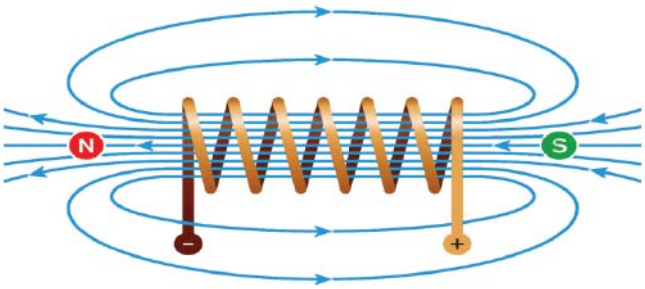
الأولى
في الفيزياء من الألف إلى الياء

05 المغناطيسية

المجال المغناطيسي



إعداد

أمجد دودين

المنهاج الجديد

لا تجعل التاريخ يصنعك .. بل اصنع تاريخك بنفسك

شكر لفريق الطباعة والتصميم في مكتبة عالم الرياضة (٠٧٨٥١٩٤٨٩٤)

المجال المغناطيسي

تجارب القوة

١. قوة مغناطيسية على جسيم مشحون

٢. قوة مغناطيسية على موصل مستقيم

٣. قوة مغناطيسية لموصلين متوازيين

٤. قوة كهرومغناطيسية (قوة لورنتز)

مصادر المجال

١. مجال مغناطيسي لموصل ما

٢. مجال مغناطيسي لموصل مستقيم

٣. مجال مغناطيسي لملف دائري

٤. مجال مغناطيسي لملف لولبي

AWA2EL LEARNING

أولا 1 المجال المغناطيسي (غ).. والمواد المغناطيسية

هل تعلم ما هو السبب بتسمية المغناطيس بهذا الاسم؟

يقال كان هناك رجلًا راعيًا للغنم بسيط وقليل العلم والمعرفة يرعى الغنم في منطقة مغنيسيا حيث اختلفت الأقاويل عن مكان هذه المنطقة فمنهم من يقول أنها في اليونان ومنهم من يقول أنها في تركيا ومنهم من يقول أنها مقاطعة في الصين. حيث كان الراعي يمشي ذات يوم وهو يتكأ على عصاه وكان قد وضع في نهايتها قطعة من الحديد كي لا تتهشم العصا من الأسفل فلاحظ وجود حجارة صغيرة سوداء تلتصق بالحديد أسفل العصا. فحمل هذه الحجارة الصغيرة ووضعها في إناء معدني وقلبه فلم تقع الحجارة، وتم بعد ذلك اكتشاف حجر المغناطيس الطبيعي وتم تسميته بالمغناطيس نسبة إلى تلك المنطقة، التي تربتها غنية بأوكسيد الحديد المغناطيسي.

وتم بعد ذلك تصنيع المغانط واستخدامها، حيث كان الاعتقاد السائد في الماضي ولمدة زمنية طويلة أن علم الكهرباء وعلم المغناطيس علمان منفصلان حتى اكتشف العالم أورستد الآثار المغناطيسية للتيار الكهربائي عام ١٨١٩م، وتم اكتشاف المغناطيس الكهربائي حيث اكتشف أن مرور تيار كهربائي في موصل يجعله قادرًا على جذب قطع الحديد ثم توالت اسهامات الكثير من العلماء في هذا المجال، حتى أصبحت المغانط في عصرنا الحالي تدخل في تركيب الأجهزة الكهربائية والإلكترونية. (هذه الفقرة ليست للحفظ وإنما مطالعة وثقافة زائدة)

سؤال (١) **للمغانط أهمية كبيرة في التكنولوجيا التي تقوم عليها حياة المجتمعات الحديثة. أجب عما يلي:**

١. **اذكر ثلاثة أشكال للمغانط (الطبيعية والصناعية).**

٢. **اذكر ثلاثة استخدامات في الحياة العملية للمغانط.**

الحل

١. أ) المغناطيس المستقيم

٢) المغناطيس حدوة الفرس

٣) المغناطيس الكهربائي

٢. أ) تستخدم المغانط الكهربائية في المحركات والمولدات الكهربائية.

ب) تستخدم المغانط في الطبقة التي تغطي الأقراص الممغنطة في الحاسوب.

ج) تستخدم في جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي لتصوير أجزاء مختلفة من الجسم كالدماغ وتشريحها لمعرفة حالتها الصحية.

سؤال (٢) تسمى المنطقة المحيطة بالمغانط (الطبيعية والصناعية) بالمجال المغناطيسي. أجب عما يلي:

١. وضح المقصود بالمجال المغناطيسي.

٢. ما هو الرمز العلمي للمجال المغناطيسي وما هي وحدة قياسه؟

الحل

١. **المجال المغناطيسي**: خاصية للحيز والمكان المحيط بالمغناطيس والذي يظهر أثره على شكل قوة مغناطيسية.

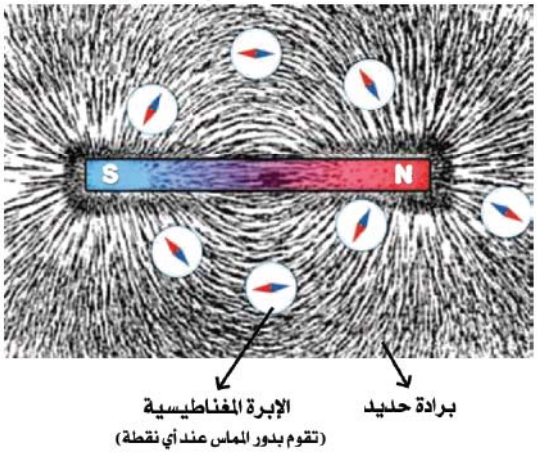
٢. يرمز للمجال المغناطيسي بالرمز (غ) وهو كمية متجهة حيث لكل مغناطيس قطبين أحدهما يسمى: قطب شمالي (N) والآخر يسمى قطب جنوبي (S). ويقاس المجال المغناطيسي في النظام العالمي للوحدات بوحدة "تسلا" نسبة للعالم نيكولا تسلا مخترع الثورة الصناعية في الكون (المحرك الكهربائي).

سؤال (٣) ما هي مصادر المجال المغناطيسي؟

الحل ١. الحجارة المغناطيسية (الطبيعية). ٢. التيار الكهربائي (المغناطيس الصناعي).

AWA2EL

سؤال (٤) يستخدم لتخطيط المجال المغناطيسي كل من: ١. برادة الحديد. ٢. الإبرة المغناطيسية (البوصلة) اذكر وظيفة كل منها؟



الحل

١. **برادة الحديد**: تنثر حول المغناطيس حيث ترتيبها يدل على شكل خطوط المجال المغناطيسي.

٢. **الإبرة المغناطيسية (البوصلة)**: توضع عند نقطة معينة حيث يشير القطب الشمالي للإبرة المغناطيسية (اصطلاحًا) على اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة. كما في الشكل التالي.

سؤال (٥) وضح المقصود بخط المجال المغناطيسي؟

الحل

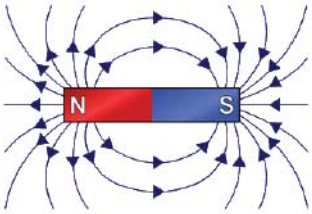
يعرف **خط المجال المغناطيسي** بـ: المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد (افتراضًا) عند وضعه حرًا في أي نقطة داخل المجال المغناطيسي.

توضيح

افتراضي؟ معناها مستحيل وجود قطب مفرد وذلك!

لأن الذرة المغناطيسية هي أصغر مغناطيس وتحتوي على قطبين شمالي وجنوبي يصعب الحصول على قطب مفرد سواء شمالي أم جنوبي لأن ذلك يعني انهيار الذرة وهذا يعد مستحيل لذلك (S,N) دائمًا جسم واحد. وبالتالي الخطوط إجبارية مقفلة؟

خطوط المجال المغناطيسي



سؤال (٦) ما هي خصائص خطوط المجال المغناطيسي؟

الحل

١. **مقفلة**: حيث عدم وجود قطب مغناطيسي مفرد يجعلها دائمًا تخرج من القطب الشمالي (N) وتدخل إلى القطب الجنوبي (S) خارج المغناطيس وتكمل مسارها (مقفلة) داخل المغناطيس من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي.

٢. **لا تتقاطع**: حيث للمجال المغناطيسي اتجاه واحد فقط عند كل نقطة أي مماس واحد فقط.

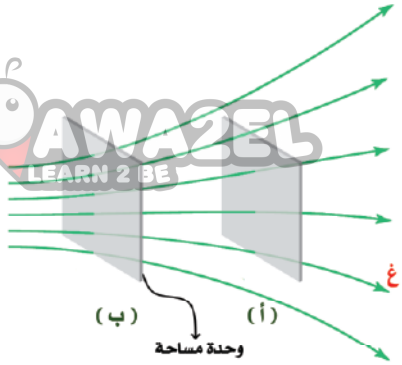
٣. **تكون كثافة الخطوط** للمجال المغناطيسي أكبر كلما زاد مقدار المجال المغناطيسي في المنطقة.

٤. **وهمية**: حيث موجودة في الواقع لكن غير مرئية لذلك نستخدم برادة الحديد لتحديد شكلها.

سؤال (٧) بيّن كيف يمكن الاستفادة من خطوط المجال المغناطيسي في معرفة كل من:

١. مقدار المجال المغناطيسي في منقطة ما.

٢. اتجاه المجال المغناطيسي في منقطة ما.



الحل

١. **مقدارًا (خاصية الكثافة) حيث:**

يعبر عن مقدار المجال المغناطيسي في منطقة ما من خلال كثافة خطوط المجال المغناطيسي في تلك المنطقة

حيث: أولًا : يكون مقدار المجال كبيرًا في المنطقة التي تتقارب فيها الخطوط.

ثانيًا: يكون مقدار المجال صغيرًا في المنطقة التي تتباعد فيها الخطوط.

ثالثًا: يكون مقدار المجال منتظمًا وثابتًا في المنطقة التي تتوازى فيها الخطوط.

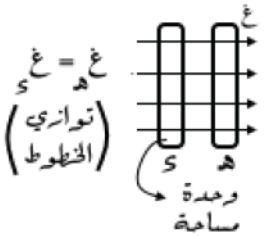
لاحظ الشكل العلوي

غ أ > غ ب

تباعد الخطوط ⟵ تقارب الخطوط

٢. **اتجاهًا (خاصية المماس) حيث:**

يدل اتجاه المماس المرسوم عند أي نقطة من منطقة المجال على اتجاه المجال عند تلك النقطة وعمليًا يتم ذلك من خلال إبرة مغناطيسية (بوصلة) توضع عند تلك النقطة (حيث يشير قطبها الشمالي إلى اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة).



سؤال (٨) (مهم) كيف يستدل عمليًا على كل من: ١) مقدار المجال في منطقة ٢) اتجاه المجال عند نقطة

الحل ١. **مقدارًا**: من خلال عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تعبر وحدة المساحة في تلك المنطقة.

٢. **اتجاهًا**: من خلال القطب الشمالي لإبرة مغناطيسية وضعت عند تلك النقطة.

سؤال (٩) ما هو الفارق الرئيسي بين خطوط المجال المغناطيسي وخطوط المجال الكهربائي؟

الحل خطوط المجال المغناطيسي **مقفلة** في حين خطوط المجال الكهربائي **غير مقفلة**.

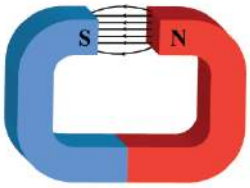
سؤال (١٠) **خطوط المجال المغناطيسي مقفلة في حين خطوط المجال الكهربائي غير مقفلة. علل ذلك.**

الحل خطوط المجال المغناطيسي **مقفلة** لعدم امكانية وجود قطب مغناطيسي مفرد. حيث دائمًا القطب الشمالي والجنوبي في جسم واحد (مع بعض) لذلك يفترض أنها دائمًا مقفلة تخرج وتدخل وتكمل دورتها.

خطوط المجال الكهربائي **غير مقفلة** بسبب امكانية وجود شحنة كهربائية مفردة. إما موجبة أو سالبة، لذلك تكون إما خارجة أو داخلة حيث تخرج من الموجبة وتدخل إلى السالبة ولا تكمل دورتها من السالبة إلى الموجبة.

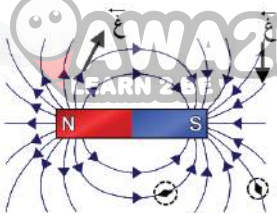
سؤال (١١) **وضح المقصود بالمجال المغناطيسي المنتظم وغير المنتظم؟ وكيف يمكن الحصول على كل منهما**

الحل



المجال المغناطيسي المنتظم: المجال المغناطيسي الثابت مقدارًا واتجاهًا عند جميع نقاطه.

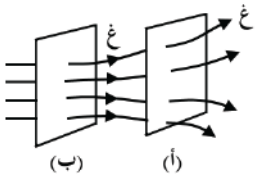
يمكن الحصول عليه: في المنطقة المحصورة بين* قطبي مغناطيس على شكل حرف C بعيدًا عن الأطراف حيث تكون خطوط مستقيمة متوازية والمسافات بينها متساوية (كما في الشكل)



المجال المغناطيسي غير المنتظم: المجال المغناطيسي المتغير مقدارًا واتجاهًا عند جميع نقاطه.

يمكن الحصول عليه: في المنطقة حول المحيطة بالمغناطيس المستقيم حيث خطوط المجال تشير إلى اتجاهات مختلفة.

سؤال (١٢) **إذا علمت أن السطحين (أ) و (ب) لهما المساحة نفسها فأي منهما يكون مقدار المجال المغناطيسي عنده أكبر (أ) أم (ب)؟ وضح إجابتك.**



الحل

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

ثانيا 2 تجارب القوة المغناطيسية (نيكولا تسلا)

تمهيد **معلومات أساسية في علم الحركة** تقرأ عند الحاجة إليها

١ مراجعة القوة المركزية العمودية

تعلمنا في السنوات السابقة أن أي جسم يتحرك ويسلك حركة دائرية، يكون تعرض وتأثر بقوة مركزية عمودية على حركته

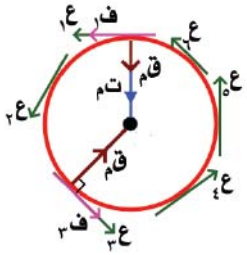
وتعطى بالقانون: $\left[ق_{مركزية} = \frac{ك ع^{٢}}{نق} \right]$ (يحفظ فقط للمسار الدائري ولا يشتق) وإن هذا الجسم يمتلك تسارع مركزي عمودي على حركته يعطى بالقانون: $\left[ت_{مركزي} = \frac{ع^{٢}}{نق} \right]$ يحفظ ولا يشتق.

ومن خصائص القوة المركزية العمودية على الحركة:

١. لا تبذل شغلًا حيث ش مركزية = ق مركزية ف جتا ٩٠ = صفر.

٢. لا تحدث تغير في الطاقة الحركية للجسيم ش = Δ طح = صفر

٣. تحافظ على مقدار سرعة الجسيم لكن تغير اتجاهها بشكل مستمر



اتجاه الإزاحة ف
بنفس اتجاه ع
اتجاه ت م
بنفس اتجاه ق م

وتعلمنا سابقًا لكي ينعدم تسارع الجسيم يجب أن يتحقق شرطين متزامنين؟

١. ثبات في مقدار السرعة ع١ = ع٢

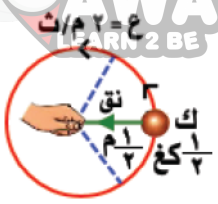
٢. ثبات في اتجاه السرعة ع١ = ع٢ مثل الحركة في خط مستقيم.

لكن هنا في الحركة الدائرية يكون مقدار السرعة ثابت (ع١ = ع٢) لكن اتجاه السرعة كل لحظة يتغير باستمرار. لذلك لا يقال التسارع يساوي صفرًا. وفي هذه الحالة يوجد تسارع مركزي لحظي حيث سمي بهذا الاسم لأن القوة مركزية وبالتالي تسارعها يكون كل لحظة نحو المركز أي أن (ت م ≠ صفر)

AWA2EL LEARN 2 BE

مثال بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب كل من:

١. ق الشد ٢. تسارع الحجر المركزي



الحل

١. ق الشد = ق مركزية وهنا لا يقصد وجود قوتين وإنما ق الشد جعلت الحجر يسلك مسار دائري.

لذلك يقال انها ق مركزية

$$\text{ق الشد} = \frac{\text{ك ع}^2}{\text{نق}} \Leftarrow \text{ق الشد} = \frac{\frac{1}{2}(2)^2}{\frac{1}{2}} = ٤ \text{ نيوتن، نحو المركز}$$

٢. $\text{ت}_م = \frac{\text{ع}^2}{\text{نق}} = \frac{(2)^2}{\frac{1}{2}} = ٤ \times ٢ = (٨ \text{ م/ث}^2)$ ، نحو المركز)

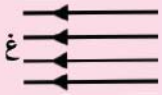
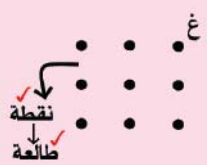
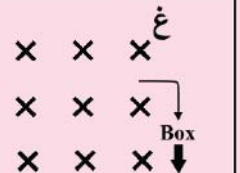
٢ نظام الإحداثيات (3D)

نظرًا لأن قوانين المغناطيسية التي ستدرس لاحقًا تحتوي على ثلاثة كميات متجهة لذلك يجب التأسيس لنظام الإحداثيات (ثلاثي الأبعاد) حيث يعبر عنه بطريقتين:

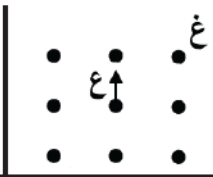
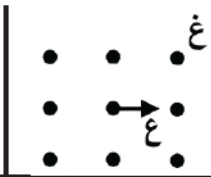
مهارة شخصية

تذكر ملقط

الغرب ✓
الجنوب ✓
← ب: محور سالب ✓

طول الصفحة محور الصادات (ص)		عرض الصفحة محور السينات (س)		عمودي على الصفحة محور الزينات (ز)	
اعلى الصفحة /شمال	أسفل الصفحة/ جنوب	يمين الصفحة/ شرق	يسار الصفحة/ غرب	نحو الخارج مقترب من الناظر	نحو الداخل مبتعد عن الناظر
نحو (ص+)	نحو (ص−)	نحو (س+)	 نحو (س−)	 نحو (ز+)	 للداخل نحو (ز−) أكبر : محور سالب

تذكر عزيزي الطالب: دائمًا المحاور الثلاثة متعامدة مع بعضها البعض حيث إذا كان اتجاه المجال مثلًا عمودي على الصفحة للخارج مقترب من الناظر فإن جميع الاتجاهات المنطبقة على مستوى الصفحة تعامد المجال مثلًا جسيم متحرك (ع) في منطقة مجال (غ)

رسمة السؤال					
مهارة شخصية معرفة (θ)	θ = ٩٠ بين ع و غ	θ = ٩٠ بين ع و غ	θ = ٩٠ بين ع و غ	θ = ٩٠ بين ع و غ	θ = ٩٠ بين ع و غ

أولًا القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة كهربائية متحركة في مجال مغناطيسي

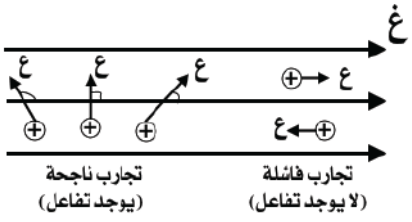
تجارب تسلا (أدوات التجربة الأولى):

١. مجال مغناطيسي منتظم (غ): حيث مقدار واتجاه غ ثابت من نقطة إلى أخرى.

٢. جسيم مشحون (+ش) ومتحرك (ع) بشكل لا يوازي خطوط المجال المغناطيسي أي يجب أن يقطع ويخترق خطوط المجال. لضمان حدوث تفاعل بين الشحنة والمجال وبالتالي حدوث **فعل***.

نتائج التجربة الأولى:

١. ينشأ **رد فعل*** على شكل قوة مغناطيسية (قغ) تؤثر في الجسيم



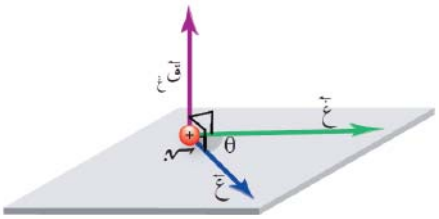
وجد تجريبيًا أن القوة المغناطيسية تتناسب طرديًا مع كل من:

أ) مقدار شحنة الجسيم (+ش) ب) مقدار المجال المغناطيسي المؤثر.

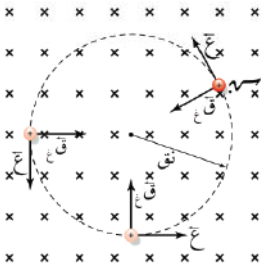
ج) مقدار سرعة الجسيم (ع) د) جاθ حيث θ: الزاوية المحصورة بين اتجاه ع و غ.

وبالتالي القوة المغناطيسية بالعلاقة التجريبية التالية:

[ق$_{غ}$ = ش ع غ جا θ]



٢. وجد أن اتجاه (ق$_{غ}$) دائمًا عموديًا على السرعة (ع) وعمودي على اتجاه المجال المغناطيسي (غ).



٣. القوة المغناطيسية تحقق خصائص القوة المركزية حيث جعلت الجسيم يسلك مسار دائري وبالتالي يمكننا القول أن (ق$_{غ}$ = ق مركزية) وبالتالي:

[ش ع غ جا θ = $\frac{ك ع^{٢}}{نق}$] خلاط شارع عبد الله غوشة جانب الدوار (يستخدم لحل المسائل لاحقاً)

ولأن اتجاه ق$_{غ}$ عمودي باستمرار على اتجاه الإزاحة التي يحققها الجسيم المتحرك فإن القوة المغناطيسية تحقق جميع خصائص ق المركزية حيث أن:

١. القوة المغناطيسية لا تبذل شغلًا على الجسيم **ش$_{غ}$ = ق$_{غ}$ ف جتا ٩٠ = صفر**

٢. القوة المغناطيسية لا تحدث تغير في الطاقة الحركية للجسيم المشحون **ش = Δط$_{ح}$ = صفر**

٣. القوة المغناطيسية تحافظ على مقدار سرعة الجسيم لكن اتجاه السرعة يتغير باستمرار لهذا يستخدم المجال المغناطيسي في المسارعات النووية لتوجيه الجسيمات المشحونة والتحكم في مسارها (دون أن يكسب الجسم طاقة حركية ودون أن يسحبها منه).

