac{\frac{٧ ٩}{٦} \mu_{٠} ل ن^{٢}}{\frac{٥ ل}{٦}} = \frac{٧ \mu_{٠} ن^{٢} ٩}{٥ ل}$$

وعليه؛ فإن $\frac{ح_{١}}{ح_{٢}} = \frac{٥}{٧}$ ؛ لذا، $ح_{٢} = ١,٤ ح_{١}$ (تضاعفت المحاثة (١,٤) مرة)

٢) لحظة غلق مفتاح الدارة الكهربائية .

إنقاص قيمة المقاومة المتغيرة في الدارة وهي مغلقة.

إثراء

ملف لولبي عدد لفاته (١٠٠) لفة وطول محوره (١٠) سم، ومساحة مقطعه (١٠) سم^{٢}. جد:

١) محاثة الملف.

٢) القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولّدة فيه في الحالات الآتية:

أ) إذا تناقص التيار المار فيه بمعدل (٢٠) أمبير / ث.

ب) إذا كان يمر فيه تيار (٥) أمبير، ثم عكس اتجاهه خلال (٠,١) ث.

جـ) إذا تناقص التدفّق المغناطيسي الذي يخترقه بمعدل (٠,٢) ويبر / ث.

الحل

١) $ح = \frac{\mu_{٠} ن^{٢} ٩}{ل} = \frac{٤\pi \times ١٠^{-٧} \times ٤١٠ \times ١٠ \times ١٠^{-٤}}{٠,١} = ٤\pi \times ١٠^{-٥}$ هنري.

٢) أ) $قَ_{د} = - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = - ٤\pi \times ١٠^{-٥} \times -٢٠$

$= ٨\pi \times ١٠^{-٤}$ فولت

ب) $\frac{\Delta ت}{\Delta ز} = \frac{(-٥-٥)}{٠,١} = -١٠٠$ أمبير/ث

$قَ_{د} = - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = ٤\pi \times ١٠^{-٣}$ فولت.

جـ) $قَ_{د} = \frac{-\Delta \phi ن}{\Delta ز}$، $= -١٠٠ \times -٠,٢ = ٢٠$ فولت.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: قائمة رصد.

ضع إشارة (√) تحت المؤشر الذي يحقّقه الطالب، وإشارة (×) تحت المؤشر الذي لم يحقّقه.

الرقم	مؤشرات الأداء
١	يوضّح المقصود بظاهرة الحث الذاتي.
٢	يفسّر تولد القوة الدافعة الكهربائية الحثية في المحث.
٣	يحدّد اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية، عند زيادة أو نقصان التيار في دارة المحث.
٤	يشتق علاقة رياضية لحساب معامل الحث الذاتي.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) معامل الحث الذاتي لمحث تتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية (٢) فولت، عندما يتغيّر التيار المار فيه بمعدل (١) أمبير/ ثانية.

٢) أ) في الشكل الأيمن لحظة إغلاق الدارة ستكون إضاءة المصباح بقيمتها العظمى؛ لأنه لا يوجد مقاومة لنمو التيار لعدم وجود المحث في الدارة، أما في الشكل الأيسر ونتيجة لوجود المحث الذي له خاصية الحث الذاتي، فيقاوم نمو التيار؛ لذا، تكون إضاءة المصباح خافتة جدًّا لحظة غلقها.

ب) بعد مرور مدة زمنية كافية على إغلاق الدارتين، تبقى إضاءة المصباح في الشكل الأيمن ثابتة عند قيمتها العظمى، وفي الشكل الأيسر يكون التيار في الدارة قد وصل إلى قيمته العظمى وثبت؛ لأنه لا يوجد تغير في التدفّق المغناطيسي عبر المحث، وإذا كانت المقاومة الكهربائية في الدارتين لها المقدار نفسه، وكان المصباحان متماثلين؛ فإن شدة إضاءة المصباحين ستكون متساوية.

٣) بسبب ظاهرة الحث الذاتي للمحث، إذ عند غلق الدارة تتولّد فيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية تقاوم تزايد التيار فلا يصل إلى قيمته العظمى فجأة وإنما بالتدريج، وعند فتح الدارة سوف يتناقص المجال المغناطيسي الذي يخترق لفات المحث، فتنشأ قوة دافعة حثية ذاتية طردية تقاوم النقصان في التدفّق المغناطيسي الناشئ عن تناقص التيار فيتناقص التيار من قيمته العظمى بالتدريج.

٤) حيث إن ح = $\frac{\mu ن^{٢} ٩}{ل}$ و ($\mu_{للحديد}$ = ٥٠٠٠ $\mu_{ه}$) فإن (ح) بوجود قلب حديدي = ٥٠٠٠ ح، في حالة الهواء، فوجود القلب الحديدي يزيد محاثة المحث بشكل كبير.

٥) كلما زاد معامل الحث الذاتي تزداد القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية العكسية، فتزداد المقاومة لنمو التيار، فيقل معدل نمو التيار؛ فيحتاج التيار إلى مدة زمنية أطول كي يصل إلى قيمته العظمى. ويتضح ذلك عن طريق الشكلين، إذ احتاج التيار في الشكل الأيمن ذي المحاثة الأكبر إلى (٢٠) ثانية تقريبًا للوصول إلى قيمته العظمى، في ما استغرق (١٠) ثوانٍ تقريبًا في الشكل الأيسر ذي المحاثة الأقل للوصول إلى قيمته العظمى.

الدرس الخامس	الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث.
- يعبّر رياضيًّا عن الطاقة المختزنة في محث، ويطبّقها في حل مسائل حسابية.
- يفسّر ظهور شرارة كهربائية لحظة فتح دارة كهربائية تحوي محثًّا.

التكامل الرأسي

الرياضيات: مساحة المثلث.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

الطاقة المغناطيسية المختزنة في محث.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما تعلموه سابقًا، حول كيفية إيجاد الطاقة الكهربائية المختزنة في المواسع، فهل يمكن بصورة مشابهة إيجاد الطاقة المختزنة في المحث؟ والاستماع إلى إجابات الطلبة من دون تعليق.

٢- تذكير الطلبة بالعلاقة ($ح \Delta ت = ن \Delta \phi$)، وإذا بدأ التيار في محث من الصفر في دارة كهربائية تحوي محثًّا؛ فإن التدفّق المغناطيسي سيبدأ من الصفر أيضًا فتصبح العلاقة ($ح ت = ن \phi$).

٣- رسم العلاقة بين (ت) و(ن ϕ)، مع التأكيد على أن هذه العلاقة طردية خطية، ثم توجيه الأسئلة الآتية: ما وحدة قياس الكمية التي تمثّلها المساحة تحت المنحى؟ ماذا تمثّل هذه الكمية؟ ما الكمية التي يمثّلها ميل المنحنى؟ للتوصّل إلى أن المساحة تحت المنحنى تمثّل الطاقة المختزنة في المحث، وميل المنحنى يمثّل محاثة المحث.

٤- توجيه الطلبة إلى التعبير عن الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث رياضيًّا؟

٥- توجيه السؤالين الآتيين: ما المقصود بالطاقة المغناطيسية المختزنة في محث؟ متى يعد المحث مثاليًّا؟ تلقّي إجابات الطلبة؛ ومناقشتهم للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٦- توجيه السؤال الآتي: كيف تفسّر ظهور شرارة كهربائية لحظة فتح دارة كهربائية تحوي محثًّا؟ يناقش الطلبة؛ للتوصّل إلى الإجابة الصحيحة.

٧- حل المثال (٦-٨) بمشاركة الطلبة.

٨- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة وسؤال (١) من أسئلة الوحدة الثانية بوصفها واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

علاج: أثبت أن: (هنري ٠ أمبير^{٢} = جول)

الحل : هنري ٠ أمبير^{٢} = (فولت ٠ ثانية/ أمبير) × أمبير^{٢}

= فولت ٠ ثانية× أمبير

= (جول / كولوم) × (ثانية ٠ كولوم)/ ثانية

= جول.

إثراء

١) أثبت أن (أمبير ٠ ويبر = جول)

٢) في دارة كهربائية تحوي محثًّا معامل حثه الذاتي (ح)، كانت الطاقة المغناطيسية العظمى المختزنة فيه تساوي (٠,٤) جول. احسب الطاقة المغناطيسية المختزنة فيه؛ عندما يساوي التدفّق عبره ربع قيمته العظمى، علمًا بأن التيار بدأ من الصفر.

الحل

١) أمبير ٠ ويبر = (كولوم /ثانية)×تسلا ٠ م^{٢}

= (كولوم /ثانية) × (نيوتن ٠ ثانية× م/ كولوم)

= نيوتن ٠ م = جول

٢) من العلاقة: ح ت = ن ϕ

نجد أنه عندما: $\phi = \frac{١}{٤} \phi_{عظمى}$

فإن: ت = $\frac{١}{٤}$ ت$_{عظمى}$

ط = $\frac{١}{٢}$ ح ت^{٢}

= $\frac{١}{٢}$ ح ($\frac{١}{٤}$ ت$_{عظمى}$)^{٢}

= ($\frac{١}{٢}$ح ت$^{٢}_{عظمى}$)× $\frac{١}{١٦}$

= ط$_{عظمى}$ × $\frac{١}{١٦}$

= ٠,٤ × $\frac{١}{١٦}$

= ٠,٠٢٥ جول

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: اختبار قصير.

اختبار قصير

١) دارة كهربائية تحوي محثًّا عدد لفاته (٢٠٠) لفة، ومعامل حثه (٠,١) هنري، فإذا كان متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية (٤٠) فولت خلال مدة نمو التيار، التي تساوي (٠,٠١) ث. جد ما يأتي:

أ) القيمة العظمى للطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث.

ب) متوسط التغير في التدفّق المغناطيسي بالنسبة إلى الزمن، خلال مدة نمو التيار.

٢) أ) $ق_د = \frac{-ح\Delta ت}{\Delta ز}$

$$-٤٠ = \frac{-٠,١ (ت_{عظمى} - صفر)}{٠,٠١}$$ ومنها $ت_{عظمى} = ٤$ أمبير.

$$ط_{عظمى} = \frac{ح ت^{٢}_{عظمى}}{٢} = ٠,١ \times \frac{١٦}{٢} = ٠,٨$$ جول.

ب) $ق_د = \frac{-ن\phi\Delta}{\Delta ز}$ ومنها $\frac{\phi\Delta}{\Delta ز} = \frac{٤٠}{٢٠٠} = ٠,٢$ ويبر / ث

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) تتولّد لحظة فتح الدارة قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية طردية في المحث، تقاوم النقصان في التدفّق المغناطيسي عبره، فتتحوّل الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث إلى طاقة كهربائية خلال مدة قصيرة، تظهر على شكل شرارة كهربائية .

٢) $ط_{عظمى} = \frac{ح ت^{٢}}{٢} = \frac{١ \times ١ \times ^{-٣}١٠ \times ٣}{٢} = ١٥ \times ١٠^{-٤}$ جول.

الدرس الأول	تكمية الطاقة	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتعرّف النظرة الكلاسيكية (نظرة النموذج الموجي) للإشعاع.
- يذكر نص مبدأ بلانك في تكمية الطاقة.
- يميّز بين تفسير النموذج الموجي، وتفسير بلانك للإشعاع.
- يذكر بعض الظواهر التي فشل في تفسيرها النموذج الموجي للإشعاع.
- يوضّح المقصود بالإلكترون فولت.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الفيزياء للصف الحادي عشر.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

الإلكترون فولت، النموذج الموجي للإشعاع .

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، وعرض توضيحي.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بظواهر تتعلّق بسلوك الضوء عندما يسقط على السطوح الشفافة والمصقولة، وعند مروره عبر الفتحات الضيقة، ثم توجيه السؤال الآتي: ما الطبيعة التي يسلكها الضوء في هذه الظواهر؟ تلقّي إجابات الطلبة؛ للتوصّل إلى أن الضوء بانعكاسه أو انكساره أو تداخله وحيوده، يكون قد سلك السلوك الموجي وقد فسر النموذج الموجي هذه الظواهر بنجاح.

٢- توجيه السؤالين الآتيين: ما افتراضات النموذج الموجي للضوء؟ هل يوجد ظواهر لم يتمكن هذا النموذج من تفسيرها؟ الاستماع إلى إجابات الطلبة ومناقشتها للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٣- توجيه الطلبة إلى أنه لابد من منحى آخر يتم عن طريقه تقديم تصور جديد للضوء، يكون له دور في تفسير ظواهر تتعلّق بسلوك الضوء، فشل النموذج الموجي في تفسيرها، وسؤالهم عن اسم العالم الذي قدّم هذا التصور الجديد وما نص فرضيته للإشعاع؟ تلقّي إجابات الطلبة ومناقشتها، للتوصّل إلى فرضية العالم بلانك عن الإشعاع.

٤- مناقشة أمثله عددية لحساب طاقة كمّة إشعاع معين بالجول، والإلكترون فولت، مع توضيح المقصود بوحدة الإلكترون فولت وسبب اختياره هذه الوحدة في مثل هذه الكميات.

٥- توجيه الطلبة إلى تنفيذ ورقة العمل (٧-١) ضمن وقت محدد، ثم إجراء مناقشة للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٦- التأكيد على أنه سيتم في هذا الفصل دراسة ظواهر فشل في تفسيرها النموذج الموجي، وكيف استفاد العلماء من فرض بلانك ومبدئه في تفسيرها. وأنه سيتم أولًا دراسة الظاهرة الكهرضوئية.

٧- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمية سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

النتاج: يميّز بين نظرة النموذج الموجي ونظرة بلانك للإشعاع

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يميّز بين نظرة النموذج الموجي، ونظرة بلانك للإشعاع بصورة صحيحة.
٣	يميّز بين نظرة النموذج الموجي، ونظرة بلانك للإشعاع، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يميّز بين نظرة النموذج الموجي، ونظرة بلانك للإشعاع، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يميّز بين نظرة النموذج الموجي، ونظرة بلانك للإشعاع، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) أ) تكمية الطاقة: الطاقة الإشعاعية المنبعثة أو الممتصة تساوي عددًا صحيحًا من مضاعفات الكمية (هـ ت ِ).

ب) الإلكترون فولت: الطاقة الحركية التي يكتسبها إلكترون عندما يتحرّك متسارعًا بين نقطتين فرق الجهد بينهما (١فولت).

٢) افترض أن الضوء كمّات منفصلة لكل منها طاقة محددة مكمّاة، تتناسب طرديًّا مع تردّد الإشعاع (ط = هـ ت ِ).

٣) يرى بلانك أن الجسيمات المشحونة المهتزة داخل الجسم تمتص أو تبعث الطاقة على شكل كمّات منفصلة، لكل منها طاقة محدّدة تتناسب مع تردّد الإشعاع.

بينما يرى النموذج الموجي أن الجسيمات المشحونة المهتزة يمكنها أن تبعث أو تمتص مقدارًا غير محدّد من الطاقة عند تردّد معين، وأن هذه الطاقة تكون على شكل موجات كهرمغناطيسية.

ورقة عمل (٧-١)
تكمية الطاقة

١- جسم مشع يبعث بإشعاع تردده (٢×١٠^{١٥}) هيرتز، ما طاقة الكمّة الواحدة لهذا الإشعاع (بالجول، بالإلكترون فولت)؟

٢- علامَ يعتمد الإشعاع الصادر عن الجسم المشع؟ وعند أي درجة حرارة يمكن للجسم أن يبعث بإشعاع كهرمغناطيسي؟

٣- قارن بين النموذج الموجي ومبدأ تكمية الطاقة من حيث:

أ) طبيعة الإشعاع . ب) طاقة الإشعاع.

٤- اذكر ثلاثًا من الظواهر التي فشل في تفسيرها النموذج الموجي للضوء.

٥- وفقًا للتصور الموجي للضوء؛ فإن الجسيم المشحون المهتز عند تردّد معين، يبعث أو يمتص مقدارًا غير محدّد من الطاقة عند تغير اتساع اهتزازه.

أ) ماذا تعني هذه العبارة؟

ب) هل تتفق هذه العبارة مع فرضية بلانك للإشعاع ؟ فسّر إجابتك.

إجابة ورقة عمل (٧-١)

١- ط = هـ × ت$_{د}$ = ٦,٦ × ١٠$^{-٣٤}$ × ٢ × ١٠^{١٥} = ١٣,٢ × ١٠$^{-١٩}$ جول = ٨,٢٥ إلكترون فولت.

٢- يعتمد على طبيعة سطح الجسم ودرجة حرارته.

وأي جسم درجة حرارته فوق درجة الصفر المطلق، يبعث بإشعاع كهرمغناطيسي.

٣-

	مبدأ تكمية الطاقة	النموذج الموجي (الكلاسيكي)
أ)	الإشعاع كمّات منفصلة لكل منها طاقة محدّد مكمّاة.	الإشعاع موجات كهرمغناطيسية تنبعث أو تمتص من الأجسام على نحو مستمر.
ب)	طاقة الإشعاع تتناسب طرديًّا مع تردّده.	طاقة الإشعاع تتناسب طرديًّا مع شدته التي تتناسب طرديًّا مع اتساع اهتزازات الجسيمات المشحونة المهتزة.

٤- الظاهرة الكهرضوئية، وظاهرة كومتون، وظاهرة طيف الامتصاص.

٥- أ) هذا يعني أن الإشعاع الكهرمغناطيسي يصدر عن الأجسام على هيئة سيل مستمر من الطاقة.

ب) هذا لا يتفق مع مبدأ تكمية الطاقة، حيث إن امتصاص الطاقة الضوئية، أو انبعاثها يكون على شكل كمات منفصلة، لكل منها طاقة محدّدة مكمّاة (ط =هـ ×ت$_{د}$)، أي توجد مقادير محدّدة لهذه الطاقة، تنتج عن الجسيمات المشحونة المهتزة.

الدرس الثاني	الظاهرة الكهرضوئية	عدد الحصص	ثلاث حصص

(٧-٢-١) تجربة ليناردّ

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بما يأتي: الظاهرة الكهرضوئية، والإلكترونات الضوئية، والتيار الكهرضوئي.
- يتعرّف مكوّنات الخلية الكهرضوئية.
- يتوصّل إلى العلاقة بين التيار الكهرضوئي، وفرق الجهد بين المصعد والمهبط.
- يفسر العلاقة بين التيار الكهرضوئي، وفرق الجهد بين المصعد والمهبط.
- يوضّح المقصود بالآتي: تيار الإشباع، وتردد العتبة، وجهد القطع، واقتران الشغل.
- يستقصي ما يحدث عند تغيير شدة الضوء المناسب مع بقاء تردّده ثابتًا.
- يستقصي ما يحدث عند تغيير تردّد الضوء الساقط المناسب مع بقاء شدته ثابتة.

مصادر التعلم

مقطع يوتيوب (٥ دقائق) https://www.youtube.com/watch?v= ubkNGwu_66s
https://www.youtube.com/watch?v=z-3XaXCvjZw
تم استعراضهما بتاريخ ٢٠١٨/٢/٩
ملحوظة: يتم تنفيذ ما ورد في المقطع؛ إذا كانت إمكانات المدرسة تسمح بعرض ذلك عمليًّا أمام الطلبة.

المفاهيم والمصطلحات

الظاهرة الكهرضوئية، الإلكترونات الضوئية، والتيار الكهرضوئي، الخلية الكهرضوئية، المهبط، المصعد، تيار الإشباع، جهد القطع، تردّد العتبة، طول موجة العتبة، اقتران الشغل للفلز.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، عرض توضيحي.

إجراءات التنفيذ

١- عرض مقطع (يوتيوب) المشار إليه في مصادر التعلم، وتوجيه الطلبة إلى تدوين ملاحظاتهم، وتوجيه السؤال الآتي: ما المقصود بالظاهرة الكهرضوئية، والإلكترونات الضوئية؟ تلقّي إجابات الطلبة ومناقشتها؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.
٢- الإشارة إلى أنه حتى تتم دراسة هذه الظاهرة عمليًّا تستخدم دارة الخلية الكهرضوئية.

٣- عرض مقطع (يوتيوب) المشار إليه في مصادر التعلم، وتوجيه الطلبة إلى تدوين ملاحظاتهم، ثم توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: مم تتكوّن الخلية الكهرضوئية؟ ما المقصود (بالمهبط، والمصعد)؟ ما تفسيرك لاستخدام الميكروأميتر؟ ما تفسيرك لكون الانتفاخ الزجاجي مفرّغًا من الهواء؟

٤- مناقشة الطلبة، وتلقّي إجاباتهم وتوجيهها للتوصّل إلى الإجابة الصحيحة.

٥- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: ما الذي لاحظه لينارد عندما سلّط إشعاعًا مناسبًا وكان فرق الجهد صفرًا بين المهبط والمصعد؟ كيف فسّر ذلك؟ ما الذي لاحظه عند الاستمرار في زيادة فرق الجهد الموجب (المصعد موجبًا) إلى حد معين؟ كيف فسّر ذلك؟ ما الذي لاحظه عند عكس القطبية الكهربائية (أصبح فرق الجهد عكسيًّا) مع الاستمرار في زيادة فرق الجهد العكسي؟ كيف فسّر ذلك؟

٦- مناقشة الطلبة وتلقّي إجاباتهم، وتوجيهها للتوصّل إلى الإجابة الصحيحة.

٧- توجيه الطلبة إلى تنفيذ ورقة العمل (٧- ٢) بوصفه تقويمًا ختاميًّا، ضمن وقت محدد، ثم إجراء مناقشة مع توجيه الطلبة للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٨- توجيه السؤالين الآتيين (عصف ذهني): ماذا تتوقع أن يحدث عند تغيير شدة الضوء الساقط المناسب مع بقاء تردّده ثابتًا؟ ما الذي يحدث عند تغيير تردّد الضوء الساقط المناسب مع بقاء شدته ثابتة؟

٩- مناقشة الطلبة في إجاباتهم، وتوجيهها للتوصّل إلى المطلوب.

١٠-توجيه انتباه الطلبة إلى أن تفسير النتائج في الظاهرة الكهرضوئية سيتم في الحصة القادمة بعون الله.

١١-توجيه الطلبة إلى رسم العلاقة بين فرق الجهد بين المصعد والمهبط والتيار الكهرضوئي، عند تغيير شدة الإشعاع، وعند تغيير التردّد، وربط ذلك بما تم التوصّل إليه.

١٢-توجيه الطلبة إلى تنفيذ ورقة العمل (٧-٣) بوصفه تقويمًا ختاميًّا خلال وقت محدد، ثم مناقشة الطلبة للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

معلومات إضافية

- في النشاط (٧-١) من الكتاب المدرسي؛ فإنه إذا كان الكشاف الكهربائي مشحونًا بشحنة سالبة، وتعرّض لإشعاع فوق بنفسجي؛ فإنه سيحرر إلكترونات من سطحه فتقل شحنة الكشاف تدريجيًّا إلى أن يحدث انطباق لورقتيه، نتيجة للظاهرة الكهرضوئية.
- الانتفاخ الزجاجي يصنع من الكوارتز؛ لأنه من أكثر أنواع الزجاج شفافية، ويسمح بنفاذ الأشعة فوق البنفسجية، بينما لا يسمح الزجاج العادي بإنفاذها.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

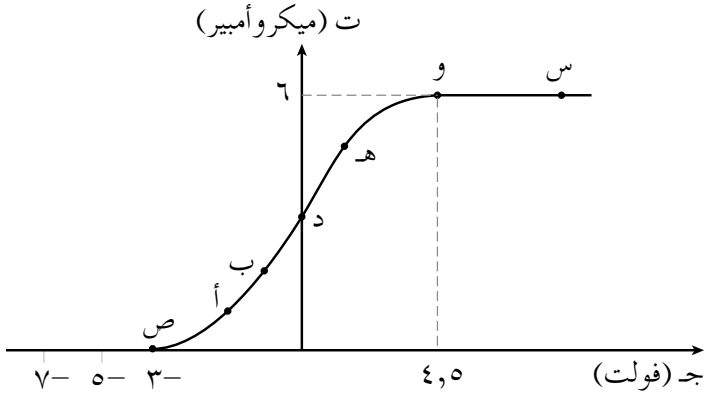
النتاج: يحلّل المنحنى البياني لعلاقة التيار الكهرضوئي وفرق الجهد بين المصعد والمهبط.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يحلّل المنحنى البياني لعلاقة التيار الكهرضوئي وفرق الجهد بين المصعد والمهبط، بصورة صحيحة.
٣	يحلّل المنحنى البياني لعلاقة التيار الكهرضوئي وفرق الجهد بين المصعد والمهبط، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يحلّل المنحنى البياني لعلاقة التيار الكهرضوئي وفرق الجهد بين المصعد والمهبط، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يحلّل المنحنى البياني لعلاقة التيار الكهرضوئي وفرق الجهد بين المصعد والمهبط، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

ورقة عمل (٧-٢)
الظاهرة الكهرضوئية (تجارب لينارد)

يمثّل الشكل المجاورالعلاقة بين فرق الجهد بين المصعد والمهبط والتيار الكهرضوئي في الخلية الكهرضوئية، تأمل الشكل وأجب عما يأتي:



١- ما مقدار تيار الإشباع؟

٢- ما مقدار جهد القطع؟

٣- ما مقدار أصغر فرق جهد موجب يصل عنده التيار إلى قيمته العظمى؟

٤- عندما يصل فرق الجهد العكسي إلى فرق جهد القطع، بيّن ما يحدث لكل من (التيار الكهرضوئي، عدّد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد).

٥- عند أي النقطتين (س، ص) يكون جهد المصعد موجبًا؟

٦- عند أي النقطتين (ب، هـ) يكون جهد المهبط موجبًا؟

٧- عند أي النقاط الموضّحة في الشكل، يعمل فرق الجهد بين المهبط والمصعد على زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة؟

٨- عند أي النقاط الموضحة في الشكل، يعمل فرق الجهد بين المهبط والمصعد على إنقاص الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة؟

٩- فسّر تزايد التيار من النقطة (د) إلى النقطة (و).

١٠- فسّر تناقص التيار من النقطة (د) إلى النقطة (ص).

١١- فسّر وجود تيار كهربائي عند (د)، على الرغم من أن فرق الجهد بين المهبط والمصعد يساوي صفرًا.

١٢- رتّب عدد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد عند النقاط (د، هـ ، و) تنازليًّا؟

١٣- ما مقدار الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة؟

١٤- ما السرعة التي تُحدد تجريبيًّا للإلكترونات المتحررة، مفسّرًا إجابتك؟

*يختار المعلم بعضًا من الأسئلة الواردة في ورقة العمل لمناقشتها في الصف وباقي الأسئلة يقدمها المعلم بوصفها اختبارًا صفيًّا.

إجابة ورقة عمل (٧-٢)

١- ٦ ميكرو أمبير

٢- ٣ فولت.

٣- ٤,٥ فولت.

٤- التيار الكهرضوئي يصبح صفرًا ، وعدد الإلكترونات الواصلة للمصعد يصبح صفرًا أيضًا.

٥- عند (س).

٦- عند (ب).

٧- عند النقاط (هـ، و، س).

٨- عند النقاط (ب، أ ، ص).

٩- إن فرق الجهد الموجب يبذل شغلًا موجبًا على الإلكترونات الضوئية فتكتسب طاقة حركية؛ ما يؤدي إلى زيادة عدد الواصل منها إلى المصعد فيزداد التيار، إلى أن تصل الإلكترونات الضوئية المتحررة جميعها في وحدة الزمن إلى المصعد؛ فيصل التيار عندها إلى قيمة عظمى تسمّى تيار الإشباع.

١٠- إن فرق الجهد العكسي يبذل شغلًا سالبًا يسحب طاقة حركية من الإلكترونات الضوئية فيتناقص عدد الذي يتمكن من الوصول إلى المصعد لعدم امتلاكها للطاقة الحركية الكافية للتغلب على قوة التنافر مع المصعد السالب، وعندما يصبح مقدار فرق الجهد العكسي كافيًا لإيقاف أسرع الإلكترونات الضوئية يصبح التيار صفرًا، ويسمّى مقدار فرق الجهد العكسي عند ذلك جهد القطع.

١١- الضوء المناسب الساقط مكّن الإلكترونات من التحرّر من سطح المهبط ممتلكة طاقة حركية مكّنتها من الوصول إلى المصعد فيسري تيار كهرضوئي يقيسه الميكروأميتر.

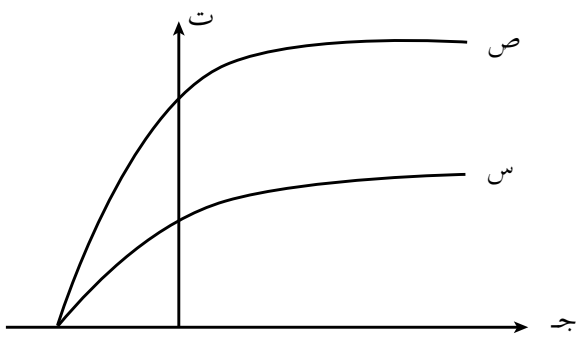
١٢- عدد الإلكترونات الواصلة عند (و) أكبر منه عند (هـ)، أكبر منه عند (د).

١٣- $ط_{ح\ عظمى} = ـــ_e جـ_ق = -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times -٣ = ٤,٨ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

١٤- السرعة العظمى، تحدّد تجريبيًّا عند قياس جهد القطع اعتمادًا على العلاقة ($ط_{ح\ عظمى} = ـــ_e جـ_ق$).

ورقة عمل (٧-٣)
الظاهرة الكهرضوئية (تجارب لينارد)

١- في الشكل الآتي، قارن بين الضوئين الساقطين على مهبط خلية كهرضوئية في المنحنيين (س، ص) من حيث:



أ) الشدة.

ب) التردّد.

جـ) الطول الموجي.

٢- إذا كان تردّد العتبة لفلز ما يساوي (٣×١٠^{١٤}) هيرتز :

أ) ما أكبر طول موجي للضوء القادر على تحرير إلكترونات من سطح هذا الفلز؟

ب) هل تتحرّر إلكترونات من سطح هذا الفلز؛ إذا سقط على سطحه ضوء:

(١) تردّده ($٠,٤ \times ١٠^{١٥}$) هيرتز.

(٢) طول موجته (٢) ميكرومتر.

(٣) طول موجته (٣) نانو متر.

إجابة ورقة عمل (٧-٣)

١- تيار الإشباع في (ص) أكبر منه في (س). وعليه، فشدة الضوء في المنحنى (ص) أكبر من شدة الضوء في المنحنى (س) .

جهد القطع متساوي في الحالتين. وعليه؛ فإن تردّد الضوء في المنحنى (ص) مساويًا لتردّد الضوء في المنحنى (س) ، فيكون للضوئين الطول الموجي نفسه.

٢-

أ) أكبر طول موجي يحرّر $\lambda_{\text{ع}} = \frac{\text{س}}{\text{ت}_{\text{د}_{\text{ع}}}} = ١ \times ١٠^{-٦}$ متر = ١ ميكرومتر

ب) (١) تردّد الضوء الساقط أكبر من تردّد العتبة للفلز؛ فإنه يحرّر إلكترونات.

(٢) طول موجة الضوء الساقط أكبر من طول موجة العتبة، فلا يحرّر إلكترونات.

(٣) طول موجة الضوء الساقط أقصر من طول موجة العتبة؛ فيحرّر إلكترونات.

الدرس الثاني	الظاهرة الكهرضوئية	عدد الحصص	حصتان

(٧-٢-٢) تفسير الظاهرة الكهرضوئية

نتاجات التعلم

- يتوصّل إلى أسباب فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهرضوئية.
- يتعرّف الأسس التي انطلق منها أينشتين في تفسير الظاهرة الكهرضوئية.
- يفسّر النتائج التجريبية للظاهرة الكهرضوئية.
- يحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى، وتردّد الضوء الساقط.
- يطبّق العلاقات الرياضية للظاهرة الكهرضوئية في حل مسائل حسابية.

التكامل الرأسي والأفقي

مبحث الرياضيات (رسم المنحنيات والقيم العظمى).

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك، برنامج إكسل.

المفاهيم والمصطلحات

الفوتون، معادلة أينشتين الكهرضوئية، الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، التعلم التعاوني

إجراءات التنفيذ

١- توظيف استراتيجية المناقشة والحوار، لتذكير الطلبة بالمفاهيم الواردة في الحصة السابقة، والأفكار المتعلّقة بنتائج تجارب لينارد، وافتراضات النموذج الموجي، ثم توجيه السؤال الآتي: ما الأسباب التي أدت إلى فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الظاهرة الكهرضوئية؟

٢- مناقشة الطلبة وتلقّي إجاباتهم وتوجيهها؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٣- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: كيف فسّر أينشتين النتائج التجريبية الآتية:

أ - زيادة التيار الكهرضوئي وتيار الإشباع، مع بقاء جهد القطع ثابتًا عند زيادة شدة الضوء الساقط المناسب مع بقاء تردّده ثابتًا.

ب– زيادة التيار الكهرضوئي وزيادة جهد القطع، مع بقاء تيار الإشباع ثابتًا عند زيادة تردّد الضوء المناسب مع بقاء شدته ثابتة.

جـ– الانبعاث الفوري للإلكترونات من سطح الفلز عند سقوط الضوء المناسب.

د – اختلاف الإلكترونات الضوئية المنطلقة من المهبط في سرعتها.

٤– مناقشة الطلبة وتلقّي إجاباتهم؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٥– توزيع الطلبة في مجموعات وتكليف المجموعات بحل السؤال (٤) من أسئلة مراجعة الدرس باستخدام برنامج إكسل، ثم عرض نتائجها.

٦– توجيه المجموعات إلى حل ورقة العمل (٧–٤) ضمن وقت محدد.

٧– مناقشة الطلبة في حلولهم؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

معلومات إضافية

يوجد العديد من التطبيقات العملية على الظاهرة الكهرضوئية، حيث تستخدم في التحكم في إضاءة مصابيح الشوارع عند الغروب والشروق.

الفروق الفردية

علاج

في الظاهرة الكهرضوئية علامَ يعتمد / تعتمد كل مما يأتي:

١) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحرّرة، وفرق جهد القطع.

٢) عدد الإلكترونات المتحررة من سطح الفلز وتيار الإشباع.

الحل

١) كلاهما يعتمد على تردّد الضوء الساقط وتردّد العتبة لمادة المهبط (الفلز).

٢) كلاهما يعتمد فقط على شدة الضوء الساقط المناسب.

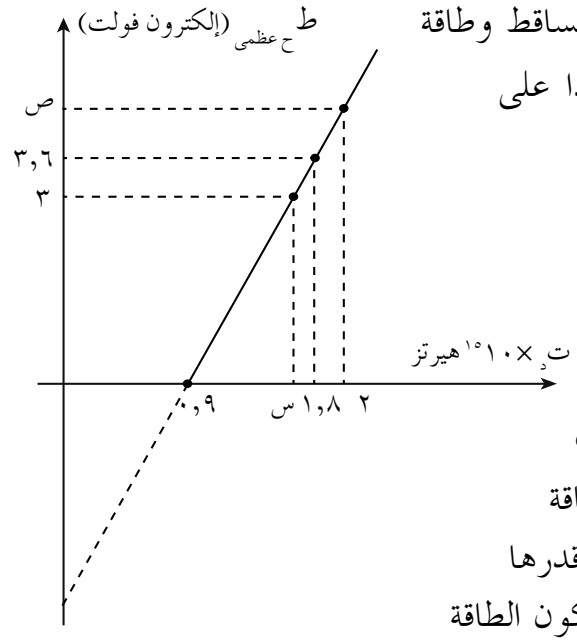
إثراء

١) علّل ما يأتي:

أ) الضوء البنفسجي من أنسب الأطوال الموجية المرئية لدراسة الظاهرة الكهرضوئية.

ب) يزداد التيار الكهرضوئي بزيادة شدة الضوء الساقط المناسب.

٢) يبيّن الشكل المجاور، العلاقة بين تردّد الضوء الساقط وطاقة الحركة العظمى للإلكترونات المتحررة، اعتمادًا على الشكل جد:



أ) تردّد العتبة. ب) ثابت بلانك.

جـ) اقتران الشغل لمادة المهبط.

د) قيمة كل من (س، ص).

الحل

١) أ) لأن تردّده أعلى من تردّد أي ضوء مرئي آخر، فطاقة كل من فوتوناته (هـ ت د) أكبر من طاقة أي فوتون لأي ضوء مرئي آخر، فيكون أقدرها على تحرير الإلكترونات من سطح الفلز وتكون الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحرّرة من سطح الفلز أكبر.

ب) بزيادة شدة الضوء الساقط المناسب يزداد عدد الفوتونات الساقطة على وحدة المساحة في وحدة الزمن؛ ولأن كل فوتون يحرّر إلكترونًا واحدًا فقط فيزداد عدد الإلكترونات المتحررة فيزداد عدد الذي سيصل إلى المصعد في وحدة الزمن؛ فيزداد التيار الكهرضوئي.

٢) أ) $ت_{دة} = ٠,٩ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز (مباشرة من الشكل)

ب) $هـ = \frac{\Delta ط_{ح عظمى}}{\Delta ت_د}$

$$= \frac{(٠-٣,٦) \times ١٠ \times ١,٦^{-١٩}}{(٠,٩-١,٨) \times ١٠^{١٥}}$$

$= ٦,٤ \times ١٠^{-٣٤}$ جول

جـ) $\Phi = هـ ت_{دة} = ٦,٤ \times ١٠^{-٣٤} \times ٠,٩ \times ١٠^{١٥}$

$= ٥,٧٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول

$= ٣,٦$ إلكترون فولت

د) لإيجاد (س)

$هـ ت_د = \Phi + ط_{ح عظمى}$

$= ٣,٦ + ٣ = ٦,٦$ إلكترون وفولت

$$ت_د = \frac{٦,٦ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٤ \times ١٠^{-٣٤}}$$

$س = ت_د = ١,٦٥ \times ١٠^{-١٥}$ جول

لإيجاد (ص)

$هـ ت_د = \Phi + ط_{ح عظمى}$

$هـ ت_د = ٦,٤ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢ \times ١٠^{١٥}$ جول

$= ٨$ إلكترون فولت

$ط_{ح عظمى} = هـ ت_د - \Phi$

$= ٨ - ٣,٦$

$ص = ط_{ح عظمى} = ٤,٤$ إلكترون فولت

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.	
النتاج: يحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى، وتردّد الضوء الساقط.	
مؤشرات الأداء	**العلامة**
يحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى، وتردّد الضوء الساقط بصورة صحيحة.	٤
يحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى، وتردّد الضوء الساقط مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.	٣
يحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى، وتردّد الضوء الساقط مع وجود خطأ ووجود مساعدة.	٢
يحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى، وتردّد الضوء الساقط مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.	١

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) $ط_{ح\ عظمى_١} = ط_{ح\ عظمى_٢}$

أي أن: $هـ\ ت_{د_١} - \Phi_{س} = هـ\ ت_{د_٢} - \Phi_{ص}$

وبما أن: $\Phi_{س} > \Phi_{ص}$ ، فإن: $ت_{د_١} > هـ\ ت_{د_٢}$.

وعند تعرض السطح (أ) لضوء طول موجته أقصر من طول الموجة للضوء السابق، فيكون تردّد هذا الضوء أكبر من ($١٠^{١٥}$) هيرتز وعليه ستتحرّر إلكترونات من سطح الفلز (أ) ممتلكة طاقة حركية.

٢) بما أن الإلكترونات تحرّرت من السطح (أ) من دون طاقة حركية؛ فهذا يعني أن تردّد الضوء الساقط يساوي تردّد العتبة للفلز ($١٠^{١٥}$) هيرتز. أما عدم تحرّر إلكترونات من السطح (ب)، فهذا يعني أن تردّد الضوء الساقط أقل من تردّد العتبة لمادة هذا الفلز.

٣) أ) وفقًا للعلاقة $ت_{دد} = (\frac{س}{\lambda_{ه}})$؛ فإن الفلز الذي تردّد العتبة له أكبر يكون طول موجة العتبة له أقل،

ولأن: $ت_{دد\ ص} > ت_{دد\ س}$ فإن $\lambda_{ه\ س} < \lambda_{ه\ ص}$

ب) بما أن تردّد الضوء الساقط ثابت وتردّد العتبة للفلز (س) أقل من تردّد العتبة للفلز (ص)؛ فإن الإلكترونات المنبعثة من سطح الفلز (س) تمتلك طاقة حركية أكبر.

جـ) لأن لهما ميلًا واحدًا ثابتًا ومتساويًا ويساوي ثابت بلانك.

٤) أ)

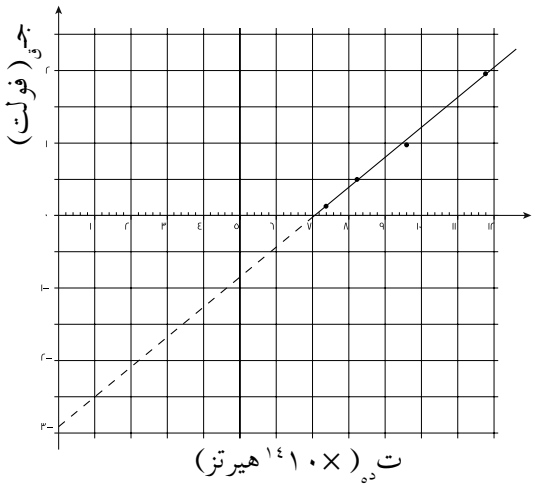
$جـ_{ق}$	١,٩٥	٠,٩٨	٠,٥	٠,١٤
$ت_{د}$	١١,٨	٩,٦	٨,٢	٧,٤

ب) هـ = الميل = $\frac{(٠-٢)}{(٧-١٢) \times ١٠^{١٤}}$

هـ = الميل × $ش_{e}$

= ٤ × $١٠^{-١٥}$ × ١,٦ × $١٠^{-١٩}$ = ٦,٤ × $١٠^{-١٩}$ جول٠ث.

تردّد العتبة يمثّله تقاطع الخط مع محور التردد، ومن الشكل: $ت_{دد}$ = ٧ × $١٠^{١٤}$ هيرتز.



اقتران الشغل؛ نلاحظ أن الخط المستقيم يتقاطع مع محور جهد القطع عند النقطة التي تمثل $\frac{-\Phi}{ش_{e}}$ ، ومن الشكل هذه النقطة تساوي −٢,٨فولت.

$\Phi = -٢,٨ \times -١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٤,٤٨ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

أوΦ = هـ $ت_{دد}$ = ٦,٤ × $١٠^{-٣٤}$ × ٧ × $١٠^{١٤}$ جول.

= ٤,٤٨ × $١٠^{-١٩}$ جول= ٢,٨ إلكترون فولت.

جـ) يوجد فرق بسيط بين القيم التي تم الحصول عليها في (ب) والقيم النظرية، ويرجع ذلك إلى أخطاء التجربة، فالقيم الواردة في الجدول هي قيم تجريبية.

ورقة عمل (٧-٤)
تفسير الظاهرة الكهرضوئية

١- يعدّ لينارد أول من درس الظاهرة الكهرضوئية عمليًا، اذكر اثنتين من النتائج التي توصّل إليها في ما يخص الطاقة الحركية للإلكترونات الضوئية.

٢- أُسقط ضوء طول موجته (٣٣٠)نم على مهبط خلية كهرضوئية فانطلقت من سطحه إلكترونات، وكان فرق جهد القطع يساوي (٠,٦٢٥) فولت، احسب:

أ) تردّد الضوء الساقط. ب) تردّد العتبة للفلز.

٣- اسقط ضوء تردّده ($ت_{د_1}$) على فلز اقتران الشغل له (١,٢) إلكترون فولت، فكان فرق جهد القطع المقابل يساوي (٣) فولت، وعند تغيير الضوء إلى آخر تردّده ($ت_{د_2} = ٣ ت_{د_1}$)، جد الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المتحرّر في الحالة الثانية.

٤- يبيّن الجدول الآتي اقتران الشغل لأربعة فلزات، مستعينًا بالبيانات الواردة في الجدول أجب عن الآتي:

العنصر	Be	Al	Na	Cu
اقتران الشغل إلكترون فولت	٥	٤	٢,٤	٤,٦

أ) ما أقل تردّد للضوء القادر على تحرير إلكترونات من سطح الفلزات جميعها الواردة في الجدول.

ب) إذا سقط (٩١٠) فوتون في وحدة الزمن على سطح الألمنيوم، وطاقة كل منها (٦) إلكترون فولت جد:

(١) أكبر عدد من الإلكترونات التي ستصل إلى المصعد في وحدة الزمن .

(٢) جهد القطع .

(٣) لِمَ تنطلق الإلكترونات من الفلز بسرعات مختلفة؟

إجابة ورقة عمل (٧-٤)

١- أ) الطاقة الحركية العظمى تزداد بزيادة تردّد الضوء الساقط وليس بزيادة شدة الضوء الساطع.

ب) الإلكترونات الضوئية المتحرّرة متفاوتة في طاقتها الحركية.

جـ) الطاقة الحركية العظمى ترتبط بفرق جهد القطع، بالعلاقة ($ط ح_{عظمى} = ـــ_e جـ_ق$) وبذلك يمكن حساب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية.

٢- أ) $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣\times١٠^{٨}}{٣,٣\times١٠^{-٧}} = \frac{١}{١,١} \times ١٠^{١٥}$ هيرتز.

ب) $هـ ت_د = هـ ت_{دە} + ط_{ح عظمى}$

$$٦,٦\times١٠^{-٣٤} \times \frac{١}{١,١} \times ١٠^{١٥} = ٦,٦\times١٠^{-٣٤}\times ت_{دە} + ١,٦\times١٠^{-١٩}\times ٠,٦٢٥$$

$$٦\times١٠^{-١٩} = ٦,٦\times١٠^{-٣٤}\times ت_{دە} + ١\times١٠^{-١٩}$$

$$ت_{دە} = \frac{٥\times١٠^{-١٩}}{٦,٦\times١٠^{-٣٤}} = \frac{٥}{٦,٦} \times ١٠^{١٥} \text{ هيرتز}$$

٣- $هـ ت_{د١} = \Phi + ط_{ح عظمى١}$ .....(١)

$هـ ت_{د٢} = \Phi + ط_{ح عظمى٢}$ .....(٢)

بقسمة المعادلتين:

$$\frac{ت_{د١}}{٣ت_{د١}} = \frac{٣+١,٢}{١,٢ + ط_{ح عظمى٢}}$$

$١,٢ + ط_{ح عظمى٢} = ١٢,٦$

$ط_{ح عظمى٢} = ١١,٤$ إلكترون فولت.

٤- أ) أقل تردّد يلزم لتحرير الإلكترونات من الفلزات جميعها هو تردّد العتبة للفلز الذي له أكبر اقتران شغل وهو (Be). ويحسب من العلاقة $ت_{دە} = \frac{\Phi}{هـ} = ١,٢١ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز.

ب) (١) أكبر عدد من الإلكترونات المتحرّرة يساوي(٩١٠) إلكترون؛ لأن كل فوتون يحرّر إلكترونًا واحدًا فقط.

(٢) $ط_{ح عظمى} = ط_{فوتون} - \Phi = ٦-٤ = ٢$ إلكترون فولت.

$$جـ_{ق} = \frac{٢ \times ١,٦\times١٠^{-١٩}}{١,٦\times١٠^{-١٩}} = ٢ \text{ فولت}$$

(٣) وذلك لأن بعض الإلكترونات ستتحرّر من الطبقة الخارجية لسطح الفلز ممتلكة ($ط_{ح عظمى}$) والبعض الآخر سيتحرّر من الطبقات الداخلية فتعاني من عدة تصادمات مع ذرات الفلز فاقدة أجزاء من طاقتها الحركية، اعتمادًا على عدد التصادمات التي تزداد بزيادة العمق الذي تتحرّر منه، فتخرج ممتلكة طاقات حركية مختلفة.

الدرس الثالث	ظاهرة كومتون	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بظاهرة كومتون.
- يفسّر ظاهرة كومتون.
- يقارن بين الفوتون الساقط والمتشتت في ظاهرة كومتون، من حيث التردّد والسرعة والطول الموجي والزخم والطاقة.
- يطبّق معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون في حل مسائل حسابية.

مصادر التعلم

مفاهيم في الفيزياء الحديثة، تأليف: آرثر بايزر، ترجمة : د.منعم مشكور، السيد شاكر جابر.

المفاهيم والمصطلحات

زخم الفوتون، ظاهرة كومتون، فوتون متشتت

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات ، أوراق عمل.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بفرضية بلانك عن الإشعاع ومفهوم الفوتون.

٢- توجيه السؤال الآتي: ما الظواهر التي يتشابه فيها سلوك الضوء مع سلوك الجسيمات المادية؟ للتوصّل إلى أن الظاهرة الكهرضوئية واحدة من هذه الظواهر، وتوجد ظاهرة أخرى تسمّى ظاهرة كومتون. فما ظاهرة كومتون؟ ما تفسير كومتون لهذه الظاهرة؟ ما الأهمية العلمية لهذه الظاهرة فيما يتعلق بسلوك الضوء؟

٣- تلقّي إجابات الطلبة، والتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٤- رسم الشكل (٧-١٣) على اللوح، ومناقشة الطلبة؛ للتوصّل إلى تفسير كومتون لهذه الظاهرة

٥- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها تقويمًا ختاميًّا.

معلومات إضافية

أثبت أينشتين أن للفوتون زخمًا بالاستعانة بمعادلة أينشتين في تكافؤ الطاقة والمادة حيث:

($ط_{فوتون} = هـ ت_د = ك س^2$) ومنها ($\frac{هـ س}{\lambda} = ك س^2$) ومنها ($\frac{هـ}{\lambda} = ك س$) أي أن الزخم الخطي للفوتون= ($\frac{هـ}{\lambda}$).

الفروق الفردية

علاج

١) اكتب معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون.

٢) فوتون زخمه (٢×١٠^{-٢٣})كغ م/ث جد:

أ) طول موجته. ب) تردّده. جـ) طاقته.

الحل

١) $ط_{ح مكتسبة}$ (من قبل الإلكترون)= $هـ ت_د - هـ تَ_د$

حيث: $هـ ت_د$ طاقة الفوتون الساقط.

$هـ تَ_د$ طاقة الفوتون المتشتت.

٢) أ) $خ_{للفوتون} = \frac{هـ}{\lambda}$

$$\lambda = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٢ \times ١٠^{-٢٣}} = ٣,٣ \times ١٠^{-١١}$$ م.

ب) $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣,٣ \times ١٠^{-١١}} = \frac{١}{١,١} \times ١٠^{١٩}$ هيرتز.

جـ) ط = $هـ ت_د = ٦ \times ١٠^{-١٥}$ جول

إثراء

١) أثبت أن زخم الفوتون يمكن أن يعطى بالعلاقة:

$خ_{فوتون} = \frac{ط}{س}$ حيث ط: طاقة الفوتون

س: سرعة الضوء

٢) كيف أكّدت ظاهرة كومتون على فرض أينشتين، بأن للفوتون زخمًا خطيًّا؟

الحل

١) $خ_{للفوتون} = \frac{هـ}{\lambda} = \frac{هـ\ ت_د}{\lambda ت_د} = \frac{ط}{س}$

٢) إن انطلاق الإلكترون من مادة الهدف ممتلكًا طاقة حركية عند اصطدام الفوتون به، يدل على أن الإلكترون اكتسب زخما خطيًا، وقد برهن كومتون من قانون حفظ الزخم وعن طريق القياسات التجريبية أن الزخم الخطي للنظام محفوظ؛ وهذا يؤكد فرض أينشتين بأن للفوتون زخمًا.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

النتاج: يطبّق معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون في حل مسائل.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يطبّق معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون في حل مسائل، بصورة صحيحة.
٣	يطبّق معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون في حل مسائل، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يطبّق معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون في حل مسائل، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يطبّق معادلة حفظ الطاقة في ظاهرة كومتون في حل مسائل، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

١) عند سقوط أشعة سينية ذات تردّد عالٍ على هدف من الغرافيت؛ تنطلق إلكترونات تمتلك طاقة حركية، وتظهر أشعة سينية متشتتة ذات طاقة أقل وطول موجي أكبر مقارنة بالأشعة السينية الساقطة.

٢) الأشعة السينية تتكوّن من فوتونات كل منها يحمل طاقة (هـ ت) وزخمًا خطيًّا = ($\frac{\text{هـ}}{\lambda}$) وعند اصطدام الفوتون بإلكترون حر افترضه ساكنًا في مادة الهدف، يكون التصادم تام المرونة كالذي يحدث بين الجسيمات المادية وينتج عن ذلك فوتون جديد بزخم أقل وطاقة أقل وطول موجي أكبر مقارنة بالفوتون الساقط، وينطلق الإلكترون مكتسبًا طاقة حركية، بما يحقّق مبدأحفظ الزخم الخطي والطاقة الحركية للنظام (إلكترون – فوتون).

٣)

وجه المقارنة	الفوتون الساقط	الفوتون المتشتت
التردّد	أكبر	أقل
الزخم	أكبر	أقل
الطاقة	أكبر	أقل
الطول الموجي	أقل	أكبر
السرعة	متساوية، وتساوي سرعة الضوء.	

الدرس الرابع	الأطياف الذرية للغازات	عدد الحصص	حصة واحدة

(٧-٤-١) طيف ذرة الهيدروجين

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بطيف الانبعاث الخطي، وطيف الانبعاث المتصل، وطيف الامتصاص الخطي.
- يتعرّف كيفية الحصول على طيف الانبعاث الخطي والمتصل وطيف الامتصاص.
- يتعرّف الطيف الخطي لذرة الهيدروجين.
- يحسب الأطوال الموجية للخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين، مستخدمًا المتسلسلات الطيفية.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، أنابيب الطيف لغازات مختلفة، جهاز المطياف الضوئي، مصباح تنجستن.

المفاهيم والمصطلحات

طيف الانبعاث الخطي، طيف الانبعاث المتصل، طيف الامتصاص الخطي، المتسلسلة الطيفية، أقصر طول موجي في المتسلسلة الطيفية.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العرض العملي، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بالطيف الكهرمغناطيسي وأقسامه (بأنه من جهة يكون طيفًا مرئيًّا أو غير مرئي، ومن جهة أخرى قد يكون طيف امتصاص أو طيف انبعاث).

٢- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: ما طيف الانبعاث المتصل؟ كيف يتم الحصول عليه؟ ما طيف الانبعاث الخطي؟ كيف يتم الحصول عليه؟ ما طيف الامتصاص الخطي؟ كيف يتم الحصول عليه؟

٣- إجراء عرض عملي باستخدام المطياف الضوئي، وباستخدام مصباح (تنجستن)، وأنابيب طيف مختلفة، وتوجيه الطلبة إلى تدوين ملاحظاتهم، ومقارنة ما تم ملاحظته مع الأشكال في الكتاب، ثم مناقشة الطلبة؛ للتوصّل معهم إلى التمييز بين أنواع الطيف المختلفة.

٤- الإشارة إلى أن الفيزياء الكلاسيكية فشلت في تفسير الأطياف الخطية، وكي نصل إلى تفسيرها؛ سندرس طيف ذرة الهيدروجين الذي يعدّ أبسط الأطياف الذرية دراسة.

٥- مناقشة ما توصل إليه العلماء عند دراسة طيف ذرة الهيدروجين، ومناقشة المتسلسلات الخمس التي تم اكتشافها لطيف ذرة الهيدروجين.

٦- التأكيد على الصيغة العامة لكل متسلسلة طيفية، وكيفية إيجاد أطول وأقصر طول موجي في كل متسلسلة، ونطاق المتسلسلة في الطيف الكهرمغناطيسي، وكيفية إيجاد الطول الموجي للخط رقم (ن) في المتسلسلة.

الفروق الفردية

علاج

١) اكتب الصيغة العامة لمتسلسلة بالمر، (عُدّ $R_H = ١,١ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$) ثم جد :

أ) أكبر وأصغر طول موجي في المتسلسلة.

ب) طول موجة الخط الثاني فيها.

جـ) ما نطاق المتسلسلة في الطيف الكهرمغناطيسي؟

الحل

١) $\frac{١}{\lambda} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{ن_{٢}^{٢}})$، حيث ن$_{٢}$ = ٣، ٤، ٥، .....