علل النقاط الثلاث السابقة؟

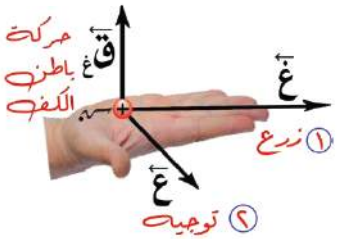
لأن ق$_{غ}$ مركزية عمودية على اتجاه السرعة والإزاحة (ع ، ف).

١. **ش$_{غ}$ = ق$_{غ}$ ف جتا ٩٠ = صفر**

٢. **ش = Δط$_{ح}$ = صفر**

٣. **$\frac{١}{٢}$ك ع$_{٢}^{٢}$ − $\frac{١}{٢}$ك ع$_{١}^{٢}$ = صفر ⇦ $\frac{١}{٢}$ك ع$_{٢}^{٢}$ = $\frac{١}{٢}$ك ع$_{١}^{٢}$ ⇦(ع$_{١}$ = ع$_{٢}$) إثبات سرعة ثابتة (تابع الأسئلة لاحقا)**

سؤال (١) لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة موجبة نستخدم قاعدة (اليد اليمنى)



وضح كيف تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة موجبة متحركة في مجال مغناطيسي وكذلك الشحنة السالبة.

الحل:

(نزرع) أولًا: تشير الأصابع الأربعة إلى **اتجاه خطوط المجال** المغناطيسي (غ).

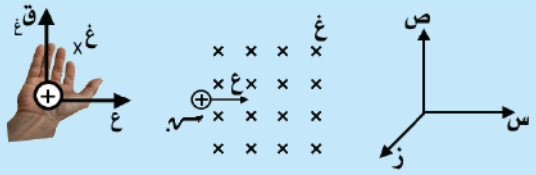
(نوجه) ثانيًا: يشير الإبهام إلى **اتجاه السرعة** (ع).

(نحرك) ثالثًا: يشير المتجه على باطن الكف والخارج من الكف إلى **اتجاه القوة المغناطيسية** (ق$_{غ}$)

(نفحص نوع الشحنة) وإذا كانت الشحنة سالبة نطبق قاعدة اليد اليمنى فيكون اتجاه ق$_{غ}$ عكس الاتجاه الناتج.

سؤال (٢) حدد اتجاه القوة المغناطيسية في الجسيم المشحون لحظة دخوله منطقة المجال المغناطيسي المنتظم في جميع الحالات التالية:

أ)



الحل قبل تطبيق قاعدة اليد اليمنى يجب أولا اختيار المحور المعامد لكل من محور (س و ز) وهو محور (ص) لأن:

$\vec{ق}_غ \perp (\vec{ع}$ و $\vec{غ})$ دائمًا. يفضل دائمًا الكتابة أعلى القانون لزيادة الدقة والتركيز ثم نطبق الأربع خطوات:

ص نعتمد س+ ز−

$ق_غ = +ن\ ع\ غ\ جا ٩٠$

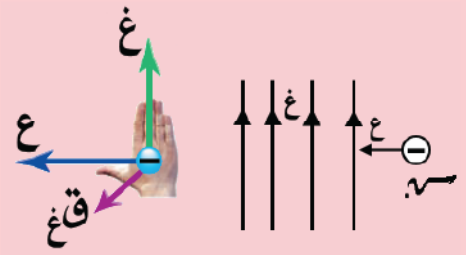
١) نزرع الأصابع داخل الصفحة نحو المجال Box(x)

٢) نوجه الإبهام إلى يمين الصفحة (س+)

٣) حركة الكف (أو القلم) يكون نحو (ص+)

٤) $+ن$ موجبة نعتمد النتيجة $\vec{ق}_غ$ = ص+

ب)



ز نعكس س− ص+

$ق_غ = -ن\ ع\ غ\ جا ٩٠$

١) نزرع الأصابع نحو طول الصفحة بشكل منطبق على الصفحة للأعلى (ص+)

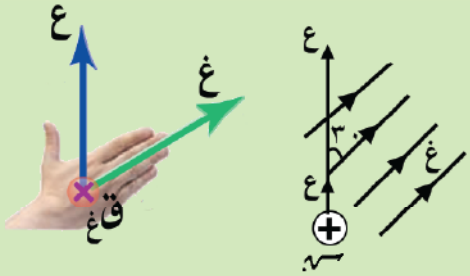
٢) نوجه الإبهام نحو عرض الصفحة اليسار (س−)

٣) حركة الكف تكون نحو (ز) عمودي داخل للصفحة

٤) $-ن$ سالبة نعكس النتيجة فيكون $\vec{ق}_غ$ نحو ز+

$\vec{ق}_غ$ اجباري محور ز $\perp$ (س، ص)

ج)



✓

ز نعتمد ص+ مائل (س، ص)

$ق_غ = +ن\ ع\ غ\ جا ٣٠$

١) نزرع الأصابع منطبقة على الصفحة ومائلة كما في الشكل

٢) نوجه الإبهام نحو (ص+) أعلى صفحة.

٣) نحرك الكف (القلم) نحو (ز−) ⊗

٤) $+ن$ موجبة نعتمد النتيجة فيكون $\vec{ق}_غ$ نحو ز−

$\vec{ق}_غ \perp \vec{ع}$ و $\vec{غ}$ (المستوى س ص)

د)

✗

نعتمد س− س+

$ق_غ = +ن\ ع\ غ\ جا ١٨٠$

= صفر

حركة موازية لم تخترق وتقطع خطوط المجال

سؤال (٣) **ما هي العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم مشحون ومتحرك في مجال مغناطيسي منتظم.**

الحل

من القانون ($ق_غ = ن ع غ جا\theta$) تعتمد $ق_غ$ على كل من:

١. مقدار الشحنة الكهربائية (ن)
٢. مقدار السرعة (ع)
٣. مقدار المجال المغناطيسي (غ)
٤. مقدار (جاθ) أو الزاوية المحصورة بين اتجاه ع و غ

سؤال (٤) **ما هي العوامل التي يعتمد عليها نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه جسيم مشحون ومقذوف عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي؟**

مهم جدا جدا

بما أن $ق_غ$ هي $ق_{مركزية}$ من القانون $ق_غ = ق_{مركزية}$ نلاحظ:

$$ن ع غ جا٩٠ = \frac{ك ع^٢}{نق} \Leftarrow \text{باختصار (ع) من الطرفين ووضع (نق) موضوع القانون}$$

$$نق = \frac{ك ع}{ن غ}$$

يحفظ ويشتق إذا طلب السؤال اشتقاق وستقتصر دراستنا دائما على أن تكون $\theta = ٩٠$ بين $\vec{ع}$ و $\vec{غ}$ (المنهاج الجديد)

AWA2EL LEARN 2 BE

الحل

١. كتلة الجسيم (ك) ٢. سرعة الجسيم (ع) ٣. مقدار شحنة الجسيم (ن) ٤. مقدار المجال المغناطيسي

سؤال (٥) **ما هي العوامل التي يعتمد عليها اتجاه دوران (اتجاه $ق_غ$) جسيم مشحون مقذوف عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي؟**

الحل

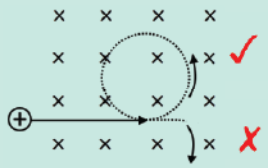
من القانون $\vec{ق_غ} = ن \vec{ع} \times \vec{غ}$ جاθ لمعرفة اتجاه الدوران يجب معرفة اتجاه $ق_غ$ والذي يعتمد على كل من:

١. نوع الشحنة ٢. اتجاه السرعة ٣. اتجاه المجال

توضيح

حدد اتجاه دوران الجسيم المشحون عند دخوله منطقة المجال المغناطيسي.

هنا احتمالين للدوران إما مع عقارب الساعة أو عكس عقارب الساعة



بما أن اتجاه $ق_غ$ نحو ص+ فإن اتجاه الدوران يكون عكس عقارب الساعة.

لمعرفة اتجاه الدوران يجب معرفة كل من:

١. نوع الشحنة ٢. اتجاه السرعة ٣. اتجاه المجال

ص+ نعتمد س+ ز−

ثم نطبق قاعدة اليد اليمنى لمعرفة $\vec{ق_غ}$ وهي $\vec{ق_{مركزية}}$ نحو المركز $ق_غ = ن ع غ جا٩٠$

اتجاه $ق_غ$ نحو محور ص+

سؤال (٦) يمكن حساب القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون ومتحرك في مجال مغناطيسي منتظم من خلال العلاقة $ق_{غ} = \sqrt{\ } ع غ جا\theta$ تمعّن العلاقة ثم أجب عما يلي:

١. متى تكون القوة المغناطيسية أكبر ما يمكن؟

٢. وضح المقصود بكل من: أ) المجال المغناطيسي عند نقطة. ب) تسلا

٣. كيف تفسر كل مما يلي:

أ) شحنة كهربائية متحركة في مجال مغناطيسي ولم تتأثر بقوة مغناطيسية.

ب) عند قذف نيوترون بشكل عمودي على مجال مغناطيسي، فإنه لا يتأثر بقوة مغناطيسية.

ج) عند قذف جسيم مشحون بشكل عمودي على مجال مغناطيسي، فإنه يسلك مسار دائري.

٤. اذكر حالتين تنعدم فيهما القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم مشحون في مجال مغناطيسي.

الحل

١. تكون $ق_{غ}$ أكبر ما يمكن عندما يكون اتجاه السرعة عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي (θ=٩٠ بين $\vec{ع}$ و $\vec{غ}$)

٢. أ) **المجال المغناطيسي عند نقطة:** هو القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة لحظة مرورها بسرعة (١) م/ث عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة.

من القانون: $غ = \frac{ق_{غ}}{\sqrt{\ } ع جا٩٠}$ ← دائما (المؤثر)

ب) **التسلا:** هو المجال المغناطيسي الذي يؤثر بقوة (١) نيوتن في شحنة (١) كولوم تتحرك بسرعة (١) م/ث باتجاه يعامد اتجاه المجال المغناطيسي.

٣. أ) لأن الشحنة الكهربائية تتحرك واتجاه سرعتها موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي (θ= صفر، ١٨٠)

ب) لأن النيوترون جسيم غير مشحون لذلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية عند وجوده في المجال المغناطيسي

ج) لأن القوة المغناطيسية هي قوة مركزية عمودية على اتجاه الحركة واتجاه المجال وعندما يكون اتجاه السرعة (ع) يعامد اتجاه (غ) فإن $ق_{غ}$ تجبر الجسيم على الحركة في مسار دائري.

٤. أ) إذا كان الجسيم المشحون ساكنًا (ع = صفر).

ب) إذا كان اتجاه السرعة ($\vec{ع}$) موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي ($\vec{غ}$) (θ= صفر، ١٨٠).

سؤال (٧) ماذا نعني بقولنا أن المجال المغناطيسي يساوي (٥×١٠^{-٣}) تسلا؟

الحل

هذا يعني أن المجال المغناطيسي يؤثر بقوة مغناطيسية مقدارها (٥×١٠^{-٣}) نيوتن في شحنة مقدارها (١) كولوم تتحرك بسرعة (١)م/ث عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي.

وصية أبدية

لمعرفة نوع الشحنة المتحركة في مجال مغناطيسي إذا علم مسارها واتجاه المجال المغناطيسي:

أولًا: نكمل المسار الدائري بالقلم ونختار نقطة مناسبة للفحص (من نقاط الساعة المشهورة [٣، ٦، ٩، ١٢])

ونرسم عليها ثلاث كميات متجهة باحتراف حيث:

$\overrightarrow{ع}$: مماس مع اتجاه الحركة. $\overrightarrow{ق_غ}$: مماس عمودي على $\overrightarrow{ع}$ نحو المركز. $\overrightarrow{غ}$: كما في الشكل (في السؤال)

ثانيًا: نطبق قاعدة اليد اليمنى بثلاثة خطوات (نزرع، نوجّه، نحرّك) حيث:

- إذا حركة الكف "القلم" ، وافق واقع الرسمة تكون ($\mathcal{V}$: موجبة).
- وإذا كانت حركة الكف (القلم) عكس الواقع (مخالف للرسم) تكون ($\mathcal{V}$: سالبة)

وإذا كان الجسيم المخترق للمجال متحرك بخط مستقيم يكون متعادل "غير مشحون" ($\mathcal{V}$ = صفر)

فاشل ولم يسلك مسار دائري

سؤال (٨) **يمثل الشكل المجاور مسار جسمين مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار ولهما نفس مقدار السرعة تمعن في الشكل وأجب عما يلي:**

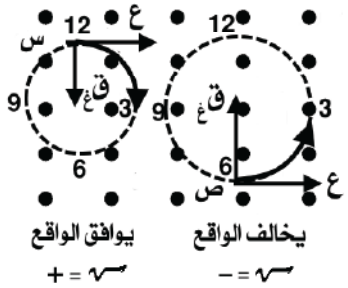
١. **ما نوع شحنة كل منهما؟ فسّر إجابتك.**

٢. **أي الجسمين أكبر كتلة؟ فسّر إجابتك.**

الحل

١. الشحنة (س) نوعها: (موجبة) وافقت قاعدة اليد اليمنى حيث عند التطبيق باليد اليمنى يكون باطن اليد (القلم) نحو ص− وهذا موافق للرسم.

الشحنة (ص) نوعها: (سالبة) لأنها خالفت قاعدة اليد اليمنى حيث عند التطبيق باليد اليمنى يكون باطن اليد (القلم) نحو ص− لكن الواقع والرسم $\overrightarrow{ق_غ}$ ص+



٢. حسب العلاقة (نق = $\frac{ك\,ع}{\mathcal{V}\,غ}$)

نلاحظ أن العلاقة بين نصف القطر (نق) والكتلة (ك) علاقة طردية عند ثبات (ع ، $\mathcal{V}$ ، غ) لذلك

نق ص الشحنة (ص) أكبر من نق س الشحنة (س) وهذا يدل أن كتلة (ص) > من كتلة (س)

ملقط إذا نقطت

برمجة عصبية لغوية

- **إذا خطوط المجال (ز+، ⊙) تكون $\mathcal{V}$ موجبة (مع عقارب الساعة) و $\mathcal{V}$ سالبة (عكس عقارب الساعة)**

(المحور الموجب (نعتمد) ← نقطة ← نعتمد ← نعتمد)

- **إذا خطوط المجال (ز−، ⊗) تكون $\mathcal{V}$ موجبة (عكس عقارب الساعة) و $\mathcal{V}$ سالبة (مع عقارب الساعة)**

(المحور السالب ← نعكس الحركة وينخالفها ← نعكس ← نعكس)

من الإنت

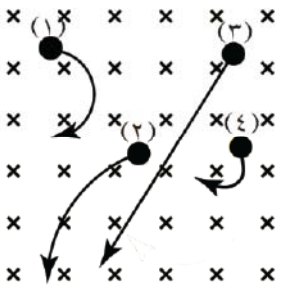
حركتها: مع عقارب الساعة المفروض موجبة إذا غ (نقطة: نعتمد) (إكس: نعكس)

حركتها: عكس عقارب الساعة المفروض سالبة إذا غ (نقطة: نعتمد) (إكس: نعكس)

إعداد: أمجد دودين

أمثلة متنوعة على تجربة (١):

مثال (١) أدخلت أربعة جسيمات متماثلة في الكتلة والسرعة بشكل عمودي على مجال مغناطيسي منتظم، فاتخذت المسارات الموضحة في الشكل المجاور، أجب عما يلي:



أ) حدد نوع شحنة كل من الجسيمات الأربعة، موضحًا ذلك.

ب) رتب الجسيمات تنازليًا وفق مقدار شحنة كل منهما.

الحل

الشحنة (١): سالب. حيث عند تطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه باطن اليد عكس اتجاه $ق_غ$ لذلك هي سالبة.

الشحنة (٤): سالبة، لأنها تدور بنفس اتجاه دوران (١) أو عند تطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه $ق_غ$ عكس باطن اليد.

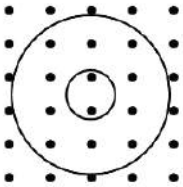
الشحنة (٢): موجبة، لأنها تدور عكس دوران (١، ٤) أو عند تطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه باطن اليد بنفس اتجاه $ق_غ$

الشحنة (٣): غير مشحون لأن حركته في خط مستقيم عمودي على المجال يدل على عدم تأثره بقوة مغناطيسية (فاشل)

من القانون نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$، نلاحظ أن العلاقة عكسية بين (نق و ش) عند ثبات (ك، ع، غ) ومن الشكل نلاحظ:

$نق_٢ > نق_١ > نق_٤$ لذلك $ش_٤ > ش_١ > ش_٢ > ش_٣$ = صفر

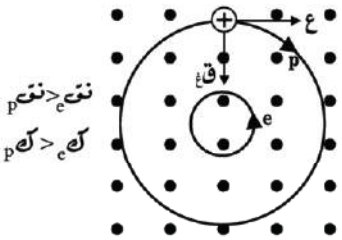
مثال (٢) يمثل الشكل المجاور مسارًا دائريًا لكل من إلكترون وبروتون، يتحركان داخل مجال مغناطيسي بالسرعة نفسها، إذا علمت أن كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون، فحدد أي المسارين للإلكترون وأيهما للبروتون، ثم حدد على المسار اتجاه الحركة لكل منهما.



الحل

من القانون نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$، وبما أن $ش_e = ش_p$ $ع_e = ع_p$ وبنفس المجال فإن العلاقة طردية بين (ك، نق)

$نق_{للإلكترون} < نق_{للبروتون}$: المسار الدائري الخارجي يمثل مسار البروتون والمسار الدائري الأصغر مسار الإلكترون.



وفق قاعدة اليد اليمنى عند وضع الأصابع باتجاه المجال وباطن اليد نحو المركز يكون اتجاه الإبهام (مماس السرعة) مع عقارب الساعة ويمثل مسار البروتون وبالتالي يكون اتجاه دوران الإلكترون بعكس عقارب الساعة.

مثال (٣) جسيم شحنته -٤ ميكروكولوم يتحرك بسرعة ١×١٠^{٦} م/ث نحو الشمال في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٤) تسلا باتجاه الشرق. إذا علمت أن كتلة الجسيم ١٦×١٠^{-١٤} كغ احسب كل من:

١. مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم المشحون.

٢. نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم المشحون.

٣. التسارع المركزي للجسيم المشحون.

الحل

ز نعكس ص+ س+

١. ق$_غ$ = ش ع غ جا٩٠ = ٤×١٠$^{-٦}$ ×١×١٠^{٦} × ٤ × ١ = ١٦نيوتن ، نحو محور (ز+) ⊙

الشحنة سالبة، نعكس نتيجة اليد اليمنى

تذكر: لا تعوض إشارة الشحنة السالبة في قوانين الكميات المتجهة.

٢. (ق$_غ$ = ق$_م$) ⇦ $\frac{ك ع^{٢}}{نق}$ = ١٦

⇦ نق = $\frac{ك ع^{٢}}{١٦}$

= $\frac{١٦×١٠^{-١٤}×(١×١٠^{٦})^{٢}}{١٦}$ = ١×١٠$^{-٢}$ م ✓

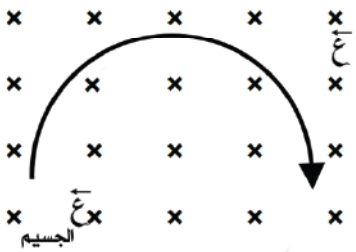
او نستخدم القانون مباشرة (يعتمد لحل المسائل) : نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$ = $\frac{١٦×١٠^{-١٤}×١×١٠^{٦}}{٤×١٠^{-٦}×٤}$ = ١×١٠$^{-٢}$ م ✓

٣. ت$_م$ = $\frac{ع^{٢}}{نق}$ = $\frac{(١×١٠^{٦})^{٢}}{١×١٠^{-٢}}$ = ١×١٠^{١٤}م/ث^{٢} OR ق$_غ$ = ك ت$_م$ ⇦ ت$_م$ = $\frac{ق_غ}{ك}$ = $\frac{١٦}{١٦×١٠^{-١٤}}$ = ١×١٠^{١٤}م/ث^{٢}

(يعتمد دائما)

AWA2EL LEARN 2 BE

مثال (٤) جسيم مشحون بشحنة كهربائية كتلته (٢×١٠$^{-٨}$) كغم يتحرك بسرعة (٥×١٠^{٢}) م/ث، دخل عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم، واتخذ داخل المجال المغناطيسي مسارًا دائريًا نصف قطره (٢) سم، كما في الشكل المجاور، أجب عما يلي:



١. لماذا اتخذ الجسيم مسارًا دائريًا؟

٢. ما نوع شحنة الجسيم؟

٣. احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم.

الحل

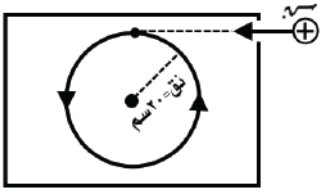
١. لأن ق$_غ$ مركزية عمودية على كل من السرعة والمجال وعندما تعامد السرعة المجال تكون ق$_غ$ المركزية أكبر ما يمكن وتجبر الجسم على الحركة الدائرية.

٢. الشحنة سالبة حيث عند تطبيق قاعدة اليد اليمنى خالفت واقع اليد لذلك ش (سالبة).

٣. ق$_غ$ = ش ع غ جاθ لذلك ق$_غ$ = ق$_م$ = $\frac{ك ع^{٢}}{نق}$ = $\frac{٢×١٠^{-٨}×(٥×١٠^{٢})^{٢}}{٢×١٠^{-٢}}$ = ٢٥×١٠$^{-٢}$ نيوتن

يفشل لحل السؤال

مثال (٥) يمثل الشكل مسار دائري لجسيم شحنته (٢×١٠$^{-١٨}$) كولوم وكتلته (٨×١٠$^{-٢٨}$) كغ بعد أن دخل مجالًا مغناطيسيًا منتظمًا بشكل عمودي عليه كانت طاقته الحركية (٣٦×١٠$^{-١٦}$) جول



احسب كل من:

١. التغير في طاقته الحركية.

٢. سرعته أثناء الدوران.

٣. مقدار واتجاه المجال المغناطيسي.

الحل

١. Δ ط$_ح$ = صفر. لأن سرعته تبقى ثابتة في المجال المغناطيسي ومن المستحيل أن يحدث تغير في طاقته الحركية.