أ) أكبر طول موجي نحصل عليه بتعويض (ن = ٣).

$$\frac{١}{\lambda_{عظمى}} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{٩}) = ١٠^{٧} \times \frac{٥,٥}{٣٦}$$

$$\lambda_{عظمى} = \frac{٣٦}{٥,٥} \times ١٠^{-٧} \text{ م.}$$

أقصر طول موجي نحصل عليه بتعويض (ن = ∞).

$$\frac{١}{\lambda_{صغرى}} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{\infty}) = ١٠^{٧} (\frac{١,١}{٤})$$

$$\lambda_{صغرى} = (\frac{٤}{١,١}) ١٠^{-٧} \text{ م.}$$

ب) طول موجة الخط الثاني في المتسلسلة، يكون بالانتقال من المستوى الرابع إلى المستوى الثاني.

$$\frac{١}{\lambda_{٢}} = R_H (\frac{١}{٤} - \frac{١}{١٦}) = ١٠^{٧} \times \frac{١,١ \times ٣}{١٦}$$

$$\lambda_{٢} = \frac{١٦}{٣,٣} \times ١٠^{-٧} \text{ م.}$$

جـ) الضوء المرئي.

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعها.

النتاج: يحسب الأطوال الموجية للخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين باستخدام المتسلسلات الطيفية.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يحسب الأطوال الموجية للخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين؛ باستخدام المتسلسلات الطيفية بصورة صحيحة.
٣	يحسب الأطوال الموجية للخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين؛ باستخدام المتسلسلات الطيفية مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يحسب الأطوال الموجية للخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين؛ باستخدام المتسلسلات الطيفية مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يحسب الأطوال الموجية للخطوط الطيفية في ذرة الهيدروجين؛ باستخدام المتسلسلات الطيفية مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

الدرس الرابع	الأطياف الذرية للغازات	عدد الحصص	حصة واحدة

(٧-٤-٢) نموذج بور لذرة الهيدروجين

نتاجات التعلم

- يتعرّف فروض نموذج بور الأربعة لذرة الهيدروجين.
- يتعرّف أهمية نموذج بور.
- يتوصّل إلى النجاحات التي حققها بور في نموذجه.
- يطبّق فروض نموذج بور لذرة الهيدروجين في حساب (نصف قطر مدار الإلكترون، طاقة المستوى، طاقة التأين، الزخم الزاوي للإلكترون في مداره، وطاقة الفوتون المنبعث أو الممتص).

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي، منصة إدراك.

المفاهيم والمصطلحات

الزخم الزاوي، طاقة التأين، مستوى الاستقرار، حالات الإثارة للذرة، طاقة الإثارة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل.

إجراءات التنفيذ

١- التمهيد للدرس بالإشارة إلى أن تفسير ظاهرة الأطياف الذرية يتطلّب وجود نموذج يصف بنية الذرة.

٢- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: ما فروض نموذج بور؟ كيف ربط بور بين الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الكمية في نموذجه؟ ما الكميات المكمّاة في نموذج بور؟ ما النجاحات التي حققها بور في نموذجه؟

٣- مناقشة الطلبة وتلقّي إجاباتهم حول مضمون فروض بور الأربعة، والحسابات المبنية على هذه الفروض.

٤- توجيه الطلبة إلى حل ورقة العمل (٧- ٥)، ثم مناقشة الطلبة في إجاباتهم؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

معلومات إضافية

- في ذرة الهيدروجين ولأنها تحتوي إلكترونًا واحدًا؛ فلا فرق بين طاقة الإلكترون في المستوى وطاقة المستوى، كما لا يعني كون ذرة الهيدروجين تحتوي إلكترونًا واحدًا أن لها مستوى واحدًا (وهذا من الأخطاء الشائعة لدى العديد من الطلبة)، ولكن لها عدد كبير من المستويات المسموح للإلكترون الوجود فيها، ويسمى المستوى الأول مستوى الاستقرار، في ما تسمّى المستويات الاعلى مستويات الإثارة فالمستوى الثاني يسمّى حالة الإثارة الأولى، وهكذا.
- عن طريق الحسابات المبنية على فروض نموذج بور لذرة الهيدروجين، نجد أن :

طاقة الحركية للإلكترون في المستوى= − ط$_{ن}$.

طاقة الوضع للإلكترون في المستوى = ٢ ط$_{ن}$. حيث ط$_{ن}$ طاقة المستوى ذو الرقم (ن).

الفروق الفردية

علاج

١) ماذا ينتج عند انتقال الإلكترون من مستوى إلى آخر في الذرة؟

٢) إلكترون ذرة هيدرجين في مستوى نصف قطر مداره يساوي (٨٤,٦٤× ١٠$^{-١١}$) م جد:

أ) رقم المدار.

ب) الزخم الزاوي للإلكترون في هذا المدار.

٣) ماذا تعني الإشارة السالبة في العلاقة: ط$_{ن}$ = ($\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$) إلكترون فولت.

الحل

١) إذا انتقل من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى ينبعث فوتون، والطيف الناتج في هذه الحالة طيف انبعاث خطي، أما إذا انتقل من مستوى أدنى إلى أعلى، فإنه يكون قد امتص فوتونًا مناسبًا، ويسمّى الطيف في هذه الحالة طيف امتصاص.

٢) أ) نق$_{ن}$ = ن^{٢} نق$_{ب}$ ⟸ ٨٤,٦٤ ×١٠$^{-١١}$ = ٥,٢٩ ×١٠$^{-١١}$×ن^{٢}

ن^{٢} = ١٦ ومنها ن = ٤

ب) خ$_{زاوي}$ = $\frac{ن\ هـ}{\pi ٢}$ = $\frac{٤ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi ٢}$ = $\frac{١٣,٢ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi}$ جول. ثانية.

٣) الإشارة السالبة تعني أن الإلكترون مرتبط بالذرة، ويحتاج إلى طاقة تساوي ($\frac{١٣,٦}{ن^{٢}}$) إلكترون فولت لنقله من المستوى (ن) إلى (∞) حيث يفلت نهائيًا من الذرة من دون طاقة حركة.

إثراء

١) أثبت أن ثابت ريدبيرغ (R_H) لذرة الهيدروجين يعطى بالعلاقة $R_H = \frac{|ط_١|}{هـ\ س}$

حيث $ط_١$: طاقة الإلكترون في المستوى الأول ، هـ: ثابت بلانك، س: سرعة الضوء.

٢) أثبت أن سرعة الإلكترون في المدار (ن) في ذرة الهيدروجين تتناسب عكسيًّا مع رقم المدار.

٣) إلكترون ذرة هيدروجين في حالة الاستقرار جد:

أ) طاقة الفوتون اللازم أن يمتصه الإلكترون؛ لتصبح طاقته تساوي (−٣,٤) إلكترون فولت.

ب) زخم الفوتون اللازم أن يمتصه الإلكترون؛ ليصبح زخمه الزاوي ($\frac{٣\ هـ}{\pi ٢}$) جول.ث.

الحل

١) عند انتقال الإلكترون من (∞) إلى المستوى الأول ينبعث فوتون طاقته: $ط_{الفوتون} = |ط_\infty - ط_١|$ أي أن

$$|ط_١| = \frac{هـ\ س}{\lambda}$$

لكن

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{٢١} - \frac{١}{\infty}\right)$$

وعليه: $R_H = \frac{|ط_١|}{هـ\ س}$.

٢)

$$ك\ ع\ نق_ن = \frac{ن\ هـ}{\pi ٢} \text{ ، لكن } نق_ن = ن^٢\ نق_ب$$

وعليه

$$ع = \frac{هـ}{\pi ٢\ ك\ ن\ نق_ب}$$

أي أن $(ع\ \alpha\ \frac{١}{ن})$.

٣) أ) $ط_{فوتون} = |ط_٢ - ط_١|$

$= (-٣,٤ - (-١٣,٦) = ١٠,٢$ إلكترون فولت.

ب) $خ_{زاوي} = \frac{ن\ هـ}{\pi ٢}$ ومنها ن = ٣

$ط_{فوتون} = |ط_٣ - ط_١|$

$= |-١,٥ - -١٣,٦|$

= ١٢,١ إلكترون فولت.

$$خ_{فوتون} = \frac{هـ \times ت_{د}}{س}$$

$$= \frac{ط_{الفوتون}}{س}$$

$$= \frac{١٢,١ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٣ \times ١٠^{٨}}$$

$$= ٦,٤٥ \times ١٠^{-١١} \frac{جول \cdot ث}{م}$$

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: اختبار قصير.

اختبار قصير

إذا هبط إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى طاقته (−١,٥) إلكترون فولت إلى مستوى ما في الذرة، وانبعث فوتون بأكبر طاقة ممكنة أجب عن الآتي:

١) ما رقم المستوى الذي هبط إليه الإلكترون؟

٢) ما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها هذا الفوتون؟ وما نطاقها في الطيف الكهرمغناطيسي؟

٣) إذا سقط الفوتون المنبعث على فلز اقتران الشغل له (٢) إلكترون فولت، وحرّر إلكترونًا من سطحه بأعظم طاقة حركية، فاحسب الطاقة الحركية العظمى هذه.

الحل

١) كي ينبعث فوتون بأكبر طاقة؛ فإن الإلكترون سيهبط إلى المستوى الأول في ذرة الهيدروجين.

٢) ينتمي الفوتون الناتج إلى متسلسلة ليمان، التي نطاقها الإشعاع فوق البنفسجي.

٣) $ط_{فوتون} = |-١,٥ - (-١٣,٦)| = ١٢,١$ إلكترون فولت.

$ط_{ح\ عظمى} = ط_{فوتون} - \Phi$

$= ١٢,١ - ٢ = ١٠,١$ إلكترون فولت.

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) لا يمكن ذلك، لأن أكبر طاقة يمكن انبعاثها عند انتقال الإلكترون من (∞) إلى المستوى الأول وهذه الطاقة تساوي (١٣,٦) إلكترون فولت، ولا يمكن انبعاث طاقة أكبر منها، حيث الطاقة للمستويات جميعها محدّدة ومكمّاة.

٢)

$ك \, ع \, نق_{ن} = \frac{ن \, هـ}{\pi ٢}$، لكن $نق_{ن} = ن^{٢} \, نق_{ب}$

وعليه $ع = \frac{هـ}{\pi ٢ \, ك \, ن \, نق_{ب}}$

أي أن $(ع \, \alpha \frac{١}{ن})$. وعليه، فالسرعة أعظم ما يمكن عندما يكون الإلكترون في المدار الأول.

٣) وفقًا لفروض بور؛ فإن الطاقة المنبعثة أو الممتصة نتيجة لانتقال الإلكترون من مستوى طاقة إلى آخر تكون مكمّاة ولها مقادير محدّدة، كما أن فرض بلانك يفيد بأن الطاقة المنبعثة أو الممتصة من قبل الجسم تكون مكمّاة وبمقادير محدّدة.

٤) ينتمي إلى سلسلة ليمان، لأن الأطوال الموجية التي تنتمي إليها تكون الأعلى طاقة والأكبر تردّدًا.

٥) طاقة التأين: هي الطاقة التي يجب أن تعطى للإلكترون للتغلّب على ارتباطه بالذرة، ولنقله من مستواه الأصلي (ن) إلى (∞) ليتحرّر من الذرة نهائيًا من دون طاقة حركية. بينما طاقة الإثارة: فهي الطاقة التي يجب أن تعطى للإلكترون لنقله من حالة الاستقرار إلى مستوى طاقة أعلى، مع بقائه مرتبطًا بالذرة.

ورقة عمل (٧-٥)
نموذج بور لذرة الهيدروجين

١- إلكترون ذرة هيدروجين موجود في مستوى طاقته (-١,٥) إلكترون فولت، جد:

أ) رقم المستوى الموجود فيه الإلكترون.

ب) نصف قطر المستوى (المدار).

جـ) الزخم الزاوي والزخم الخطي للإلكترون في هذا المستوى.

د) الجهد والمجال الكهربائيين عند نقطة على هذا المستوى والناشئان عن النواة.

هـ) ما طاقة التأين للإلكترون في هذا المستوى؟

و) احسب الطاقة اللازمة لنقل الإلكترون من هذا المستوى إلى المستوى الرابع.

ز) ما أكبر طول موجي للفوتون الممكن انبعاثه عند هبوط الإلكترون من مستواه الذي كان فيه إلى مستوى أدنى؟ وما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها الفوتون الناتج؟ وما نطاقها في الطيف الكهرمغناطيسي؟

٢- عند هبوط إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الرابع ليصل إلى المستوى الأول:

أ) ما أكبر عدد من الفوتونات الممكن انبعاثها؟

ب) ما أقل عدد من الفوتونات الممكن انبعاثها؟

جـ) ما المتسلسلات الطيفية التي تنتمي إليها الفوتونات المحتمل انبعاثها؟

٣- رصدت الانتقالات الموضحة في الجدول المجاور للإلكترون في ذرة هيدروجين، ما رمز الانتقال أو الانتقالات التي:

رمز الانتقال	المستوى الابتدائي	المستوى النهائي
أ	٦	٥
ب	٤	٢
ج	٣	٤
د	∞	٣
هـ	٢	١
و	٢	٥

أ) ينتج عنها فوتونًا:

(١) له أكبر زخم.

(٢) ينتمي إلى الأشعة تحت الحمراء.

(٣) له أقل تردّد.

(٤) له أكبر طول موجي في متسلسلة ليمان.

ب) يحتاج إلى فوتون ينتمي إلى الأشعة تحت الحمراء حتى يتم.

جـ) ينبعث منه فوتونًا تردّده ($\frac{\text{س}R_H}{٩}$) حيث؛ س: سرعة الضوء، R_H: ثابت ريدبرغ.

إجابة ورقة عمل (٧-٥)

١- أ) $ط_{ن} = (\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}})$ إلكترون فولت

$-١,٥ = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ ومنها ($ن^{٢} = ٩$) أي أن ($ن = ٣$).

ب) $نق_{ن} = ن^{٢}\ نق_{ب} = ٩ \times ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} = ٤٧,٦١ \times ١٠^{-١١}$ م

جـ) $خ_{زاوي} = \frac{ن\ هـ}{\pi ٢} = \frac{٣ \times ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi ٢} = \frac{٩,٩ \times ١٠^{-٣٤}}{\pi}$ جول٠ ثانية.

$خ_{خطي} = \frac{خ_{زاوي}}{نق_{٣}} = \frac{١,١ \times ١٠^{-٢٣}}{\pi ٥,٢٩}$ كغم٠ م /ث

د) $جـ = \frac{أ_{بروتون}}{نق_{٣}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٤٧,٦١ \times ١٠^{-١١}} = ٣$ فولت.

$مـ = \frac{جـ}{نق_{٣}} = (\frac{١}{١٥,٨٧}) \times ١٠^{١١}$ نيوتن / كولوم.

هـ) طاقة التأين $= |ط_{\infty} - ط_{٣}| = ١,٥$ إلكترون فولت.

و) $ط_{فوتون} = |ط_{٤} - ط_{٣}| = |-٠,٨٥ - (-١,٥)| = ٠,٦٥$ إلكترون فولت.

ز) هذا يكون بالهبوط إلى المستوى الثاني، فينتمي الفوتون الناتج إلى متسلسلة بالمر، التي تقع في نطاق الضوء المرئي. أما طول موجة الفوتون المنبعث فيعطى بالعلاقة:

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left| \frac{١}{ن_{٢}^{٢}} - \frac{١}{ن_{٣}^{٢}} \right| = ١,١ \times ١٠^{٧} \left| \frac{١}{٤} - \frac{١}{٩} \right| = ١,١ \times ١٠^{٧} \times \frac{٥}{٣٦}$$

$$\lambda = \frac{٣٦}{٥,٥} \times ١٠^{-٧}$$ م

٢-

أ) ٣ فوتونات. ب) فوتون واحد. جـ) ليمان، بالمر، باشن.

٣- أ)

رقم الحالة	١	٢	٣	٤
الجواب	هـ	أ، د، جـ	أ	هـ

ب) جـ جـ) د

الدرس الخامس	الطبيعة المزدوجة للإشعاع والمادة	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يتعرّف المقصود بالازدواجية في سلوك الضوء.
- يتعرّف فرضية دي بروي.
- يذكر نص معادلة دي بروي.
- يطبّق معادلة دي بروي في حل مسائل حسابية.
- يتعرّف مبدأ عمل المجهر الإلكتروني.
- يذكر نص فرض دي بروي المتعلّق بالمدارات المسموح للإلكترون الوجود فيها في ذرة الهيدروجين.
- يفسّر وجود الإلكترون على أبعاد محددة من نواة الهيدروجين.
- يطبّق شرط دي بروي في المدارات المسموح للإلكترون الوجود فيها لحل مسائل عددية.

مصادر التعلم

مفاهيم في الفيزياء الحديثة، تأليف: آرثر بايزر
ترجمة : د.منعم مشكور، السيد شاكر جابر.

المفاهيم والمصطلحات

الازدواجية في سلوك الضوء، الطبيعة المزدوجة في سلوك المادة، المجهر الإلكتروني، طول موجة دي بروي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما تعلموه عن سلوك الضوء في الصفوف السابقة، وبأنه سلك سلوك الموجات عند انعكاسه عن السطوح المصقولة، وانكساره عند انتقاله من سطح شفاف إلى آخر شفاف، وحيوده عند مروره عبر الفتحات الضيقة، وهذه الظواهر فشل النموذج الجسيمي في تفسيرها، وفي هذا الفصل، تم التعرف على ظواهر فشل النموذج الموجي في تفسيرها بينما نجح النموذج الجسيمي في تفسيرها، فما طبيعة الضوء؟

٢- تلقّي إجابات الطلبة ومناقشتها؛ للتوصّل معهم إلى أن للضوء طبيعة مزدوجة (موجية- جسيمية)؛ أي أن الضوء يسلك في حالات سلوك الموجات كما في ظاهرتي التداخل والحيود، وفي حالات أخرى يسلك سلوك الجسيمات كما في ظاهرة (كومتون، الكهرضوئية، طيف الامتصاص).

٣- توجيه السؤال الآتي: هل الجسيمات المادية لها طبيعة مزدوجة؟ والتوصّل إلى أن العالم دي بروي أجاب عن ذلك بوضع فرضية، وكتابة نص الفرضية على اللوح.

٤- توجيه السؤال الآتي: إذا كانت الجسيمات تسلك أحيانًا سلوك الموجات، فماذا تسمّى هذه الموجات؟ وما الطول الموجي لها ؟ مناقشة الطلبة والتوصّل معهم إلى مفهوم موجات دي بروي وكتابة العلاقة (٧-١٩) على اللوح.

٥- توجيه الطلبة إلى حل المثال (٧-١٣) وورقة العمل (٧- ٦) ضمن وقت محدد، ثم مناقشة الطلبة وتلقّي إجاباتهم؛ للتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٦- توجيه السؤال الآتي: كيف تم التحقق عمليًّا (تجريبيًّا)من صحة فرض دي بروي، وصحة معادلته؟ مناقشة السؤال والتوصّل إلى تجارب العالمين دافيسون وجيرمر.

٧- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: يعدّ المجهر الإلكتروني من التطبيقات العملية على فرض دي بروي، ما الفكرة العلمية التي بني على أساسها هذا الجهاز؟ وكيف يمكن زيادة قوة تمييز المجهر الإلكتروني؟ ثم مناقشة الطلبة للتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٨- توجيه السؤال الآتي: كيف طبق دي بروي فرضيته على ذرة الهيدروجين؟ وبعد مناقشة الطلبة يتم التوصّل معهم إلى أن دي بروي افترض أن طول محيط مدار الإلكترون (2π نق$_{ن}$) يجب أن يساوي عددًا صحيحًا من طول الموجة المصاحبة له أي أن (2π نق$_{ن}$ = ن λ)، وذلك من أجل تفسير وجود الإلكترون على أبعاد محددة من النواة.

٩- توجيه السؤال الآتي: لِمَ يجب أن يكون طول محيط المدار مساويًا لعدد صحيح من طول الموجة المصاحبة؟ مناقشة الطلبة والتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

١٠-توجيه الطلبة إلى تأمل الشكلين (٧-٢٤) و(٧-٢٥) وتدوين ملحوظاتهم والتوصل إلى الشرط الذي وضعه دي بروي للمدارات المسموحة للإلكترون الوجود فيها.

١١-توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

علاج

علّل: يكمّل النموذجان الموجي والجسيمي للضوء أحدهما الآخر.

الحل

لأن النموذج الموجي نجح في تفسير بعض الظواهر (كالتداخل والحيود)، وهي خصائص موجية لا يمكن تفسيرها من قبل النموذج الجسيمي للضوء، في حين نجح النموذج الجسيمي في تفسير الظاهرة الكهرضوئية وظاهرة كومتون اللتين فشل النموذج الموجي في تفسيرهما، ما يعني أن للضوء طبيعة مزدوجة تكمل إحداهما الأخرى في تفسير الظواهر الفيزيائية للضوء.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة، الورقة والقلم.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي، اختبار قصير.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

النتاج: يشرح المبدأ العلمي لعمل المجهر الإلكتروني.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يشرح المبدأ العلمي لعمل المجهر الإلكتروني، بصورة صحيحة.
٣	يشرح المبدأ العلمي لعمل المجهر الإلكتروني، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يشرح المبدأ العلمي لعمل المجهر الإلكتروني، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يشرح المبدأ العلمي لعمل المجهر الإلكتروني، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

اختبار قصير

١) ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(١) طول الموجة المصاحبة لإلكترون ذرة الهيدروجين في المدار الثالث بدلالة نق$_{٣}$ يساوي:

أ) $\frac{٣ نق_{٣}}{\pi ٢}$ ب) $\frac{٣ \pi نق_{٣}}{٢}$

جـ) $\frac{٢ \pi نق_{٣}}{٣}$ د) $\frac{٢ نق_{٣}}{\pi ٣}$

(٢) في أي من المدارات الآتية في ذرة الهيدروجين، يكون طول الموجة المصاحبة للإلكترون أقل ما يمكن:

أ) الأول. ب) الثاني. جـ) الثالث. د) الرابع.

(٣) إلكترون ذرة هيدروجين في المدار الثاني؛ فإن عدد الأطوال الموجية التي تشكل طول محيط المدار تمامًا يساوي:

أ) ٢ ب) ٣ جـ) ٤ د) ٥

الحل

١) جـ ٢) أ ٣) أ

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) يسلك الضوء أحيانًا سلوك الموجات كما في ظاهرة الحيود، ويسلك سلوك الجسيمات عند تفاعله مع المادة (الإلكترونات)، والتباين في سلوك الضوء في الظواهر المختلفة هو الذي دعا العلماء إلى افتراض الطبيعة المزدوجة له.

٢) ذلك لأن طول الموجة المصاحبة لها والمحسوب من معادلة دي بروي ($\lambda_{\text{للجسيم}} = \frac{هـ}{ك ع}$) يكون صغيرًا جدًا وأصغر بكثير من أبعاد الجسم ولا يمكن ملاحظته أو قياسه، حتى بأدق أدوات القياس.

٣) تصاحب الإلكترون بدورانه حول النواة موجات مادية، وكي يكون مستقرًّا في مدار ما يجب أن يكون طول محيط المدار مساويًا لعدد صحيح من الموجات المصاحبة له، فلا يحدث تداخل هدام يؤدي إلى تلاشي المدار.

٤) تقوم فكرة عمل الجهاز على أن للإلكترونات موجات تصاحبها انطلاقًا من فرض دي بروي ويعطى طول الموجة المصاحبة لها بمعادلة دي بروي($\lambda_{\text{للجسيم}} = \frac{هـ}{ك ع}$) إذ تسرّع الإلكترونات عبر فرق جهد مناسب ثم تسلّط على العينة المراد رؤية تفاصيلها الدقيقة.

ورقة عمل(٧-٦)

الطبيعة المزدوجة للإشعاع والمادة

١- سُرِّع جسيم كتلته (ك) وشحنته (ـــه) من السكون خلال فرق جهد (جـ). أثبت أن طول الموجة المصاحبة له يعطى بالعلاقة: $\lambda = هـ \sqrt{٢ ـــه جـ ك}$

٢- جسيم ألفا (α) كتلته ($٦,٤ \times ١٠^{-٢٧}$)كغ وطاقته الحركية (٢) مليون إلكترون فولت، جد طول الموجة المصاحبة له؟

٣- إذا كانت كتلة النيوترون ($١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}$) كغ. وكان طول الموجة المصاحبة له يساوي طول موجة فوتون طاقته (٣) إلكترون فولت، أحسب

أ) طول الموجة المصاحبة للنيوترون.

ب) زخم كل من الفوتون والنيوترون.

جـ) سرعة النيوترون.

د) الطاقة الحركية للنيوترون.

إجابة ورقة عمل (٧-٦)

١- $\lambda_{\text{للجسيم}} = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}$

لكن $\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{1}{2}$ ك ع^2 أي أن $\frac{\text{ك ع}^2}{2} = \frac{1}{2}$ ك ع^2 = ك جـ ، وبضرب طرفي المعادلة ب (٢ك) نحصل على:

(ك ع)^2 = ٢ ك ك جـ ، ثم بأخذ الجذر التربيعي للطرفين والتعويض في معادلة دي بروي نحصل على $\lambda = \text{هـ} \sqrt{\frac{1}{2}\text{ك}^2 \text{جـ ك}}$

٢- $\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{\text{ك ع}^2}{2} \Leftarrow \text{ع} = \sqrt{\frac{2\text{ط}_{\text{ح}}}{\text{ك}}}$ ، ثم نعوّض في معادلة دي بروي ($\lambda = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}$)، فنحصل على:

$$\lambda_{\text{للجسيم}} = \frac{\text{هـ}}{\sqrt{2\text{ك ط}_{\text{ح}}}} = \frac{\text{٦,٦} \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times \text{٦,٤} \times 10^{-27} \times 2 \times 10^{6} \times \text{١,٦} \times 10^{-19}}}$$

$$= \frac{\text{٦,٦}}{\text{٦٤}} \times 10^{-13} \text{م}$$

٣- أ) $\lambda_{\text{للجسيم}} = \lambda_{\text{للفوتون}}$ ، ومن طاقة الفوتون نجد طول موجته

$$\lambda_{\text{للفوتون}} = \frac{\text{هـ س}}{\text{ط}} = \frac{\text{٦,٦} \times 3 \times 10^{-26}}{\text{١,٦} \times 3 \times 10^{-18}}$$

$$\cong \text{٤,١٢٥} \times 10^{-8} \text{ م} = \lambda_{\text{للجسيم}}$$

ب) $\text{خ}_{\text{فوتون}} = \frac{\text{هـ}}{\lambda_{\text{للفوتون}}}$ $\qquad$ $\text{خ}_{\text{جسيم}} = \frac{\text{هـ}}{\lambda_{\text{للجسيم}}}$

وعليه، $\text{خ}_{\text{فوتون}} = \text{خ}_{\text{جسيم}} = \text{١,٦} \times 10^{-26}$ كغ م/ث

جـ) $\text{خ}_{\text{جسيم}} = \text{ك ع} = \text{١,٦} \times 10^{-26}$ وعليه، فإن ع ≅ ١٠ م/ث.

د) $\text{ط}_{\text{ح}} = \frac{\text{ك ع}^2}{2} = \text{٨٣,٥} \times 10^{-27}$ جول.

الدرس الأول	البنية النووية وبعض خصائص النواة	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتعرّف مكونات النواة.
- يفسّر كون كثافة نوى العناصر جميعها متساوية تقريبًا.
- يحسب حجم ونصف قطر نواة ما وكثافتها.
- يوضّح المقصود بالنظائر ووحدة الكتل الذرية.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

النظائر، وحدة الكتل الذرية، القوة النووية، النيوكليون، العدد الكتلي، الكتلة التقريبية للنواة.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- توظيف استراتيجية المناقشة والحوار لاستذكار مكوّنات النواة.

٢- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: ما المقصود بالنظائر؟ بِمَ تختلف نظائر العنصر الواحد عن بعضها؟ ما شكل النواة؟ ما العلاقة بين نصف قطر النواة وعددها الكتلي؟ لم تكون للنوى المختلفة الكثافة نفسها تقريبًا؟ وبعد مناقشة الطلبة وتوجيه إجاباتهم، يتم التوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٣- مناقشة المثال (٨-١) والمثال (٨-٢) على اللوح بمشاركة الطلبة.

٤- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها واجبًا صفيًّا، ومتابعتهم.

معلومات إضافية

ذرات العناصر المختلفة التي لها العدد الكتلي نفسه، وتختلف في أعدادها الذرية؛ تسمّى أيزوبارز (Isobars).

الفروق الفردية

علاج

١) ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة في ما يأتي:

(١) نسبة كثافة نواة $^{4}_{2}He$ إلى كثافة نواة $^{17}_{8}O$ كنسبة:

أ) ١٦:٤ ب) ٤:٢ جـ) ١٦:٢ د) ١:١

(٢) حجم النواة $^{A}_{z}X$ يتناسب طرديًا مع:

أ) A ب) $A^{\frac{١}{٣}}$ جـ) Z د) AZ

(٣) عدد النيوترونات للنواة $^{23}_{11}Na$ يساوي:

أ) ١١ ب) ١٢ جـ) ٢٣ د) ٣٤

(٤) النظير الذي رمزه $^{3}_{1}H$ يسمّى:

أ) ديوترون ب) بروتون جـ) ديتيريوم د) تريتيوم

الحل

١) د ٢) أ ٣) ب ٤) د

إثراء

١) لنواة $^{8}_{4}Be$ جد:

أ) نصف قطر النواة. ب) حجم النواة.

الحل

١) أ) نق$_{\text{نواة}}$ = نق$_{\circ}$ $A^{\frac{١}{٣}}$ = ١,٢ × ١٠$^{-١٥}$ × ٢ = ٢,٤ × ١٠$^{-١٥}$ م.

ب) ح$_{\text{نواة}}$ = $\frac{٤\pi \text{ نق}^{٣}}{٣}$ = $\frac{٤}{٣} \times \frac{٢٢}{٧} \times (٢,٤ \times ١٠^{-١٥})^{٣}$ = ٥٨ × ١٠$^{-٤٥}$ م^{٣}

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.	
النتاج: يحسب حجم النواة وكثافتها	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٤	يحسب حجم النواة وكثافتها، بصورة صحيحة.
٣	يحسب حجم النواة وكثافتها، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يحسب حجم النواة وكثافتها، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يحسب حجم النواة وكثافتها، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) عدد البروتونات = ١٩، عدد النيوترونات = ٢٠

٢) (ب) و (جـ)؛ لأن لهما العدد الذري نفسه.

٣) أ) كثافة النواة (س) إلى كثافة النواة (ص)، كنسبة (١:١)، حيث لا تعتمد كثافة النواة على العدد الذري أو الكتلي.

ب) $ق_{س} = ق_{ن} A_{س}^{\frac{١}{٣}}$ و $ق_{ص} = ق_{ن} A_{ص}^{\frac{١}{٣}} = ق_{ن} A_{س}^{\frac{١}{٣}} \times (٣)^{\frac{١}{٣}}$

وعليه؛ فإن $\frac{ق_{س}}{ق_{ص}} = (٣)^{\frac{١}{٣}}$ وهي نفسها نسبة قطري النواتين.

جـ) $\frac{ح_{س}}{ح_{ص}} = \frac{\frac{٤}{٣} \pi \, ق_{ن}^{٣} A_{س}}{\frac{٤}{٣} \pi \, ق_{ن}^{٣} A_{ص}} = ٣$

الدرس الثاني	استقرار النواة	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتعرّف القوة النووية ودورها في استقرار النواة.
- يوضّح المقصود بالقوة النووية.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

القوة النووية، النيوكليون.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- توظيف استراتيجية المناقشة والحوار لاستذكار مكوّنات النواة.

٢- توجيه الأسئلة الآتية: ما القوة النووية؟ ما خصائصها؟ ما دورها في استقرار النواة؟ والتوصّل بالطلبة إلى أن القوة النووية هي قوة تجاذب كبيرة المقدار تنشأ بين النيوكليونات المتجاورة، ولا تعتمد على الشحنة، وذات مدى قصير.

٣- توجيه الطلبة إلى تأمل الشكل (٨-٤)، ثم تكليفهم بحل ورقة العمل (٨-١)، ثم مناقشة إجابات الطلبة؛ للتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٤- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة مراجعة الدرس بوصفها واجبًا بيتيًّا.

الفروق الفردية

إثراء

١) قارن بين القوة النووية والقوة الكهربائية من حيث:

أ) طبيعة القوة. ب) مدى تأثيرها. جـ) اعتمادها على الشحنة.

٢) علّل: يشكّل عدد النيوترونات عاملًا مهمًّا في استقرار النواة.

الحل

١)

وجه المقارنة	القوة النووية	القوة الكهربائية
طبيعة القوة	تجاذب دائمًا	تجاذب أو تنافر
مدى تأثيرها	ذات مدى قصير نسبيًّا	ذات مدى طويل نسبيًّا
اعتمادها على الشحنة	لا تعتمد على نوع الشحنة	تعتمد على نوع الشحنة

٢) لأن النيوترونات جسيمات متعادلة الشحنة؛ فتتأثر بالقوة النووية فقط .

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: مراجعة الذات.

أداة التقويم: سجل وصف سير التعلم.

اسم الطالب:..... موضوع الدرس:.....

الأمور التي تعلمتها اليوم:

.....

الأمور التي واجهت صعوبة في فهمها:

.....

ملاحظات المعلم:

.....

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) القوة النووية قوة تجاذب دائمًا، كبيرة المقدار بين النيوكليونات المتجاورة، بغض النظر عن شحنة أيّ منها، وذات مدى قصير.

٢) أ) لأنها من النوى التي يزيد عددها الذري عن (٨٣)، فيكون حجم النواة كبيرًا، فيزداد تباعد النيوكليونات عن بعضها فتكون قوة التنافر الكهربائية بين أزواج البروتونات هي السائدة على القوة النووية بين أزواج النيوكليونات المتجاورة، ما يجعلها نوى غير مستقرة.

ب) لأنه في هذه النوى (٢٠< z <٨٣) وكي تكون مستقرة يجب أن يكون عدد النيوترونات فيها أكبر من عدد البروتونات، وذلك لتبقى قوة التجاذب النووية سائدة على قوة التنافر الكهربائية، فتقع هذه النوى على نطاق الاستقرار فوق الخط (Z=N).

ورقة عمل (٨–١)
استقرار النواة

تأمّل الشكل (٨–٤) في الكتاب والمعلومات المتعلّقة فيه، ثم أجب عن الآتي:

١– تشير النقاط الزرقاء إلى نوى مستقرة وتقع في حزمة ضيقة، فماذا تسمّى هذه الحزمة؟

٢– أعطِ مثالًا واحدًا على نواة مستقرة عددها الذري:

أ) أقل من (٢٠) وتقع على الخط Z=N.

ب) أقل من (٢٠) وتقع فوق الخط Z=N.

جـ) أكبر من (٢٠).

٣– فسّر: لِمَ لا تقع النوى التي عددها الذري (Z) أكبر من (٢٠) وأقل من (٨٣) على الخط Z=N؟

٤– علّل: تعدّ النوى التي عددها الذري أكبر من أو يساوي (٨٣)، نوى غير مستقرة.

إجابة ورقة عمل (٨–١)

١– نطاق الاستقرار.

٢– أ) ${}^{14}_{7}N$ ب) ${}^{23}_{11}Na$ جـ) ${}^{90}_{40}Zr$

٣– لأنه في هذه النوى يزداد العدد الذري فتزداد قوة التنافر الكهربائية بين أزواج البروتونات، فيتطلّب وجود عدد من النيوترونات – يفوق عدد البروتونات – التي تنشأ بينها قوة نووية فقط، ما يجعل القوة النووية بين أزواج النيوكليونات في هذه النوى سائدة على قوة التنافر الكهربائية بين البروتونات، فتكون مستقرة إذا كان (N) أكبر من (Z) فتقع فوق الخط Z=N.

٤– لأن حجم نوى هذه العناصر يكون كبيرًا، فتتباعد النيوكليونات عن بعضها؛ ولأن القوة النووية ذات مدى قصير، فتكون قوة التنافر الكهربائية بين ازواج البروتونات سائدة على قوى التجاذب النووية بين أزواج النيوكليونات المتجاورة ، ما يجعلها نوى غير مستقرة.

الدرس الثالث	طاقة الربط النووية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يذكر نص معادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة –الكتلة).
- يوضّح المقصود بالمفاهيم الآتية: (طاقة الربط النووية، وطاقة الربط لكل نيوكليون).
- يتوصّل إلى المنشأ الفيزيائي لطاقة الربط النووية.
- يحسب طاقة الربط النووية وطاقة الربط لكل نيوكليون لنواة ما.
- يحلّل المنحنى البياني لطاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

طاقة الربط النووية، طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- توجيه السؤال الآتي: درسنا سابقًا إمكانية تحويل الطاقة من شكل إلى آخر، ولكن هل يمكن تحويل المادة إلى طاقة أو بالعكس؟ بعد مناقشة ذلك، يتم توضيح أن العالم أينشتين في نظرية النسبية الخاصة أجاب عن ذلك بوضع معادلة سمّيت معادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة – الكتلة) حيث $ط = \Delta ك س^{٢}$.

٢- توجيه السؤال الآتي: ما أهمية معادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة – الكتلة)؟ وبعد المناقشة، يتم التوصّل إلى أن المعادلة تبين أن الكتلة تركيز هائل من الطاقة، أي أن الطاقة الناتجة من تحول كتلة صغيرة تكون كبيرة جدًّا.

٣- مناقشة المثال (٨–٣) على اللوح مع الطلبة.

٤- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: ما المقصود بطاقة الربط النووية؟ ما المنشأ الفيزيائي لها؟ ما أهمية حساب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون؟ تلقّي إجابات الطلبة والتوصّل إلى التعريف الصحيح لطاقة الربط النووية والمنشأ الفيزيائي لطاقة الربط النووية.

٥- مناقشة المثال (٨–٤) على اللوح مع الطلبة، وسؤال الجانب العلاجي.

٦- توجيه الطلبة إلى تأمّل الشكل (٨–٦)، وتوجيه السؤالين الآتيين: ما النواة الأكثر استقرارًا في الطبيعة؟ كيف تتغير درجة استقرار النواة بتغير العدد الكتلي؟ ثم مناقشة الطلبة في إجاباتهم، للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٧- تكليف الطلبة بحل السؤال (٨) من أسئلة الفصل والسؤال (٥) من أسئلة الوحدة الثالثة بوصفهما واجبًا بيتيًّا.

علاج

١) ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

(١) نواة كتلتها (ك) و.ك.ذ ومجموع كتل مكوناتها (كَ) و.ك.ذ؛ فإن طاقة الربط النووية لها بوحدة (مليون إلكترون فولت) تساوي.

أ) (ك– كَ)×٩٣١,٥ ب) (ك– كَ) س^{٢}

جـ) (كَ –ك) ×٩٣١,٥ د) (كَ –ك) س^{٢}

(٢) إذا كان الفرق بين مجموع كتل مكونات نواة $^{56}_{26}Fe$ وكتلة النواة نفسها يساوي (٠,٥) و.ك.ذ، فإن طاقة الربط للنواة تقريبًا تساوي:

أ) ٠,٥ جول ب) ٠,٥ مليون إلكترون فولت

جـ) ٤٦٥,٥ مليون إلكترون فولت د) ٠,٥×٤×١٠^{١٦}جول

الحل

١) جـ ٢) جـ

إثراء

١) يبيّن الجدول الآتي بيانات تتعلّق بثلاث نوى، اعتمادًا على البيانات رتّب النوى تنازليًّا وفقًا لدرجة استقرارها.

النواة	العدد الذري	عدد النيوترونات	طاقة الربط النووية (مليون إلكترون فولت)
A	٩	١٠	١٥٢
B	٥٠	٧٠	١٠٢٠
C	٦	٦	٩٠

٢) علّل: تكون النوى الناتجة عن الانشطار النووي لنواة ثقيلة، أكثر استقرارًا من النواة الثقيلة نفسها.

الحل

١) نحسب لكل نواة طاقة الربط النووية لكل نيوكليون من علاقة طاقة الربط لكل نيوكليون وعليه، تكون النواة B الأكثر استقرارًا.

٢) لأن النوى الناتجة ذات أعداد كتلية أقل وكتلها أقرب إلى كتلة نواة الحديد، فتكون طاقة الربط النووية لكل نيوكليون فيها أكبر من النواة الأم المنشطرة، فتكون أكثر استقرارًا.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.
النتاج: يحلّل المنحنى البياني لطاقة الربط النووي لكل نيوكليون.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يحلّل المنحنى البياني لطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، بصورة صحيحة.
٣	يحلّل المنحنى البياني لطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يحلّل المنحنى البياني لطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يحلّل المنحنى البياني لطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) ط = Δ ك س^{٢} = ١×١٠$^{-٣}$×٩×١٠^{١٦} = ٩×١٠^{١٣} جول = $\frac{٩}{١,٦}$×١٠^{٢٦} مليون إلكترون فولت.

٢) نواة $^{56}_{26}Fe$ من النوى المتوسطة، التي طاقة الربط لكل نيوكليون فيها من أكبر ما يمكن فهي الأكثر استقرارًا. والنواتان $^{235}_{92}U$ ، $^{206}_{82}Pb$ من النوى الثقيلة، وفيها كلما زاد العدد الكتلي للنواة قلت طاقة الربط لكل نيوكليون فتقل درجة استقرارها فتكون النواة $^{235}_{92}U$ أقل استقرارًا من النواة $^{206}_{82}Pb$ وعليه؛ فإن ترتيب طاقة الربط لكل نيوكليون: $^{235}_{92}U < ^{206}_{82}Pb < ^{56}_{26}Fe$.

٣) لأن فرق الكتلة يتحوّل إلى طاقة وفقًا لمعادلة أينشتين في تكافؤ (الطاقة–الكتلة).

٤) طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة = $\frac{\text{طاقة الربط للنواة}}{\text{العدد الكتلي}}$

ولأن لهما العدد الكتلي نفسه، وطاقة الربط للنواة (س) أكبر منها للنواة (ص)، فتكون طاقة الربط لكل نيوكليون للنواة (س) أكبر منها للنواة (ص)، فالنواة (س) أكثر استقرارًا.

الدرس الرابع	النشاط الإشعاعي	عدد الحصص	حصتان

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالنوى غير المستقرة، والنشاط الإشعاعي.
- يذكر مبادئ الحفظ الأربعة التي تخضع لها التفاعلات النووية.
- يتعرّف اضمحلال ألفا.
- يتعرّف اضمحلال بيتا (السالبة والموجبة)، ويفسّر انبعاث كل منهما من النواة الباعثة لأي منهما.
- يتعرّف اضمحلال غاما، ويفسّر انبعاثها من النواة.
- يقارن بين أشعة ألفا وبيتا وغاما.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

النوى غير المستقرة، النشاط الإشعاعي، اضمحلال ألفا، اضمحلال بيتا، اضمحلال غاما، النيوترينو، ضديد النيوترينو.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بما درسوه سابقًا، بأنه يوجد نوى مستقرة ونوى أكثر استقرارًا من أخرى، ونوى غير مستقرة، فما النوى غير المستقرة؟ وما المقصود بالنشاط الإشعاعي؟ مناقشة الطلبة؛ للتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٢- توجيه السؤال الآتي: ما مبادئ الحفظ التي تخضع لها التفاعلات النووية؟ مناقشة الطلبة في مبادئ الحفظ الأربعة والتأكيد على أهمية هذه المبادئ في موازنة المعادلات النووية، وأن مبدأ حفظ (الطاقة- الكتلة) نابع من معادلة أينشتين في تكافؤ الطاقة والكتلة.

٣- توجيه السؤال الآتي: ما المقصود باضمحلال ألفا، واضمحلال بيتا الموجبة، واضمحلال بيتا السالبة، واضمحلال غاما؟ ما التغيرات التي تطرأ على النواة الناتجة مقارنة بالنواة الأم في كل اضمحلال؟

٤- توجيه الطلبة إلى حل أسئلة المراجعة، ثم مناقشة الطلبة للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٥- توجيه الطلبة إلى حل سؤال (٧) من أسئلة الفصل وسؤال (٦) من أسئلة الوحدة الثالثة بوصفهما واجبًا بيتيًّا.

معلومات إضافية

يختلف النيوترينو عن ضديد النيوترينو، في كون اتجاه الحركة المغزلية لأحدهما معاكسة لاتجاه حركة الآخر.

الفروق الفردية

علاج

١) اذكر صفتين مشتركتين بين النيوترينو وضديد النيوترينو.

٢) علّل: قدرة غاما على النفاذ عالية جدًّا، بينما قدرتها على التأيين منخفضة جدًّا.

٣) ما تفسيرك لخروج بيتا السالبة من النواة الباعثة له بعد تحلّل أحد نيوترونات النواة.

٤) علّل قدرة ألفا على التأيين كبيرة بينما قدرتها على النفاذ قليلة.

الحل

١) – كلاهما ليس له شحنة.

– كلاهما كتلته مهملة مقارنة بكتلة الإلكترون.

٢) وذلك لأن غاما أشعة كهرمغناطيسية (فوتونات) ليس لها شحنة وليس لها كتلة، فاحتمال تصادمها مع ذرات ودقائق المادة صغير جدًّا فتأيينها للمادة قليل جدًّا فنفاذيتها عالية.

٣) لأن كتلتها صغيرة مقارنة مع كتلة البروتون، فطول الموجة المصاحبة لها ($\lambda = \frac{هـ}{ك\ ع}$) يكون أكبر من أن تحتويها النواة فتخرج منها.

٤) لأنها جسيمات مادية، لها كتلة كبيرة (كتلة نواة الهيليوم)، ولها شحنة تساوي ضعفي شحنة البروتون، فاحتمال تصادمها مع ذرات ودقائق المادة يكون كبيرًا جدًّا، وتفقد في كل تصادم جزءًا من طاقتها، وعليه يكون تأيينها كبيرًا ونفاذيتها قليلة.

إثراء

١) علّل: في تفاعل اضمحلال ألفا يكون مجموع كتل المواد الناتجة أقل من كتلة النواة الأم.

٢) الصيغة العامة لاضمحلال ألفا تمثّل بالمعادلة الآتية:

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He$$

قارن بين النواتين (X) و (Y) من حيث:

أ) العدد الكتلي والعدد الذري.

ب) حجم النواة.

جـ) درجة استقرار النواة.

٣) قارن بين بيتا (β_{-1}) و (β_{+1}) من حيث:
اسم كل منهما، الكتلة ، الشحنة، آلية انبعاثه من النواة.

٤) وضّح المقصود بالنيوترينو.

الحل

١) وذلك لأن النقص في الكتلة يتحوّل إلى طاقة حركية يمتلكها جسيم ألفا والنواة الناتجة وفقًا لمعادلة أينشتين (ط= Δك س^{٢}).

٢) أ) العدد الكتلي في (Y) يقل عنه في (X) بمقدار (٤) ويقل العدد الذري في (Y) عنه في (X) بمقدار(٢).
ب) حجم النواة (Y) أقل من حجم النواة (X).
جـ) استقرار النواة (Y) أكبر من استقرار النواة (X).

٣)

وجه المقارنة	جسيم β_{-1}	جسيم β_{+1}
الاسم	بيتا السالبة (الإلكترون)	بيتا الموجبة (البوزترون)
الكتلة	مساوية لكتلة الإلكترون	مساوية لكتلة الإلكترون
الشحنة	سالبة وتساوي شحنة الإلكترون	موجبة وتساوي شحنة البروتون
آلية انبعاثه من النواة	ينبعث من النواة نتيجة لتحلل أحد نيوترونات النواة وفقًا للمعادلة: $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$	ينبعث من النواة نتيجة لتحلل أحد بروتونات النواة وفقًا للمعادلة: $^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \nu$

٤) جسيم لا شحنة له وكتلته مهملة، افترض انبعاثه مصاحبًا لانبعاث بيتا الموجبة للإبقاء على قانوني حفظ الزخم وحفظ (الطاقة–الكتلة) قائمين في اضمحلال بيتا الموجبة.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.
أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.	
النتاج: يفسّر انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا، وبيتا، وغاما) من النواة	
العلامة	**مؤشرات الأداء**
٤	يفسّر انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا، وبيتا، وغاما) من النواة، بصورة صحيحة.
٣	يفسّر انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا، وبيتا، وغاما) من النواة، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يفسّر انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا، وبيتا، وغاما) من النواة، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يفسّر انبعاث الإشعاعات النووية (ألفا، وبيتا، وغاما) من النواة، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) نواة $^{210}_{84}Po$ عندما تبعث بجسيم ألفا سيقل العدد الكتلي في النواة الناتجة بمقدار (٤)، والعدد الذري سيقل بمقدار (٢). وعليه، فالنواة الناتجة هي $^{206}_{82}Pb$

٢) أ) بيتا السالبة β_{-1} في الحالتين.

ب) $ط_{فوتون} = ١,١٧٢ - ٠,٥١١ = ٠,٦٦١$ مليون إلكترون فولت

جـ) $^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

٣) لأن النواة عندما يتحلّل أحد نيوتروناتها إلى بروتون وإلكترون، وبسبب صغر كتلة الإلكترون؛ يكون الطول الموجي المصاحب له كبيرًا مقارنة بأبعاد النواة، وفق فرضية دي بروي. فتبعث النواة الإلكترون خارجها، بينما يبقى البروتون ذو الكتلة الكبيرة داخلها. أما عندما يتحلّل أحد بروتونات النواة إلى نيوترون وبوزيترون تبعث النواة البوزيترون خارجها للسبب نفسه، الذي انبعث به الإلكترون ويبقى النيوترون داخل النواة.

الدرس الخامس	الإشعاع النووي الطبيعي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي.
- يميّز بين الإشعاع الطبيعي والإشعاع الصناعي.
- يتعرّف سلاسل الاضمحلال الطبيعي .
- يحسب عدد جسيمات ألفا وبيتا وضديد النيوترينو، في السلسلة الإشعاعية.
- يحلّل أشكالًا تتعلّق بسلاسل الاضمحلال الطبيعي.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

سلسلة الاضمحلال الإشعاعي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بمفهوم النوى غير المستقرة، وأن بعضها قد يوجد طبيعيًّا، وبعضها يتم إنتاجه صناعيًّا، وأن من أهم مصادر الإشعاع الطبيعي سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي. فما المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي؟ مناقشة الطلبة، والتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٢- توجيه الطلبة إلى تأمّل الشكل (٨-٩) لتعرّف مفهوم السلسلة الإشعاعية، وتحديد مفهوم التحوّل وما يصاحب كل تحوّل.

٣- حل المثال (٨-٥) و (٨-٦) بمشاركة الطلبة

٤- توجيه الطلبة إلى حل سؤال (٩) من أسئلة الفصل بوصفه واجبًا بيتيًّا.

معلومات إضافية

لا يمكن لنواة العنصر المشع أن تبعث بجسيمي ألفا وبيتا في آن واحد، إذ لا يمكن للنواة أن تتحوّل إلى نواتين مختلفتين في آن واحد.

الفروق الفردية

إثراء

تبدأ سلسلة اضمحلال إشعاعي بنواة $^{235}_{92}U$، ما رمز النواة الناتجة بعد سلسلة من التحولات انبعث خلالها جسيم ألفا واحد، وجسيما بيتا؟

الحل

$$^{235}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}X + {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{-1}e + 2\,\bar{\nu}$$

من حفظ العدد الكتلي (A) = ٢٣٨−٤=٢٣٤

من حفظ العدد الذري (Z) =٩٢−٢=٩٢

ولأن العدد الذري للنواة الناتجة نفسه للنواة الأم؛ فالنواة الناتجة هي نظير اليورانيوم $^{234}_{92}U$

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

النتاج: يحلّل أشكالًا تتعلّق بسلاسل الاضمحلال الطبيعي.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يحلّل أشكالًا تتعلّق بسلاسل الاضمحلال الطبيعي، بصورة صحيحة.
٣	يحلّل أشكالًا تتعلّق بسلاسل الاضمحلال الطبيعي، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يحلّل أشكالًا تتعلّق بسلاسل الاضمحلال الطبيعي، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يحلّل أشكالًا تتعلّق بسلاسل الاضمحلال الطبيعي، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) هي عمليات اضمحلال (تحلّل) تلقائية متتالية، تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر، وينتج عن ذلك انبعاث عدد من جسيمات ألفا وبيتا.

٢) أ) سلسلة اليورانيوم.

ب) $^{206}_{82}Pb$ لأنه لا يبعث بأي إشعاع، وبه انتهت السلسلة.

جـ) بالعد ومن الشكل المعطى؛ فإن:

عدد جسيمات ألفا = ٥ وعدد جسيمات بيتا السالبة = ٢

د) $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{218}_{84}Po + 5\ {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{0}_{-1}e + 2\ \bar{\nu}$

هـ) نكتب أولًا معادلة الاضمحلال: $^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + 5\ {}^{4}_{2}He + 3\ {}^{0}_{-1}e + 3\ \bar{\nu}$

من حفظ العدد الكتلي A = ٢٢٦ – ٢٠ = ٢٠٦

من حفظ العدد الذري Z = ٨٨ – ١٠+٣= ٨١، ومن الشكل النواة الناتجة تكون $^{206}_{81}Ti$

الدرس السادس	الإشعاع النووي الصناعي	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يتعرّف أهمية التفاعلات النووية الصناعية.
- يتعرّف بعض التطبيقات العملية للإشعاع، وللنظائر المشعة.
- يتعرّف مخاطر الإشعاع النووي.

مصادر التعلم

الكتاب المدرسي.

المفاهيم والمصطلحات

الإشعاع الصناعي، النواة المركّبة، التفاعل النووي الصناعي، عملية التعقّب.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- التذكير بما تمت الإشارة إليه سابقًا، بأن بعض النظائر المشعة موجود طبيعيًّا، وبعضها يتم إنتاجه صناعيًّا، فكيف يتم إنتاج النظائر المشعة صناعيًّا؟ وما المقصود بالإشعاع الصناعي؟ تلقّي إجابات الطلبة، والتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

٢- توجيه الطلبة إلى حل السؤال (٥) من أسئلة الفصل ومناقشتهم في ذلك.

٣- توجيه السؤال الآتي: ما أهمية التفاعلات النووية الصناعية؟ والتوصّل معهم إلى الآتي:

- تكمن أهمية التفاعلات النووية الصناعية، في أنها تمكّن من تحويل نواة عنصر إلى نواة عنصرآخر، وإنتاج النظائر المشعة، وتمكّن من الحصول على جسيمات أو أشعة ذات طاقة عالية.
- تستخدم الأشعة النووية الصناعية الناتجة عن النوى المشعة في مجالات حياتية مختلفة، منها عملية التعقّب في المجال الطبي.

٤- توجيه السؤال الآتي: من التطبيقات في المجال الطبي على النظائر المشعة عملية التعقب، ما المقصود بهذه العملية؟ وكيف تتم؟ مناقشة الطلبة في إجاباتهم للتوصّل إلى الإجابة الصحيحة.

٥- توجيه السؤال الآتي: وضح آلية العلاج بالإشعاع؟ والتوصّل بالطلبة إلى الإجابات الصحيحة.

٦- توجيه الأسئلة الآتية تباعًا: من أين تنبع خطورة الإشعاع النووي؟ ماذا ينتج عن هذه الخطورة؟ ما أبرز الأمور التي يجب مراعاتها عند العلاج بالإشعاع؟ مناقشة الطلبة؛ للتوصّل إلى الإجابة الصحيحة.

الفروق الفردية

علاج

١) وضّح آلية إجراء عملية التعقّب؛ للكشف عن الانسدادات في الأوعية الدموية.

٢) علّل: يعدّ النيوترون قذيفة نووية مثالية.

الحل

١) يُحقن محلول يحتوي نظيرًا مشعًّا مناسبًا في وريد المريض للكشف عن نشاط الدورة الدموية، ثم يتم تعقب أثر النظير المشع في الأوعية الدموية بوساطة أجهزة خاصة، لمعرفة إذا كان دم المريض ينساب بشكل طبيعي أم لا ، ولتحديد موقع الانسداد إن وجد بدقة.

٢) لأنه جسيم متعادل الشحنة، فلا يتفاعل مع النواة جذبًا أو تنافرًا؛ فهو جسيم نفّاذ وأقدر على اختراق النواة.

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم:مراجعة الذات.

أداة التقويم: سجل وصف سير التعلم.

اسم الطالب:..... موضوع الدرس:.....

الأمور التي تعلمتها اليوم:

.....

الأمور التي واجهت صعوبة في فهمها:

.....

ملاحظات المعلم:

.....

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) التفاعل النووي الصناعي: العملية التي يتم فيها إحداث تغيير في مكوّنات النواة.

٢) تتكوّن نواة مركبة مثارة تمثّل فترة انتقالية مؤقتة، ثم تضمحل هذه النواة سريعًا باعثةً إشعاعًا يسمّى إشعاعًا نوويًّا صناعيًّا.