٢. $ط_ح = \frac{1}{2} ك ع^2 \Leftarrow ع^2 = \frac{2ط_ح}{ك} \Leftarrow ع = \sqrt{\frac{2ط_ح}{ك}} = \sqrt{\frac{2 \times ٣٦ \times ١٠^{-١٦}}{٨ \times ١٠^{-٢٨}}} = \sqrt{٩ \times ١٠^{١٢}} = ٣ \times ١٠^{٦}$ م/ث

٣. $ق_غ = ق_م \Leftarrow نق = \frac{ك ع}{غ} \Leftarrow غ = \frac{ك ع}{نق} = \frac{٨ \times ١٠^{-٢٨} \times ٣ \times ١٠^{٦}}{٢ \times ١٠^{-١٨} \times ٢٠ \times ١٠^{-٢}} = (٦ \times ١٠^{-٣}$ تسلا، نحو ز− ⊗)

ص− نعتمد س− ؟

اتجاهًا $ق_غ = -$ ع غ جا٩٠ ← محور (ز) عند النقطة (١٢) للساعة

مثال (٦) **قذف جسيم شحنته (١)بيكوكولوم، وكتلته (٢×١٠^{-٧})كغ بسرعة مقدارها (٩×١٠^{٦})م/ث نحو (+س) عموديًا على مجال مغناطيسي، فاكتسب تسارعًا مركزيًا مقداره (٠,٩)م/ث^{٢} (+ز) عند مروره في نقطة ما، جد المجال المغناطيسي عند تلك النقطة مقدارًا واتجاهًا. وضّح إجابتك.**

الحل

($ق_غ = ق_{مركزية}$)

$-$ ع غ جا٩٠ $= ك ت_{مركزي}$

$غ = \frac{ك ت_م}{ع}$

$= \frac{٢ \times ١٠^{-٧} \times ٩ \times ١٠^{-١}}{١ \times ١٠^{-١٢} \times ٩ \times ١٠^{٦}}$

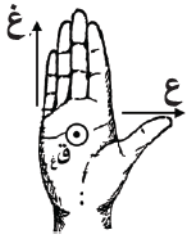
$= ٢ \times ١٠^{-٢}$ تسلا ، نحو محور ص+ [حسب قاعدة اليد اليمنى]

وصية أبدية: (اتجاه $ت_م$ واتجاه ($ق_غ$) مركزية متلازمان)

+ز يمنى س+ ؟ ← محور (ص)

$ق_غ = +$ ع غ جا٩٠

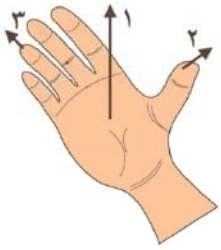
- نوجّه الإبهام أولًا نحو (س+) عرض الصفحة.
- نضع باطن الكف عمودي على الخارج من الصفحة.
- تشير الأصابع نحو أعلى الصفحة ص+ إلى اتجاه خطوط المجال.



ورقة عمل ١

اختبر نفسك

Home Work ١

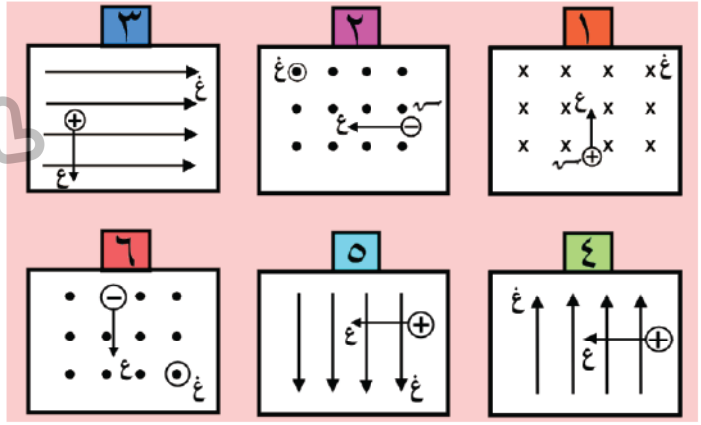


تستخدم القاعدة الموضحة في الشكل المجاور لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون متحرك في مجال مغناطيسي منتظم. أجب عما يلي:

١. اذكر اسم القاعدة ٢. إلى ماذا تشير الأرقام (١، ٢، ٣)

Home Work ٢

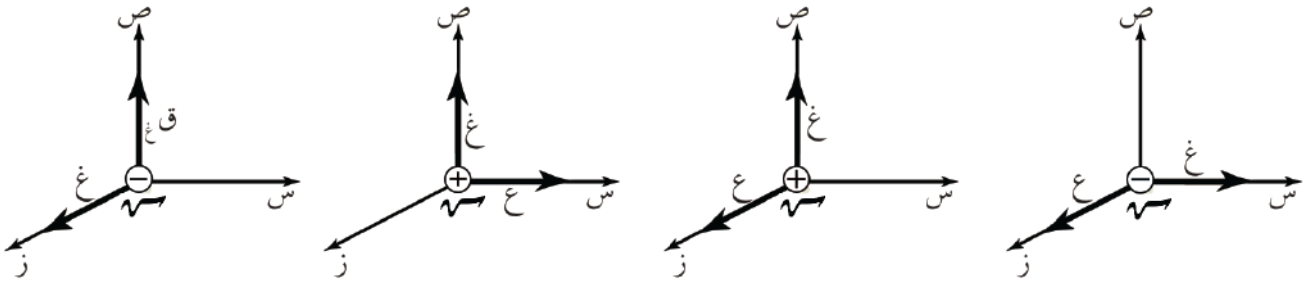
حدد اتجاه القوة المغناطيسية في الحالات التالية:



AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٣

باستخدام قاعدة اليد اليمنى حدد اتجاه الكمية الفيزيائية المجهولة في الشكل

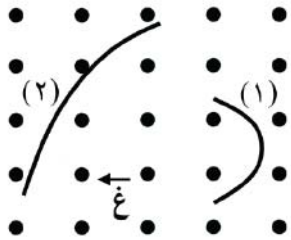


(أ) (ب) (جـ) (د)

Home Work ٤

أدخلت ثلاثة جسيمات متساوية الشحنة والكتلة، وتتحرك بسرعات متفاوتة إلى مجال مغناطيسي منتظم فتحركت، كما في الشكل المجاور. رتب سرعتها تصاعديًا وبيّن نوع شحنة كل منها. فسّر إجابتك.

Home Work ٥



يمثّل الشكل المجاور مسار جسيمين (١ ، ٢) مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار ولهما نفس الكتلة في مجال مغناطيسي منتظم (غ)، فإذا علمت أن شحنة الجسيم (١) موجبة وشحنة الجسيم (٢) سالبة، أجب عما يلي:

١. حدد اتجاه حركة كل من الجسيمين (مع أو عكس عقارب الساعة).

٢. أي الجسيمين سرعته أكبر؟ مفسّرًا إجابتك.

Home Work ٦

قذف جسيم مشحون عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم، فاتخذ مسارًا دائريًا. أجب عما يأتي:

١. فسّر اتخاذ الجسيم مسارًا دائريًا.

٢. هل يبذل المجال المغناطيسي شغلاً على الجسيم المشحون؟ فسر إجابتك.

٣. ماذا يحدث لنصف قطر المسار الدائري في الحالتين الآتيتين:

أ) إذا أصبحت سرعة الجسيم مثلي ما كانت عليه.

ب) إذا أصبح المجال المغناطيسي مثلي ما كان عليه.

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٧

دخل بروتون وإلكترون عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم وبنفس السرعة بناءً على ذلك. أجب عما يلي:

١. فسّر لماذا لا تتغيّر الطاقة الحركية لكل منهما أثناء الحركة على الرغم من تأثر كل منهما بقوة مغناطيسية.

٢. أيهما يكون نصف قُطر مداره أكبر؟ ولماذا؟

Home Work ٨

يمثل الشكل المجاور جهاز أنبوبة أشعة المهبط الذي يحتوي بداخله حزمة من الإلكترونات المنبعثة من المصعد إلى المهبط.

١. كيف تفسر انحراف حزمة الإلكترونات عن مسارها في الصورة السفلية عند تقريب المغناطيس منها.

٢. ما هي الشروط الواجب توافرها لجسيم كي يتأثر بقوة مغناطيسية.

٣. قارن بين استخدام كل من المجال المغناطيسي والمجال الكهربائي في المسارعات النووية؟

٤. علل كل مما يلي:

أ) لا تبذل القوة المغناطيسية شغلاً على الجسيم المشحون المتحرك في مجال مغناطيسي.

ب) من المستحيل أن يحدث المجال المغناطيسي تغيرًا في الطاقة الحركية لجسيم مشحون.

ج) يبقى مقدار سرعة الجسيم المشحون المتحرك في مجال مغناطيسي ثابتة.

نفس الفاهم مهم جدًا

Home Work ٩

دخل جسيم مشحون كتلته (٢×١٠^{-١٠}) كغ وشحنته (٢) ميكروكولوم مجالاً مغناطيسياً مقداره (٠,٢) تسلا بسرعة مقدارها ($١٠^{٣}$) م/ث باتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي، احسب:

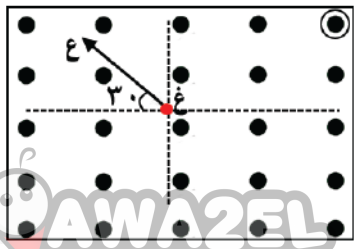
١. مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم.

٢. التسارع المركزي الذي اكتسبه الجسيم.

٣. نصف قطر مسار الجسيم.

٤. مقدار سرعة الجسيم بعد مرور (٣) ثوان على وجوده داخل المجال المغناطيسي.

Home Work ١٠



تحركت شحنة بسرعة (٢×١٠^{٥}) م/ث باتجاه يميل بزاوية ٣٠° في مجال مغناطيسي مقداره (٣×١٠^{-٣}) تسلا واتجاهه عمودي على الصفحة نحو الخارج كما في الشكل إذا علمت أن القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة تساوي (٦×١٠^{-١٠}) نيوتن، احسب مقدار الشحنة مقدره بالبيكوكولوم.

AWA2EL LEARN 2 BE

إجابة ورقة عمل (١)

Home Work ١

١. قاعدة اليد اليمنى.

٢. ١: اتجاه القوة المغناطيسية ($\vec{ق}_غ$) ٢: اتجاه السرعة ($\vec{ع}$) ٣: اتجاه المجال المغناطيسي ($\vec{غ}$)

Home Work ٢

(س−) نعتمد ص+ ز−
١) $ق_غ = ش^{+} ع غ جا٩٠$

(ص−) نعكس س− ز+
٢) $ق_غ = ش^{-} ع غ جا٩٠$

⊙ (ز+) نعتمد ص− س+
٣) $ق_غ = ش^{+} ع غ جا٩٠$

(ز−) نعتمد س− ص+
٤) $ق_غ = ش^{+} ع غ جا٩٠$

⊙ (ز+) نعتمد س− ص−
٥) $ق_غ = ش^{+} ع غ جا٩٠$

(س+) نعكس ص− ز+
٦) $ق_غ = ش^{-} ع غ جا٩٠$

Home Work ٣

(ص−) نعكس ز+ س+
أ) $ق_غ = ش^{-} ع غ جا٩٠$

(س−) نعتمد ز+ ص+
ب) $ق_غ = ش^{+} ع غ جا٩٠$

(ز+) نعتمد س+ ص+
ج) $ق_غ = ش^{+} ع غ جا٩٠$

ص+ نعكس (س+) ز+
د) $ق_غ = ش^{-} ع غ جا٩٠$

Home Work ٤

من العلاقة (نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$) نلاحظ العلاقة الطردية بين السرعة (ع) ونصف القطر (نق) لذلك ع٢ < ع٣ < ع١

ش١ = سالبة ش٢= موجبة ش٣ = سالبة وذلك حسب قاعدة اليد اليمنى.

Home Work ٥

١. يتحرك الجسيم (١): مع عقارب الساعة، ويتحرك الجسيم (٢): عكس عقارب الساعة. حسب قاعدة اليد اليمنى.

٢. من العلاقة نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$ العلاقة طردية بين ع، نق لذلك ع٢ > ع١ حيث نق٢ > نق١

Home Work ٦

١. لأن قغ مركزية عمودية على كل من السرعة والمجال لذلك تكون أكبر ما يمكن وتجبر الجسيم على الحركة في مسار دائري.

٢. لا يبذل المجال المغناطيسي شغلًا على الجسيم لأن القوة المغناطيسية عمودية على السرعة والإزاحة لذلك
ش = قغ ف جتا ٩٠ = صفر .

٣. أ) يزداد نصف القطر إلى الضعف حيث من العلاقة: نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$ نق α ع تناسب طردي.

ب) يقل نصف القطر إلى النصف حيث من العلاقة: نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$ نق α $\frac{١}{غ}$ تناسب عكسي

Home Work ٧

١. لأن القوة المغناطيسية عمودية على السرعة والإزاحة لذلك لا تبذل شغلا ولا تحدث تغير في الطاقة الحركية لكن تغير اتجاه السرعة. (Δ طـ = ش = ق ف جتا ٩٠ = صفر)

٢. حسب العلاقة: نق = $\frac{ك ع}{ش غ}$ نلاحظ علاقة طردية بين نق α ك لذلك نقالبروتون أكبر من نقالإلكترون

Home Work ٨

١. ذلك لان المجال المغناطيسي أثر (بقوة مغناطيسية) في حزمة الإلكترونات المتحركة وأجبرها على تغيير مسارها.

٢. أ) وجود مجال مغناطيسي (غ). ب) أن يكون الجسيم متحرك (ع).
ج) أن يكون الجسيم مشحون (ش). د) أن تكون حركة الجسيم لا توازي المجال.

٣. المجال المغناطيسي: يستخدم لتوجيه الجسيمات المشحونة والتحكم في مسارها دون تغير مقدار سرعتها.
المجال الكهربائي: يستخدم لتسريع الجسيمات المشحونة.

٤. أ) لأن القوة المغناطيسية عمودية على السرعة والإزاحة دائمًا وحسب العلاقة **ش = ق$_{غ}$ ف جتا ٩٠ = صفر**

ب) لأن ق$_{غ}$ عمودية على السرعة والإزاحة **ش = ق ف جتا ٩٠ = صفر** وبما أن **ش = Δ طـ$_{ح}$** سيكون **Δ طـ$_{ح}$ = صفر**

ج) لأن ق$_{غ}$ عمودية على السرعة والإزاحة **ش = ق ف جتا ٩٠ = صفر** وبالتالي **Δ طـ$_{ح}$ = ش = صفر**

وحسب القانون **Δ طـ$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ك ع$_{٢}^{٢}$ − $\frac{١}{٢}$ك ع$_{١}^{٢}$ = صفر**

= $\frac{١}{٢}$ك (ع$_{٢}^{٢}$ − ع$_{١}^{٢}$) = صفر ⇦ **ع$_{٢}^{٢}$ − ع$_{١}^{٢}$ = صفر** ⇦ **ع$_{٢}^{٢}$ = ع$_{١}^{٢}$** ⇦ **ع$_{٢}$=ع$_{١}$** (سرعة ثابتة)

$\frac{١}{٢}$ك ≠ صفر

Home Work ٩

١) ق$_{غ}$ = ـــ ع غ جا ٩٠

= ٢×١٠$^{-٦}$ × ١٠^{٣} ×٢×١٠$^{-١}$ × ١

= ٤×١٠$^{-٤}$ نيوتن.

AWA2EL LEARN 2 BE

٢) ق$_{غ}$ = ق مركزية

٤×١٠$^{-٤}$ = ك ت$_{م}$

ت = $\frac{٤\times١٠^{-٤}}{ك}$ = $\frac{٤\times١٠^{-٤}}{٢\times١٠^{-١٠}}$ = ٢×١٠^{٦} م/ث^{٢}

٣) نق = $\frac{ك ع}{ـــ غ}$ = $\frac{٢\times١٠^{-١}\times١٠^{٣}}{٢\times١٠^{-٦}\times٢\times١٠^{-١}}$ = ٥×١٠$^{-١}$ م

أو

ت$_{م}$ = $\frac{ع^{٢}}{نق}$ ⇦ نق = $\frac{ع^{٢}}{ت}$ = $\frac{(١٠^{٣})^{٢}}{٢\times١٠^{٦}}$ = $\frac{١}{٢}$م = ٠,٥م = ٥×١٠$^{-١}$ م

٤) القوة المغناطيسية لا تغير مقدار سرعة الجسيم لكن تغير اتجاه السرعة فقط لذلك فإن مقدار سرعة الجسيم سيبقى (١٠^{٣}) م/ث

Home Work ١٠

ق$_{غ}$ = ـــ ع غ جا ٩٠

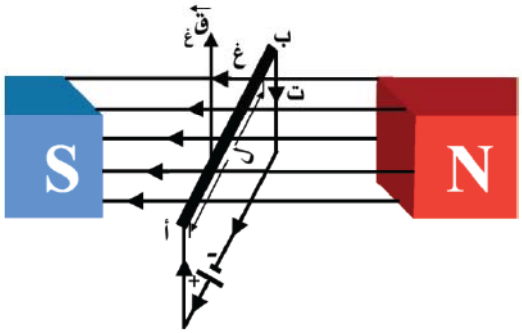
٦×١٠$^{-١٠}$ = ـــ × ٢×١٠^{٥} × ٣×١٠$^{-٣}$ × ١

ـــ = $\frac{٦\times١٠^{-١٠}}{٦\times١٠^{٢}}$ = ١×١٠$^{-١٢}$ كولوم = ١ بيكوكولوم

انتهت الإجابة

ثانيًا القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل (سلك) يسري فيه تيار كهربائي

سؤال (١) يوضح الشكل سلك مستقيم طوله (ل أ ب) ويسري فيه تيار كهربائي (ت) موضوع في مجال مغناطيسي (غ) بحيث يصنع زاوية (θ) مع اتجاه المجال المغناطيسي،



تمعّن الشكل ثم أجب على كل مما يلي:

أولا: كيف تفسر منشأ القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك.

ثانيًا: أثبت أن القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك تعطى بالعلاقة:

ق غ = ت ل غ جا θ

ثالثًا: أذكر ثلاثة أجهزة كهربائية تعتمد في عملها على هذه القوة المغناطيسية.

الحل

أولًا: بما أن المجال المغناطيسي يؤثر في شحنة متحركة فيه بقوة مغناطيسية فإنه سيؤثر في الشحنات المتحركة باتجاه واحد داخل السلك (والتي تشكل تيار كهربائي) أيضًا بقوة مغناطيسية فيكون السلك (الموصل المستقيم) تأثر بقوة مغناطيسية.

ثانيًا: ق غ = ن ع غ جا θ لكن السرعة = المسافة / الزمن ع = ل / ز

ق غ = ن (ل / ز) غ جا θ لكن ن / ز = ت

(ق غ = ت ل غ جا θ) وهو المطلوب

ثالثًا: ١. جهاز مكبر الصوت ٢. جهاز الغلفانوميتر (المستخدم للكشف عن التيارات الكهربائية الصغيرة).

٣. جهاز المحرك الكهربائي (الذي يعد جزءًا أساسيًا في العديد من الأجهزة مثل المراوح والسيارات الهجينة).

سؤال (٢) أذكر العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل مستقيم يحمل تيار كهربائي ومغمور في مجال مغناطيسي.

الحل

من القانون [ق غ = ت ل غ جا θ]

١. مقدار التيار المار في الموصل (ت).

٢. طول الموصل (ل).

٣. مقدار المجال المغناطيسي (غ) الذي غمر فيه الموصل.

٤. جيب الزاوية θ المحصورة بين متجه الطول ($\vec{ل}$) للموصل ومتجه المجال المغناطيسي ($\vec{غ}$)

لاحظ أن: يعبّر عن القانون (ق غ = ت ل غ جا θ) بصورته المتجهة كما يأتي ($\vec{ق}_غ$ = ت $\vec{ل} \times \vec{غ}$) لذلك:

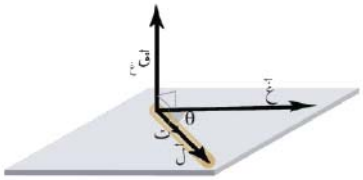
θ بين ($\vec{ل}$ و $\vec{غ}$) لكن $\vec{ل}$: متجه الطول

س: ما المقصود بمتجه طول الموصل؟ (New) (Super)

هو متجه مقداره يساوي طول الموصل الموجود في المجال المغناطيسي واتجاهه باتجاه مرور التيار الكهربائي (ت) دائما.

إعداد: أمجد دودين

سؤال (٣) وضح كيف تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل مستقيم يسري فيه تيار كهربائي مغمور في مجال مغناطيسي.

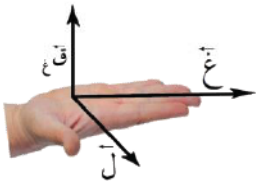


الحل

أولًا: تشير الأصابع الأربعة إلى اتجاه المجال المغناطيسي ($\vec{غ}$) (نزرع)

ثانيًا: يشير الإبهام إلى متجه طول الموصل ($\vec{ل}$) والذي يكون دائمًا باتجاه التيار الاصطلاحي (من القطب + إلى −) (نوجه)

ثالثًا: يشير العمودي على باطن اليد والخارج منه إلى اتجاه القوة المغناطيسية ($\vec{ق}_غ$) (نحرك)



سؤال (٤) وضح كيف يستدل عمليًا على اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يحمل تيار وموضوع في مجال مغناطيسي؟

الحل

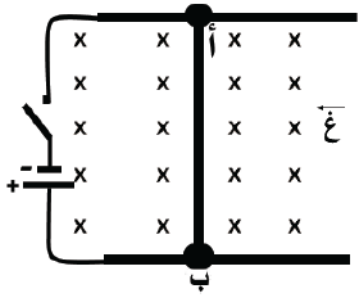
يستدل على القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل من خلال:

١. انحناء الموصل: إذا كان الموصل غير قابل للحركة والانزلاق.

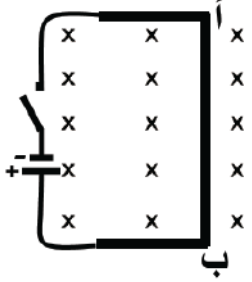
٢. ازاحة الموصل: إذا كان الموصل قابل للحركة والانزلاق (حر الحركة).