٣) أ) من خارج الجسم الأخطر غاما؛ لأنها الأقدر على النفاذ.

ب) من داخل الجسم الأخطر ألفا؛ لأنها الأكثر قدرة على التأيين.

الدرس السابع	تطبيقات التفاعلات النووية	عدد الحصص	حصة واحدة

نتاجات التعلم

- يوضّح المقصود بالانشطار النووي، والانشطار النووي المتسلسل، والمفاعل النووي، والاندماج النووي.
- يتعرّف مكونات المفاعل النووي .
- يذكر شروط حدوث التفاعل النووي المتسلسل، وآلية التحكم فيه .
- يقارن بين عمليتي التهدئة والتحكّم في المفاعل النووي.
- يتعرّف شروط حدوث الاندماج النووي، ويذكر أمثلة عليه.

مصادر التعلم

طاقة الذرة، ب. جلادكوف، دار مير للطباعة والنشر.

المفاهيم والمصطلحات

الانشطار النووي، الانشطار النووي المتسلسل، المفاعل النووي، الاندماج النووي، دورة البروتون بروتون، الكتلة الحرجة، مادة مهدئة، عملية التحكّم، عملية التهدئة، الدرع الواقي في المفاعل النووي.

استراتيجيات التدريس

التدريس المباشر: أسئلة وإجابات، أوراق عمل، العمل في الكتاب.

إجراءات التنفيذ

١- تذكير الطلبة بمفهوم التفاعل النووي الصناعي وكيفية حدوثه، ثم توجيه السؤال الآتي: ما المقصود بالانشطار النووي؟ ما أهمية هذا التفاعل النووي؟ وبعد المناقشة؛ يتم التوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٢- توجيه الطلبة إلى حل السؤال الأول في ورقة العمل (٨-٢) ومناقشتهم، للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٣- توجيه الأسئلة الآتية: ما المقصود بالمفاعل النووي؟ ما مبدأ عمله؟ ممَّ يتكوّن المفاعل النووي؟ ما أهم استخداماته؟

٤- مناقشة الطلبة في الإجابات؛ للتوصّل إلى الإجابات الصحيحة.

٥- توجيه الطلبة إلى تأمّل الشكل (٨-١٤) في الكتاب، ثم توجيههم إلى حل بقية الأسئلة في ورقة العمل (٨-٢)؛ من أجل تعرّف مكوّنات المفاعل النووي وتعرّف عمليتي التهدئة والتحكم، والمقارنة بينهما.

٦- تذكير الطلبة بما تعلموه حول مضمون الشكل (٨-٦) من أن النوى الخفيفة يمكن دمجها، ثم توجيه الأسئلة الآتية: ما المقصود بالاندماج النووي؟ ما شروط حدوثه؟ أعط أمثلة عليه. توجيه الطلبة لحل السؤال الثالث من أسئلة مراجعة الدرس بوصفه واجبًا بيتيًّا، والتأكيد على مفهوم دورة (بروتون- بروتون).

الفروق الفردية

علاج

١) علّل: يتم إبطاء سرعة النيوترونات في قلب المفاعل النووي.

٢) يعدّ الدرع الواقي من الأجزاء المهمة في المفاعل النووي:

أ) ما العناصر التي توجد داخله؟ ب) ما وظيفة الدرع الواقي؟

٣) ما وظيفة كل مما يأتي في مفاعل الماء المضغوط؟

أ) أبراج التبريد الملحقة بالمفاعل النووي. ب) المكثف. جـ) المولّدات الكهربائية.

الحل

١) كي تتمكّن من شطر نوى اليورانيوم الأخرى؛ لأن تفاعل الانشطار النووي يتطلّب نيوترونًا بطيئًا.

٢) أ) قلب المفاعل، المبادل الحراري.

ب) منع أي تسرب إشعاعي خارج المفاعل النووي.

٣) أ) تعمل على تزويد المكثف والمبادل الحراري بالماء اللازم لعملهما.

ب) يعمل على تحويل بخار الماء الفائض إلى ماء، وضخه ثانية إلى المبادل الحراري.

جـ) تعمل على تحويل الطاقة الحرارية والحركية للبخار المضغوط القادم من أعلى المبادل الحراري إلى طاقة كهربائية.

إثراء

١) اذكر ثلاثًا من العمليات التي تحدث في قلب المفاعل النووي.

٢) كيف يتم تشغيل المفاعل النووي وتوليد الطاقة الكهربائية.

٣) علّل: يسمى الاندماج النووي بالتفاعل النووي الحراري.

٤) وضّح المقصود بدورة (بروتون - بروتون).

الحل

١) عملية التهدئة، عملية التحكّم، عملية الانشطار النووي المتسلسل.

٢) يتم رفع قضبان التحكم آليًّا من قلب المفاعل ببطء؛ فيبدأ التفاعل النووي المتسلسل. والطاقة الناتجة من التفاعل تظهر على شكل طاقة حرارية تعمل على تسخين الماء في المبادل وإنتاج البخار اللازم

لإدارة توربينات متصلة بمولّدات كهربائية؛ فتتولّد الطاقة الكهربائية.

٣) لأن اندماج النوى يتطلّب إكسابها سرعة كبيرة جدًّا للتغلّب على قوة التنافر بين الشحنات الموجبة، لتقترب من بعضها إلى درجة حدوث الاندماج النووي، وهذا يتطلّب درجة حرارة عالية جدًّا للمواد المتفاعلة مع توافر ضغط هائل جدًّا.

٤) هي سلسلة تفاعلات اندماج نووي ينتج عنها طاقة هائلة، تحدث في بعض النجوم يكون ناتجها النهائي التحام أربعة بروتونات لتكوين نواة هيليوم وفقًا للمعادلة الآتية:

$$4\ {}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{0}_{+1}e + 2\ \nu$$

استراتيجيات التقويم وأدواته

استراتيجية التقويم: (التواصل) الموقف التقويمي؛ سؤال وإجابة.

أداة التقويم: سلم التقدير الرقمي.

ملاحظة: قد يلزم أكثر من سلم تقدير، لاستكمال رصد علامات الطلبة جميعهم.

النتاج: يكمل معادلات نووية موزونة.

العلامة	مؤشرات الأداء
٤	يكمل معادلات نووية موزونة، بصورة صحيحة.
٣	يكمل معادلات نووية موزونة، مع وجود خطأ ومن دون مساعدة.
٢	يكمل معادلات نووية موزونة، مع وجود خطأ ووجود مساعدة.
١	يكمل معادلات نووية موزونة، مع وجود أخطاء ووجود مساعدة.

الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤	الرقم	اسم الطالب	١	٢	٣	٤
١						٦					
٢						٧					
٣						٨					
٤						٩					
٥						١٠					

إجابات الأسئلة والأنشطة

١) الانشطار النووي: تفاعل نووي يتم فيه انقسام نواة ثقيلة عند قذفها بنيوترون، إلى نواتين متوسطتي الكتلة، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحوّل إلى طاقة وفقًا لمعادلة أينشتين (ط = Δك س^{٢}).

الانشطار النووي المتسلسل: هو تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل (U^{235}) نتيجة قذفها بنيوترونات نتجت من نوى يورانيوم انشطرت سابقًا.

المفاعل النووي: نظام يتم فيه توفير الظروف المناسبة لاستمرار تفاعل الانشطار النووي.

الاندماج النووي: اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

٢) أ) توفير نيوترونات بطيئة قادرة على شطر نواة U^{235}، وتوافر الحد الأدنى من كتلة الوقود النووي (الكتلة الحرجة) اللازمة لإدامة التفاعل النووي المتسلسل ومنع تسرب النيوترونات خارجها.

ب) قلب المفاعل، ويتكوّن من (الوقود النووي، المادة المهدئة، المادة المتحكمة)، المبادل الحراري، الدرع الواقي، المكثّف، المولّد الكهربائي، أبراج التبريد.

٣) أ) لأن لها قدرة كبيرة على امتصاص النيوترونات. ومن ثم، يتم التحكّم بمعدل الانشطارات النووية.

ب) (١) ضبط عملية بناء المفاعلات النووية وتشغيلها.

(٢) مراقبة سلامة تصريف نفايات المواد المشعة.

(٣) فحص الحاويات المستخدمة في نقل الوقود النووي باستمرار.

٤) أ) بتوفير الحد الأدنى من كتلة الوقود النووي (المساوية للكتلة الحرجة) من أجل إدامة حدوث التفاعل.

ب) باستخدام قضبان التحكم (كادميوم)، بإدخال عدد مناسب منها في الفتحات بين حزم الوقود النووي آليًّا.

جـ) باستخدام مواد مهدئة، ذات أعداد كتلية صغيرة (ماء عادي أو ماء ثقيل، أو غرافيت)بوضعها في طريق النيوترونات السريعة فتصطدم بها وتبطئها لتصبح قادرة على شطر نوى يورانيوم جديدة.

٥)

وجه المقارنة	الانشطار النووي	الاندماج النووي
الوقود النووي.	يورانيوم أو بلوتونيوم (U^{235} أو Pu^{239})	الهيدروجين في الشمس وبعض النجوم، والديتيريوم أو التريتيوم على الأرض
الطاقة الناتجة لكل نيوكليون.	كبيرة جدًّا.	أضعاف الطاقة الناتجة عن الانشطار النووي.
شروط حدوثة.	– توافر نيوترونات بطيئة. – توافر الحد الأدنى من كتلة الوقود النووي اللازمة لإدامة التفاعل المتسلسل.	– توافر درجة حرارة هائلة جدًّا. – توافر ضغط هائل جدًّا.

ورقة عمل (٨-٢)
تطبيقات التفاعلات النووية

١- احسب عدد المصابيح التي يمكن تشغيلها مدة عام كامل (٣٦٥يوم) عند تحوّل (٢) غ من الوقود النووي إلى طاقة، علمًا بأن قدرة المصباح الواحد (١٠٠) واط.

٢- تأمل الشكل (٨-١٤) في الكتاب، وأجب عن الآتي:

أ) ممَّ يتكوّن قلب المفاعل النووي؟

ب) تعدّ مادة الوقود النووي من المكوّنات الرئيسة في قلب المفاعل النووي.

(١) أعطِ مثالين على مادة الوقود النووي المستخدم.

(٢) كيف يتم تحضير مادة الوقود النووي في قلب المفاعل؟

٣- تعدّ قضبان التحكّم من العناصر الرئيسة في قلب المفاعل.

أ) أعطِ مثالًا على المادة التي تصنع منها قضبان التحكم.

ب) بِمَ تمتاز قضبان التحكم؟

جـ) ما وظيفة قضبان التحكم؟

د) حدّد مكان تواجدها في لب المفاعل.

٤- تعدّ المادة المهدئة من المكوّنات المهمة في قلب المفاعل النووي.

أ) بِمَ تمتاز المواد المهدئة؟

ب) أعطِ ثلاثة أمثلة على المواد المهدئة.

جـ) حدّد وظيفة المادة المهدئة.

د) كيف يتم تحضير المادة المهدئة لتقوم بوظيفتها؟

٥- يعدّ المبادل الحراري من الأجزاء المهمة في المفاعل النووي.

أ) حدّد مكان تواجده في المفاعل.

ب) ما المادة الموجودة في المبادل الحراري؟

جـ) ما وظيفة المبادل الحراري؟

٦- اذكر أمرين من الأمور التي يجب مراعاتها عند إنشاء المفاعلات النووية.

إجابة ورقة عمل (٨-٢)

١- ط = القدرة × الزمن

Δ ك س^{٢}= قدرة المصباح الواحد × عدد المصابيح × الزمن بالثواني

٢×١٠×$^{-٣}$ ٩×١٠^{١٦}= ١٠٠×ن× ٣٦٥×٢٤×٦٠×٦٠

ن=٥٧٠٠٠ مصباح

٢- أ) يتكوّن قلب المفاعل من (مادة الوقود النووي، قضبان التحكّم، المادة المهدئة)

- يورانيوم U^{235} او بلوتونيوم Pu^{239}

- تحضر في صورة أقراص توضع فوق بعضها داخل أنابيب طويلة مشكّلة ما يعرف بحزم الوقود النووي.

٣- أ) الكادميوم.

ب) لها قدرة كبيرة على امتصاص النيوترونات.

جـ) التحكّم في سرعة التفاعل النووي، بجعل عمليات الانشطار النووي ضمن المعدل المطلوب، لما لها من قدرة كبيرة على امتصاص النيوترونات.

د) يوجد في فتحات مخصصة بين حزم الوقود النووي، ويتم إدخال العدد المناسب منها بطريقة آلية.

٤- أ) تمتاز بأن لها أعدادًا كتلية صغيرة.

ب) الماء العادي، الماء الثقيل، الجرافيت.

جـ) تعمل على إبطاء النيوترونات السريعة جدًّا الناتجة من الانشطارات النووية؛ إذ عند اصطدامها بالمادة المهدئة تقل سرعتها لتصبح قادرة على إحداث الانشطارات النووية.

د) يتم تحضيرها لتكون في طريق النيوترونات السريعة الناتجة عن الانشطارات النووية، فتصطدم بها وتقل سرعتها إلى الحد المطلوب لإحداث الانشطارات النووية.

٥- أ) يوجد داخل الدرع الواقي وخارج قلب المفاعل.

ب) داخل المبادل يوجد ماء بارد.

جـ) يعمل على نقل الطاقة من داخل المفاعل إلى خارجه؛ لاستخدامها في الأغراض السلمية كتوليد الكهرباء.

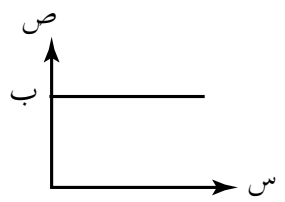
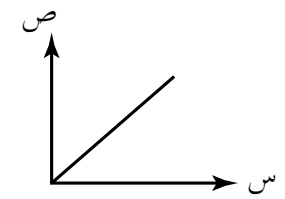
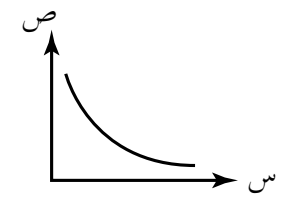
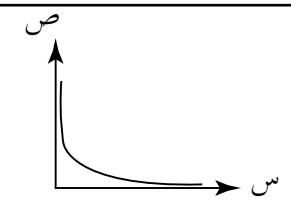
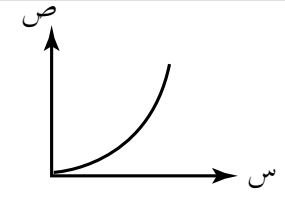
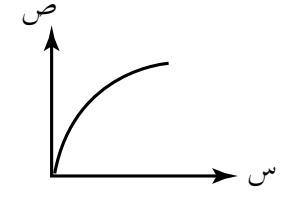
٦- أ) إنشاء المفاعل النووي في أماكن نائية بعيدة عن التجمعات السكانية، وقريبة من مصادر وافرة المياه.

ب) وجود هيئات دولية تعمل على: ١- ضبط عملية بناء المفاعلات النووية وتشغيلها. ٢- مراقبة سلامة تصريف نفايات المواد المشعة. ٣- فحص الحاويات المستخدمة في نقل الوقود النووي باستمرار.

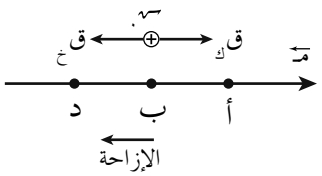
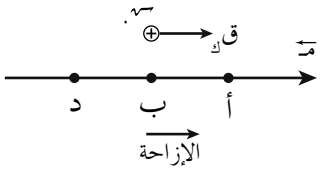
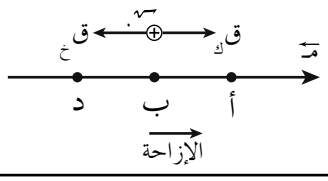
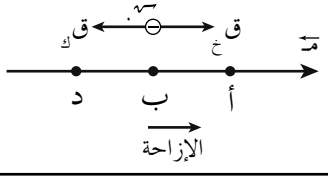
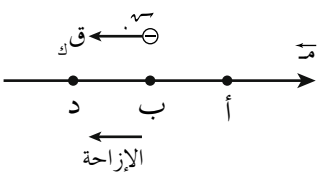
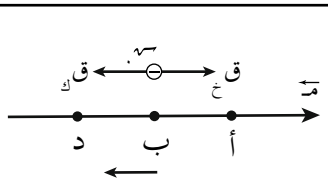
الملاحق

ملحق (١-١)
(Graph linearization)

يبيّن بالجدول الآتي العلاقات الرئيسة التي يمكن الحصول عليها، وكيف نحوّلها إلى خط مستقيم.

شكل المنحنى	كيفية الحصول على علاقة خطية	وصف العلاقة	المعادلة التي تصف العلاقة
	–	عند زيادة (س) يبقى (ص) ثابتًا.	ص= ب
	–	(ص) يتناسب طرديًّا مع (س).	ص= م س + ب
	تمثيل (ص) مع $\left(\frac{١}{س}\right)$	(ص) يتناسب عكسيًّا مع (س).	ص= م $\left(\frac{١}{س}\right)$ +ب
	تمثيل (ص) مع $\left(\frac{١}{س^{٢}}\right)$	(ص) يتناسب عكسيًّا مع ($س^{٢}$).	ص= م $\left(\frac{١}{س^{٢}}\right)$ +ب
	تمثيل (ص) مع ($س^{٢}$)	(ص) يتناسب طرديًّا مع ($س^{٢}$).	ص= م $س^{٢}$ +ب
	تمثيل (ص) مع ($\sqrt{س}$)	(ص) يتناسب طرديًّا مع جذر (س).	ص= م $\sqrt{س}$ + ب

ملحق (٢-١)

إشارة الشحنة المنقولة ($ش_{0}$)	وصف الحالة	القوى المؤثرة في الشحنة واتجاه الإزاحة	شغل القوة الكهربائية	شغل القوة الخارجية	Δ ط$_{و}$	Δ ط$_{ح}$
موجبة	نقل الشحنة من (ب) إلى (د) بسرعة ثابتة.		سالب	موجب	موجب	صفر
موجبة	انتقال الشحنة من السكون من (ب) إلى (أ) بتأثير القوة الكهربائية فقط.		موجب	صفر	سالب	موجب
موجبة	نقل الشحنة من (ب) إلى (أ) بسرعة ثابتة.		موجب	سالب	سالب	صفر
سالبة	نقل الشحنة من (ب) إلى (أ) بسرعة ثابتة.		سالب	موجب	موجب	صفر
سالبة	انتقال الشحنة من السكون من (ب) إلى (د) بتأثير القوة الكهربائية فقط.		موجب	صفر	سالب	موجب
سالبة	نقل الشحنة من (ب) إلى (د) بسرعة ثابتة.		موجب	سالب	سالب	صفر

المبحث: الفيزياء	**نموذج خطة فصلية**	**الوحدة الثانية: المغناطيسية**
الصف: الثاني عشر.	**الفصل الدراسي الثاني**	**الفصل الخامس: المجال المغناظيسي**

عدد الدروس: ٨ **عدد الصفحات: ١٢٤ – ١٦٥** **عدد الحصص: ١١** **الفترة الزمنية: / / ٢٠ إلى: / / ٢٠**

النتاجات	الموارد والتجهيزات (مصادر التعلم)	استراتيجيات التدريس	التقويم		أنشطة مرافقة	التأمل الذاتي عن الوحدة
			الاستراتيجيات	الأدوات		
– يوضّح المقصود بالمجال المغناطيسي، والمجال المغناطيسي المنتظم. – يقارن بين تأثير المجالين الكهربائي والمغناطيسي في الشحنات الكهربائية. – يستنتج العوامل التي تعتمد عليها القوة التي يؤثّر بها المجال المغناطيسي في شحنة نقطية متحرّكة فيه، وفي موصل يمر فيه تيار كهربائي، ويعبّر عن القوة المغناطيسية رياضيًا. – يتوصل بالتجربة إلى أثر المجال المغناطيسي في موصل يحمل تيارًا كهربائيًّا. – يستخدم قاعدة اليد اليمنى في تحديد اتجاه القوة المغناطيسية، والمجال المغناطيسي. – يذكر العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي (قانون بيو – سافار).	– اللوح والطباشير. – الكتاب المدرسي. – مواد الأنشطة.	– التدريس المباشر. – التفكير الناقد. – الاستقصاء. – التعلم التعاوني.	– الملاحظة المنظمة والتلقائية. – الورقة والقلم. – التواصل. – مراجعة الذات.	– أوراق عمل تقييمية. – اختبارات قصيرة. – سلم التقدير الرقمي. – سجل وصف سير التعلم. – قائمة رصد.	– ورقة عمل (٥–١). – نشاط (٥–١).	– أشعر بالرضا عن ..... – التحديات .....

النتاجات	الموارد والتجهيزات (مصادر التعلم)	استراتيجيات التدريس	التقويم		أنشطة مرافقة	التأمل الذاتي عن الوحدة
			الاستراتيجيات	الأدوات		
– يذكر العلاقات الرياضية للمجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي في كل من: موصل مستقيم طويل، وملف دائري، وملف لولبي. – يطبّق العلاقات الرياضية المتعلّقة بالقوة المغناطيسية والمجال المغناطيسي، في حل مسائل حسابية. – يتعرّف تطبيقات تكنولوجية لحركة الأجسام المشحونة، في مجالات مغناطيسية منتظمة. – يتوصّل إلى العلاقة الرياضية للقوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين، يمر فيهما تياران كهربائيان. – يذكر أنواع المواد المغناطيسية، ويقارن بينها.						– مقترحات التحسين ....

معلومات عامة عن الطلبة:

–

–

إعداد المعلمين / المعلمات:

توقيع منسق المبحث:

توقيع مدير المدرسة:

توقيع المشرف التربوي:

المبحث: الفيزياء
الفصل الخامس: المجال المغناطيسي

تحليل محتوى

الصف: الثاني عشر

الصفحات: (١٢٤ - ١٦٥)

المفردات	المفاهيم والمصطلحات	الحقائق والتعميمات والأفكار	المهارات	الأسئلة والأنشطة والتدريبات	الرسوم والأشكال	القيم والاتجاهات
– المجال المغناطيسي. – القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة نقطية متحركة في مجال مغناطيسي منتظم. – حركة جسيم مشحون في مجال مغناطيسي منتظم. – قوة لورنتز. – القوة المغناطيسية المؤثّرة في موصل يحمل تيارًا عندما يغمر في مجال مغناطيسي. – المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي. – القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين طويلين مستقيمين متوازيين يسري فيهما تياران كهربائيان. – المواد المغناطيسية.	– مجال مغناطيسي منتظم. – مجال مغناطيسي غير منتظم. – خط المجال المغناطيسي. – قوة لورنتز. – قانون بيوسافار. – قطب شمالي. – قطب جنوبي. – قوة مغناطيسية. – تسارع مركزي. – جهاز منتقي السرعات. – جهاز مطياف الكتلة. – ملف دائري. – ملف لولبي. – مواد فرومغناطيسية. – مواد بارامغناطيسية. – مواد دايا مغناطيسية.	– ينتج عن التيار الكهربائي مجال مغناطيسي. – تؤثّر القوة المغناطيسية بالشحنة المتحركة داخل المجال المغناطيسي باتجاه عمودي على خطوطه بقوة مركزية. – لا تبذل القوة المغناطيسية شغلًا في نقل الشحنة الكهربائية التي تتحرك داخله باتجاه عمودي على خطوط المجال المغناطيسي. – لا يمكن أن نجد مغناطيسًا بقطب مفرد.	– يجد القوة المغناطيسية المؤثّرة في شحنة متحرّكة في مجال مغناطيسي. – يجد المجال المغناطيسي الناشئ عن موصل يمر فيه تيار. – يجد القوة المغناطيسية المتبادلة بين موصلين متوازيين يمر بهما تيار.	– أسئلة البنود تفيد في التقويم البنائي. – أسئلة الفصل تفيد في التقويم الختامي. – أسئلة الوحدة تفيد في تنمية قدرات الطالب على ربط المفاهيم.	– الأشكال الواردة في الفصل الخامس جميعها.	– تقدير جهود العلماء. – تنمية مهارات التفكير العلمي. – احترام الرأي الآخر. – تنمية حب العمل الجماعي.

إجابات
أسئلة كتاب الطالب

الفصل الأول
المجال الكهربائي

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥
رمز الإجابة	جـ	د	ب	د	جـ

٢)

أ) الجسيم الموجب: تأثير القوة الكهربائية في الجسيم باتجاه المجال الكهربائي، أي نحو محور السينات الموجب.

الجسيم السالب: تأثير القوة الكهربائية في الجسيم بعكس اتجاه المجال الكهربائي، أي نحو محور السينات السالب.

ب) الجسيم الموجب: ستتناقص سرعته؛ لأن اتجاه القوة الكهربائية عكس اتجاه حركته عند دخول منطقة المجال الكهربائي.

الجسيم السالب: ستتزايد سرعته لأن اتجاه القوة الكهربائية مع اتجاه حركته عند دخول منطقة المجال الكهربائي.

٣)

أ) شحنة الجسيم (س) سالبة؛ لأن الجسيم اتزن، وبما أن الوزن عمودي باتجاه (−ص)، فلا بد من وجود قوة باتجاه (+ص) تساوي الوزن وتعاكس اتجاهه، وهذه القوة هي القوة الكهربائية وبما أنها بعكس اتجاه المجال فهذا يعني أن الشحنة سالبة.

شحنة الجسيم (ص) سالبة؛ لأنه تحرك باتجاه (+ص) وهذا يعني وجود قوة تؤثر فيه بهذا الاتجاه، وهذه القوة هي القوة الكهربائية، وبما أنها بعكس اتجاه المجال فهذا يعني أن الشحنة سالبة.

ب) العامل الذي يحدّد اتزان الجسيم (س) أو (ص) في منطقة المجال علاقة القوة الكهربائية بالوزن، ويعتمد مقدار القوة الكهربائية المؤثّرة في جسيم مشحون على مقدار المجال الكهربائي (وهو نفسه للجسيمين)، وعلى مقدار الشحنة، وفق العلاقة (ق = مـ ـــ).

وبما أن الجسيم (ص) تحرّك نحو الصادات الموجب؛ فهذا يعني أن القوة الكهربائية أكبر من الوزن، وهذا يعني أن شحنة (ص) أكبر من شحنة (س).

٤)

أ) $م_س = \frac{ق}{ش} = \frac{٨ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-٦}} = ٨ \times ١٠^{٣}$ نيوتن/كولوم باتجاه محور السينات الموجب.

ب) النقطة س : $م_س = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{ف_س^{٢}}$ ١

النقطة ص : $م_ص = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{ف_ص^{٢}}$ ٢

بقسمة المعادلتين ١ و٢ نحصل على :

$$\frac{م_س}{م_ص} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{ف^{٢}} \times \frac{٤ ف^{٢}}{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}$$

$م_ص = \frac{م_س}{٤} = \frac{٨ \times ١٠^{٣}}{٤} = ٢ \times ١٠^{٣}$ نيوتن / كولوم باتجاه المحور السيني الموجب

$ق = م_ص \times ش$

$= ٢ \times ١٠^{٣} \times ١ \times ١٠^{-٦}$

$= ٢ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن باتجاه المحور السيني السالب

٥)

$م_١ = م_٢$

$$\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_١}{(٣٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش_٢}{(٦٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}}$$

$$\frac{٦ \times ١٠^{-٦}}{٩٠٠ \times ١٠^{-٤}} = \frac{ش_٢}{٣٦٠٠ \times ١٠^{-٤}}$$

$ش_٢ = \frac{٦ \times ٣٦ \times ١٠^{-٦}}{٩} \Leftarrow ش_٢ = ٢٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم وهي موجبة.

٦) بما أن المجال الكهربائي المحصّل عند النقطة (س) اتجاهه نحو النقطة (ع) فهذا يتطلّب أن يكون أحد المجالين المتولّدين في النقطة (س) باتجاه المحور السيني الموجب، وبما أن($ش_١$) سالبة فإن اتجاه المجال المتولّد عنها عند النقطة (س) يكون باتجاه المحور السيني السالب.

$م = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ش}{ف^{٢}}$

$م_١ = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(٠,١)^{٢}} = ١٨ \times ١٠^{٥}$ نيوتن / كولوم باتجاه المحور السيني السالب.

$م_{المحصلة} = م_٢ - م_١$

٥٤×١٠^{٥} = مـ$_{٢}$ − ١٨×١٠^{٥}

مـ$_{٢}$ = ٧٢×١٠^{٥} نيوتن / كولوم

مـ$_{٢}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ـــ}}{\text{ف}^{٢}}$

٧٢×١٠^{٥} = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ـــ}^{٢}}{(٠,١)^{٢}}$

ـــ$_{٢}$ = ٨×١٠^{-٦} كولوم

يجب أن يكون اتجاه المجال المتولّد عن الشحنة (ـــ$_{٢}$) نحو المحور السيني الموجب، ما يدل على أن (ـــ$_{٢}$) سالبة.

٧)

ت = $\frac{\text{مـ ـــ}}{\text{ك}} = \frac{١ \times ١٠^{٣} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩ \times ١٠^{-٣١}} = \frac{١٦}{٩} \times ١٠^{١٤}$ م/ث^{٢} ، نحو (−س)

ملاحظة: يمكن تقريب (ك$_{e}$) لتصبح (٩×١٠^{-٣١} كغ) لتسهيل الحل.

ع^{٢} = ع$_{٠}^{٢}$ + ٢ ت Δس

$٠ = (\frac{٨}{٣} \times ١٠^{٦})^{٢} + ٢ \times \frac{-١٦}{٩} \times ١٠^{١٤} \times$ Δس

$\frac{٦٤}{٩} \times ١٠^{١٢} = \frac{٣٢}{٩} \times ١٠^{١٤} \times$ Δس

$\frac{٦٤}{٣٢} \times ١٠^{-٢}$ = Δس ⇐ Δس = ٢×١٠^{-٢} م = ٠,٠٢ م

٨)

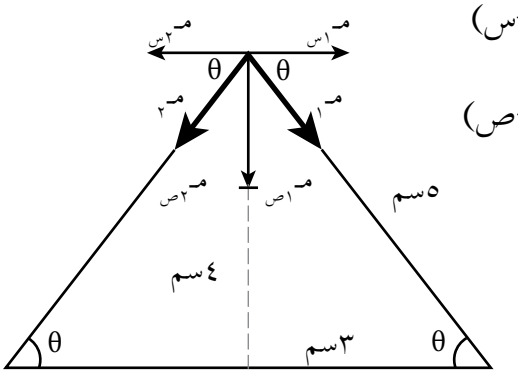
مـ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times \text{ـــ}}{\text{ف}^{٢}}$

مـ$_{١}$ = مـ$_{٢}$ = $\frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٥ \times ١٠^{-٦}}{٢٥ \times ١٠^{-٤}}$

= $\frac{٩}{٥} \times ١٠^{٧}$ نيوتن / كولوم

نحلّل (مـ$_{١}$): مـ$_{١س}$ = مـ$_{١}$ جتا θ = $\frac{٩}{٥} \times ١٠^{٧} \times \frac{٣}{٥}$ نحو (+س)

مـ$_{١ص}$ = مـ$_{١}$ جا θ = $\frac{٩}{٥} \times ١٠^{٧} \times \frac{٤}{٥}$ نحو (−ص)



نحلّل (مـ٢): مـ٢س = مـ٢ جتا θ = $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ × $\frac{٣}{٥}$ نحو (–س)

مـ٢ص = مـ٢ جا θ = $\frac{٩}{٥}$ × ١٠^٧ × $\frac{٤}{٥}$ نحو (–ص)

مـس = مـ١س – مـ٢س

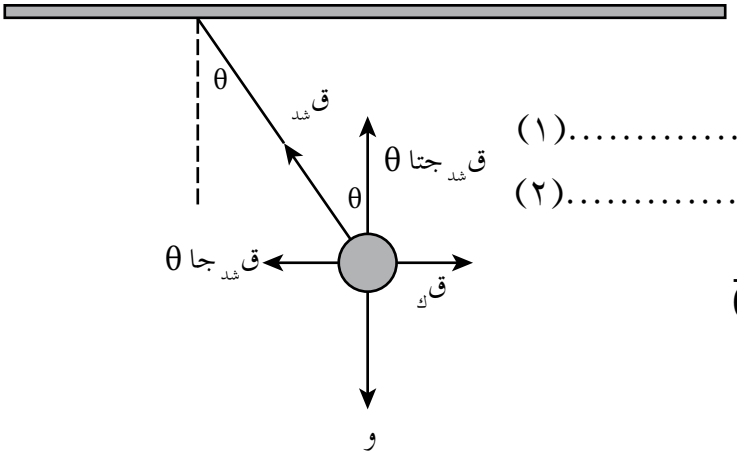
= صفر

مـح = مـص = مـ١ص + مـ٢ص

= ٢ × $\frac{٣٦}{٢٥}$ × ١٠^٧

= $\frac{٧٢}{٢٥}$ × ١٠^٧ نيوتن / كولوم، نحو (–ص)

٩) بما أن الكرة متزنة؛ فإن:



Σ ق س = صفر ⟸ ق ك = ق شد جا θ .....(١)

Σ ق ص = صفر ⟸ و = ق شد جتا θ .....(٢)

بقسمة المعادلتين $\frac{\text{ق ك}}{\text{و}}$ = $\frac{\text{ق شد جا θ}}{\text{ق شد جتا θ}}$

ق ك = و ظا θ

لكن ق ك = مـ ﺟ.

و ظا θ = مـ ﺟ.

مـ = $\frac{\text{و ظا θ}}{\text{ﺟ}}$

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤
رمز الإجابة	ب	أ	جـ	د

٢)

أ) من (ص) إلى (س)

ب) تقل.

جـ) $جـ_{ص} > جـ_{س} \Leftarrow جـ_{س} - جـ_{ص}$: سالب.

٣)

الرسم البياني الأول: $جـ = أ \frac{ش}{ف}$

$١٠٠ = ٩ \times ١٠^{٩} \times ٢٠ \times ١٠^{٢} \times ش_{أ}$

$ش_{أ} = \frac{٥}{٩} \times ١٠^{-١١}$ كولوم

الرسم البياني الثاني: $جـ = أ \frac{ش}{ف}$

$-٣٠ = ٩ \times ١٠^{٩} \times ٢٠ \times ١٠^{٢} \times ش_{ب}$

$ش_{ب} = \frac{-٣}{١٨} \times ١٠^{-١١}$ كولوم

٤)

$جـ_{س} = جـ_{١} + جـ_{٢} + جـ_{٣} + جـ_{٤}$

$= ٩ \times ١٠^{٩} (\frac{-٥ \times ١٠^{-٦}}{٨ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٥ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-٢}} + \frac{-٥ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-٢}} + \frac{٥ \times ١٠^{-٦}}{٤ \times ١٠^{-٢}})$

$جـ_{كلي} = \frac{٤٥}{٨} \times ١٠^{٥}$ فولت

٥)

أ) $ط_و = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ١ش \times ٢ش}{ف}$

$ط_و = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ش^{٢}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} = ٧٢ \times ١٠^{-٢}$

$٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ش^{٢} = ٧٢ \times ١٠^{-٢}$

$ش^{٢} = \frac{٧٢ \times ١٠^{-٣}}{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢} = ٤ \times ١٠^{-١٢}$

$ش = ٢ \times ١٠^{-٦}$ كولوم، بما أن طاقة وضع النظام موجبة؛ فإن الشحنتين لهما النوع نفسه.

وتكون الشحنة الثانية $٢ش = ٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

ب) $ش_{نقطة \leftarrow \infty} = -ش.(جـ_{\infty} - جـ_{نقطة})$، حيث $جـ_{نقطة} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٤ \times ١٠^{-٦}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} = ٣٦ \times ١٠^{٤}$ فولت

$ش = -٢ \times ١٠^{-٦} \times (٠ - ٣٦ \times ١٠^{٤})$

$= ٧٢ \times ١٠^{-٢}$ جول

٦)

أ) $مـ = \frac{\Delta جـ}{ف} = \frac{(٤٠٠-) - (٤٠٠)}{٢٥ \times ١٠^{-٣}} = \frac{٨٠٠}{٢٥} \times ١٠^{٣}$

$مـ = ٣٢ \times ١٠^{٣}$ فولت /م، باتجاه المحور السيني الموجب.

ب) $ق_ك = مـ ش = ٣٢ \times ١٠^{٣} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$ق = ٥١,٢ \times ١٠^{-١٦}$ نيوتن، باتجاه المحور السيني الموجب.

جـ) $ع = \sqrt{\frac{٢جـ ش.}{ك}}$

$ع = \sqrt{\frac{٢ \times ٨٠٠ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}}}$

$ع \cong ٣٩ \times ١٠^{٤}$ م/ث

٧)

أ) نفرض نقطة نسميها (س) تبعد عن (هـ) مسافة (٨) سم.

$جـ_{هـ د} = جـ_{هـ س} + جـ_{س د}$

$= مـ ف_{هـ س}$ جتا ١٨٠ + $مـ ف_{س د}$ جتا ٩٠

$= ١٠^{٣} \times ٨ \times ١٠^{-٢} \times -١ + ٠$

$= -٨٠$ فولت

ب) ش$_{ب\leftarrow هـ}$ = $-$ ـــ$_{هـ}$ (جـ$_{هـ}$ $-$ جـ$_{ب}$)

ش = -١×١٠^{-٦} (-٨٠)

= ٨×١٠^{-٥} جول

جـ$_{هـ ب}$ = جـ$_{هـ أ}$ + جـ$_{أ ب}$

= مـ ف$_{هـ أ}$ جتا ٩٠ + مـ ف$_{أ ب}$ جتا θ

= ٠ + $١٠^{٣}$ × ف$_{أ ب}$ × $\frac{-٨ \times ١٠^{-٢}}{\text{ف}_{أ ب}}$

= -٨٠ فولت

٨)

أ) جـ$_{أ ب}$ = مـ ف$_{أ ب}$ جتاθ

= $٦٠٠ \times ٥ \times ١٠^{-٢} \times ١$

= ٣٠ فولت

ب) جـ$_{ب د}$ = مـ ف$_{ب د}$ جتاθ

= $٦٠٠ \times ٥ \times ١٠^{-٢}$ × جتا ١٣٥

= ٣٠ × $-٠,٧$

= -٢١ فولت

جـ) جـ$_{أ د}$ = جـ$_{أ ب}$ + جـ$_{ب د}$

= $٣٠ + -٢١$ = ٩ فولت

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤
رمز الإجابة	جـ	أ	جـ	جـ

٢)

الشكل (أ) توازي؛ لأن كل مواسع موصول بصفيحتيه مباشرة مع البطارية.

الشكل (ب) توازي؛ لأن كل مواسع موصول بصفيحتيه مباشرة مع البطارية.

الشكل (جـ) توالي؛ لأن المواسع الأول تتصل إحدى صفيحتيه بالقطب السالب للبطارية، والمواسع الثاني تتصل إحدى صفيحتيه بالقطب الموجب، والصفائح المقابلة تشحن بالحث.

٣)

(س$_{٤}$ ، س$_{٥}$) على التوازي

س$_{توازي١}$ = ٣+٣=٦ ميكروفاراد

نحسب شحنة س$_{توازي١}$:

$\leftarrow$ $_{توازي١}$ = س$_{توازي١}$ × جـ$_{أد}$

= ٦×١٠$^{-٦}$×٦= ٣٦×١٠$^{-٦}$ كولوم، وهي الشحنة الكلية.

(س$_{١}$ ، س$_{٢}$ ، س$_{٣}$) على التوازي:

س$_{توازي٢}$ = س$_{١}$ + س$_{٢}$ + س$_{٣}$

=٣+٣+٣ = ٩ ميكروفاراد

(س$_{توازي١}$ ، س$_{توازي٢}$) على التوالي:

$\frac{١}{س_{م}} = \frac{١}{٩} + \frac{١}{٦}$ $\Leftarrow$ س$_{م}$ = ٣,٦ ميكروفاراد

ومنها جـ$_{هـد}$ = $\frac{٣٦ \times ١٠^{-٦}}{٣,٦ \times ١٠^{-٦}}$ = ١٠ فولت

٤)

$س_{توازي} = س_{١} + س_{٢} = ٢٥ + ٥ = ٣٠$ ميكروفاراد

إذا وصلا على التوالي:

$$\frac{١}{س_{توالي}} = \frac{١}{٢٥} + \frac{١}{٥} = \frac{٦}{٢٥} \Leftarrow س_{توالي} = \frac{٢٥}{٦}$$ ميكروفاراد

$ط_{توازي} = ط_{توالي}$

$$\frac{١}{٢} س_{توازي} جـ^{٢}_{١} = \frac{١}{٢} س_{توالي} جـ^{٢}_{٢}$$

$$٣٠ \times ١٠٠^{٢} = \frac{٢٥}{٦} جـ^{٢} \Leftarrow جـ = \frac{٦}{\sqrt{٥}} \times ١٠^{٢} \cong ٢٦٨$$ فولت

٥)

$$ف_{٢} = ٢ف_{١} \Leftarrow س_{٢} = ٢س_{١}$$

بما أن المواسعين يتصلان على التوالي $\Leftarrow ـــ_{٢} = ـــ_{١}$

$$ط_{١} = \frac{١}{٢} \frac{ـــ^{٢}}{س} \Leftarrow \frac{١}{٢} = ٦ \times ١٠^{-٣} \frac{ـــ^{٢}}{س_{١}}$$

$$ط_{٢} = \frac{١}{٢} \frac{ـــ^{٢}}{س_{٢}} = \frac{١}{٢} (\frac{١}{٢} \frac{ـــ^{٢}}{س_{١}}) = \frac{١}{٢} (ط_{١})$$

$$ط_{٢} = \frac{١}{٢} \times ٦ \times ١٠^{-٣} = ٣ \times ١٠^{-٣}$$ جول

٦)

أ) ($س_{٣}$ ، $س_{٢}$) على التوازي:

$س_{٣٢} = س + ٥س = ٦س$

($س_{٣٢}$ ، $س_{١}$) على التوالي:

$$\frac{١}{س_{م}} = \frac{١}{٦س} + \frac{١}{٣س} \Leftarrow \frac{١}{س_{م}} = \frac{١}{٦س} + \frac{٢}{٦س}$$

$$\frac{١}{س_{م}} = \frac{٣}{٦س} \Leftarrow س_{م} = ٢س$$

ب) $ـــ_{١} = ـــ_{٣٢}$ شحنة الأول أكبر من شحنة الثاني، وأكبر من شحنة الثالث.

$س_{٣} > س_{٢}$ ولها الجهد نفسه؛ إذن، شحنة الثالث أكبر من الثاني.

$ـــ_{١} > ـــ_{٣} > ـــ_{٢}$

٧)

$س_{١} = \frac{٤٫٩}{ف}$ ، $س_{٢} = \frac{٤٫٩٢}{ف}$ ، $س_{٣} = \frac{٤٫٩}{٢ف}$

$س_{٢} > س_{١} > س_{٣}$

أكبر ميل للخط (هـ) ⇐ أكبر مواسع ($س_{٢}$).

ميل الخط (و) ⇐ المواسع ($س_{١}$).

ميل الخط (ل) ⇐ المواسع ($س_{٣}$).

٨)

$جـ = مـ ف$

$مـ = \frac{σ}{٤٫٩} = \frac{ـــ}{٤٫٩}$

$جـ = \frac{ـــ}{٤٫٩}$ ف

طريقة أخرى للحل:

$س = \frac{٤٫٩}{ف}$

$\frac{ـــ}{جـ} = \frac{٤٫٩}{ف}$

$جـ = \frac{ـــ}{٤٫٩}$ ف

٩)

أ) $ط = \frac{١}{٢}$ ـــ جـ

$ـــ_{م} \times ١٢ \Leftarrow \frac{١}{٢} = ١٤٤ \times ١٠^{-٦}$ ـــ$_{م} = ٢٤ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

ـــ$_{م}$ = ـــ$_{٣٢}$ = ـــ$_{١}$

$ط_{١} = \frac{١}{٢} \times \frac{ـــ_{٢}}{س}$

$ط_{١} = \frac{١}{٢} \times \frac{٢٤ \times ٢٤}{٣} \times ١٠^{-٦}$ كولوم

$ط_{١} = ٩٦ \times ١٠^{-٦}$ جول

ب) $س_{١} = \frac{ـــ_{١}}{جـ_{١}}$

$٣ \times ١٠^{-٦} = \frac{٢٤ \times ١٠^{-٦}}{جـ_{١}}$

$جـ_{١} = ٨$ فولت

$جـ_{٣٢} = ١٢ - ٨ = ٤$ فولت

$س_{٣٢} = \frac{ـــ_{٣٢}}{جـ_{٣٢}}$

$$س_{٣٢} = \frac{٢٤ \times ١٠^{-٦}}{٤}$$

$$س_{٣٢} = ٦ \times ١٠^{-٦} \text{ فاراد}$$

$$س_{٣٢} = ٦ = ٥ + س_{٢}$$

$$س_{٢} = ١ \text{ ميكروفاراد}$$

١٠)

(١)

المواسع	س	ـــ	جـ	ط
$س_{١}$	٥	٣٠	٦	٩٠
$س_{٢}$	١٠	١٨٠	١٨	١٦٢٠
$س_{٣}$	٢٥	١٥٠	٦	٤٥٠

$$س_{١} = \frac{ـــ_{١}}{جـ_{١}} \text{ ومنها:}$$

$$جـ_{١} = جـ_{٢} = \frac{٣٠ \times ١٠^{-٦}}{٥ \times ١٠^{-٦}} = ٦ \text{ فولت}$$

$$ط_{١} = \frac{١}{٢} ـــ جـ = \frac{١}{٢} \times ٣٠ \times ٦ = ٩٠ \text{ ميكروجول}$$

$$ـــ_{٣} = س_{٣} جـ_{٣}$$

$$= ٢٥ \times ٦ = ١٥٠ \text{ميكروكولوم}$$

$$ط_{٣} = \frac{١}{٢} ـــ_{٣} جـ_{٣}$$

$$= \frac{١}{٢} \times ١٥٠ \times ٦$$

$$= ٤٥٠ \text{ميكروجول}$$

$$ـــ_{٢} = ـــ_{١} + ـــ_{٣}$$

$$= ١٨٠ \text{ميكروكولوم}$$

$$جـ_{٢} = \frac{ـــ_{٢}}{س_{٢}} = \frac{١٨٠}{١٠} = ١٨ \text{فولت}$$

$$ط_{٢} = \frac{١}{٢} ـــ_{٢} جـ_{٢}$$

$$= \frac{١}{٢} \times ١٨٠ \times ١٨$$

$$= ١٦٢٠ \text{ ميكروجول}$$

(٢)

أ) جـ = ١٨ + ٦ = ٢٤ فولت

ب) $\frac{١}{س_م} = \frac{١}{٢٥+٥} + \frac{١}{١٠}$

$س_م = \frac{٣٠}{٤} = ٧,٥$ ميكروفاراد

جـ) $ش_{الكلية} = ١٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم

د) $ط = \frac{١}{٢} \times ش_{الكلية} \times$ جـ

$= \frac{١}{٢} \times ١٨٠ \times ١٠^{-٦} \times ٢٤$

$= ٢١٦٠ \times ١٠^{-٦}$ جول

الفصل الرابع
التيار الكهربائي ودارات التيار المباشر

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
رمز الإجابة	أ	جـ	د	ب	جـ	أ	ب

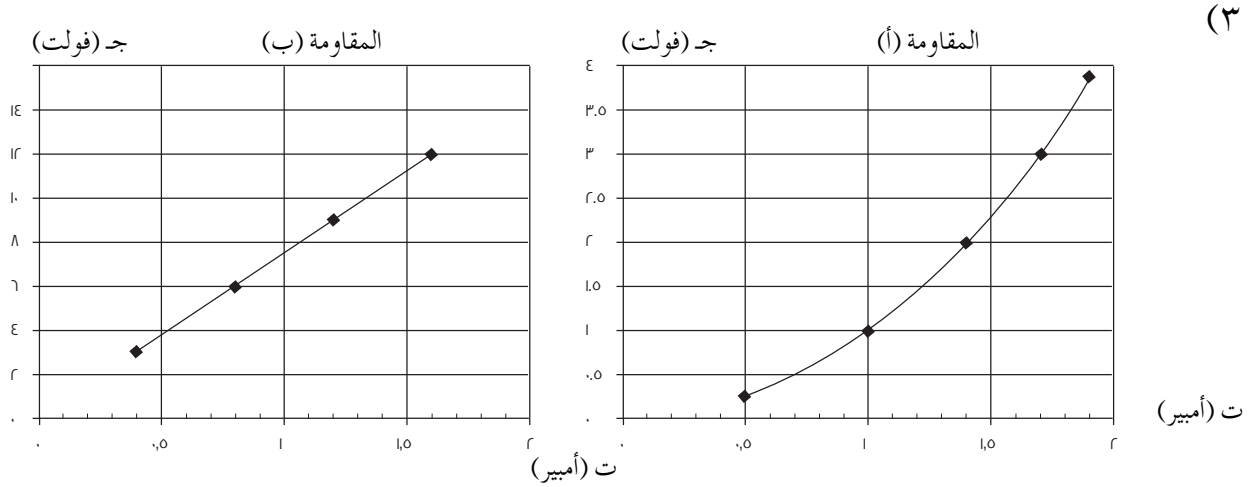
٢)

أ) وذلك بسبب زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات الحرة فيها. وعليه، زيادة فرصة تصادمها مع بعضها بعضًا بعض ومع ذرات الفلز.

ب) عند توصيل المقاومات على التوازي، يكون فرق الجهد بين طرفي المقاومات جميعها متساويًا، ووفق العلاقة (القدرة = $\frac{\text{جـ}^{٢}}{\text{م}}$)، تكون المقاومة الأقل مقدارًا هي الأكثر استهلاكًا للقدرة.

جـ) عند توصيل المقاومات على التوالي، يمر التيار نفسه في المقاومات جميعها، ووفق العلاقة (القدرة = ت^{٢} م)، تكون المقاومة الأكبر مقدارًا هي الأكثر استهلاكًا للقدرة.

٣)



يظهر من المنحنيين أن المقاومة (ب) تطيع قانون أوم؛ لأن العلاقة بين فرق الجهد والتيار خطية.

$$\text{م} = \frac{\Delta \text{جـ}}{\Delta \text{ت}} = \frac{٦ - ٣}{(٠,٨ - ٠,٤)} = ٧,٥ \text{ أوم}$$

٤) بما أن المصابيح متماثلة؛ فإن لها المقاومة (م) نفسها.

أ) نجد قراءة الأميتر والفولتميتر قبل احتراق فتيل المصباح (أ).

المصباحان (أ) و(ب) موصولان على التوازي ومقاومتهما المكافئة مَ= $\frac{م}{٢}$

(مَ) موصولة على التوالي مع المصباح (د)؛ فتكون المقاومة المكافئة لمقاومات الدارة:

$م_{مكافئة} = مَ + م = \frac{٣}{٢} م$

$ت_{الكلي} = \frac{٢ ق_د}{٣م}$

فيكون التيار المار في المصباح (ب) نصف التيار الكلي؛ أي أن (قراءة الأميتر= $\frac{ق_د}{٣م}$)

ويكون فرق الجهد بين طرفي المصباح (د) (قراءة الفولتميتر = ت م = $\frac{٢ ق_د}{٣}$)

ب) بعد احتراق فتيل المصباح (أ)، يبقى المصباحان (ب) و(د) يعملان في الدارة، فتصبح المقاومة المكافئة لهما $م_{مكافئة}$ = م+م=٢م

ويكون تيار الدارة ت= $\frac{ق_د}{٢م}$

تيار المصباح (ب) (قراءة الأميتر= ت = $\frac{ق_د}{٢م}$)

قراءة الأميتر بعد احتراق فتيل المصباح (أ)، أكبر من قراءته قبل احتراق فتيل المصباح (أ)

فرق الجهد بين طرفي المصباح (د) (قراءة الفولتميتر = ت م= $\frac{ق_د}{٢}$)

قراءة الفولتميتر بعد احتراق فتيل المصباح (أ)، أقل من قراءته قبل احتراق فتيل المصباح (أ)

٥)

أ) $جـ_{أب}$

$جـ_م$ – (٣+١)(١+٢)–٨–٣(٣)–$جـ_ب$=صفر

$جـ_{أب}$ – ١٢–٨–٩=صفر

$جـ_{أب}$=٢٩ فولت

ب) $جـ_ب$+$ق_د$+١ (٥+٥)–٣(٣+١)–$جـ_ب$=صفر ⟸ $ق_د$=٢فولت

٦)

أ) المقاومتان (١٠) Ω و(١٠) Ω موصولتان على التوالي ومكافئتهما =١٠+١٠=٢٠ Ω

المقاومتان (٢٠) Ω و(٦٠) Ω موصولتان على التوازي ومقاومتها المكافئة ($م_{مكافئة}$)

$$\frac{1}{م_{المكافئة}} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2}$$

$$\frac{1}{م_{المكافئة}} = \frac{1}{٦٠} + \frac{1}{٢٠}$$

$$\frac{1}{م_{المكافئة}} = \frac{٦٠}{٤} = ١٥\ \Omega$$

المقاومتان (١٥) Ω و(٢٠) Ω موصولتان على التوالي ومقاومتهما المكافئة= ٢٠+١٥=٣٥ Ω

ب) التيار الكهربائي المار في المقاومة (٢٠) Ω هو تيار الدارة (ت).

$$ت = \frac{ق_د}{(م_د + م_خ)} = \frac{١٢}{٣٦} = \frac{١}{٣}$$ أمبير

جـ) الهبوط في جهد البطارية= ت $م_د$ = $\frac{١}{٣}$ ×١= $\frac{١}{٣}$ فولت.

د) فرق الجهد بين طرفي المقاومة ٦٠ Ω = $ق_د$ − $ت_{كلي}$ ($م_د$ +٢٠)

$$= ١٢ - \frac{١}{٣}\ (١+٢٠)$$

$$= ١٢ - ٧ = ٥$$ فولت

هـ) لحساب القدرة المستهلكة في المقاومة (١٠) Ω؛ نحتاج إلى حساب التيار المار فيها ($ت_{فرع}$) كالآتي:

جـ = $ت_{فرع}$ × (١٠+١٠)

٥ = $ت_{فرع}$ ×٢٠ ⟸ $ت_{فرع}$ = $\frac{١}{٤}$ أمبير

القدرة المستهلكة في المقاومة ١٠Ω = $ت^2$×م

$$= \frac{١}{٤} \times \frac{١}{٤} \times ١٠$$

$$= \frac{١٠}{١٦}$$ واط

٧)

أ) بتطبيق قاعدة كيرشوف الأولى عند نقطة التفرع (أ):

$ت_1 = ت_2 + ت_3$

التيار الكهربائي في المقاومة (٨ Ω)= $ت_2$= ٣−١= ٢ أمبير

ب) لإيجاد ($م_1$) نطبّق قاعدة كيرشوف الثانية على المسار المغلق السفلي من النقطة (أ) إلى (أ) مع عقارب الساعة:

جـ$_{أ}$ − ١ × م$_{١}$ − ١٠ + ٢(٢ + ٨) = جـ$_{أ}$ (جـ$_{أأ}$ = ٠)

م$_{١}$ = ١٠ Ω

لإيجاد م$_{٢}$ نطبّق قاعدة كيرشوف الثانية على المسار المغلق العلوي من النقطة (أ) إلى (أ) مع عقارب الساعة:

جـ$_{أ}$ − ٢(٢ + ٨) + ١٠ − ٣(م$_{٢}$ + ١) + ٣٠ = جـ$_{أ}$ (جـ$_{أأ}$ = ٠)

م$_{٢}$ = $\frac{١٧}{٣}$ Ω

جـ) قراءة الفولتميتر = ق$_{د}$ − ت م$_{د}$

= ٣٠ − (١ × ٣) = ٢٧ فولت

٨)

أ) الدارة (أ)

المقاومتان (٤) Ω و(٦) Ω موصولتان على التوازي، ومقاومتهما المكافئة (م)، موصولة على التوالي مع (٢)Ω.

م = $\frac{٦ \times ٤}{(٦+٤)}$ = ٢,٤ Ω

م$_{مكافئة}$ = م + ٢ = ٢ + ٢,٤ = ٤,٤ Ω.

الدارة (ب)

المقاومتان (٣)Ω و(٩)Ω موصولتان على التوالي، ومقاومتهما المكافئة (مَ)، موصولة على التوازي مع (٤)Ω ومكافئتهما (م) موصولة على التوالي مع (١)Ω.