سؤال (٥) وضح ماذا يحدث للموصل (أ ب) في كل من الحالتين التاليتين بعد غلق المفتاح:

أولا: حرة الحركة والانزلاق



ثانيا: غير قابل للحركة (مثبت)



الحل

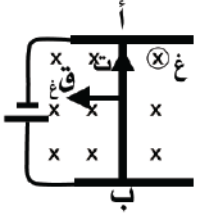
أولًا: بعد غلق المفتاح يخطط التيار الاصطلاحي في الموصل فيكون من ب ← أ نحو ص+

ونطبق قاعدة اليد اليمنى فيتحرك إزاحة (Δ س)

س− ص+ ز−

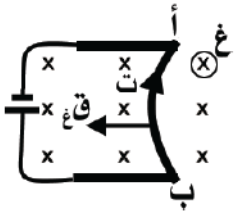
نحو س حيث ق$_غ$ = ت ل غ جا٩٠

(يتحرك إزاحة لليسار) لأنه الموصل قابل للحركة.



ثانيًا: بعد غلق المفتاح يخطط التيار الاصطلاحي في الموصل فيكون من ب ← أ نحو ص+ ونطبق قاعدة اليد اليمنى فينحني الموصل نحو اليسار

كما في الشكل ينحني ويقوس وينطعج لأنه غير قابل للحركة.

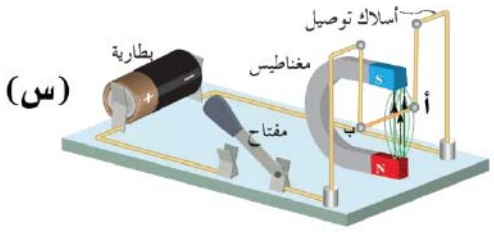


سؤال (٦) في الشكل مغناطيس على شكل حرف (U) وأسلاك توصيل وموصل قابل للحركة (أ ب) وبطارية ومفتاح كهربائي. فسر كل مما يلي:

أولًا: عدم تأثر الموصل (أ ب) بقوة مغناطيسية في الشكل (س).

ثانيًا: تأثر الموصل (أ ب) بقوة مغناطيسية في الشكلين (ص، ع).

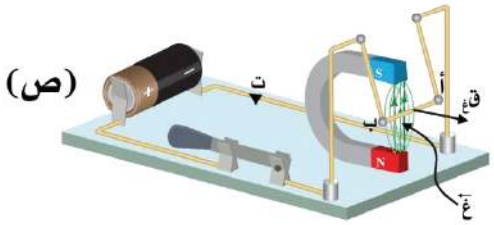
ثالثًا: انعكاس اتجاه حركة الموصل في الشكلين (ص، ع).



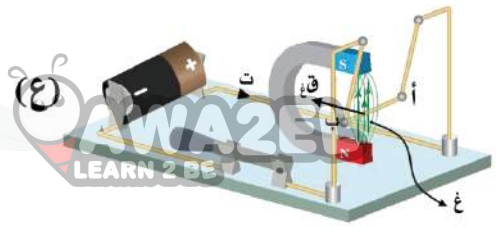
الحل

أولًا: لأن الموصل (أ ب) لم يسري ولم يمر فيه تيار كهربائي (ت = صفر).

ثانيًا: لأن الموصل في الشكلين (ص، ع) يمر فيه تيار وموضوع في مجال مغناطيسي ويصنع زاوية ٩٠° مع المجال المغناطيسي فيتعرض إلى ق غ = ت ل غ جا ٩٠ أكبر ما يمكن (قيمة عظمى).



ثالثًا: لأن أقطاب البطارية عكست وبالتالي اتجاه التيار انعكس من الشكل (ص) إلى الشكل (ع) فنعكس اتجاه القوة المغناطيسية حيث في (ص) ق غ نحو اليمين س+ وفي (ع) ق غ نحو اليسار س−



AWA2S LEARN 2 BE

ملاحظة

إذا طلب السؤال حساب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على موصل مستقيم:

أولًا: في وحدة الأطوال .. سؤال صريح؟

ثانيًا: دون أن يحدد طول السلك (مثل سلك طويل جدًا) .... سؤال غير صريح؟

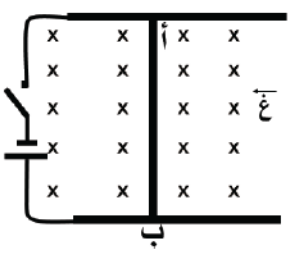
يجب علينا اعتبار (ل = ١م) ضمنيًا ونقسم طرفي القانون على (ل) ونجد الجواب بوحدة (نيوتن/م)

$\frac{ق_غ}{ل} = ت \frac{ل}{ل} غ جا\theta \Leftarrow \frac{ق_غ}{ل} = ت غ جا\theta$ = رقم (نيوتن/م) نصيب المتر الواحد

قسمة ونصيب

Home Work

في الشكل السلك (أ ب) حر الحركة في المجال المغناطيسي المبين عند إغلاق المفتاح (ح)، فإن السلك:



أ) سيتحرك إلى اليمين

ب) سيتحرك إلى اليسار

ج) سيتحرك إلى اليسار ثم إلى اليمين

د) لن يتحرك

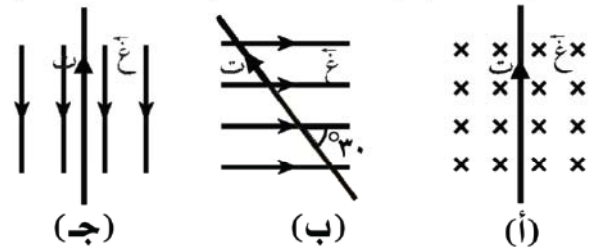
الحل

سيتحرك إلى اليسار

أمثلة متنوعة على تجربة (٢):

مثال (١) موصل مستقيم طوله (٢٠)سم، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٢) أمبير مغمور في مجال مغناطيسي مقداره (٠,٤) تسلا، جد: القوة المغناطيسية المؤثرة في هذا الموصل في الحالات (أ، ب، ج). علمًا أن :

(جا ٣٠ = جا ١٥٠ = ٠,٥) (جا ٦٠ = جا ١٢٠ = $\frac{\sqrt{3}}{2}$)



الحل

(ق غ)$_{أ}$ = ت ل غ جا ٩٠ = ٢ × ٢٠ × ١٠$^{-٢}$ × ٤ × ١٠$^{-١}$ × ١

= (١٦ × ١٠$^{-٢}$ نيوتن، نحو س−)

(ق غ)$_{ب}$ = ت ل غ جا ١٥٠ = $\frac{١}{٢}$ × ٢ × ٢٠ × ١٠$^{-٢}$ × ٤ × ١٠$^{-١}$

= (٨ × ١٠$^{-٢}$ نيوتن، نحو ز− ⊗)

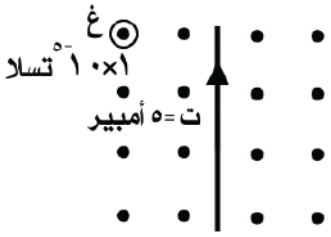
(ق غ)$_{ج}$ = ت ل غ جا ١٨٠ = صفر (تنعدم ق غ) وتعتبر قيمة صغرى.

مثال (٢) متى تكون القوة المغناطيسية المؤثر في سلك يسري فيه تيار كهربائي موضوع في مجال مغناطيسي:

أ) أكبر ما يُمكن	ب) أقل ما يمكن (صفرًا)	ج) نصف قيمتها العظمى
(قيمة عظمى)	(تنعدم)	($\frac{١}{٢}$ القيمة العظمى)
عندما θ = ٩٠	عندما θ = صفر، ١٨٠	عندما θ = (٣٠ ، ١٥٠)
بين $\vec{غ}$ و $\vec{ل}$ (اتجاه ت)	بين $\vec{غ}$ و $\vec{ل}$ (اتجاه ت)	بين $\vec{غ}$ و $\vec{ل}$ (اتجاه ت)

وذلك حسب القانون: (ق غ = ت ل غ جا θ)

مثال (٣) بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل أحسب القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال من السلك؟



الحل

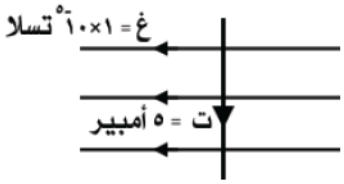
س ص+ ز+

الأصح $\frac{ق غ}{ل}$ = ت $\frac{ل}{ل}$ غ جا ٩٠ = ٥ × ١ × ١٠$^{-٥}$ × ١ = (٥ × ١٠$^{-٥}$ نيوتن/م، نحو س+)

الصح OR ق غ = ت ل غ جا ٩٠ = ٥ × ١ × ١ × ١٠$^{-٥}$ × ١ = ٥ × ١٠$^{-٥}$ (نيوتن، نحو س+)

لكل ١ م

مثال (٤) في الشكل سلك طويل جدًا احسب القوة المغناطيسية المؤثر عليه معتمدًا على الشكل.



الحل

ز ص− س−

$\frac{ق غ}{ل}$ = ت $\frac{ل}{ل}$ غ جا ٩٠ = ٥ × ١ × ١٠$^{-٥}$ × ١ = (٥ × ١٠$^{-٥}$ نيوتن/م، نحو ز− ⊗)

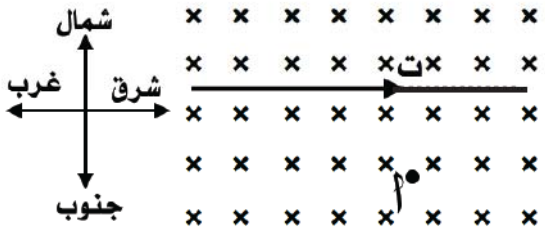
OR ق غ = ت ل غ جا ٩٠ = ٥ × ١ × ١ × ١٠$^{-٥}$ × ١ = ٥ × ١٠$^{-٥}$ (نيوتن، نحو ز−)

لكل ١ م

إعداد: أمجد دودين

Home Work ١

سلك مستقيم لا نهائي الطول موضوع في مستوى الورقة باتجاه شرق غرب ويحمل تيارًا مقداره (٥) أمبير نحو الشرق كما في الشكل، ومغمور كليًا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره ($١٠^{-٥}$) تسلا في اتجاه يتعامد مع سطح الورقة نحو الداخل. أجب عما يأتي:



١- احسب القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال من السلك مقدارًا واتجاهًا.

٢- فسّر منشأ القوة المغناطيسية المؤثرة في هذا السلك.

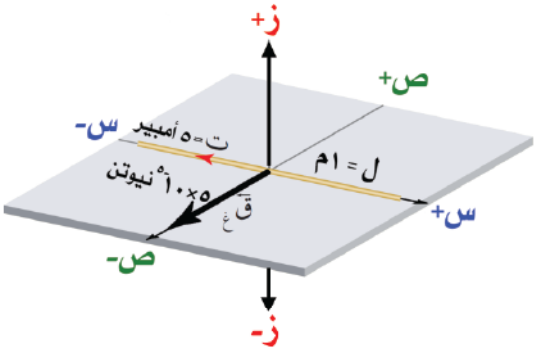
Home Work ٢

فكرة اتزان وربط مع رولا

(أ ب) موصل مستقيم طوله (٢٠) سم، ومساحة مقطعه (٣×١٠^{-٨}) م^{٢}، ومقاوميته ($٤,٥\times١٠^{-٦}$) Ω.م، وُصِل في دارة مغلقة مع بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (ق د)، وعُلِّق في ميزان نابضي فكانت قراءته (٠,١) نيوتن. وعندما غُمر في مجال مغناطيسي منتظم (٠,٥) تسلا بالاتجاه الموضّح في الشكل المجاور، أصبحت قراءة الميزان النابضي صفرًا. احسب القوة الدافعة الكهربائية (ق د).

Home Work ٣

يبين الشكل الموضح موصلاً مستقيمًا يمر فيه تيار كهربائي باتجاه المحور السيني السالب، فإذا كان الموصل مغمورًا في مجال مغناطيسي منتظم وأثر فيه بقوة مغناطيسية بالاتجاه المبين في الشكل. فحدد اتجاه المجال المغناطيسي ومقداره.

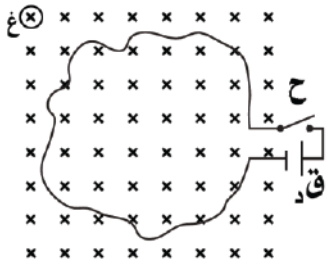


Home Work ٤

استنتاجي

أ) في الشكل بيّن ماذا يحدث للسلك بعد إغلاق المفتاح.

ب) إذا عكس أقطاب البطارية وأغلق المفتاح ماذا يحدث للحلقة.



إجابة ورقة عمل (٢)

Home Work ١

١) $\frac{ق_غ}{ل} = ت \frac{ل}{ل}$ غ جا ٩٠

$= ٥ \times ١٠^{-٥} \times ١ = ٥ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن/م، نحو ص+

٢) بما أن المجال المغناطيسي يؤثر في شحنة متحركة فيه بقوة مغناطيسية فإنه سيؤثر في الشحنات المتحركة فيه باتجاه واحد داخل السلك (والتي تشكل تيار كهربائي) أيضًا بقوة مغناطيسية محصلة مؤثر على الموصل المستقيم (السلك)

Home Work ٢

للتوضيح: بما أن قراءة الميزان **صفر** فهذا يعني وجود $ق_غ$ تساوي $ق_{وزن}$ وتعاكسها اتجاهًا لذلك $ق_غ$ **ألغت** $ق_{وزن}$ وساوى صفر

أي أن $ق_غ = ق_{وزن}$ لكن $ت = \frac{ق_د}{م}$ حيث $م = \frac{\rho ل}{أ}$

$= \frac{٤,٥ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠ \times ١٠^{-٢}}{٣ \times ١٠^{-٨}} = ٣٠ \Omega$

$ق_د = ت م$

$= ١ \times ٣٠ = ٣٠$ فولت

$ت ل$ غ جا ٩٠ $= ٠,١$

$ت \times ٢٠ \times ١٠^{-٢} \times ٥ \times ١٠^{-١} \times ١ = ٠,١$

ت = ١ أمبير

Home Work ٣

$ق_غ = ت ل$ غ جا ٩٠

$٥ \times ١٠^{-٥} = ١ \times ٥ \times ١ \times غ$

غ = ١×١٠^{-٥} تسلا، نحو ز− ⊗

Home Work ٤

أ) حسب قاعدة اليد اليمنى يتعرض كل جزء من الحلقة إلى قوة مغناطيسية نحو الداخل للحلقة وبالتالي تتكمش الحلقة.

ب) عند عكس أقطاب البطارية ينعكس اتجاه التيار المار في الحلقة وبالتالي ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في كل جزء وتكون نحو الخارج لذلك تتمدد الحلقة ومن الممكن أن تشكل حلقة دائرة.

انتهت الإجابة

ثالثًا 3 مصادر المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار

سؤال (١) ما هي مصادر المجال المغناطيسي؟

الحل

١. المغناطيس
٢. التيار الكهربائي

سؤال (٢) بيّن كيف توصل العالم أورستد الدنماركي أن التيار الكهربائي هو أحد أهم مصادر المجال المغناطيسي؟

الحل

لاحظ العالم أورستد: انحراف إبرة مغناطيسية (بوصلة) عند وضعها بالقرب من موصل معزول يمر فيه تيار كهربائي فنستنتج بذلك توليد مجال مغناطيسي حول ذلك الموصل.

AWA2EL LEARN 2 BE

توضيح

θ : الزاوية المحصورة بين اتجاه ($\vec{F}$) واتجاه ($\vec{\Delta l}$) الذي يكون دائمًا باتجاه التيار الكهربائي.

μ : نفاذية الوسط المغناطيسي (لوسط ما). وعندما يكون الوسط هواء يكون

$\mu_{\circ}$: نفاذية الوسط المغناطيسي في الهواء وهي ثابت تجريبي ولا يحفظ حيث

$\mu_{\circ} = 4\pi \times 10^{-7}$ تسلا.م/أمبير ، حيث تذكرنا بـ $\varepsilon_{\circ} = 8{,}85 \times 10^{-12}$ كولوم^2/نيوتن.م^2

سماحية الوسط الكهربائي في الهواء

تقرأ (ميو)

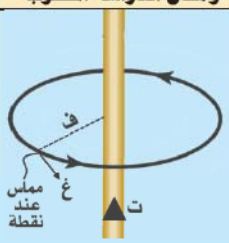
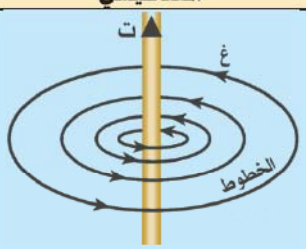
١ المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في موصل منتظم هندسيًا — ٣ حالات

مرور التيار كهربائي في موصل ما (مهما كان شكله الهندسي) يولد حوله مجال مغناطيسي وستقتصر دراستنا على دراسة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في كل من: ١. موصل مستقيم طويل (سلك) ٢. ملف دائري ٣. ملف لولبي

وذلك لأن شكلها الهندسي منتظم مما يسهل اشتقاق قوانينها من الصيغة العامة لقانون (بيو – سافار) باستخدام علم التكاملات الرياضية حيث جميع القوانين تحفظ ولا تشتق.

ملفي من المنهاج والمطلوب فقط التعرف على الرمز (μ : نفاذية الوسط) ← تقرأ ميوو
$\mu_{\circ}$: نفاذية الوسط المغناطيسي في الهواء وهي ثابت تجريبي لا يحفظ
$\mu_{\circ} = (4\pi \times 10^{-7})$ تسلا.م/أمبير

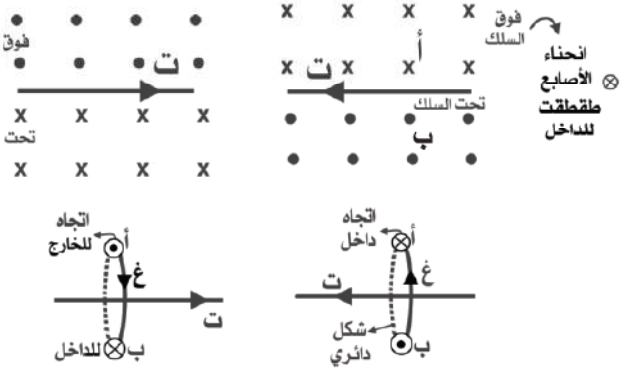
أولاً المجال المغناطيسي الناشئ عن موصل مستقيم طويل

مصدر المجال المغناطيسي ومكان الدراسة المطلوب	وصف شكل خطوط المجال المغناطيسي	حساب مقدار المجال المغناطيسي (القانون)	تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند نقطة باستخدام قاعدة اليد اليمنى (القبضة)
		$غ = \frac{\mu_{\circ} ت}{2\pi ف}$ موصل مستقيم (مطعم توتنجي على الدوار) (2π ف) محيط الدائرة. • يستخدم لحساب كل من: ١. (غ ، ت ، ف) ٢. إظهار العوامل التي يعتمد عليها (غ). موصل مستقيم	– السلك يمر فيه تيار واحد لذلك نحتاج اصبع واحد له وهو الإبهام حيث: أولًا: يشير الإبهام إلى اتجاه التيار (ت). ثانيًا: تشير بقية الأصابع بوضع القبضة إلى اتجاه المجال (المماس)
يحسب المجال المغناطيسي عند أي نقطة حول الموصل وتبعد عنه مسافة (ف)	– على شكل دوائر متحدة في المركز الذي يقع عند نقطة على محور السلك. – ويكون مستوى الدوائر عموديًا على الموصل		

AWA2EL LEARN 2 BE

سؤال

حدد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في موصل مستقيم عند النقاط (أ ، ب)؟



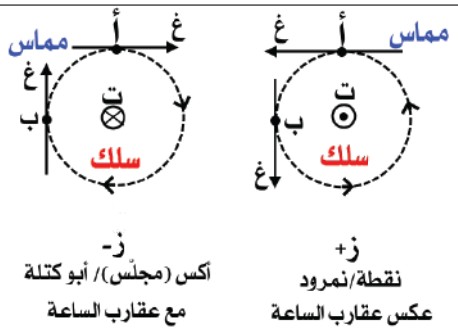
ملاقط دودينكو

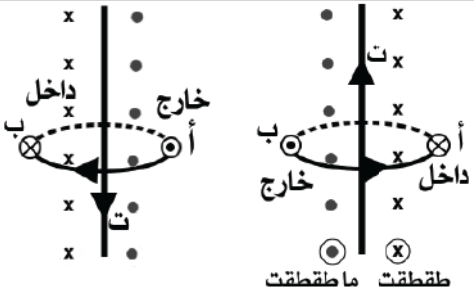
١. طلقطقت ⊗

٢. ما طلقطقت ⊙

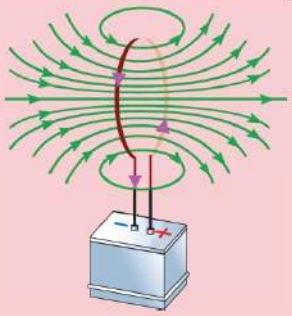
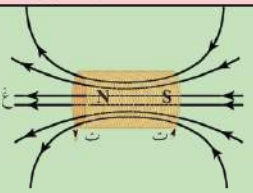
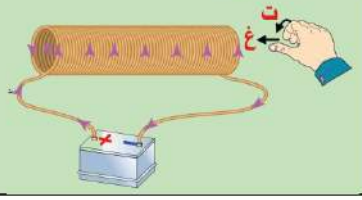
٣. مجلس ⊗ مع عقارب الساعة.

٤. نمرود ⊙ عكس عقارب الساعة



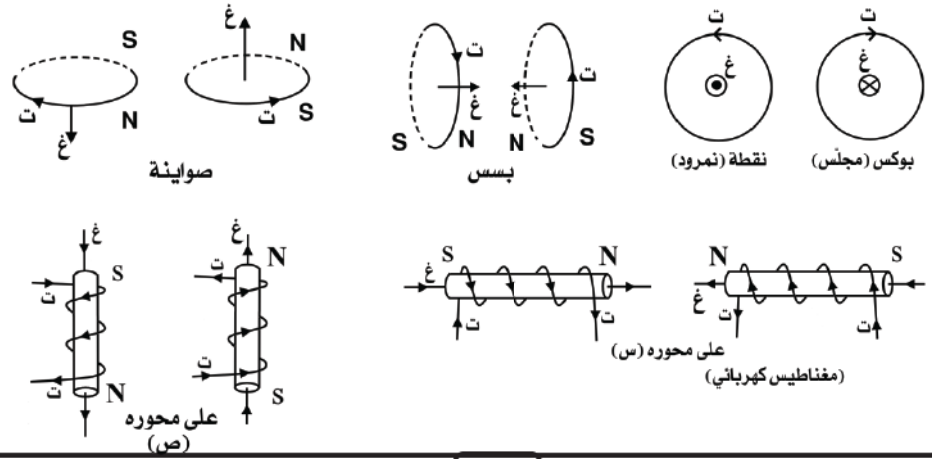


ثانيا المجال المغناطيسي الناشئ عن الملفات ... الملف الدائري والملف اللولبي

مصادر المجال المغناطيسي ومكان الدراسة المطلوب	وصف خطوط المجال المغناطيسي (الشكل)	حساب مقدار المجال المغناطيسي (القانون)	تحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند نقطة باستخدام قاعدة اليد اليمنى (القبضة)
ملف دائري فقط في مركز الملف عند (م) يطلب حساب مقدار واتجاه المجال لأنه مجال منتظم وعلى شكل خط مستقيم	 يكون المجال في مركز الملف عموديًا على مستوى الملف ويمكن تمثيله بخط مستقيم بينما تنحني الخطوط ويزداد انحناؤها كلما ابتعدنا عن المركز	$غ_{دائري} = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{٢ نق}$ نمت على/ الساعة ٢ من كثر النق(نق) – يستخدم لحساب كل من: ١. (غ ، ت ، نق) ٢. اظهار العوامل ($غ_{دائري}$)	الملف له لفات وبالتالي تيارات لذلك نحتاج الأصابع للتيار (بعكس الموصل المستقيم) أولًا: توضع الأصابع الأربعة باتجاه تيار الملف. ثانيًا: يشير الابهام إلى اتجاه المجال في مركز الملف وهو اتجاه المماس.
ملف لولبي يطلب حساب ومقدار واتجاه المجال فقط داخل الملف وبعيدًا عن الأطراف لأنه في الداخل منتظم	 يكون المجال داخل الملف على شكل خطوط مستقيمة متوازية بعيدًا عن طرفي الملف لا يكون عند الأطراف منتظم بسبب وجود انحناءات	$غ = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ل}$ لكن $نَ = \frac{ن}{ل}$ (لفة/م) $غ = نَ \mu_{\circ} ت$ نمت بدون نق ($نَ$) إشارة الفتحة تلفظ بدون نق	الملف له لفات وبالتالي تيارات لذلك نحتاج الأصابع للتيار (نفس الملف الدائري) أولاً: توضع الأصابع الأربعة باتجاه تيار الملف. ثانيًا: يشير الإبهام إلى اتجاه المجال (اتجاه المماس) 

سؤال حدد اتجاه المجال المغناطيسي في مراكز الملفات التالية:

يعتبر الملف الدائري والملف اللولبي مغناطيس كهربائي عند مرور التيار فيه وتحدد أقطابه باستخدام قبضة اليد اليمنى حيث في جميع الملفات هنا يكون دائمًا الإبهام (قطب شمالي N) والجهة الأخرى للملف (قطب جنوبي S)



١ Home Work

وضح كيف تستخدم قاعدة اليد اليمنى (القبضة) لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار كهربائي في :

أ) موصل مستقيم ب) ملف دائري ج) ملف لولبي

٢ Home Work

دون استخدام الرسم صف شكل خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في:

أ) موصل مستقيم ب) ملف دائري ج) ملف لولبي

٣ Home Work

اذكر العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي (المؤثرة فيه) الناشئ عن مرور تيار كهربائي في:

أ) موصل مستقيم ب) ملف دائري ج) ملف لولبي

AWA2EL LEARN 2 BE

٤ Home Work — موصل مستقيم

من خلال دراستك للمجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي يمر في موصل مستقيم طويل أجب عما يلي:

١. اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن مقدار هذا المجال موضح دلالة كل رمز فيها.

٢. كيف سيتأثر هذا المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة (ف) عن الموصل في الحالات الآتية:

أ) تضاعف مقدار التيار المار في الموصلب) اصبح بعد النقطة نصف ما كانت عليه.

٥ Home Work — ملف دائري

من خلال دراستك للمجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي يمر في ملف دائري أجب عما يلي:

١. تدخل الملفات الدائرية في تركيب بعض الأجهزة الكهربائية. اعط اسم جهاز مثال على ذلك.

٢. اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن مقدار هذا المجال موضح دلالة كل رمز فيها. أو ما هي العوامل التي يعتمد عليها غ ملف.

٣. هل المجال المغناطيسي المتولد في مركز الملف الدائري منتظم أم لا؟ فسر إجابتك.

٤. كيف سيتأثر هذا المجال المغناطيسي عند زيادة قطر كل لفة ضعفي ما كان عليه.

٦ Home Work — ملف لولبي

من خلال دراستك للمجال المغناطيسي الناشئ عن تيار كهربائي يمر في ملف لولبي أجب عما يلي:

١. مما يتكون الملف اللولبي وما هو الفارق الرئيسي (الميزة / بينه وبين المغناطيس المستقيم)

٢. تستخدم أسلاك رفيعة ومتراصة في صنع الملف اللولبي. علل ذلك.

٣. كيف سيتأثر المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي في الحالات التالية:

أ) زيادة قطر كل لفة ضعفي ما كان عليه. ب) تغير مادة قلب الملف لتصبح حديد.

ج) مضاعفة طول الملف مرتين مع مضاعفة عدد لفاته مرتين أيضًا.

إجابة ورقة عمل (٣)

Home Work ١

راجع الجداول في السابق ص٢٩، ص٣٠ الإجابة حسب المواصفات في الجدول (يشير وتشير) قسم تحديد الاتجاه

Home Work ٢

راجع الجداول في السابق ص٢٩، ص٣٠ الإجابة حسب المواصفات في الجدول (يشير وتشير) قسم تحديد الاتجاه

Home Work ٣

حسب القوانين: أ) $غ = \frac{\mu_{\circ} ت}{ف \pi ٢}$ (٣ عوامل): ١. μ ٢. ت ٣. ف

ب) $غ = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ن_{ق} ٢}$ (٤ عوامل): ١. μ ٢. ت ٣. ن ٤. نق

ج) $غ = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ل}$ (٤ عوامل): ١. μ ٢. ت ٣. ن ٤. ل

Home Work ٤

١. $غ = \frac{\mu_{\circ} ت}{ف \pi ٢}$ غ: مقدار المجال المغناطيسي μ : نفاذية الوسط المغناطيسي لوسط ما.

ف: بعد النقطة المراد حساب المجال المغناطيسي عندها ت: التيار المار في الموصل

٢. أ) يتضاعف مقدار المجال. ب) يتضاعف مقدار المجال علاقة عكسية

Home Work ٥

١. المحول الكهربائي حيث تولد كل لفة من لفات الموصل النحاسي المعزول في المحول مجال مغناطيسي عند مرور تيار فيه.

٢. $غ = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ن_{ق} ٢}$ غ: مقدار المجال المغناطيسي μ : نفاذية الوسط المغناطيسي.

ن: عدد لفات الملف ت: التيار المار في الملف نق: نصف قطر الملف الدائري

٣. بشكل عام يكون المجال غير منتظم لأن له اتجاهات عدة، أما في مركز الملف الدائري فإن المجال المغناطيسي يكون هناك منتظمًا لأنه خط مستقيم.

٤. $غ = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ن_{ق} ٢} = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{(ن_{ق} ٢) ٢} = \frac{١}{٢} \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ن_{ق} ٢} = \frac{١}{٢} غ$ تقل إلى النصف

Home Work ٦

١. يتكون من عدد من الحلقات الدائرية المتماثلة في نصف القطر وتقع مراكزها على خط مستقيم يمثل محور الملف بحيث يكون المجال داخله هو ناتج الجمع الاتجاهي للمجالات المغناطيسية جميعها الناتجة عن مرور تيار في الحلقات الدائرية المكونة له ويمتاز عن المغناطيس المستقيم أنه يمكن التحكم في مقداره واتجاهه عن طريق التحكم في التيار المار فيه.

٢. للحصول على مجال مغناطيسي منتظم تمامًا داخل الملف اللولبي.

٣. أ) زيادة قطر اللفة لا يؤثر لأنه ليس من العوامل المؤثرة في المجال المغناطيسي (لا يعتمد على نق)

ب) μ الحديد $> \mu_{\circ}$ لذلك يزداد المجال المغناطيسي حيث $غ = \frac{ن \mu ت}{ل}$ علاقة طردية

ج) $غ = \frac{ن \mu ت}{ل} = \frac{٢ ن \mu ت}{٢ ل} = \frac{ن \mu ت}{ل} = غ$ يبقى كما هو ولا يتغير المجال

أمثلة متنوعة على حساب المجال المغناطيسي

أفكار المسائل

١ مصدر واحد فقط
٢ مصدرين أو أكثر (متجهات)
٣ مصدر ومؤثر خارجي جاهز

المجال المغناطيسي عند نقطة تقع على:
١) سلك مستقيم طويل
٢) سلك الملف الدائري
٣) سلك الملف اللولبي
(يساوي صفرًا)

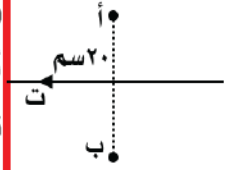
وصية أبدية

مثال (١) سلك لا نهائي الطول يمر فيه تيار كهربائي شدته (٢٠) أمبير كما في الشكل، أجب عما يلي:

أولا: جد مقدار واتجاه المجال (مصدر) المغناطيسي عند النقطة (أ)

ثانيا: مقدار واتجاه القوة (تجربة) المغناطيسية المؤثرة في إلكترون يتحرك بسرعة (١٠°) م/ث لحظة مروره بالنقطة (أ) في الحالات التالية:

١) متجهًا نحو الشمال
٢) متجهًا نحو الشرق
٣) مبتعدًا عن الناظر



ثالثا: (وزيفة). اعد حل السؤال عند النقطة (ب).

الحل غ(مصدر) : يجب العودة إلى الرسمة والتسلاية عليها

أولا: $غ_أ = \frac{\mu_0 ت}{2\pi ف} = \frac{(٢٠)(١٠\times\pi٤^{-٧})}{\pi٢(٢٠\times١٠^{-٢})} = ٢\times١٠^{-٥}$ تسلا.

مصدر (السلك عليه دوار)

نحو ⊗ عمودي نحو الداخل.

طقطقت

ثانيًا: ق(تجربة): يمنع العودة إلى الرسمة ويجب الكتابة على القانون

١- $ق_غ = ش_e ع غ جا ٩٠$ متجهًا نحو الشمال (ص+) θ=٩٠

$= (١,٦\times١٠^{-١٩})(١٠^{°})(٢\times١٠^{-٥})(١)$

$= ٣,٢\times١٠^{-١٩}$ نحو (س+) تذكر الشحنة سالبة

٢- $ق_غ = ش_e ع غ جا ٩٠$ متجهًا نحو الشرق (س+) θ=٩٠

$= (١,٦\times١٠^{-١٩})(١٠^{°})(٢\times١٠^{-٥})(١)$

$= ٣,٢\times١٠^{-١٩}$ نحو (ص−) تذكر الشحنة سالبة

٣- $ق_غ = ش_e ع غ جا$ صفر متجهًا بعيدًا عن الناظر ⊗ θ= صفر

= صفر حيث ع // غ ⇦ $ق_غ$ = صفر

مثال (٢) ملف دائري مستواه منطبق على مستوى الصفحة كما في الشكل يسري فيه تيار مقداره (١٠) أمبير، ونصف قطره (١١×١٠^{-٢})م وعدد لفاته (٣٥٠٠) لفة. احسب ما يأتي:

أولا: المجال المغناطيسي في مركز الملف مقدارًا واتجاهًا.

ثانيا: القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في بروتون يتحرك نحو الشرق بسرعة (٥×١٠^{٧}) م/ث لحظة مروره بمركز الملف (م) مقدارًا واتجاهًا.

الحل

أولا:

$غ_م = \frac{ن\mu_0 ت}{٢ نه} = \frac{(١٠)(٣٥٠٠)(\pi٤\times١٠^{-٧})}{(١١\times١٠^{-٢})٢}$

$= \frac{(١٠)(٣٥٠٠)(\frac{٢٢}{٧}\times٤\times١٠^{-٧})}{٢٢\times١٠^{-٢}}$

$= ٢\times١٠^{-١}$ تسلا، نحو ⊗ أبو كتلة مع عقارب الساعة

ثانيًا:

$ق_غ = ش_p ع غ جا ٩٠$ θ=٩٠ ع ⊥ غ

$= (١,٦\times١٠^{-١٩})(٥\times١٠^{٧})(٢\times١٠^{-١})(١)$

$= ١,٦\times١٠^{-١٢}$ نيوتن،

باتجاه (ص+) ، قاعدة اليد اليمنى.

إعداد: أمجد دودين

تمرين ملف دائري نصف قطره ١١سم وعدد لفاته (٣٥٠٠) لفة يسري فيه تيار (ت). إذا علمت أن القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال المغناطيسي ($١,٦ \times ١٠^{-١٢}$) نيوتن في بروتون يتحرك بسرعة (٥×١٠^{٧}) م/ث لحظة مروره بمركز الملف (م) عموديًا على المجال. احسب التيار المار في الملف.

الحل

$ق_غ = ش ع غ جا\theta \Leftarrow غ = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{٢ نق} \Leftarrow$ ت = ١٠ أمبير

مثال (٣) ملف حلزوني عدد لفاته (٧٠) لفة، وطوله ٢٢سم يحمل تيار شدّته (٠,٥) أمبير، احسب:

١- مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند النقاط (أ ، ب ، ج)

٢- القوة المؤثرة على إلكترون يتحرك بسرعة ($١٠^{٦}$) م/ث لحظة مروره داخل الملف متجهًا نحو الشمال.

٣- القوة المؤثرة على نيوترون يتحرك بسرعة ($١٠^{٦}$) م/ث لحظة مروره داخل الملف متجهًا نحو الشمال.

الحل

١) $غ_{ا} = غ_{ب}$

(لأن المجال داخل الملف اللولبي منتظم وثابت المقدار)

$غ_{ا} = غ_{ب} = \frac{ن \mu_{\circ} ت}{ل}$

$= \frac{(٧٠)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})(٥ \times ١٠^{-١})}{٢٢ \times ١٠^{-٢}}$

$= \frac{(٧٠)(\frac{٢٢}{٧} \times ٤)(١٠^{-٧} \times ١٠ \times ٥)(١٠^{-١})}{٢٢ \times ١٠^{-٢}}$

$= ٢٠ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو (س-)

$غ_{جـ}$ = صفر (على نفس السلك).

٢) $ق_غ = ش_e ع غ جا٩٠$ $\quad \theta = ٩٠ \quad$ ع ⊥ غ

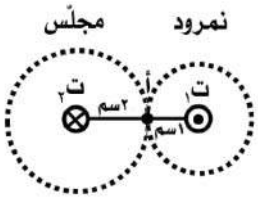
$= (١,٦ \times ١٠^{-١٩})(١٠^{٦})(٢٠ \times ١٠^{-٥})(١)$

$= ٣,٢ \times ١٠^{-١٧}$ نيوتن نحو ⊗ (تذكر الشحنة سالبة)

٣) $ق_غ = ش_n ع غ جا٩٠$ $\quad \theta = ٩٠ \quad$ ع ⊥ غ لكن $ش_n = ٠$

= صفر تذكر النيوترون ($ش_n$ = صفر) متعادل.

مثال (٤) سلكان طويلان يحملان تيارين $ت_{١} = ٤$ أمبير، $ت_{٢} = ٢$ أمبير. بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل:



أولا: احسب المجال المغناطيسي عند النقطة (أ) مقدارًا واتجاهًا.

ثانيًا: احسب القوة المؤثرة على الكترون يمر بالنقطة (أ) بسرعة ٢٠٠م/ث باتجاه محور (س-)

الحل

أولًا: هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (أ) لذلك:

أ) $غ_{١} = \frac{\mu_{\circ} ت_{١}}{٢\pi ف_{١١}} = \frac{(٤)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})}{(١٠^{-٢} \times ١)\pi٢}$

$= ٨ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو (ص-) رسم مماس (نمرود)

$غ_{٢} = \frac{\mu_{\circ} ت_{٢}}{٢\pi ف_{١٢}} = \frac{(٢)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})}{(١٠^{-٢} \times ٢)\pi٢}$

$= ٢ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو (ص-) رسم مماس (مجلّس)

$غ_{ا} = غ_{١} + غ_{٢} = ٨ \times ١٠^{-٥} + ٢ \times ١٠^{-٥}$

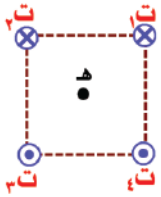
$= ١٠ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو (ص-) (معهما)

ثانيًا: $ق_غ = ش_e ع غ جا٩٠$ $\quad \theta = ٩٠ \quad$ ع ⊥ غ

$= (١,٦ \times ١٠^{-١٩})(٢٠٠)(١٠ \times ١٠^{-٥})(١)$

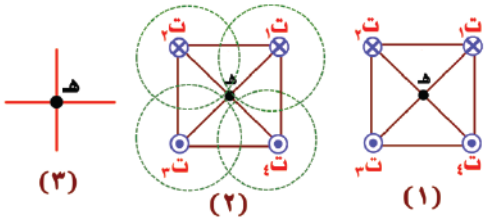
$= ٣,٢ \times ١٠^{-٢١}$ نيوتن، نحو ⊗ (تذكر الشحنة سالبة)

Quiz يمثل الشكل أربعة موصلات مستقيمة طويلة يمر فيها تيار في اتجاه المحور الزيني موضوعة عند رؤوس مربع، إذا كانت قيم التيار في المواصلات متساوية فإن اتجاه المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ) هو:



الحل

أ) س+ ب) س- ج) ص+ د) ص-

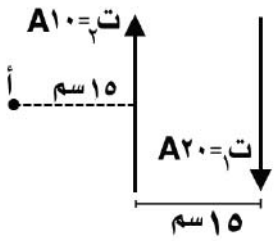


للتدريب: ١) نضع الأقطار المتعادمة أولا.

٢) نرسم دوائر لتمر بنقطة المركز ٣) بتسلا أبو كتلة ونمرود

إعداد: أمجد دودين

مثال (٥) سلكان متوازيان مستقيمان يقعان في مستوى الصفحة، يحملان تياران متعاكسان في الاتجاه، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (أ)



الحل

هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (أ) وبالتالي:

أ

$غ_{١} = \frac{\mu_{\circ} ت}{٢\pi ف} = \frac{(٢٠)(٤\pi \times ١٠^{-٧})}{(٣٠ \times ١٠^{-٢})٢\pi}$ ← ١٥+١٥

$= \frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو ⊗

$غ_{٢} = \frac{\mu_{\circ} ت}{٢\pi ف} = \frac{(١٠)(٤\pi \times ١٠^{-٧})}{(١٥ \times ١٠^{-٢})٢\pi}$

$= \frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو ⊙

$غ_{ا} = غ_{١} - غ_{٢}$

$= \frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٥} - \frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٥}$ = صفر (نقطة انعدام)

نقطة التعادل

هي النقطة التي تساوي محصلة المجالات المغناطيسية عندها صفرًا حيث مجالات متساوية مقدارًا [$غ_{١} = غ_{٢}$] ومتعاكسة اتجاهًا

أي مصدر — أي مصدر

إرشاد

عندما يكون السلكان متوازيان فإن نقطة التعادل تحدد على النحو التالي:

الحالة الأولى: تياران في الاتجاه نفسه. (صحاب)

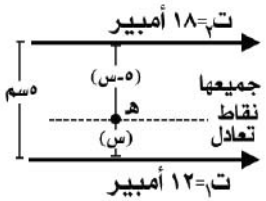
- تقع نقطة التعادل بينهما وأقرب إلى السلك الذي يحمل تيار كهربائي أقل مقدارًا.
- إذا كان مقدارا التيارين متساويين فإن نقطة التعادل تقع في منتصف المسافة بينهما.

الحالة الثانية: تياران في اتجاهين متعاكسين (مش صحاب)

- تقع نقطة التعادل خارجهما وأقرب إلى السلك الذي يحمل تيار كهربائي أقل مقدارًا.

إذا كان مقدارا التيارين متساويين فإن نقطة التعادل لا وجود لها. (الحالة الوحيدة)

مثال (٦) في الشكل المجاور حدد موضع نقطة انعدام المجال المغناطيسي



الحل

حتى تكون (ه) نقطة انعدام المجال المغناطيسي لا بد أن يكون: $غ_{١ه} = غ_{٢ه}$

$\frac{\mu_{\circ} ت_{١}}{٢\pi ف_{١ه}} = \frac{\mu_{\circ} ت_{٢}}{٢\pi ف_{٢ه}}$

$\frac{ت_{١}}{ف_{١ه}} = \frac{ت_{٢}}{ف_{٢ه}} \leftarrow \frac{١٢}{س} = \frac{١٨}{(٥ - س)}$

٦٠ − ١٢س = ١٨س

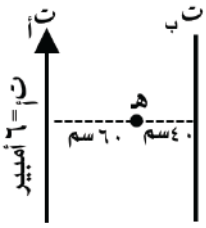
س = ٢سم عن $ت_{١}$ & ٣سم عن $ت_{٢}$

العنغنة

حيث: ينعدم المجال المغناطيسي عند النقاط جميعها الواقعة على خط مستقيم يوازي الموصلين وعلى بعد ٢سم عن الموصل الأول و ٣سم عن الموصل الثاني

(الوصف والعنغنة ضروري في الحل)

مثال (٧) سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما (١٠٠)سم. بالاعتماد على الشكل. احسب شدة التيار المار في السلك (ب) حتى يكون المجال المغناطيسي عند (ه) صفرًا وحدد اتجاهه.



الحل

حتى يكون المجال المغناطيسي عند (ه) يساوي صفرًا لا بد أن يكون

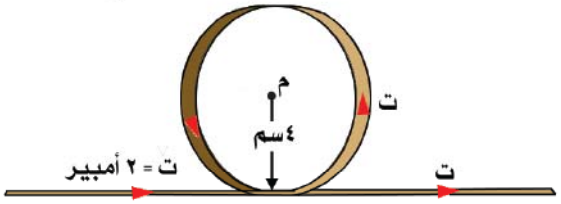
$غ_{اه} = غ_{به}$

$\frac{\mu_{\circ} ت_{١}}{٢\pi ف_{اه}} = \frac{\mu_{\circ} ت_{ب}}{٢\pi ف_{به}} \Leftarrow \frac{٦}{٦٠ \times ١٠^{-٢}} = \frac{ت_{ب}}{٤٠ \times ١٠^{-٢}}$

$ت_{ب}$ = ٤ أمبير ، باتجاه تيار السلك (أ) باتجاه (ص+)

إعداد: أمجد دودين

مثال ٨ في الشكل سلك مستقيم طويل جدًا يحمل تيار صنع في جزء منه عروة دائرية عدد لفاتها ٧ لفات احسب مقدار المجال المغناطيسي واتجاهه في مركز العروة.