مَ = ٩ + ٣ = ١٢ Ω

م = $\frac{٤ \times ١٢}{(٤+١٢)}$ = ٣Ω

م$_{مكافئة}$ = م + ١ = ٣ + ١ = ٤Ω.

الدارة (جـ)

المقاومتان (٣٦)Ω ، (٢٤)Ω موصولتان على التوازي.

م$_{مكافئة}$ = $\frac{٢٤ \times ٣٦}{(٢٤+٣٦)}$ = ١٤,٤Ω

ب) تيار الدارة (أ) = $\frac{\Sigma\, ق_د}{\Sigma\, م}$

ت= $\frac{٢٢}{٤,٤}$ = ٥ أمبير

تيار الدارة (ب)= $\frac{٢٠}{٤}$ = ٥ أمبير

تيار الدارة (جـ)= $\frac{١٢}{٠,٦+١٤,٤}$ = ٠,٨أمبير

جـ) جـ $_{البطارية}$ = ق$_د$ − ت م$_د$

= ١٢−٠,٨× ٠,٦= ١١,٥٢ فولت جهد كل مقاومة.

القدرة = $\frac{جـ^٢}{م}$

قدرة ١= $\frac{^٢١١,٥٢}{٣٦}$ = ٣,٧ واط

قدرة ٢= $\frac{^٢١١,٥٢}{٢٤}$ = ٥,٥ واط

٩)

أ) عند غلق المفتاح (ح$_١$) فقط.

ت = $\frac{\Sigma\, ق_د}{\Sigma\, م_{خ} + م_د}$

ت= $\frac{١٢}{٥}$ =٢,٤ أمبير

ب) عند غلق المفتاحين (ح$_١$ وح$_٢$) معًا.

المقاومات (٦) و(٤) موصولتان معًا على التوازي ومقاومتهما المكافئة = $\frac{١}{م_{المكافئة}} = \frac{١}{م_١} + \frac{١}{م_٢}$

$\frac{١}{م_{المكافئة}} = \frac{١}{٦} + \frac{١}{٤}$ ⟸ م $_{مكافئة}$ = $\frac{١٢}{٥}$ = ٢,٤Ω

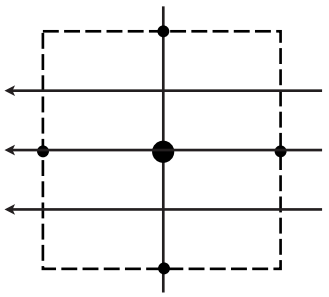
ت= $\frac{\Sigma\, ق_د}{\Sigma\, م_{خ} + م_د}$

ت= $\frac{١٢}{٣,٤}$ = $\frac{٦}{١,٧}$ أمبير

١)

أ) سطح تساوي الجهد: السطح الذي يكون الجهد عند نقاطه جميعها متساويًا ويساوي قيمة ثابتة.

ب)



جـ) مـ = $\frac{\Delta جـ}{ف} = \frac{١٢٠-١٤٠}{٠,١}$ = ٢٠٠ فولت/م.

٢)

أ) تكمن أهمية المواسع في قدرته على تخزين الطاقة الكهربائية.

ب) شحنة المواسع: ـــ = س×جـ

= ٢٠ × ١٠ × $^{-٦}$ × ٦٠٠٠ = ٠,١٢ كولوم

الطاقة المختزنة في المواسع = $\frac{١}{٢}$ س جـ^{٢}

= $\frac{١}{٢}$ × ٢٠ × ١٠ × $^{-٦}$ × ٦٠٠٠ × ٦٠٠٠

= ٣٦٠ جول

جـ) ت = $\frac{ـــ}{\Delta ز} = \frac{٠,١٢}{٢ \times ١٠^{-٣}}$ = ٦٠ أمبير

٣) أ) يهدف وجود الشبكة الموصلة للحماية من المجالات الخارجية.

ب) بسبب ظاهرة التفريغ الكهربائي؛ إذ يتولّد حول الموصلات ذات الجهد العالي مجال كهربائي قوي يعمل على تأيين جزيئات الهواء في تلك المنطقة، فيصبح الهواء موصلًا فيحدث تفريغ كهربائي للشحنات، وينشأ تيار كهربائي فيظهر توهج أو وميض لامع.

جـ) $م = \frac{ل \rho}{أ}$

$م = \frac{(٥٠ \times ^{-٨}١٠ \times ١,٧)}{^{-٦}١٠ \times ٢,٥} = ٣٤ \times ١٠^{-٢} \Omega$.

٤)

أ) يكون اتجاه المجال الكهربائي في الموصل من النقطة (أ) إلى النقطة (ب)، وكذلك يكون اتجاه التيار باتجاه المجال الكهربائي؛ أي من النقطة (أ) إلى النقطة (ب).

ب) شحنات سالبة.

جـ) $ت = ن_e أ ع$

$ع = \frac{ت}{ن_e أ}$

$= \frac{١٠}{(^{١٩-}١٠ \times ١,٦ \times ^{-٦}١٠ \times ٢ \times ^{٢٨}١٠ \times ٨,٥)}$

$ع = ٠,٣٧ \times ١٠^{-٣}$ م/ث

د) تؤدي مهمة أساسية في إدامة التيار الكهربائي في الدارة، فهي تبذل شغلًا على الشحنات الموجبة فتدفعها من قطبها السالب إلى الموجب داخلها، لتكمل مسارها عبر الأجزاء الأخرى من الدارة.

٥)

أ) $ت - ت_١ - ت_٢ =$ صفر

$٢ - ٠,٥ - ت_٢ = ٠ \Leftarrow ت_٢ = ١,٥$ أمبير.

ب) نفرض وجود نقطة مثل (أ) لتطبيق قاعدة كيرشوف الثانية عبر مسار مغلق، وهي نقطة تفرّع التيار، ونختار العروة على اليمين بعكس عقارب الساعة:

$جـ_أ - ت_٢ (٣+١) + ٤ + ت_١ (م) = جـ_أ$

$(-١,٥ \times ٤) + ٤ + (٠,٥ م) = ٠ \Leftarrow -٦ + ٤ = -٠,٥ م \Leftarrow م = ٤ \Omega$

جـ) $\rho = \frac{م \times أ}{ل}$

$= (\frac{^{-٧}١٠ \times ٧ \times ٤}{٠,٨})$

$= ٣٥ \times ١٠^{-٧} \Omega م٠$

٦)

أ) يتناسب عدد خطوط المجال الكهربائي طرديًّا مع الكثافة السطحية للشحنة.

ب)

(١) $مـ = \frac{جـ}{ف} = \frac{(٠-٢٠٠٠)}{٥٠ \times ١٠^{-٣}} = ٤ \times ١٠^{٤}$ فولت / م.

(٢) نلاحظ أن عدد خطوط المجال بين الصفيحتين (ص) (ع) ضعفا عددها بين الصفيحتين (س) (ص)؛ لذا، سيتضاعف المجال أي أن:

$مـ_{ص ع} = ٢ مـ_{س ص} = ٢ \times ٤ \times ١٠^{٤} = ٨ \times ١٠^{٤}$ فولت / م. نحو المحور السيني السالب.

(٣) $جـ_{ع} - جـ_{ص} = مـ ف$ جتا θ

$جـ_{ع} - ٠ = ٨ \times ١٠^{٤} \times ٥٠ \times ١٠^{-٣} \times ١$

$جـ_{ع} = ٤٠٠٠$ فولت.

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
رمز الإجابة	أ	ج	ج	د	ب	ج	ج

٢)

أ) الجسيم (ب) متعادل الشحنة.

ب) الجسيم (ج) سالب الشحنة.

جـ) نصف قطر الجسيم (أ) مماثل لنصف قطر الجسيم (ج)؛ ولأن لهما السرعة والشحنة نفسها، فهذا يعني أن لهما الكتلة نفسها.

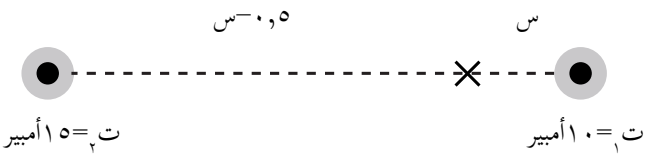
٣)

أ) نطبّق نظرية فيثاغورس، فتكون المسافة بين الموصلين: ٥٠سم = ٠,٥م.

وبما أن التيارين بالاتجاه نفسه؛ فإن نقطة انعدام المجال المغناطيسي تقع على الخط الواصل بينهما، وسنفرض أن بعدها عن التيار الأصغر ($ت_١$) هو (س)، فيكون بعدها عن التيار ($ت_٢$) هو (٠,٥ − س)، وبمساواة مقدار كل من المجالين الناتجين من تياري الموصلين؛ نجد أن:

$غ_١ = غ_٢$

$$\frac{\mu_٥ ت_١}{٢\pi ف_١} = \frac{\mu_٥ ت_٢}{٢\pi ف_٢}$$



$$\frac{١٠}{س} = \frac{١٥}{٠,٥ - س}$$

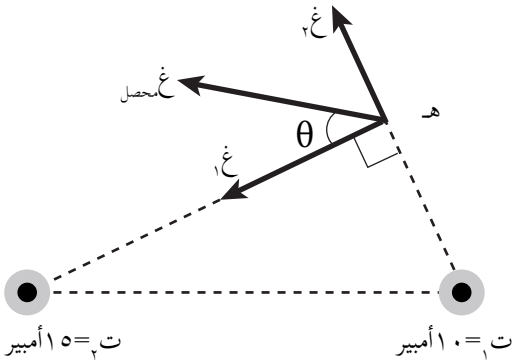
ومنه نجد أن: س = ٠,٢ م.

ينعدم المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة (٠,٢) م ، عن الموصل الأول، و (٠,٣) م، عن الموصل الثاني.

ب) يؤثّر عند النقطة (هـ) مجالان، ($غ_1$) الناشئ عن ($ت_1$)، و($غ_2$) الناشئ عن ($ت_2$).

$$غ_1 = \frac{\mu_0 ت_1}{2\pi ف_1} = \frac{\pi 4 \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 0{,}3} = \frac{2}{3} \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

$$غ_2 = \frac{\mu_0 ت_2}{2\pi ف_2} = \frac{\pi 4 \times 10^{-7} \times 15}{2\pi \times 0{,}4} = 0{,}75 \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$



واتجاه كل منهما باتجاه المماس عند النقطة (هـ) بعد تطبيق قاعدة اليد اليمنى كما في الشكل المجاور، وعليه، يكون المجال المغناطيسي المحصّل عند النقطة (هـ) حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين، وذلك بتطبيق نظرية فيثاغورس:

$$غ_{هـ\,(المحصل)} = \sqrt{غ_1^2 + غ_2^2} \cong 1 \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

اتجاه ($غ_{المحصل}$) يُحدّد بالزاوية (θ) التي يصنعها ($غ_{المحصل}$) مع اتجاه ($غ_1$):

$$\text{ظا}\theta = \frac{غ_2}{غ_1} = \frac{9}{8} = 1{,}125 \Leftarrow \theta = 48{,}4^\circ$$

٤) يؤثّر عند النقطة (م) مجالان مغناطيسيان، أحدهما ناشئ عن التيار المار في الملف الصغير ($غ_1$)، والآخر عن التيار المار في الملف الكبير ($غ_2$). ويكون عدد اللفات لكل منهما هو (٠,٥).

$$غ_1 = \frac{\mu_0 ت ن}{2 نق_1} = \frac{\pi 4 \times 10^{-7} \times ت \times 0{,}5}{2 \times 1 \times 10^{-2}} = \pi ت \times 10^{-5} \text{ تسلا ، نحو (+ز)}$$

$$غ_2 = \frac{\mu_0 ت ن}{2 نق_2} = \frac{\pi 4 \times 10^{-7} \times ت \times 0{,}5}{2 \times 3 \times 10^{-2}} = \frac{\pi}{3} \times ت \times 10^{-5} \text{ تسلا ، نحو (−ز)}$$

يكون المجال المغناطيسي المحصّل عند النقطة (م) ، هو حاصل طرح المجالين:

$غ_{المحصل} = غ_1 - غ_2$ ، ($غ_1 > غ_2$)

$\frac{88}{7} \times 10^{-5} = \pi ت \times 10^{-5} - \frac{\pi}{3} \times ت \times 10^{-5}$ ، وبتعويض قيمة ($\pi = \frac{22}{7}$)، فإن:

$$\frac{88}{7} = \frac{22}{7} ت - \frac{22}{3 \times 7} \times ت$$

ت = ٦ أمبير.

يكون اتجاه المجال المغناطيسي المحصّل باتجاه ($غ_1$)؛ أي نحو (+ز).

٥) كي ينعدم المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري، يجب أن يتساوى المجالان في المقدار، ويتعاكسا في الاتجاه.

$$غ_{١} = غ_{٢}$$

$$\frac{\mu_{٥} ت_{١}}{\pi ٢ ف} = \frac{\mu_{٥} ت_{٢} ن_{٢}}{٢ نق_{٢}}$$

$$\frac{\pi ٨}{\pi \times ١٠} = \frac{٢ \times ١}{نق}$$

$$٤ نق = ١٠$$

$$نق = ٢,٥ \text{ سم}$$

٦) بالنظر إلى مصادر المجال المغناطيسي عند النقطة (هـ)، فإن اتجاه المجال المغناطيسي المحصّل سيكون إما نحو (–ز) أو (+ز). وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى على الشحنة المتحرّكة داخل المجال المغناطيسي لحظة مرورها بالنقطة (هـ)، حيث نضع الإبهام باتجاه حركة الشحنة (–س)، وباطن الكف باتجاه القوة المغناطيسية (+ص)، فإن اتجاه الأصابع سيكون نحو (+ز)؛ ولأن الشحنة سالبة، سيكون اتجاه المجال المغناطيسي المحصل المؤثّر في الشحنة عند النقطة (هـ) نحو (–ز).

ولحسابه نستخدم العلاقة (٥–١):

$$ق_{غ} = ~ . ع غ_{المحصل} \text{ جا } \theta$$

$$١ \times ١٠^{-٣} = ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٥ \times ١٠^{٦} غ \text{ جا } ٩٠$$

$$(\theta = ٩٠^{\circ})$$

$$غ_{المحصل} = ١٠ \times ١٠^{-٥} \text{ تسلا، (–ز)}$$

يوجد عند النقطه (هـ) مجالان، أحدهما المجال المنتظم ($غ_{منتظم}$)، والآخر المجال المغناطيسي ($غ_{مستقيم}$) الناتج من التيار المار في الموصل المستقيم. وبمقارنة مقدار واتجاه المجال المغناطيسي المحصل لهذين المجالين، مع المجال المغناطيسي المعلوم وهو المنتظم، نجد أن المجال ($غ_{مستقيم}$) يجب أن يكون باتجاه المجال المغناطيسي المنتظم نفسه.

وعليه؛ فإن:

$$غ_{محصل} = غ_{منتظم} + غ_{مستقيم}$$

$$١٠ \times ١٠^{-٥} = ٨ \times ١٠^{-٥} + \frac{\mu_{٥} ت_{١}}{\pi ٢ ف}$$

$$٢ \times ١٠^{-٥} = \frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ت}{\pi ٢ \times ٤ \times ١٠^{-٢}}$$

$$ت = ٤ \text{ أمبير. نحو (+ص)}$$

٧)

ق = ك×ت

= ٢×١٠^-٧ ×٠,٩

ق= ١,٨×١٠^-٧ نيوتن باتجاه التسارع، (+ز)

ق_غ = ـــ ع غ جا θ (θ = ٩٠°)

١,٨×١٠^-٧ = ١×١٠^-١٢ ×٩×١٠^٦ غ

غ = ٢×١٠^-٢ تسلا ، نحو (+ص)

٨)

أ) ق_ك = مـ ـــ

= ٢×١٠^٣ × ١,٦×١٠^-١٩

= ٣,٢ × ١٠^-١٦ نيوتن، نحو (–ص).

ب) معنى أن البروتون لم ينحرف، أن القوى المؤثّرة فيه متزنة، فإذا كانت القوة الكهربائية المؤثّرة في البروتون نحو المحور الصادي السالب؛ فإن القوة المغناطيسية تكون نحو المحور الصادي الموجب؛ لذا، فإن اتجاه المجال المغناطيسي ووفق قاعدة اليد اليمنى سيكون نحو المحور الزيني الموجب ومقداره يحسب من العلاقة:

ق_ك = ق_غ

مـ ـــ = ـــ ع غ جا θ

٢×١٠^٣ = ١,٦×١٠^٤ ×غ×١

غ = $\frac{٢\times١٠^{٣}}{١,٦\times١٠^{٤}}$ = ٠,١٢٥ تسلا

جـ) عند حساب قوة (لورنتز)، نلاحظ أن الشحنة تضاعفت مرتين في كلا القوتين الكهربائية والمغناطيسية، والسرعة والمجالين الكهربائي والمغناطيسي لم يتغيّر أي منها؛ لذا، لن ينحرف جسيم ألفا عن مساره.

٩)

ق_ك = مـ ـــ

= ٥٠٠×٠,٤×١٠^-١٩

ق_ك = ٢ ×١٠^-٤ نيوتن، نحو (+س).

ق_غ = ـــ ع غ جا θ

= ٠,٤×١٠^-٦ ×١٠٠×٢جا٩٠

= ٠,٨×١٠^-٤ نيوتن، نحو (–س).

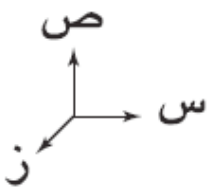
$ق_{(لورنتز)} = ق_{ك} - ق_{غ}$

$= ٢ \times ١٠^{-٤} - ٠,٨ \times ١٠^{-٤}$

$ق_{(لورنتز)} = ١,٢ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن، نحو (+س).

١٠)

أ) يؤثّر عند النقطة (د) مجالان مغناطيسيان، أحدهما المجال المنتظم اتجاهه (–ز)، والآخر المجال المغناطيسي الناشئ عن الموصل المستقيم الطويل، ولحسابه نستخدم العلاقة (٥–٧):



$$غ_{مستقيم} = \frac{\mu_{\circ} ت}{٢\pi ف}$$

$$غ_{مستقيم} = \frac{٢,٤ \times ١٠^{-٧} \times \pi ٤}{٢\pi \times ٤ \times ١٠^{-٢}}$$

$غ_{مستقيم} = ١,٢ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه (–ز).

$غ_{المحصل} = غ_{مستقيم} + غ_{منتظم} = ٢ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه (–ز).

ب) عندما يتحرّك البروتون نحو (+ز)؛ فإن اتجاه حركته يصنع زاوية مقدارها ١٨٠° مع اتجاه المجال المغناطيسي، وعندها ستنعدم القوة المغناطيسية المؤثّرة فيه ($ق_{غ} = ٠$).

$$\frac{ق_{غ}}{ل} = ت\ غ\ جا\theta$$

$= ٢,٤ \times ٠,٨ \times ١٠^{-٥}$ جا٩٠

$$\frac{ق_{غ}}{ل} = ١,٩٢ \times ١٠^{-٥}$$ نيوتن/م ، نحو (–س).

١١)

أ) $$\frac{ق_{متبادلة}}{ل} = \frac{\mu_{\circ} ت_{١} ت_{٢}}{٢\pi ف} = \frac{٠,٦ \times ١,٨ \times ١٠ \times \pi ٤ \times ١٠^{-٧}}{٨ \times \pi ٢ \times ١٠^{-٢}}$$

$$\frac{ق_{متبادلة}}{ل} = ٢,٧ \times ١٠^{-٦}$$ نيوتن/م (تنافر)

ب) $$غ_{١} = \frac{\mu_{\circ} ت}{٢\pi ف} = \frac{١,٨ \times ١٠ \times \pi ٤ \times ١٠^{-٧}}{٨ \times \pi ٢ \times ١٠^{-٢}}$$

$غ_{منتظم} = ٠,٨ \times ١٠^{-٥}$ تسلا نحو (–ز)

$غ_{محصل} = (٠,٤٥ + ٠,٨) \times ١٠^{-٥} = ١,٢٥ \times ١٠^{-٥}$ تسلا نحو (–ز).

جـ) $$\frac{ق_{غ}}{ل} = ت_{٢}\ غ_{محصل}\ جا\theta$$

$= ٠,٦ \times ١,٢٥ \times ١٠^{-٥}$ جا٩٠

$= ٠,٧٥ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن/م

الفصل السادس
الحث الكهرمغناطيسي

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦
رمز الإجابة	ب	ج	أ	ج	أ	ج

٢) تقل الطاقة إلى الربع؛ لأن الطاقة المغناطيسية المختزنة في المحث تتناسب طرديًّا مع مربع التيار.

٣) يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولّد في الحلقة مع اتجاه حركة عقارب الساعة، عند النظر إلى الحلقة من الأمام؛ فيكون اتجاه التيار نحو (–س) بسبب زيادة التدفّق المغناطيسي الذي يخترق الحلقة، ووفق قانون فارادي تتولّد قوة دافعة كهربائية حثية تولّد تيارًا حثيًّا، فينشأ عنه مجال مغناطيسي، ووفق قانون لنز يقاوم هذا التيار التدفّق المسبب له؛ فيكون اتجاه المجال الناشيء عن التيار بعكس اتجاه المجال المسبب له.

٤)

أ) س؛ لأن متجه المساحة موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي.

ب) ع، لأن متجه المساحة عموديًّا على اتجاه المجال المغناطيسي.

جـ) $\emptyset = غ \times أ \text{ جتا } \theta$

$\emptyset = ٠,٨ \times ٠,٦ \times ١٠^{-٤} \times \text{ جتا } ٣٧$

$\emptyset = ٠,٨ \times ٠,٦ \times ١٠^{-٤} \times ٠,٨$

$\emptyset = ٣,٨٤ \times ١٠^{-٥}$ ويبر

٥)

أ) $ق_د = ل ع غ = ٠,٥ \times ٠,٢ \times ٠,٨$

$ق_د = ٠,٠٨$ فولت.

ب) $ت = \frac{ق_د}{ل}$

$ت = \frac{٠,٠٨}{٢} = ٠,٠٤$ أمبير.

٦)

أ) الفترة (أ):

Δغ = ٠,٦ − ٠,٢ = ٠,٤ تسلا

$\Delta\emptyset = \Delta$غ × أ = ٠,٤ × ٤ × ١٠$^{-٢}$ = ١,٦ × ١٠$^{-٢}$ فولت

الفترة (ب):

$\Delta\emptyset$ = صفر؛ لأن Δغ = صفر (المجال ثابت لم يتغيّر).

ب) $قَ_د = \frac{-ن\Delta\emptyset}{\Delta ز}$

الفترة (أ):

$قَ_د = \frac{-٢٠٠ \times ١,٦ \times ١٠^{-٢}}{٢ \times ١٠^{-٣}}$

$قَ_د$ = − ١٦٠٠ فولت

الفترة (ب):

$قَ_د$ = صفر؛ لأن $\Delta\emptyset$ = صفر

٧) في أثناء سقوط المغناطيس نحو الملف، تتولّد في الملف قوة دافعة كهربائية حثية تولّد تيارًا كهربائيًّا حثيًّا ينشأ عنه مجال مغناطيسي في اتجاه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس، يعمل على إبطاء سرعة سقوط المغناطيس.

٨)

أ) $قَ_د = \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$

$قَ_د = \frac{-٢٠ \times (٧-٣)}{٠,٠٢}$

$قَ_د$ = − ٤٠٠٠ فولت

ب)

$$ط_{ح} = \frac{١}{٢} ح ت^{٢}$$

$$ط_{ح_{١}} = \frac{١}{٢} \times ٢٠ \times ٩ = ٩٠ \text{ جول}$$

$$ط_{ح_{٢}} = \frac{١}{٢} \times ٢٠ \times ٤٩ = ٤٩٠ \text{ جول}$$

$$\Delta ط_{ح} = ط_{ح_{٢}} - ط_{ح_{١}}$$

$$= ٤٩٠ - ٩٠ = ٤٠٠ \text{ جول}$$

جـ) $$ق_{د} = \frac{-ن \Delta Ø}{\Delta ز}$$

$$\frac{-١٠٠٠ \times \Delta Ø}{٠,٠٢} = -٤٠٠٠$$

$$\Delta Ø = \frac{٠,٠٢ \times ٤٠٠}{١٠٠٠} = ٠,٠٨ \text{ ويبر}$$

٩)

أ) $$Ø = غ أ جتا \theta$$

$$Ø = ٢٠ \times ٠,٨ \times ١٠^{-٤} \times ١ = ١٦ \times ١٠^{-٤} \text{ ويبر}$$

ب) $$ق_{د} = \frac{-ن \Delta Ø}{\Delta ز}$$

$$ق_{د} = \frac{-٢٠٠ \times (\text{صفر} - ١٦ \times ١٠^{-٤})}{٠,٠٢} = ١٦ \text{ فولت.}$$

١)

أولًا: أ) $غ_{لولبي} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{ل}$

$$= \frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٤٠ \times ١٠^{-٣} \times ٤٥٠}{٢٠ \times ١٠^{-٢}}$$

$$\simeq ١١٣ \times ١٠^{-٦} \text{ تسلا.}$$

ب) $\emptyset = غ^{٢}$ جتا θ

$$= ١١٣ \times ١٠^{-٦} \times ١٥٠ \times ١٠^{-٤} \text{ جتا } ٠$$

$$= ١٧٠ \times ١٠^{-٨} \text{ تسلا.م}^{٢}$$

$$ح = \frac{\mu_{\circ} ن^{٢} \ ٢}{ل}$$

$$= \frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times (٤٥٠)^{٢} \times ١٥٠ \times ١٠^{-٤}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}} \cong ٠,٠٢ \text{ هنري}$$

ثانيًا:

$$ط = \frac{١}{٢} ح \ ت^{٢}$$

$$\text{لكن } \left(ح = \frac{\mu_{\circ} ن^{٢} \ ٢}{ل} \right)$$

$$ط = \frac{\mu_{\circ} ن^{٢} ٢^{٢} \ ت^{٢}}{٢ل}$$

$$\text{لكن } \left(غ_{لولبي} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{ل} \right) \Leftarrow ن^{٢} \ ت^{٢} = \frac{غ^{٢} \ ل^{٢}}{\mu_{\circ}^{٢}}$$

$$ط = \frac{\mu_{\circ} غ^{٢} ٢^{٢} \ ل^{٢}}{٢ل \mu_{\circ}^{٢}}$$

$$ط = \frac{غ^{٢} ٢^{٢} \ ل}{\mu_{\circ} ٢}$$

٢)

أ) $غ_{لولبي} = \frac{\mu_{0} ت ن}{ل}$

$= \frac{٤\pi \times ١٠^{-٧} \times ٣ \times ١٠٠}{٢٠ \times ١٠^{-٢}}$

$= ١,٨٨ \times ١٠^{-٣}$ تسلا. (–ز)

ب) $\Phi = غ$ أ جتا θ

$\Phi = ١,٨٨ \times ١٠^{-٣} \times ١ \times ١٠^{-٤}$ جتا٠

$= ١,٨٨ \times ١٠^{-٧}$ تسلا. م^{٢}

جـ) عندما ينعدم التيار الكهربائي، سينعدم المجال المغناطيسي المتولّد عنه، ما يؤدي إلى انعدام التدفّق المغناطيسي عبر الملف المربع ($\Phi_{٢} = ٠$):

$ق_{د} = -ن_{حلقة} \frac{\Delta \Phi_{مربع}}{\Delta ز}$

$= -١ \frac{(صفر - ١,٨٨ \times ١٠^{-٧})}{٣}$

$= ٦,٢٨ \times ١٠^{-٨}$ تسلا.

د) $تَ = \frac{|ق_{د}|}{م} = ٣,١٤ \times ١٠^{-٧}$ أمبير اتجاه دوران عقارب الساعة.

٣)

أ) بما أن المعدل الزمني للتيار داخل الملف اللولبي موجب؛ فهذا يعني أن التدفّق المغناطيسي عبر حلقة الألمنيوم يزداد، ووفق قاعدة لنز، سيتولّد في الحلقة تيار حثي باتجاه معاكس لاتجاه التيار في الملف اللولبي يعمل على مقاومة هذه الزيادة في التدفّق.

القوة الدافعة الحثية المتولّدة في حلقة الألمنيوم ناتجة عن تغير التيار الكهربائي في الملف، وتحسب من العلاقة:

$ق_{د} = -ن_{حلقة} \frac{\Delta \Phi_{لولبي}}{\Delta ز}$

$= \frac{\frac{١}{٢} \Delta غ_{لولبي} \times أ \times \text{جتا } \theta}{\Delta ز}$ (جتا $\theta = ١$)

$$= \frac{\frac{١}{٢}\Delta غ_{\text{لولبي}} \times ٢}{\Delta ز}$$

$$= \frac{\frac{١}{٢}(\mu_{\circ}\Delta ت_{\text{لولبي}} \times ن_{\text{لولبي}}) \times ٢}{\Delta ز}$$

$$= \frac{١}{٢} \times ٤\pi \times ١٠ \times ١٠^{-٧} \times ن_{\text{لولبي}} \times \frac{\Delta ت_{\text{لولبي}}}{\Delta ز} \times ٩\pi \times ١٠ \times ١٠^{-٤}$$

$$= \frac{١}{٢} \times ٤\pi \times ١٠ \times ١٠^{-٧} \times ١٠ \times ٣٠٠ \times ٢٧٠ \times ٩\pi \times ١٠ \times ١٠^{-٤}$$

$= ٤,٨ \times ١٠ \times ١٠^{-٤}$ فولت

ويحسب متوسط التيار المتولّد في الحلقة من العلاقة: $تَ = \frac{|قَ_د|}{م} = \frac{٤,٨ \times ١٠ \times ١٠^{-٤}}{٠,٣ \times ١٠ \times ١٠^{-٣}} = ١,٦$ أمبير

ب) $غ_{\text{مركز حلقة}} = \frac{\mu_{\circ} ت ن}{٢ نق}$

$$= \frac{٤\pi \times ١٠ \times ١٠^{-٧} \times ١,٦ \times ١}{٢ \times ٣ \times ١٠ \times ١٠^{-٢}}$$

$= ٣,٣٥ \times ١٠ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو (–س).

٤)

أ)

$جـ_{\text{موصل}} = قَ_د = ع غ ل$

$= ٨ \times ٢,٥ \times ٣٥ \times ١٠ \times ١٠^{-٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٣}$

$جـ_{\text{موصل}} = ٧ \times ١٠ \times ١٠^{-٣}$ فولت.

جهد الموصل المستقيم يساوي جهد كل من المقاومتين؛ لأنهما متصلتان مع الموصل على التوازي.

ب)

$جـ_{م_١} = ت_١ \times م_١$

$ت_١ = \frac{جـ_{م_١}}{م_١}$

$ت_١ = ٣,٥$ أمبير

وبالطريقة نفسها:

$ت_{٢} = ١,٤$ أمبير

جـ) تحسب قدرة المقاومة من العلاقة الآتية:

$قدرة_{م_{١}} = ت_{١}^{٢} \times م_{١}$

$= (٣,٥)^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٣}$

$قدرة_{م_{١}} = ٢٤,٥ \times ١٠^{-٣}$ واط

وبالطريقة نفسها، نجد أن:

$قدرة_{م_{٢}} = ٩,٨ \times ١٠^{-٣}$ واط

٥) بما أن الموصل المستقيم (أب) متزن؛ فإن:

$ق_{غ} = و$

$ق_{غ} = ت \, ل \, غ \, جا \, \theta = ك$ جـ

$ت \times ١٠ \times$ جا $٩٠ = \frac{ك}{ل} \times ١٠$

$١٠ ت = \frac{٢٠ \times ١٠^{-٣}}{١٠^{-٢}} \times ١٠ \Leftarrow ت = ٢$ أمبير

بعد معرفة مقدار التيار، نطبق معادلة الدارة البسيطة، حيث:

$ت = \frac{\sum ق_{د}}{\sum م}$

$٢ = \frac{١٠ + ق_{د}}{١ + ٧}$

$ق_{د} = ٦$ فولت

١)

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦
رمز الإجابة	ب	أ	ج	ب	د	ب

٢)

أ) تشير إلى أنه يجب تزويد الإلكترون بطاقة؛ ليتحرّر من الذرة.

ب) يشير إلى رقم مستوى الطاقة (المدار)، الذي يمكن أن يوجد فيه الإلكترون.

جـ) لا؛ فقيم الطاقة المسموحة لذرة الهيدروجين مكمّاة، وتحسب من العلاقة ($ط_{ن} = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$).

٣)

أ) $ط_{فوتون} = هـ ت_{د} = \frac{هـ س}{\lambda}$

$= \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{٤٢٠ \times ١٠^{-٩}} = ٤,٧ \times ١٠^{-١٩}$ جول

$= \frac{٤,٧ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} \cong ٢,٩٤$ إلكترون فولت.

ب) $ط_{ح عظمى} = ط_{فوتون} - \Phi$

$= ٢,٩٤ - ٢,٨٧ = ٠,٠٧$ إلكترون فولت.

جـ) جهد القطع:

$جـ_{ق} = \frac{ط_{ح عظمى}}{e}$

$= \frac{٠,٠٧ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{-١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = -٠,٠٧$ فولت.

د) طول موجة العتبة للفلز.

$\Phi = \frac{هـ س}{\lambda_{٥}}$ ، $\frac{هـ س}{\Phi} =$

$\lambda_{٥} = \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{٢,٨٧ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٤,٣٣ \times ١٠^{-٧}$ م

$= ٤٣٣$ نم.

٤)

أ) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية:

$ط_{ح\ عظمى} = جـ_{ق} \backsim_{e}$

$= -٢,٩٢ \times -١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٤,٦٧ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

$= ٢,٩٢$ إلكترون فولت

ب) اقتران الشغل:

$\Phi = ط_{فوتون} - ط_{ح\ عظمى}$

$$= \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{٢٥٠ \times ١٠^{-٩}} - ٤,٦٧ \times ١٠^{-١٩}$$

$= ٣,٢٩ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٥)

أ) نحصل على أقل طول موجي في أي متسلسلة عندما ($ن_{ا} = \infty$)، ومن العلاقة:

$\frac{١}{\lambda} = R_H \left| \frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{ا}^{٢}} \right|$، $\frac{١}{ن^{٢}} = \frac{١}{٩}$ ، ن = ٣ متسلسلة باشن.

ب)

$ط_{فوتون} = | ط - ط_{ا} |$، $ط_{ا} = ٠$ ، $ط_{٣} = \frac{-١٣,٦}{٣^{٢}} = -١,٥١$ إلكترون فولت.

$ط_{فوتون} = | -١,٥١ | = ١,٥١$ إلكترون فولت

جـ) أكبر طول موجي في أي متسلسلة، هو طول موجة الخط الأول فيها، والخط الأول في متسلسلة باشن يكون عندما ن = ٤

$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{٣^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}} \right)$

$= ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \left(\frac{١}{٣^{٢}} - \frac{١}{٤^{٢}} \right) = ٥,٣ \times ١٠^{٥}$

$\lambda = ١,٩ \times ١٠^{-٦}$ م

٦)

أ) إذا زاد تردّد الضوء الساقط.

تيار الإشباع لا يتغيّر؛ لأن التردّد لا يؤثّر في عدد الإلكترونات المتحررة التي يعتمد عليها تيار الإشباع، بينما يؤثّر في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية التي تزداد بزيادة التردد، وحيث إن: $ط_{ح\ عظمى} = جـ_{ق} \backsim_{e}$ ، فإن القيمة المطلقة لجهد القطع تزداد.

ب) إذا زادت شدة الضوء الساقط:

يزداد عدد الفوتونات الساقطة في الثانية على وحدة المساحة من سطح الفلز، فيزداد تبعًا لذلك، عدد الإلكترونات الضوئية المتحررة؛ لذا، يزداد تيار الإشباع. أما جهد القطع فلا يتغيّر لأن شدة الضوء لا تؤثّر في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية التي يعتمد عليها جهد القطع.

جـ) إذا زاد الطول الموجي للضوء الساقط:

زيادة الطول الموجي يعني نقصان التردّد، وللأسباب المذكورة في الفرع (أ) فإن تيار الإشباع لا يتغيّر، بينما تقل القيمة المطلقة لجهد القطع.

٧)

أ) طول موجة الخط الطيفي الثاني في متسلسلة ليمان، عندما ن = ٣

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left(\frac{١}{١^٢} - \frac{١}{ن^٢}\right)$$

$$= ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \left(\frac{١}{١^٢} - \frac{١}{٣^٢}\right) = ٩,٧٥ \times ١٠^{٦}$$

$$\lambda = ١,٠٣ \times ١٠^{-٧} \text{ م}$$

ب) طول موجة الخط الطيفي الثالث في متسلسلة باشن، عندما ن = ٦

$$\frac{١}{\lambda} = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \left(\frac{١}{٣^٢} - \frac{١}{٦^٢}\right) = ٨,٣٣ \times ١٠^{٥}$$

$$\lambda = ١,٢ \times ١٠^{-٦} \text{ م}$$

جـ) أقصر طول موجي في متسلسلة بالمر، عندما ن = ∞

$$\frac{١}{\lambda} = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \left(\frac{١}{٢^٢} - ٠\right) = ٢,٧٤ \times ١٠^{٦}$$

$$\lambda = ٣,٦٥ \times ١٠^{-٧} \text{ م}$$

د) أكبر طول موجي في متسلسلة فوند، عندما ن = ٦

$$\frac{١}{\lambda} = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} \left(\frac{١}{٥^٢} - \frac{١}{٦^٢}\right) = ١,٢٢ \times ١٠^{٥}$$

$$\lambda = ٨,١٨ \times ١٠^{-٦} \text{ م}$$

٨)

أ) رقم المدار الموجود فيه الإلكترون:

$$\text{ك ع نق} = \frac{\text{ن هـ}}{\pi\ ٢} = ٢,١١ \times ١٠^{-٣٤}$$

$$\text{ن} = \frac{٢ \times ٣,١٤ \times ٢,١١ \times ١٠^{-٣٤}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}} = ٢$$

ب) نصف قطر المدار:

$$\text{نق}_{\text{ن}} = \text{نق}_{\text{ب}}\ \text{ن}^{٢}$$

$$= ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} \times ٢^{٢} = ٢,١٢ \times ١٠^{-١٠}\ \text{م}.$$

جـ) طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون في هذا المدار:

$$\lambda = \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}}\ ،\ \text{ومن الفرع (أ):}\ \frac{\text{هـ}}{\text{ك ع}} = \frac{٢\ \pi\ \text{نق}}{\text{ن}}$$

$$\lambda = \frac{٢ \times ٣,١٤ \times ٢,١٢ \times ١٠^{-١٠}}{٢} = ٦,٦٦ \times ١٠^{-١٠}\ \text{م}.$$

د) طاقة المستوى لذرة الهيدروجين، عندما يكون الإلكترون في هذا المدار:

$$\text{ط}_{\text{ن}} = \frac{-١٣,٦}{\text{ن}^{٢}}$$

$$= -\frac{-١٣,٦}{٢^{٢}} = -٣,٤\ \text{إلكترون فولت}.$$

٩)

أ) تفترض النظرية الجسيمية أن طاقة الضوء تتركّز في حزم منفصلة تسمّى فوتونات، وعند سقوط الضوء على سطح فلز؛ فإن كل فوتون يتفاعل مع إلكترون واحد فقط بحيث يمتص الإلكترون طاقة الفوتون كاملة، فالإلكترون يتحرّر إذا كانت طاقة الفوتون تساوي أو أكبر من اقتران الشغل للفلز، أي أن هـ ت$_{د}$ $\geq \Phi$، وبما أن (هـ) ثابت؛ فإنه يوجد تردّد أدنى للضوء يتمكّن من تحرير إلكترونات من سطح الفلز وهو ما يطلق عليه اسم تردّد العتبة للفلز. أما النظرية الموجية (الكلاسيكية) فهي تفترض أن الضوء سيل متصل من الطاقة التي تعتمد على شدته، وعند سقوط الضوء على سطح فلز؛ فإن إلكترونات السطح تمتص طاقة الضوء وتتحرّر بصرف النظر عن تردده.

ب) السلوك الموجي: الموجات المصاحبة لإلكترون ذرة الهيدروجين في أثناء دورانه حول النواة.
السلوك الجسيمي: تفاعل الإلكترون مع الفوتون في ظاهرة كومتون.

جـ) لا؛ فالفوتون الواحد يتفاعل مع إلكترون واحد فقط، وبما أن طاقة الفوتون الواحد أقل من اقتران الشغل للفلز؛ فلن يتحرّر الإلكترون مهما كان عدد الإلكترونات الساقطة.

١٠)

أ) $ط_{فوتون} = |ط - ط_{\circ}|$

$= |\frac{-١٣,٦}{٢^{٢}} - \frac{-١٣,٦}{٣^{٢}}| = ١,٨٩$ إلكترون فولت.

$= ١,٨٩ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٣,٠٢ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

$ط_{فوتون} = هـ ت_{د}$ ، $ت_{د} = \frac{ط_{فوتون}}{هـ}$

ب) $ت_{د} = \frac{٣,٠٢ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}} = ٤,٥٦ \times ١٠^{١٤}$ هيرتز.

جـ) $\lambda = \frac{س}{ت_{د}}$

$= \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٤,٥٦ \times ١٠^{١٤}} = ٦,٥٨ \times ١٠^{-٧}$ م.

١١)

أ) المستوى الذي انتقل منه الإلكترون:

$\frac{١}{\lambda} = R_H (\frac{١}{٢^{١}} - \frac{١}{ن^{٢}})$

$\frac{١}{١٠٢,٦ \times ١٠^{-٩}} = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} (١ - \frac{١}{ن^{٢}})$

$\frac{١}{ن^{٢}} \cong ٠,١١$ ، $ن = ٣$

ب) طاقة الفوتون المنبعث:

$ط_{فوتون} = |ط - ط_{\circ}|$

$= |\frac{-١٣,٦}{٢^{١}} - \frac{-١٣,٦}{٣^{٢}}| = ١٢,٠٩$ إلكترون فولت.

$= ١٢,٠٩ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ١,٩٣ \times ١٠^{-١٨}$ جول.

زخم الفوتون المنبعث:

$خ = \frac{هـ}{\lambda}$

$= \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{١٠٢,٦ \times ١٠^{-٩}} = ٦,٤٦ \times ١٠^{-٢٧}$ كغ٠م/ث

(١)

الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧
رمز الإجابة	ج	د	ب	د	ج	ب	د

(٢)

$^{27}_{13}Al^{*} \longrightarrow {}^{27}_{13}Al + \gamma$

$^{230}_{90}Th \longrightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$

$^{27}_{13}Al + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{28}_{13}Al^{*} \longrightarrow {}^{28}_{13}Al + \gamma$

$^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

$^{75}_{33}As \longrightarrow {}^{26}_{12}Mg + {}^{0}_{+1}e + \nu$

(٣)

أ) تحدّد أي النوى أكثر استقرارًا.

ب) التحكّم في سرعة التفاعل المتسلسل.

جـ) إدامة حدوث التفاعل المتسلسل.

د) تسريع الجسيم (القذيفة)، وإكسابها طاقة حركية كافية تمكّنها من اختراق النواة وإحداث التحولات النووية.

هـ) يتم توجيه أشعة غاما العالية التركيز المنبعثة من نظير الكوبالت المشع $^{60}_{27}Co$ نحو النسيج السرطاني في منطقة الورم، وقتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة.

و) الكشف عن وجود أو غياب الانسدادات في الأوعية الدموية.

(٤)

أ) تفقد بروتونين ونيوترونين؛ أي يقل عددها الذري بمقدار (٢)، كما يقل عددها الكتلي بمقدار(٤)، والمعادلة الآتية تبيّن ذلك: $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$

ب) عدد نيوتروناتها يقل بمقدار واحد نتيجة تحلّله، ويزداد تبعًا ؛ لذلك، عدد بروتوناتها بمقدار (١)؛ أي يزداد العدد الذري بمقدار (١) بينما يبقى العدد الكتلي ثابتًا، والمعادلة الآتية تبيّن ذلك: $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

٥)

أ) دقيقة أو جسيم ألفا ($_{2}^{4}He$).

ب) $_{9}^{18}F^{*}$

جـ) الهيدروجين $_{1}^{1}H$؛ لأن كتلته أقل ليتحقق مبدأ حفظ الزخم في هذا التفاعل.

د) مبدأ حفظ العدد الذري، ومبدأ حفظ العدد الكتلي، ومبدأ حفظ الزخم، ومبدأ حفظ (الطاقة–الكتلة).

٦)

أ) لنواة النيكل: $Z = ٢٨$ ، $N = ٦٠ - ٢٨ = ٣٢$

فرق الكتلة $\Delta ك = (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{النواة}$

$= (٢٨ \times ١,٠٠٧٣ + ٣٢ \times ١,٠٠٨٧) - ٥٩,٩٣٠٨$

$= (٢٨,٢٠٤٤ + ٣٢,٢٧٨٤) - ٥٩,٩٣٠٨$

$= ٦٠,٤٨٢٨ - ٥٩,٩٣٠٨$

$= ٠,٥٥٢$ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

$= ٠,٥٥٢ \times ٩٣١,٥$

$= ٥١٤,١٩$ مليون إلكترون فولت.

ب) $ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

$= ٠,٠٦٢٨ \times ٩٣١,٥$

$= ٥٨,٤٩٨$ مليون إلكترون فولت.

$$\text{طاقة الربط النووية لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الربط}}{\text{العدد الكتلي}}$$

$$= \frac{٥٨,٤٩٨}{٨}$$

$= ٧,٣١$ مليون إلكترون فولت/نيوكليون.

٧)

	دقائق ألفا	دقائق بيتا	أشعة غاما
الطبيعة	جسيمات	جسيمات	أشعة كهرمغناطيسية (فوتونات).
الشحنة	موجبة	إما سالبة (الإلكترون). أو موجبة (البوزيترون).	لا شحنة لها.
الكتلة	كبيرة	تساوي كتلة الإلكترون وأقل من كتلة ألفا.	لا كتلة لها.
القدرة على النفاذ	قليلة	كبيرة	كبيرة جدًّا.
السرعة	قليلة	عالية	تساوي سرعة الضوء.
القدرة على التأيين	كبيرة نسبيًّا	متوسطة	منخفضة جدًّا.

٨)

النواة التي تكون طاقة الربط لكل نيوكليون لها أكبر، تكون أكثر استقرارًا.

لنواة الأكسجين: Z = ٨ ، N = ١٦−٨ = ٨

$\Delta ك = (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{النواة}$

$= (٨ \times ١,٠٠٧٣ + ٨ \times ١,٠٠٨٧) - ١٥,٩٩٤٩$

$= (٨,٠٥٨٤ + ٨,٠٦٩٦) - ١٥,٩٩٤٩$

$= ١٦,١٢٨ - ١٥,٩٩٤٩$

$= ٠,١٣٣١$ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

$= ٠,١٣٣١ \times ٩٣١,٥$

= ١٢٣,٩٨ مليون إلكترون فولت.

$$\text{طاقة الربط لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الربط}}{\text{العدد الكتلي}}$$

$$\text{طاقة الربط لكل نيوكليون} = \frac{١٢٣,٩٨}{١٦}$$

= ٧,٧٥ مليون إلكترون فولت / نيوكليون.

لنواة الفضة: Z = ٤٧، N = ١٠٧ − ٤٧ = ٦٠

$\Delta ك = (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{النواة}$

= (١,٠٠٨٧ × ٦٠ + ١,٠٠٧٣ × ٤٧) − ١٠٦,٩٠٥١

= (٦٠,٥٢٢ + ٤٧,٣٤٣١) − ١٠٦,٩٠٥١

= ١٠٧,٨٦٥١ − ١٠٦,٩٠٥١

= ٠,٩٦ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

= ٠,٩٦ × ٩٣١,٥

= ٨٩٤,٢٤ مليون إلكترون فولت.

$$\text{طاقة الربط لكل نيوكليون} = \frac{\text{طاقة الربط}}{\text{العدد الكتلي}}$$

$$\text{طاقة الربط لكل نيوكليون} = \frac{٨٩٤,٢٤}{١٠٧}$$

= ٨,٣٦ مليون إلكترون فولت / نيوكليون.

وعليه، تكون نواة الفضة أكثر استقرارًا من نواة الأكسجين.

٩) لنواة $^{235}_{92}U$: نستنتج بعد سلسلة الاضمحلالات المذكورة لليورانيوم أن النواة الناتجة: $^{223}_{88}X$

$$^{235}_{92}U \longrightarrow 3\ ^{4}_{2}He + 2\ ^{0}_{-1}e + ^{A}_{Z}X + 2\ \bar{\nu}$$

$A + ٣ \times ٤ + ٢ \times ٠ = ٢٣٥ \Leftarrow A = ٢٣٥ - ١٢ = ٢٢٣$

$Z + ٣ \times ٢ + ٢ \times -١ = ٩٢ \Leftarrow A = ٩٢ - ٤ = ٨٨$

١)

أ) المهبط: تنبعث منه إلكترونات عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية عليه.

المصعد: يجمّع الإلكترونات المنبعثة من المهبط.

ب) عند سقوط الأشعة ينشأ تيار كهربائي ناتج عن انتقال الإلكترونات الضوئية من المهبط إلى المصعد، وعند حدوث قطع في مسار الأشعة ينقطع التيار.

جـ) لا؛ لأن كل منهما يعمل على زيادة التيار الكهرضوئي

د) • أقل طاقة تلزم لتحرير إلكترونات من سطح الفلز من دون تزويده بطاقة حركية

• هـ ت$_{د}$ = ط$_{ح عظمى}$ + Φ

= ٣ + ٢ = ٥ إلكترون فولت

ت$_{د}$ = $\frac{٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}$ = ١,٢١ × ١٠^{١٥} هيرتز

٢)

أ) لأن الطاقة مكمّاة، فالطاقة التي يمكن أن يمتصها أو يشعها، هي التي تعمل على نقله من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة آخر فقط.

ب) أقل طاقة يشعها عندما ينتقل من المستوى (ن = ٣) إلى المستوى (ن = ٢)، أي أن:

ط = | ط$_{٢}$ – ط$_{٣}$ |

= | –٣,٤ – (–١,٥١) | = ١,٨٩ إلكترون فولت

أكبر طاقة يشعها عندما ينتقل من المستوى (ن = ٣) إلى المستوى (ن = ١)، أي أن:

ط = | ط$_{١}$ – ط$_{٣}$ |

= | –١٣,٦ – (–١,٥١) | = ١٢,٠٩ إلكترون فولت.

جـ) نق$_{ن}$ = نق$_{ب}$ ن^{٢}

نق$_{٣}$ = ٥,٢٩ × ١٠$^{-١١}$ × ٣^{٢} = ٤,٧٦ × ١٠$^{-١٠}$ م

د)

- $خ_{زاوي} = \frac{ن هـ}{\pi ٢}$

$$= \frac{٣ \times ٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{٢ \times ٣,١٤} = ٣,١٦ \times ١٠^{-٣٤} \text{ كغ م}^{٢}/\text{ث}$$

- $خ = ك\ ع = \frac{خ_{زاوي}}{نق}$

$$= \frac{٣,١٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٤,٧٦ \times ١٠^{-١٠}} = ٦,٦٤ \times ١٠^{-٢٥} \text{ كغ م/ث}$$

- $ع = \frac{خ_{خطي}}{ك}$

$$= \frac{٦,٦٤ \times ١٠^{-٢٥}}{٩,١١ \times ١٠^{-٣١}} = ٧,٢٩ \times ١٠^{\circ} \text{ م/ث}$$

- $\lambda = \frac{هـ}{خ_{خطي}}$

$$= \frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}{٦,٦٤ \times ١٠^{-٢٥}} = ١ \times ١٠^{-٩} \text{ م} = ١ \text{ نم}$$

٣)

أ) أي منهما يمكن أن يسلك سلوكًا موجيًّا أو سلوكًا جسيميًّا.

ب) يسلك الإشعاع كجسيم (فوتون)، عندما يتفاعل مع المادة (الإلكترون) كما في الظاهرة الكهرضوئية أو ظاهرة كومتون. وتسلك المادة (الإلكترونات) كموجة، عند نفاذها من رقيقة معدنية، حيث تشكّل نمطًا من الحيود.

٤)

أ) مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزوّد بها النواة لفصل مكوّناتها عن بعضها نهائيًا.

ب) $ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

$١٠٨ = \Delta ك \times ٩٣١,٥$

$\Delta ك = ٠,١١٥٩$ و.ك.ذ

لنواة النتروجين: $Z = ٧$، $N = ١٤ - ٧ = ٧$

$\Delta ك = (Z \times ك_{ب} + N \times ك_{ن}) - ك_{النواة}$

$٠,١١٥٩ = (٧ \times ١,٠٠٧٣ + ٧ \times ١,٠٠٨٧) - ك_{النواة}$

$٠,١١٥٩ = ١٤,١١٢ - ك_{النواة}$

$ك_{النواة} = ١٣,٩٩٦١$ و.ك.ذ

٥)

أ) ذرات للعنصر نفسه تتساوى أنويتها في العدد الذري، وتختلف في العدد الكتلي.

ب) $١ < ٣ < ٢$

٦)

أ) نكتب المعادلة النووية، ثم بتطبيق مبدأ حفظ العدد الكتلي ومبدأ حفظ العدد الذري؛ نجد المطلوب.

$$^{191}_{76}Os \longrightarrow {}^{191}_{77}Ir + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$

ب) الطاقة التي تبعثها نواة (Os)= ٠,١٤+٠,٠٤٢+٠,١٢٩= ٠,٣١١ مليون إلكترون فولت.

قائمة المراجع

أوّلًا: المراجع العربية

١- بول ج . هويت وزملاءه، **مفاهيم العلوم الفيزيائية**، ترجمة وزارة التعليم العالي، الرياض، ٢٠١٤م.

٢- بي. تي. ماثيوز، **مقدمة في ميكانيكا الكم**، ترجمة: أسامة زيد إبراهيم ناجي، الدار الدولية للنشر والتوزيع، القاهرة.

٣- سام تريمان، **من الذرة إلى الكوارك**، ترجمة: أحمد فؤاد باشا، عالم المعرفة، الكويت، ٢٠٠٦م.

٤- غازي القيسي، **أساسيات الفيزياء الحديثة**، (الطبعة الثانية)، دار المسيرة، عمان، ٢٠٠٩م.

٥- غازي ياسين القيسي، **الكهرباء والمغناطيسية**، دار الميسرة للنشر، عمان، ٢٠٠٤م.

٦- ف. بوش، **أساسيات الفيزياء**، (الطبعة الثامنة)، ترجمة: سعيد الجزيري ومحمد أمين سليمان، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، القاهرة، ٢٠٠٠م.

٧- مناف عبد حسن، **الفيزياء النووية**، دار صفاء، عمان، ٢٠٠٤م.

٨- وليد القادري، **موسوعة الفيزياء «الميكانيك والكهرباء»**، دار أسامة للنشر، عمان، ٢٠٠٤م.

ثانيًا: المراجع الأجنبية

1- Beiser, A., **Concepts of Modern Physics**, 6th ed., McGraw-Hill, 2003.
2- D. Giancoli, **Physics-Principles with Applications**, 6th ed., Prentice Hall, 2004.
3- D. Giancoli, **Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics**, 4th ed., Addison-Wesley, 2008.
4- Duncan, & Kennett, **Physics**, 3rd ed., Hodder Education, 2014.
5- Fishbane, Gaziorowicz, & others, **Physics for Scientists & Engineers with Modern Physics**, 3rd ed., Pearson, 2005.
6- H. Young, & R. Freedman, & others, Sears and Zemansky's University **Physics with Modern Physics**, 13th ed., Addison-Wesley, 2011.
7- Halliday, & Resnick, **Fundamentals of Physics Extended**, 8th ed., John Wiley & Sons, 2007.
8- Krane, Kenneth S., **Modern Physics**, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc, 2012.
9- **Physics Course Book** M part 1, SABIS Educational Services 2008
10- S. Woolley, **Edexcel IGCSE physics**. Revision guide, 1st ed., Pearson Education, 2011.
11- Serway & Faughn, **Physics**, Holt, Rinehart and Winston, 2006
12- Serway, & Jewett, **Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics**, 9th ed., Cengage Learning, 2013.
13- Serway, & Peichner, **Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics**,7th ed, Soounders College Publishing , 2008
14- Serway, & Vuille, **College Physics**, 10th ed., Cengage Learning, 2014.
15- Serway, R. & others, **Modern Physics**, 3rd ed., Thomson Learning, Inc, 2005.

بحمد الله تعالى