الحل

هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند مركز العروة وبالتالي:

م:

$غ_{سلك} = \frac{\mu ت}{\pi ٢ ف} = \frac{(٢)(٧-١٠\times\pi٤)}{(٢-١٠\times٤)\pi٢}$

$= ١\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊙

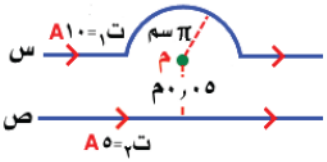
$غ_{دائري} = \frac{\mu ت ن}{٢ نق} = \frac{(٢)(٧-١٠\times\frac{٢٢}{٧}\times٤)٧}{(٢-١٠\times٤)٢}$

$= ٢٢\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊙

$غ_م = غ_{سلك} + غ_{دائري} = ١\times١٠^{-٥} + ٢٢\times١٠^{-٥}$

$= ٢٣\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊙

مثال (٩) بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل إذا علمت أن الأسلاك (س ، ص) لا نهائية الطول، وتقع في مستوى الصفحة. احسب المجال المغناطيسي في النقطة (م) مقدارًا واتجاهًا.



الحل

القطعان المستقيمان على يمين وعلى يسار النقطة (م) لا يولدان مجالاً مغناطيسياً عند النقطة (م) لأنها تقع على امتداديهما أي أن: غ (مقطعين مستقيمين) = صفر

هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (م) وبالتالي:

$غ_{سلك} = \frac{\mu ت}{\pi ٢ ف} = \frac{(٥)(٧-١٠\times\pi٤)}{(٢-١٠\times٥)\pi٢}$

$= ٢\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊙

$غ_{مقطع\ دائري} = \frac{\mu ت ن}{٢ نق} = \frac{(١٠)(\frac{١}{٢})(٧-١٠\times\pi٤)}{(٢-١٠\times\pi)٢}$

$= ١٠\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊗

$غ_م = غ_{مقطع\ دائري} - غ_{سلك} = ١٠\times١٠^{-٥} - ٢\times١٠^{-٥}$

$= ٨\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊗

NOTE هنا يعامل المقطع الدائري على القانون باعتبار ن = $\frac{١}{٢}$ حلقة

وزيفة اعتمادًا على البيانات في الشكل المبين احسب المجال المغناطيسي في النقطة (م).

القطعان المستقيمان على يمين وعلى يسار النقطة (م) لا يولدان مجالاً مغناطيسياً عند النقطة (م) لأنها تقع على امتداديهما أي أن غ (مقطعين مستقيمين) = صفر

الحل

$غ_{(مقطع\ دائري١)} = \frac{\mu ت_١ ن}{٢ نق_١} = \frac{(٢,٥)(٧-١٠\times\pi٤)(\frac{١}{٢})}{(٢-١٠\times\pi)٢}$

$= ٢٥\times١٠^{-٦}$ تسلا، باتجاه ⊙

$غ_{(مقطع\ دائري٢)} = \frac{\mu ت_٢ ن}{٢ نق_٢} = \frac{(٢,٥)(٧-١٠\times\pi٤)(\frac{١}{٢})}{(٢-١٠\times\pi٢)٢}$

$= ١٢,٥\times١٠^{-٦}$ تسلا، باتجاه ⊙

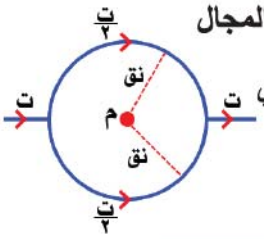
$غ_م = غ_١ + غ_٢ = ٢٥\times١٠^{-٦} + ١٢,٥\times١٠^{-٦}$

$= ٣٧,٥\times١٠^{-٦}$ تسلا، باتجاه ⊙

تذكر ن١ = $\frac{١}{٢}$ حلقة & ن٢ = $\frac{١}{٢}$ حلقة

ت١ = ت٢ = ت = ٢,٥ A

تمرين أثبت أن محصلة المجال المغناطيسي عند النقطة (م) يساوي صفرا. (انعدام المجال)



الحل

القطعان المستقيمان على يمين وعلى يسار النقطة (م) لا يولدان مجالاً مغناطيسياً في النقطة (م). لأنها تقع على امتدادهما أي أن غ (مقطعين مستقيمين) = صفر

$$\text{غ (مقطع دائري علوي)} = \frac{\text{ن}\,\mu\,\text{ت}}{2\text{نق}} = \frac{\left(\frac{\text{ت}}{2}\right)\mu\frac{1}{2}}{2\text{نق}}$$

$$= \frac{\mu\,\text{ت}}{8\text{نق}}\text{، باتجاه} \otimes$$

$$\text{غ (مقطع دائري سفلي)} = \frac{\text{ن}\,\mu\,\text{ت}}{2\text{نق}} = \frac{\left(\frac{\text{ت}}{2}\right)\mu\frac{1}{2}}{2\text{نق}}$$

$$= \frac{\mu\,\text{ت}}{8\text{نق}}\text{، باتجاه} \odot$$

$$\text{غ}_\text{م} = \text{غ العلوي} - \text{غ السفلي} = \frac{\mu\,\text{ت}}{8\text{نق}} - \frac{\mu\,\text{ت}}{8\text{نق}} = \text{صفر}$$

ملاحظة: التيار في المقطع العلوي مع عقارب الساعة والسفلي عكس عقارب الساعة لذلك لا يمكن اعتباره ملف واحد بل (نصفين)

مثال (١٠) اعتمادًا على البيانات في الشكل المبين:

احسب المجال المغناطيسي في النقطة (م)

الحل

القطعان المستقيمان على يمين على أسفل النقطة (م) لا يولدان مجالاً مغناطيسياً عند النقطة (م) لأنها تقع على امتدادهما أي أن: غ (مقطعين مستقيمين) = صفر

هناك مؤثر واحد للمجال المغناطيسي عند النقطة (م)، وبالتالي:

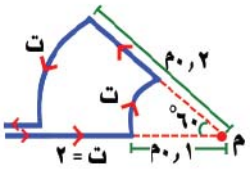
$$\text{غ}_\text{م (دائري)} = \frac{\text{ن}\,\mu\,\text{ت}}{2\text{نق}} = \frac{\left(\frac{3}{4}\right)(2)(\pi 4 \times 10^{-7})}{2(\pi \times 10^{-2})}$$

$$= 3 \times 10^{-5}\text{ تسلا باتجاه} \odot$$

تذكر ن = $\frac{3}{4}$ اللفة (الحلقة الدائرية)

مثال (١١) اعتمادًا على البيانات في الشكل المبين:

المجال المغناطيسي في النقطة (م)



الحل

القطعان المستقيمان على امتداد النقطة (م) لا يولدان مجالاً مغناطيسياً عند النقطة (م) لأنها تقع على امتدادهما أي أن:
غ (مقطعين مستقيمين)= صفر

ن=؟ ٣٦٠ ← (١) لفة

٦٠ ← (ن) لفة

$$\text{ن} = \frac{60}{360} = \frac{1}{6}\text{ لفة} \rightarrow$$

$$(\text{ن} = \frac{\text{هـ}}{360} = \frac{60}{360} = \frac{1}{6}\text{ لفة})$$

$$\text{ن (مقطع دائري)} = \frac{\text{هـ}}{360}$$

AMGEL LEARN 2 BE

قاعدة توثق دائمًا قبل الحل.

$$\text{غ مقطع دائري داخلي} = \frac{\text{ن}\,\mu\,\text{ت}}{2\text{نق}}$$

$$= \frac{\frac{1}{6}(\pi 4 \times 10^{-7})(2)}{2(1 \times 10^{-1})}$$

$$= \frac{\pi 2}{3} \times 10^{-6}\text{ تسلا باتجاه} \otimes$$

$$\text{غ مقطع دائري خارجي} = \frac{\text{ن}\,\mu\,\text{ت}}{2\text{نق}}$$

$$= \frac{\frac{1}{6}(\pi 4 \times 10^{-7})(2)}{2(2 \times 10^{-1})}$$

$$= \frac{\pi 1}{3} \times 10^{-6}\text{ تسلا باتجاه} \odot$$

$$\text{غ}_\text{م} = \text{غ}_\text{داخلي} - \text{غ}_\text{خارجي}$$

$$= \frac{\pi 2}{3} \times 10^{-6} - \frac{\pi 1}{3} \times 10^{-6}$$

$$= \frac{\pi 1}{3} \times 10^{-6}\text{ تسلا باتجاه} \otimes$$

مثال (١٢) في الشكل المجاور أ، ب ملفان دائريان متحدان في المركز والمستوى إذا علمت أن

(ت أ = ١٠ أمبير) (ن أ = ١٥٠ لفة)، (نق أ = ١٥ سم)، (ت ب = ٢٠ أمبير)، (ن ب = ١٠٠ لفة)، (نق ب = ٢٠ سم)

١) احسب شدة المجال المغناطيسي عند المركز (النقطة م)

٢) إذا عكس اتجاه التيار (أ) احسب شدة المجال المغناطيسي عند المركز (النقطة م) وظيفة

الحل

١) هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (م)، وبالتالي:

$غ_أ = \left(\frac{ن\ \mu\ ت}{٢نق}\right)_أ$

$= \frac{(١٠)(١٥٠)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})}{٢(١٥ \times ١٠^{-٢})} = \pi٢ \times ١٠^{-٣}$ تسلا، باتجاه ⊙

$غ_ب = \left(\frac{ن\ \mu\ ت}{٢نق}\right)_ب$

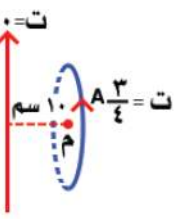
$= \frac{(٢٠)(١٠٠)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})}{٢(٢٠ \times ١٠^{-٢})} = \pi٢ \times ١٠^{-٣}$ تسلا، باتجاه ⊙

$غ_م = غ_أ + غ_ب = \pi٢ \times ١٠^{-٣} + \pi٢ \times ١٠^{-٣}$

$= \pi٤ \times ١٠^{-٣}$ تسلا، باتجاه ⊙

٢) $غ_م = غ_أ - غ_ب$ = صفر (انعدام) $غ_أ$ ⊗ & $غ_ب$ ⊙

مثال (١٣) سلك لا نهائي الطول يقع على يمينه ملف دائري عمودي على مستوى الصفحة، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري (م).



نق = $\pi٢$ سم

ن = ٤ لفات

الحل

هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (م)، وبالتالي:

$غ_{سلك} = \frac{\mu\ ت}{٢\pi\ ف} = \frac{(٢٠)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})}{\pi٢(١٠ \times ١٠^{-٢})}$

$= ٤ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊗

$غ_{دائري} = \frac{ن\ \mu\ ت}{٢نق} = \frac{(\frac{٣}{٤})(\pi٤ \times ١٠^{-٧})٤}{٢(\pi٢ \times ١٠^{-٢})}$

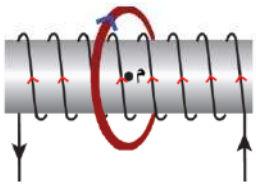
$= ٣ \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه س−

$غ_م = \sqrt{(غ_{سلك})^٢ + (غ_{دائري})^٢} = \sqrt{(٤ \times ١٠^{-٥})^٢ + (٣ \times ١٠^{-٥})^٢}$

$ظا\theta = \left(\frac{غ_{سلك}}{غ_{دائري}}\right) = ظا\theta = \left(\frac{٤}{٣}\right)$ θ المحصورة بين $غ_م$ & $غ_{دائري}$

محصورة بين المحصلة ومقام الظل دائما

مثال (١٤) ملفان أحدهما دائري والآخر حلزوني، متحدان في المركز، عدد لفات الدائري (١٠) لفات ونصف قطره ($\pi١٠$ سم) ويحمل تيارًا (٤ أمبير) وعدد لفات الحلزوني (٢٠ لفة) وطوله ($\pi٥$ سم)، ويمر فيه تيارًا (٢ أمبير) أجب عما يأتي:



١) احسب المجال المغناطيسي عند مركز الملفين.

٢) القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة سالبة مقدارها (٢ ميكروكولوم) تتحرك بسرعة (١×١٠^{٦} م/ث) لحظة مرورها عند مركز الملفين.

أولا: باتجاه الغرب. ثانيا: باتجاه الشمال.

الحل

١) هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (م)، وبالتالي:

$غ_{دائري} = \frac{ن\ \mu\ ت}{٢نق} = \frac{(١٠)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})(٤)}{٢(\pi١٠ \times ١٠^{-٢})}$

$= ٨ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه (س−)

$غ_{لولبي} = \frac{ن\ \mu\ ت}{ل} = \frac{(٢٠)(\pi٤ \times ١٠^{-٧})(٢)}{(\pi٥ \times ١٠^{-٢})}$

$= ٣٢ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه (س−)

$غ_م = غ_{دائري} + غ_{لولبي} = ٨ \times ١٠^{-٥} + ٣٢ \times ١٠^{-٥}$

$= ٤٠ \times ١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه (س−)

٢) أولاً...

$ق_غ = ش\ ع\ غ\ جا\theta$ ∴ ع // غ ← θ = صفر

= صفر

ثانيًا...

$ق_غ = ش\ ع\ غ\ جا٩٠$ ع ⊥ غ ← θ = ٩٠

$= (٢ \times ١٠^{-٦})(١ \times ١٠^{٦})(٤٠ \times ١٠^{-٥})(١)$

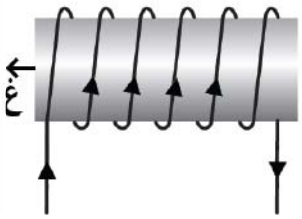
$= ٨ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن، باتجاه ⊗

تذكر... نطبق قاعدة اليد اليمنى

AWA2EL LEARN 2 BE

إعداد: أمجد دودين

مثال (١٥) ملف لولبي (حلزوني) يحتوي على ١٠٠ لفة لكل ١ سم من طوله، ويحمل تيارًا باتجاه عقارب الساعة (عند النظر إليه من اليمين) مقداره (١٠٠ أمبير) احسب:



١) مقدار المجال المغناطيسي داخل الملف على امتداد محوره.

٢) مقدار واتجاه التيار اللازم إمراره في ملف لولبي آخر عدد لفاته (٤٠ لفة) لكل سم من طوله، يحيط بالأول بإحكام ليصبح المجال المغناطيسي الكلي داخل الملف يساوي صفرًا.

الحل

١) $غ_{لولبي} = \frac{ن \mu ت}{ل} = \frac{(١٠٠)(١٠٠)(٧-١٠\times\pi٤)}{(٢-١٠\times١)}$

$= \pi٠,٤$ تسلا، باتجاه (س−)

٢) حتى ينعدم المجال المغناطيسي الكلي داخل الملف لا بد أن يمر في الملف اللولبي الآخر تيار كهربائي يعاكس اتجاه تيار الملف اللولبي الأول

الأول صاعد للأعلى والثاني هابط للأسفل

ويحقق الشرط التالي

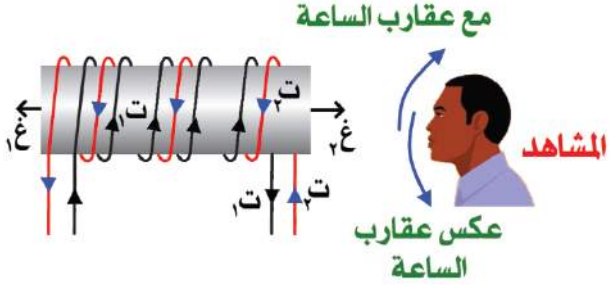
$غ_{١\ لولبي} = غ_{٢\ لولبي}$ متساويان مقداراً ومتعاكسان اتجاهاً

$\frac{ن_٢ \mu ت_٢}{ل_٢} = \pi٠,٤$

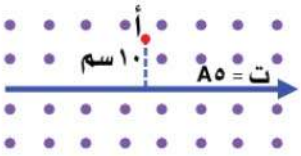
$\frac{٤٠(٧-١٠\times\pi٤)ت_٢}{(٢-١٠\times١)} = \pi(١-١٠\times٤)$

$ت_٢ = ٢٥٠$ أمبير مقدارًا

اتجاه ($ت_٢$) معاكس لاتجاه ($ت_١$)



مثال (١٦) في الشكل سلك يحمل تيار كهربائي غمر كليا في مجال مغناطيسي خارجي منتظم مقداره ($١٠^{-٥}$) تسلا عمودي على الصفحة نحو الخارج بالاعتماد على الشكل احسب:



١) احسب القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال من السلك.

٢) المجال المغناطيسي عند النقطة (أ)

٣) القوة المغناطيسية المؤثرة على بروتون يمر بالنقطة (أ) بسرعة (٦١٠) م/ث متجهًا نحو الشمال.

الحل

١) $ق_غ = ت\ ل\ غ\ جا\theta$

$\frac{ق_غ}{ل} = ت\ غ\ جا٩٠$ $\quad \theta = ٩٠$

$\frac{ق_غ}{ل} = (١)(٥)(١٠^{-٥}) = ٥\times١٠^{-٥}$ نيوتن/م، باتجاه ص−

٢) هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (أ) وبالتالي:

$غ_{مؤثر\ خارجي} = ١\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊙ (حسب الشكل)

$غ_{سلك} = \frac{\mu ت}{٢\pi ف} = \frac{(٥)(٧-١٠\times\pi٤)}{(٢-١٠\times١٠)\pi٢}$

$= ١\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊙

$غ_أ = غ_{مؤثرة} + غ_{سلك} = ١\times١٠^{-٥} + ١\times١٠^{-٥}$

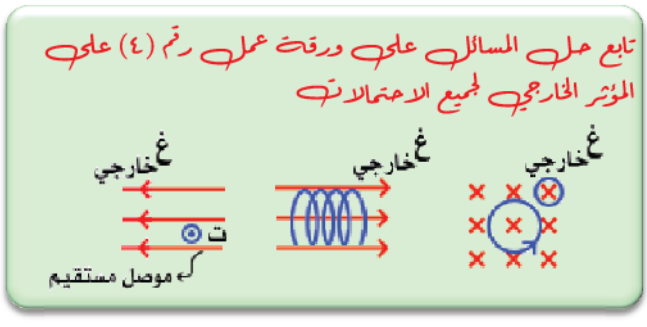
$= ٢\times١٠^{-٥}$ **تسلا، باتجاه** ⊙

٣) $ق_غ = ~~ب~~ ع\ غ\ جا٩٠$ $\quad \theta = ٩٠ \leftarrow ع \perp غ$

$= (١٠^{-١٩}\times١,٦)(٦١٠)(١٠^{-٥}\times٢)(١)$

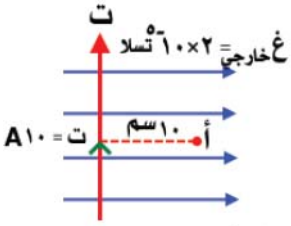
$= ١٠^{-١٨}\times٣,٢$ نيوتن، باتجاه (س+)

تابع حل المسائل على ورقة عمل رقم (٤) على المؤثر الخارجي لجميع الاحتمالات



إعداد: أمجد دودين

مثال (١٧) في الشكل سلك مستقيم يحمل تيار كهربائي غمر كليا في مجال مغناطيسي خارجي منتظم، بالاعتماد على الشكل احسب:



١) القوة المؤثرة على السلك.

٢) المجال المغناطيسي عند النقطة (أ)

٣) القوة المغناطيسية المؤثرة على الكترون يمر بالنقطة (أ) بسرعة (٥×١٠^٦ م/ث) متحركًا باتجاه المجال الخارجي.

الحل

١) $\frac{ق_غ}{ل} = ت\ غ\ جا\ ٩٠$ ← لم يحدد طول السلك (تصبح ق في وحدة الأطوال)

$= (١٠)(٢\times١٠^{-٥}) = ٢\times١٠^{-٤}$ نيوتن/م، باتجاه ⊗

٢) هناك مؤثران للمجال المغناطيسي عند النقطة (أ) وبالتالي:

أ
- $غ_{مؤثر\ خارجي} = ٢\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه س+ (حسب الشكل)
- $غ_{سلك} = \frac{\mu ت}{٢\pi ف} = \frac{(١٠)(٤\pi\times١٠^{-٧})}{(١٠\times١٠^{-٢})٢\pi}$

$= ٢\times١٠^{-٥}$ تسلا، باتجاه ⊗

- $غ = \sqrt{(غ_{مؤثر})^٢ + (غ_{سلك})^٢}$

$= \sqrt{(٢\times١٠^{-٥})^٢ + (٢\times١٠^{-٥})^٢} = \sqrt{٨}\times١٠^{-٥}$ تسلا

- $\theta = ظا\theta = \left(\frac{غ_{سلك}}{غ_{مؤثر}}\right) = \frac{٢\times١٠^{-٥}}{٢\times١٠^{-٥}} = ١$ ⇦ $\theta = ٤٥$

٣) ع // $غ_{خارجي}$ ← $غ_{خارجي}$ يهمل ويحسب $غ_{سلك}$ حيث ع ⊥ $غ_{سلك}$

$ق_غ = ش_e\ ع\ غ_{سلك}\ جا\ ٩٠$

$= (١\times١٠^{-١٩})(٥\times١٠^{١٦})(٢\times١٠^{-٥})(١)$

$= ١٦\times١٠^{-٧}$ نيوتن، باتجاه ص− تذكر قاعدة اليد اليمنى

المجالين المتعامدين

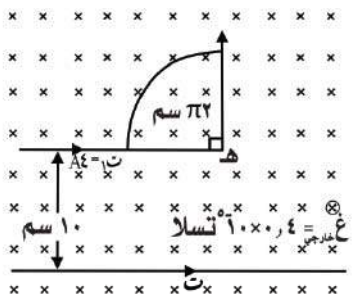
١) ع // $غ_١$ يهمل $غ_١$ ونعتمد فقط $غ_٢$

٢) ع // $غ_٢$ يهمل $غ_٢$ ونعتمد فقط $غ_١$

٣) ع ⊥ ($غ_١$، $غ_٢$) نعتمد محصلتهما مباشرة

وصية أبدية

مثال (١٨) اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل المجاور، إذا علمت أن المجال المغناطيسي المحصّل عند النقطة (هـ) يساوي (١×١٠^-٥) تسلا باتجاه المحور الزيني السالب، احسب:



١) التيار الكهربائي (ت) المار في السلك المستقيم.

٢) القوة المغناطيسية مقدارًا واتجاهاً المؤثرة في شحنة كهربائية (٦) نانوكولوم في أثناء مرورها بالنقطة (هـ) بسرعة (٣٠٠) م/ث، باتجاه المحور السيني السالب.

الحل

١. المقطعان المستقيمان الموصلان مع المقطع الدائري لا يولدان مجال عند (هـ) لأنها تقع على امتداديهما.

$غ_هـ$ ← $غ_{خارجي}$ نحو ⊗ − ز

$غ_هـ$ ← $غ_{مقطع}$ نحو ⊗ − ز

$غ_هـ$ ← $غ_{سلك\ مستقيم}$ نحو ⊙ + ز

عكس بعض لذلك المحصلة

طرح (الأكبر − الأصغر)

الذي بنفس اتجاه $غ_{محصلة}$

$غ_هـ = (غ_{خارجي} + غ_{مقطع}) - (غ_{سلك})$

$غ_هـ = (غ_{خارجي} + غ_{مقطع}) - (\frac{\mu ت}{٢\pi ف})$

$ن = \frac{هـ}{٣٦٠} = \frac{٩٠}{٣٦٠} = \frac{١}{٤}$

$\frac{ت\ ٧-١٠\times\pi٤}{٢-١٠\times١٠\times\pi٢} - (\frac{١}{٤}\ \frac{٧-١٠\times\pi٤}{٢-١٠\times\pi٢\times٢}\ +\ ٥-١٠\times٠,٤) = ٥-١٠\times١$

$٥-١٠\times١ = (٥-١٠\times١\ +\ ٥-١٠\times٠,٤) - ت\ ٥-١٠\times٠,٢$

$٥-١٠\times١ - (٥-١٠\times١,٤) = ت\ ٥-١٠\times٠,٢$

$ت = ٢$ أمبير ← $ت\ ٥-١٠\times٠,٤ = ت\ ٥-١٠\times٠,٢$

ص + س− ز−

٢. $ق_غ = ش_e\ ع\ غ\ جا\ \theta$

$= ١\times١٠^{-٥} \times ٣٠٠ \times ٦\times١٠^{-٩}$

$= ١٨\times١٠^{-١٢}$ نيوتن، ص−

برنامج التعامل مع أسئلة المحصلة العكسية

فهم وليس بصم منطق

مطالعة ذاتية عند الحاجة لها

نبحث عن ($\overleftarrow{غ}$ معلوم) من السؤال اتجاهًا له احتمالين فقط

اتجاه $\overleftarrow{غ}$ معلوم **بنفس** اتجاه $\overleftarrow{غ}$ محصل

﴿نضع غ معلوم في البداية وهنا احتمالين﴾

اتجاه $\overleftarrow{غ}$ معلوم **بعكس** اتجاه $\overleftarrow{غ}$ محصل

﴿نضع غ معلوم في النهاية دائماً﴾ احتمال واحد

غ محصل = غ معلوم ± غ مجهول

- غ محصل > غ معلوم: غ محصل = غ معلوم + غ مجهول
- غ محصل < غ معلوم: غ محصل = غ معلوم - غ مجهول

غ محصل = غ مجهول − غ معلوم

مثال مباشر

$غ_1$ = ٣ تسلا

$غ_2$ = ٤ تسلا

غ محصلة = ٣ + ٤

= ٧ تسلا ، س+

مثال مباشر

$غ_1$ = ٣ تسلا $غ_2$ = ٤ تسلا

غ محصلة = ٤ − ٣

= ١ تسلا ، س−

مثال مباشر

$غ_2$ = ٤ تسلا ،س-

$غ_1$ = ٣ تسلا ،س+

ح ق = ٤ − ٣ = ١ تسلا ، س−

مثال عكسي

$غ_1$ = ٣تسلا، س+

$غ_{محصل}$ = ٧تسلا، س+

احسب $غ_2$ (مقدار واتجاه)؟

الحل

غ محصل = $غ_1$ + $غ_2$ (غ محصل > $غ_1$)

٧ = ٣ + $غ_2$

$غ_2$ = ٧ − ٣ = ٤ تسلا، س+

بنفس اتجاه غ محصل

مثال عكسي

$غ_2$ = ٤تسلا،س-

$غ_{محصل}$ = ١ تسلا، س-

احسب $غ_1$ (مقدار واتجاه)؟

الحل

غ محصل = $غ_2$ − $غ_1$ (غ محصل < $غ_2$)

١ = ٤ − $غ_1$

$غ_1$ = ٤ − ١ = ٣ تسلا، س+

عكس اتجاه غ محصل

مثال عكسي

$غ_1$ = ٣تسلا، س+

$غ_{محصل}$ = ١ تسلا، س-

احسب $غ_2$ (مقدار واتجاه)؟

الحل

$\overleftarrow{غ_1}$ عكس $\overleftarrow{غ_{محصل}}$

غ محصل = $غ_2$ − $غ_1$

١ = $غ_2$ − ٣

$غ_2$ = ١ + ٣ = ٤ تسلا، س−

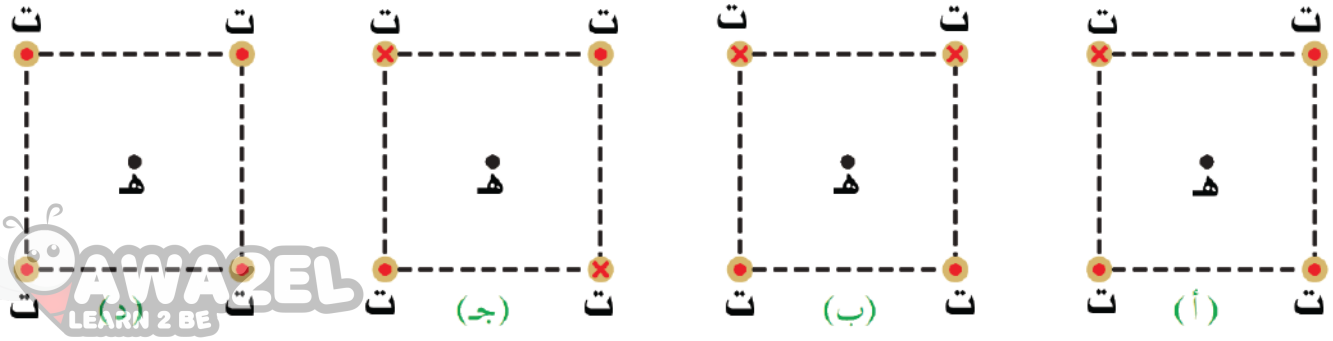
بنفس اتجاه غ محصل

ورقة عمل

اختبر نفسك ٤

١ Home Work

يمثل الشكل المجاور أربعة توزيعات لموصلات مستقيمة طويلة يمر فيها تيار في اتجاه المحور الزيني موضوعة عند رؤوس مربع، إذا كان قيم التيار في الموصلات متساوية، رتب هذه التوزيعات تصاعدياً وفق مقدار المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ).



٢ Home Work

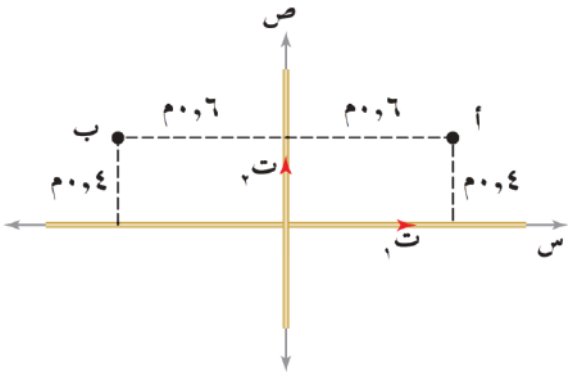
في الشكل المجاور، إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (أ)، أجب عما يأتي:

أ) جد اتجاه التيار (ت٢)

ب) أيهما أكبر مقدارًا التيار (ت١) أم (ت٢)؟ فسر إجابتك.

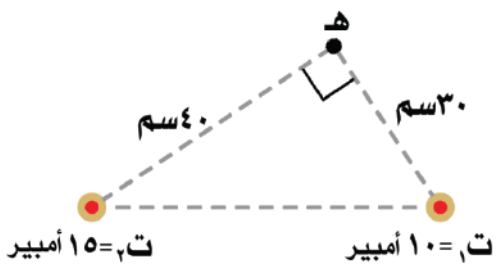
٣ Home Work

يبين الشكل المجاور موصلين مستقيمين طويلين متعامدين، يمر في كل منهما تيار مقداره (١٢) أمبير. اعتمادًا على القيم المبينة في الشكل، جد المجال المغناطيسي المحصل مقدارًا واتجاهًا عند كل من النقطتين (أ)، (ب).



٤ Home Work

موصلان طويلان مستقيمان متوازيان كما في الشكل المجاور، يمر في الأول تيار كهربائي (١٠) أمبير باتجاه (+ز) ويمر في الثاني تيار كهربائي (١٥) أمبير بالاتجاه نفسه. جد:

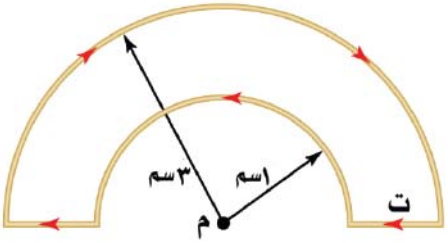


أ) موقع النقطة أو النقاط التي ينعدم عندها المجال المغناطيسي المحصل.

ب) المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ) مقدارًا واتجاهًا.

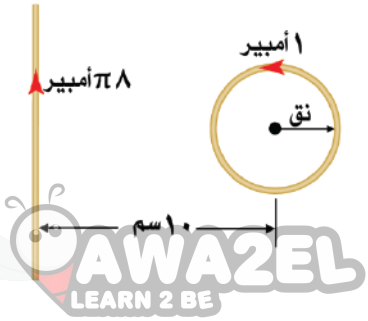
Home Work ٥

في الشكل المجاور حدد مقدار التيار الكهربائي (ت) المار في الملف إذا علمت أن مقدار المجال المغناطيسي المحصل في النقطة (م) يساوي $\frac{٨٨}{٧} \times ١٠^{-٥}$ تسلا. ثم حدد اتجاه المجال المغناطيسي في النقطة (م).



Home Work ٦

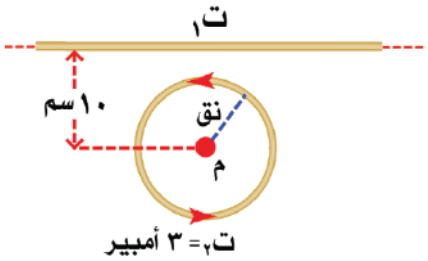
في الشكل المجاور، احسب نصف قطر الملف الدائري لكي ينعدم المجال المغناطيسي في مركزه، علمًا أن الملف يتكون من لفتين فقط.



AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٧

يبين الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول، يمر به تيار كهربائي (ت١)، ويقع أسفله وفي نفس مستوى الصفحة ملف دائري نصف قطره (π٢)سم، وعدد لفاته (٤) لفة، فإذا علمت أن القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم شحنته (٢×١٠^{-٦}) كولوم يتحرك بسرعة (٣×١٠^{٦}) م/ث لحظة مروره بمركز الملف (م) نحو اليمين كانت (١٢×١٠^{-٥}) نيوتن نحو الأسفل (ص−) وبالاستعانة بالشكل وبياناته، احسب مقدار واتجاه التيار (ت١).



Home Work ٨

يمثل الشكل المجاور حلقة فلزية دائرية تتكون من لفة واحدة. فإذا علمت أن المقاومة الكهربائية للنصف السفلي من الحلقة يساوي مثلي المقاومة الكهربائية للنصف العلوي منها. وبالاعتماد على الشكل وبياناته، احسب:

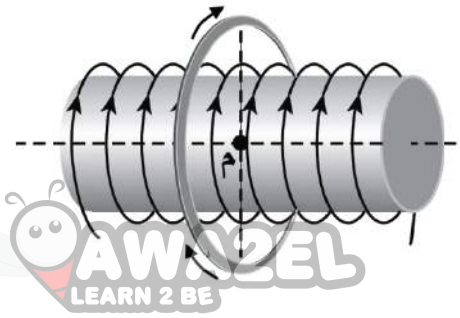
١) المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة.

٢) القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة كهربائية مقدارها (٣×١٠^{-٦}) كولوم تتحرك بسرعة (٤٠) م/ث نحو الشرق لحظة مرورها بمركز الحلقة. وحدّد اتجاهها.

Home Work ٩

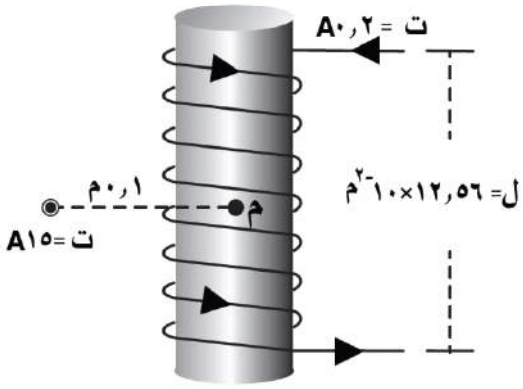
يمثل الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول يسري فيه تيار كهربائي (ت١ = ٨ أمبير) ويقع في مستوى الصفحة، وسلك آخر في نفس المستوى صُنع منه نصف لفة نصف قطرها (π)سم ويسري فيه تيار كهربائي (ت٢)، احسب مقدار التيار (ت٢) وحدّد اتجاهه في السلك الثاني بحيث ينعدم المجال المغناطيسي المحصل في مركز اللفة (م).

Home Work ١٠



ملف لولبي عدد لفاته (٢٥) لفة لكل (١) سم من طوله، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (١) أمبير، لُفّ حول وسطه ملف آخر دائري مركزه (م) ينطبق على محور الملف اللولبي. فإذا كان عدد لفات الملف الدائري (٤٠) لفة، ونصف قطره (π٢) سم، ويمر فيه تيار كهربائي مقداره (٢) أمبير احسب المجال المغناطيسي عند النقطة (م).

Home Work ١١

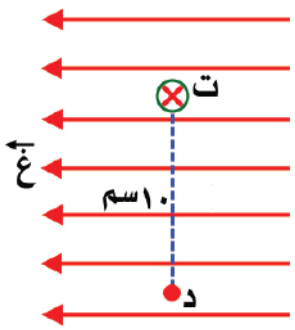


يمثل الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول وملف لولبي عدد لفاته (٢٠) لفة، معتمدًا على الشكل وبياناته، احسب:

١) مقدار المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (م) والتي تقع على محور الملف اللولبي.

٢) القوة المغناطيسية مقدارًا واتجاهًا المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة كهربائية (٤×١٠$^{-٩}$) كولوم ويتحرك بسرعة (١٠^{٧}) م/ث باتجاه الناظر لحظة مروره بالنقطة (م).

Home Work ١٢

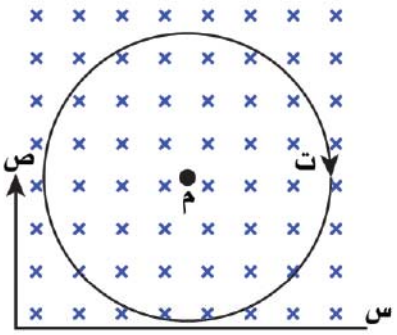


سلك مستقيم لا نهائي الطول، يحمل تيار كهربائي (٤٠) أمبير، يتجه عمودياً على مستوى الورقة، وبعيدًا عن الناظر، مغمور في مجال مغناطيسي منتظم (٣×١٠$^{-٤}$) تسلا، كما في الشكل، احسب:

١) القوة المؤثرة في وحدة الأطوال من السلك مقدارًا واتجاهًا.

٢) المجال المغناطيسي عند النقطة (د).

Home Work ١٣



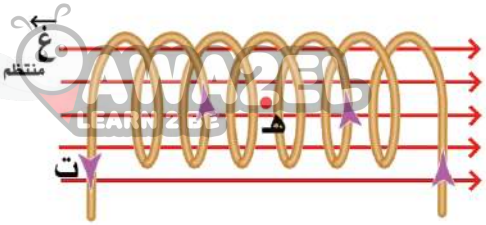
ملف دائري عدد لفاته (٧) لفات، ونصف قطره (٤×١٠^{-٢}) م يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٢) أمبير، مغمور في مجال مغناطيسي خارجي مقداره (١×١٠^{-٥}) تسلا كما في الشكل.

١) احسب مقدار واتجاه المجال المحصل في مركز الملف (م).

٢) ما اسم القاعدة التي استخدمتها لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز الملف (م)؟

٣) احسب مقدار واتجاه القوة التي يؤثر بها المجال المحصل على شحنة مقدارها (-١×١٠^{-٣}) كولوم تتحرك باتجاه يوازي محور السينات الموجب بسرعة (١×١٠^{٣}) م/ث

Home Work ١٤



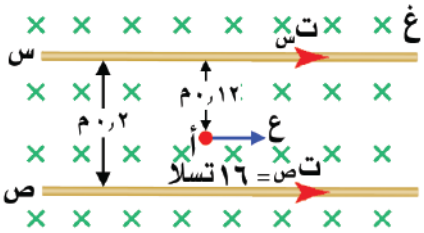
ملف حلزوني مغمور كليا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٩×١٠^{-٣}) تسلا باتجاه يوازي محور الملف كما في الشكل، فإذا علمت أن عدد لفات الملف (٥٠) لفة وطوله (٠,١١) م، ويسري فيه تيار مقداره (٧) أمبير، فاحسب ما يأتي:

١) مقدار واتجاه المجال المغناطيسي المحصل في النقطة (هـ) الواقعة على محور الملف. (اعتبر $\pi = \frac{٢٢}{٧}$)

٢) مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في إلكترون يتحرك في مستوى الورقة لحظة مروره في النقطة (هـ) بسرعة (٥×١٠^{٦}) م/ث نحو الشمال (↑)

Drill

Home Work ١٥



يمثل الشكل المجاور سلكين مستقيمين معزولين متوازيين لا نهائيين في الطول، ومغمورين في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٢×١٠^{-٥}) تسلا، يسري في كل منهما تيار كهربائي، فإذا علمت أن المجال المغناطيسي المؤثر في النقطة (أ) والناجم عن السلك (س) يساوي (٢×١٠^{-٥}) تسلا، مستعينًا بالقيم المثبتة على الشكل احسب:

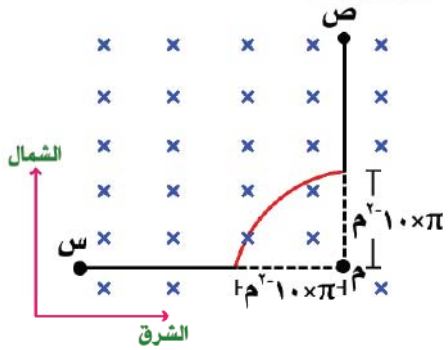
١) المجال المغناطيسي الكلي عند النقطة (أ).

٢) التيار الكهربائي المار في السلك (س).

٣) القوة المغناطيسية المؤثرة إلكترون يتحرك نحو الشرق بسرعة ($١٠^{٥}$)م/ث لحظة مروره بالنقطة (أ).

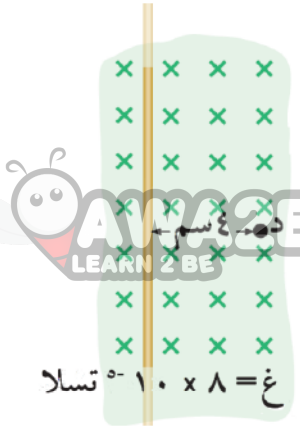
Drill

١٦ Home Work



يمثل الشكل المجاور سلكًا (س ص) يحمل تيارًا كهربائيًا (ت) ومغمور في مجال مغناطيسي (٦×١٠^{-٥}) تسلا. تتحرك شحنة كهربائية نقطية (٢×١٠^{-٦}) كولوم نحو الشرق بسرعة (٤×١٠^{٥}) م/ث. احسب مقدار واتجاه التيار (ت) الذي يجعل تلك الشحنة عند مرورها بالنقطة (م) تتأثر بقوة (٤٠×١٠^{-٦}) نيوتن نحو الجنوب.

١٧ Home Work



في الشكل المجاور، أثرت قوة مغناطيسية مقدارها (١) ملي نيوتن نحو (+ ص) في شحنة مقدارها (−٢) ميكروكولوم لحظة مرورها في النقطة (د)، بسرعة مقدارها (٥×١٠^{٦}) م/ث، باتجاه (− س). جد التيار الكهربائي المار في الموصل المستقيم مقدارًا واتجاهًا.

١٨ Home Work

ملف لولبي طوله (٠,٣١٤)م، نشأ داخله مجال مغناطيسي مقداره ٦ تسلا عندما مر فيه تيار كهربائي مقداره (٧٥ أمبير)، احسب عدد لفاته:

١) احسب عدد لفاته.

٢) هل تتغير قيمة المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي عند الانتقال من منتصف محور الملف اللولبي نحو طرفيه؟ فسر إجابتك.

١٩ Home Work

ثلاثة ملفات لولبية، طول الأول (ل) وعدد لفاته (ن)، وطول الثاني (٢ل) وعدد لفاته (ن)، وطول الثالث (٠,٥ ل) وعدد لفاته (٢ن). يمر في كل منها التيار الكهربائي نفسه، رتب هذه الملفات تنازليًا حسب المجال المغناطيسي المتولد في محورها.

Home Work ٢٠

ملف دائري نصف قطره (نق) وعدد لفاته (ن) ويمر به تيار كهربائي (ت). سُحب من طرفيه باتجاه عمودي على سطحه بحيث أصبح ملفًا لولبيًا، احسب طول الملف اللولبي بدلالة (نق) اللازم لجعل المجال المغناطيسي على محوره بعيدًا عن الأطراف مساويًا نصف المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري.

Home Work ٢١

ARSON تزويدي (فكرة استنتاجية)

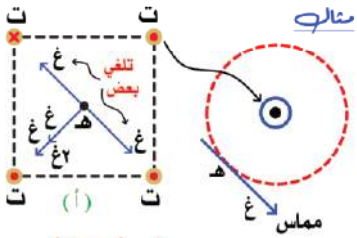
سلك مستقيم طوله (١٠٠) سم يراد عمل ملف حلزوني منه بحيث يكون محيط اللفة الواحدة (٢,٥) سم وسمكها ($\frac{١}{٢}$) سم ثم لفت اللفات على اسطوانة بحيث كانت اللفات متصلة معًا ومع بطارية تعطي تيار شدته ($\frac{١٤}{٢٢}$) أمبير. احسب مقدار المجال المغناطيسي في داخله عند نقطة تقع على محوره.

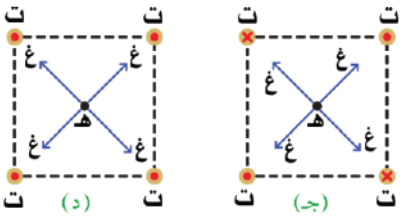
AWA2EL LEARN 2 BE

إجابة ورقة عمل (٤)

Home Work ١

مثال





أ. $غ_{هـ} = ٢غ$

ب. $غ_{هـ} = ٢\sqrt{٢}غ$

ج. $غ_{هـ} = صفر$

د. $غ_{هـ} = صفر$

عزيزي الطالب:
هذا السؤال مجرد تدريب لمهارة اليد اليمنى والوصلة

(صفر) (٢غ) ($٢\sqrt{٢}غ$)

وبالتالي : $غ_{جـ} = غ_{د} < غ_{ب} < غ_{أ}$

Home Work ٢

بما أن المجال المحصل عند النقطة (أ) يساوي صفر فهذا يعني أن $غ_{١} = غ_{٢}$ مقدارًا ويعاكسه اتجاهًا وبما أن اتجاه $غ_{١}$ نحو (– ص) فإن $غ_{٢}$ عند (أ) يكون نحو (+ ص) وحسب قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه $ت_{٢}$ نحو (– ز).

$ت_{٢} > ت_{١}$ لأن نقطة انعدام المجال تكون أقرب للتيار الأقل وأبعد عن التيار الأكبر ($ت_{٢}$).

Home Work ٣

يوجد عند النقطة (أ) مجالان مغناطيسيان وعليه

(أ)
- $غ_1 = \frac{\mu ت_1}{2\pi ف_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12}{2\pi \times 4 \times 10^{-1}} = 6 \times 10^{-6}$ تسلا، نحو (+ ز ⊙)
- $غ_2 = \frac{\mu ت_2}{2\pi ف_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12}{2\pi \times 6 \times 10^{-1}} = 4 \times 10^{-6}$ تسلا، نحو (− ز ⊗)

⇦ وعليه $غ_أ = غ_1 - غ_2$

$= 6 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6}$

(المحصلة) $غ_أ = (2 \times 10^{-6})$ تسلا، نحو (+ ز ⊙)

(ب)
- $غ_1 = \frac{\mu ت_1}{2\pi ف_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12}{2\pi \times 4 \times 10^{-1}} = 6 \times 10^{-6}$ تسلا، نحو (+ ز ⊙)
- $غ_2 = \frac{\mu ت_2}{2\pi ف_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 12}{2\pi \times 6 \times 10^{-1}} = 4 \times 10^{-6}$ تسلا، نحو (+ ز ⊙)

⇦ وعليه $غ_ب = غ_1 + غ_2$

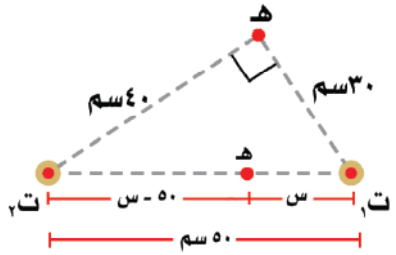
$= 6 \times 10^{-6} + 4 \times 10^{-6}$

(المحصلة) $غ_ب = (10 \times 10^{-6})$ تسلا، نحو (+ ز ⊙)

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٤

١) المسافة بين السلكين من فيثاغورس = ٥٠سم وبما أن التيارين بنفس الاتجاه فإن نقطة انعدام المجال تكون على الخط الواصل بينهما وأقرب للتيار الأقل ($ت_1$) كما في الشكل وعليه يكون:



$غ_1 = غ_2 \Leftarrow \frac{\mu ت_1}{2\pi ف_1} = \frac{\mu ت_2}{2\pi ف_2}$

$\frac{10}{س} = \frac{15}{(50 - س)}$

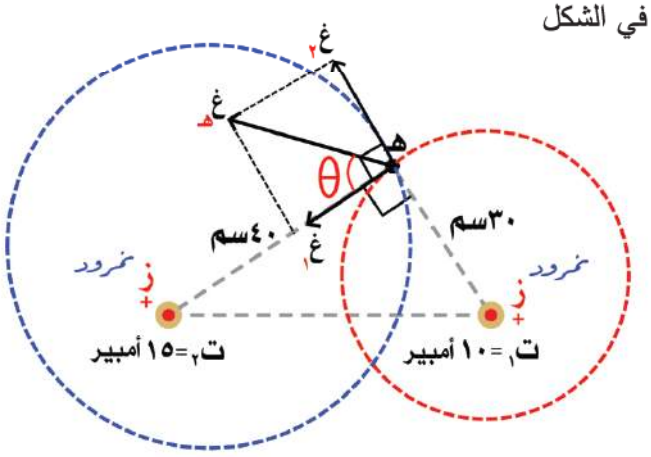
$500 - 10س = 15 س$

$\Leftarrow 500 = 25س \Leftarrow س = \frac{500}{25} = 20$سم عن الموصل الأول و ٣٠سم عن الموصل الثاني

حيث ينعدم المجال عند النقاط جميعها الواقعة على خط مستقيم يوازي الموصلين ويبعد ٢٠سم عن الأول و ٣٠سم عن الثاني

٢) يؤثر عند النقطة (هـ) مجالان مغناطيسيان على النحو التالي:

- $غ_1 = \frac{\mu ت_1}{2\pi ف_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10}{2\pi \times 3 \times 10^{-2}} = \frac{2}{3} \times 10^{-5}$ تسلا، كما في الشكل
- $غ_2 = \frac{\mu ت_2}{2\pi ف_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 15}{2\pi \times 4 \times 10^{-2}} = \frac{3}{4} \times 10^{-5}$ تسلا، كما في الشكل



- $غ_هـ = \sqrt{غ_1^2 + غ_2^2} = \sqrt{\frac{4}{9} \times 10^{-10} + \frac{9}{16} \times 10^{-10}}$ تسلا
- $ظ\theta = \frac{غ_2}{غ_1} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{2}{3}} = \frac{9}{8}$ كما في الشكل

Home Work ٥

المقطعان المستقيمان على يمين النقطة (م) وعلى يسارها لا يولدان مجال مغناطيسي في النقطة (م) لأنها تقع على امتداديهما (غ = صفر لهما) لكن هنالك مؤثران وهما المقاطع الدائرية حيث ن = $\frac{هـ}{٣٦٠} = \frac{١٨٠}{٣٦٠} = \frac{١}{٢}$

غم:

غ مقطع صغير = $\frac{ن\mu ت}{٢ن_{هـ}}$ أصغر = $\frac{\frac{١}{٢} \times ١٠ \times \pi ٤ \times ت}{٢(١٠ \times ١)^{-٢}}$ = $(\pi ت \times ١٠^{-٥})$ تسلا، نحو (+ ز ⊙)

غ مقطع كبير = $\frac{ن\mu ت}{٢ن_{هـ}}$ أكبر = $\frac{\frac{١}{٢} \times ١٠ \times \pi ٤ \times ت}{٢(٣ \times ١٠^{-٢})}$ = $\frac{\pi}{٣} ت \times ١٠^{-٥}$ تسلا، نحو (− ز ⊗)

غم = غ١ − غ٢ ويكون غمحصلة مع غ الأكبر مقدار وهو (غ مقطع صغير نحو + ز ⊙)

$\frac{٨٨}{٧} \times ١٠^{-٥} = \pi ت \times ١٠^{-٥} - \frac{\pi}{٣} ت \times ١٠^{-٥}$

$\frac{٨٨}{٧} \times ١٠^{-٥} = \frac{٢٢}{٧} ت \times ١٠^{-٥} - \frac{\frac{٢٢}{٧}}{٣} ت \times ١٠^{-٥}$ ⇦ $\frac{٨٨}{٧} \times ١٠^{-٥} = \frac{٢٢}{٧} \times ١٠^{-٥} (ت - \frac{١}{٣} ت)$

٤ = $\frac{٣ت - ت}{٣}$ ⇦ ٤ × ٣ = ٢ت ⇦ ت = ٦ أمبير

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٦

لكي ينعدم المجال غ١ سلك = غ٢ دائري مقدارًا ويعاكسه اتجاهًا

$\frac{\mu ت}{٢\pi ف} = \frac{ن\mu ت}{٢ن_{هـ}}$ ⇦ $\frac{\pi ٨}{١٠ \times \pi ٢} = \frac{(١)(٢)}{٢ن_{هـ}}$ ⇦ نق = $\frac{١٠}{٤}$ = ٢,٥ سم

Home Work ٧

ص− نعتمد س+ ز+

قغ = $\sqrt{\quad}^{+}$ ع غم جا٩٠

١٢ × ١٠$^{-٥}$ = ٢ × ١٠$^{-٦}$ × ٣ × ١٠^{٦} × غم × ١ ⇦ غم = ٢ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو + ز ⊙ للخارج) حسب قاعدة اليد اليمنى

غ ملف دائري = $\frac{ن\mu ت}{٢ن_{هـ}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{-٧} \times \pi ٤ \times ٤}{١٠^{-٢} \times \pi ٢ \times ٢}$ = ١٢ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو + ز ⊙ للخارج

لذلك

غم = غ دائري − غ سلك

٢ × ١٠$^{-٥}$ = ١٢ × ١٠$^{-٥}$ − غ سلك ⇦ غ سلك = ١٠ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، للداخل − ز ⊗ لأن المحصلة طرح

غ سلك = $\frac{\mu ت}{٢\pi ف}$ ⇦ ١٠ × ١٠$^{-٥}$ = $\frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ت}{١٠ \times ١٠ \times \pi ٢^{-٢}}$ ⇦ ت = ٥٠ أمبير (نحو + س، نحو اليمين)

Home Work ٨

١) بما أن المقاومة السفلية تساوي مثلي المقاومة العلوية فإن ت$_{سفلي}$ = $\frac{١}{٢}$ ت$_{علوي}$ أي أن ت$_{سفلي}$ = ٢ أمبير، ت$_{علوي}$ = ٤ أمبير

المقطعان المستقيمان لا يولدان في النقطة (م) مجالًا لأنها على امتدادهما لكن هنالك مؤثران هما:

غ$_{مقطع\ علوي}$ = $\frac{ن\ \mu\ ت}{٢\ نق}$ = $\frac{٤\times ١٠^{-٧}\times \pi٤\times \frac{١}{٢}}{٢\times \frac{\pi}{٢}\times ١٠^{-٢}}$ = ٨×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – ز ⊗

غ$_{مقطع\ سفلي}$ = $\frac{ن\ \mu\ ت}{٢\ نق}$ = $\frac{٢\times ١٠^{-٧}\times \pi٤\times \frac{١}{٢}}{٢\times \frac{\pi}{٢}\times ١٠^{-٢}}$ = ٤×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو + ز ⊙

⇦ غ$_{م}$ = غ$_{علوي}$ – غ$_{سفلي}$

= ٨×١٠$^{-٥}$ – ٤×١٠$^{-٥}$

= ٤×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – ز

ص+ نعتمد س+ ز–

٢) ق$_{غ}$ = ش+ ع غ$_{م}$ جا٩٠ = ٣×١٠$^{-٦}$ × ٤٠ × ٤×١٠$^{-٥}$ × ١ = ٤٨×١٠$^{-١٠}$ نيوتن، نحو ص+ للأعلى.

Home Work ٩

لكي ينعدم المجال المغناطيسي المحصلة عند (م) يجب أن يكون

غ$_{سلك}$ = غ$_{مقطع\ دائري}$

$\frac{\mu\ ت_{١}}{ف\ \pi٢}$ = $\frac{ن\ \mu\ ت_{٢}}{٢\ نق}$

$\frac{٨}{\pi\times ٤\times ١٠^{-٢}}$ = $\frac{\frac{١}{٢}\ ت_{٢}}{\pi\times ١٠^{-٢}}$ ⇦ ت$_{٢}$ = $\frac{١٦}{٤}$ = ٤ أمبير واتجاهه نحو عقارب الساعة أو نحو اليمين

AWA2EL LEARN 2 LIVE

لكن المقطعان المستقيمان لا يولدان عند النقطة (م) مجالا لأنها تقع على امتدادهما

Home Work ١٠

عند النقطة (م) هنالك مؤثران لذلك

غ$_{م}$

غ$_{دائري}$ = $\frac{ن\ \mu\ ت}{٢\ نق}$ = $\frac{٢\times ١٠^{-٧}\times \pi٤\times ٤٠}{٢\times ١٠^{-٢}\times \pi٢\times ٢}$ = (٨٠×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – س)

غ$_{لولبي}$ = ن$_{َ}$ μ ت = $\frac{ن}{ل}$ μ ت = $\frac{١\times ١٠^{-٧}\times \pi٤\times ٢٥}{١\times ١٠^{-٢}}$ = (٣١٤ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – س)

π = ٣,١٤ = ٣١٤×١٠$^{-٢}$

غ$_{م}$ = غ$_{دائري}$ + غ$_{لولبي}$ = ٨٠×١٠$^{-٥}$ + ٣١٤×١٠$^{-٥}$ = (٣٩٤×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – س)

Home Work ١١

١) عند النقطة (م) هنالك مؤثران لذلك

π = ٣,١٤ ⇦ ٤π = ١٢,٥٦

غ$_{م}$

غ$_{لولبي}$ = ن$_{َ}$ μ ت = $\frac{ن}{ل}$ μ ت = $\frac{٢٠\times \pi٤\times ١٠^{-٧}\times ٢\times ١٠^{-١}}{١٠\times ١٢,٥٦\times ١٠^{-٢}}$ = (٤×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو + ص)

غ$_{سلك}$ = $\frac{\mu\ ت}{ف\ \pi٢}$ = $\frac{١٥\times \pi٤\times ١٠^{-٧}}{١\times ١\times \pi٢\times ١٠^{-١}}$ = (٣ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو + ص)

غ$_{م}$ = غ$_{لولبي}$ + غ$_{سلك}$ = ٤×١٠$^{-٥}$ + ٣×١٠$^{-٥}$ = (٧×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو + ص)

س– نعتمد ⊙ ص+

٢) ق$_{غ}$ = ش+ ع غ$_{م}$ جا٩٠ = ٤×١٠$^{-٩}$ × ١٠^{٧} × ٧×١٠$^{-٥}$ × ١ = ٢٨×١٠$^{-٧}$ نيوتن، نحو س–

إعداد: أمجد دودين

Home Work ١٢

ص+ ⊗ ز- س-

١) $\frac{ق_{غ}}{ل} = ت \frac{ل}{ل}$ غ جا٩٠ = ٤٠×٣×١٠$^{-٤}$×١ = (١٢×١٠$^{-٣}$ نيوتن/م، نحو ص+ للأعلى)

٢) غ$_{د}$
- غ خارجي = ٣×١٠$^{-٤}$ تسلا، نحو س-)
- غ سلك = $\frac{ت \mu}{٢\pi ف}$ = $\frac{٤٠ \times ١٠^{-٧} \times \pi ٤}{١٠ \times ١٠ \times \pi ٢}$ = ٨ ×١٠$^{-٥}$ = (٠,٨ ×١٠$^{-٤}$ تسلا، نحو – س) مماس مجلس مع عقارب الساعة

غ$_{م}$ = غ$_{خارجي}$ + غ $_{سلك}$ = ٣×١٠$^{-٤}$ + ٠,٨×١٠$^{-٤}$ = (٣,٨×١٠$^{-٤}$ تسلا، نحو – س)

Home Work ١٣

١) غ$_{م}$
- غ خارجي = ١×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – ز ⊗)
- غ ملف = $\frac{ن \mu ت}{٢ نـ ه}$ = $\frac{٧ \times \pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٢}{١٠ \times ٤ \times ٢^{-٢}}$ = ٢٢ ×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – ز ⊗

غ$_{م}$ = غ$_{خارجي}$ + غ $_{ملف}$ = ١×١٠$^{-٥}$ + ٢٢×١٠$^{-٥}$ = ٢٣×١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو – ز ⊗

٢) قاعدة اليد اليمنى (القبضة)

ص- نعكس س+ ز-

٣) ق$_{غ}$ = ـ ع غ جا٩٠ = ١×١٠$^{-٣}$ × ١×١٠^{٣} ×٢٣×١٠$^{-٥}$ × ١ = (٢٣×١٠$^{-٥}$ نيوتن، نحو – ص للأسفل)

Home Work ١٤

١) غ$_{م}$
- غ خارجي = (٩×١٠$^{-٣}$ تسلا، نحو +س)
- غ لولبي = نَ μ ت = $\frac{ن}{ل} \mu$ ت = $\frac{٥٠ \times \pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٧}{١١ \times ١٠^{-٢}}$ = ٤ ×١٠$^{-٣}$ تسلا، نحو – س

غ$_{محصلة}$ = غ$_{خارجي}$ – غ $_{لولبي}$ = ٩×١٠$^{-٣}$ – ٤×١٠$^{-٣}$ = ٥×١٠$^{-٣}$ تسلا، نحو + س

ز+ نعكس ص+ س+

٢) ق$_{غ}$ = ـ ع غ$_{م}$ جا٩٠ = ١,٦×١٠$^{-١٩}$ × ٥×١٠^{٦} × ٥×١٠$^{-٣}$ × ١ = (٤×١٠$^{-١٥}$ نيوتن، نحو + ز ⊙)

Home Work ١٥

١) أ) غ مؤثر خارجي = ٢×١٠^-٥ تسلا، باتجاه ⊗

غ (سلك س) = ٢×١٠^-٥ تسلا، باتجاه ⊗ حيث ت س نحو س+ وغ ص نحو ⊗

غ (سلك ص) = $\frac{\mu ت}{ف \pi ٢} = \frac{(١٦)\times(^{-٧}١٠\times\pi٤)}{(^{-٢}١٠\times٨)\times\pi٢}$ = ٤×١٠^-٥ تسلا، باتجاه ⊙

٠,٢ − ٠,١٢ = ٠,٠٨ = ٨×١٠^-٢ م

غ ا = (غ خارجي + غ ص) − غ ص = (٢×١٠^-٥ + ٢×١٠^-٥) − ٤×١٠^-٥ = صفر (انعدام)

٢) غ ص = $\frac{\mu ت_{س}}{ف \pi ٢}$ ⇦ $\frac{(^{-٧}١٠\times\pi٤)\times ت_{س}}{(^{-٢}١٠\times١٢)\times\pi٢}$ = ٢×١٠^-٥ ⇦ ت س = ١٢ أمبير

٣) ق = ⥊ ع غ جا ٩٠ = (١,٦×١٠^-١٩)(١٠^٥)(صفر)(١) = صفر

Home Work ١٦

AWA2EL LEARN 2 BE

ص- نعتمد س+ ز+

أولا: ق غ = ⥊+ ع غ جا ٩٠ الأهم

٤٠×١٠^-٦ = ٢×١٠^-٦ × ٤×١٠^٥ × (غ) ⇦ غ = ٥×١٠^-٥ تسلا، نحو ز+) حسب قاعدة اليد اليمنى

غ خارجي > غ محصلة ⇦ [غ محصلة نحو (ز+) و غ خارجي نحو (ز-)] أكيد غ مقطع دائري نحو (ز+) > غ خارجي نحو (ز-)

المحصلة طرح إجباري

وبما أن المحصلة طرح هذا يعني

(غ مقطع − غ خارجي)

ز+ − ز- = ز+ (محصلة)

غ = غ مقطع − غ خارجي

٥×١٠^-٥ = غ مقطع − ٦×١٠^-٥ ⇦ (غ مقطع = ١١×١٠^-٥ تسلا، نحو ز+) لذلك ن = $\frac{هـ}{٣٦٠}$ = $\frac{٩٠}{٣٦٠}$ = $\frac{١}{٤}$

غ = $\frac{ن \mu ت}{٢ نـه}$

١١×١٠^-٥ = $\frac{\frac{١}{٤}\times\pi٤\times١٠^{-٧}\times ت}{\pi\times٢\times١٠^{-٢}}$ ⇦ ت = ٢٢ أمبير عكس عقارب الساعة أو من ص إلى س عبر الملف.

Home Work ١٧

ص+ نعكس س- ز-

أولا: ق غ = ⥊- ع غ جا ٩٠

١×١٠^-٣ = ٢×١٠^-٦ × ٥×١٠^٦ × غ × ١ ⇦ غ = (١٠×١٠^-٥ تسلا، نحو ز-)

غ محصلة > غ خارجي أكيد المحصلة جمع

غ = غ خارجي + غ سلك ⇦ ١٠×١٠^-٥ = ٨×١٠^-٥ + غ سلك ⇦ غ سلك = ٢×١٠^-٥ تسلا، نحو ز-)

غ سلك = $\frac{\mu ت}{ف \pi ٢}$

٢×١٠^-٥ = $\frac{\pi٤\times١٠^{-٧}\times ت}{\pi٢\times٤\times١٠^{-٢}}$ ⇦ ت = (٤ أمبير، نحو ص+)

غ ⊗ ت

Home Work ١٨

١) $غ_{لولبي} = \mu_{ت} \frac{ن}{ل}$ $\quad \pi = ٣,١٤$

$٦ = ن \times \frac{٧٥ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{٠,٣١٤}$

$ن = \frac{٦ \times ٣,١٤ \times ^{-١}١٠}{٤ \times ٣,١٤ \times ^{-٧}١٠ \times ٧٥} = ٢ \times ١٠^{٤}$ لفة

٢) نعم سوف يقل المجال المغناطيسي عند الاقتراب من طرفي الملف والسبب في ذلك هو تباعد خطوط المجال المغناطيسي عن بعضها كلما اقتربنا من طرفي الملف اللولبي.

Home Work ١٩

$ل_{١} = ل$ $\quad ل_{٢} = ٢ل$ $\quad ل_{٣} = \frac{١}{٢}ل$

$ن_{١} = ن$ $\quad ن_{٢} = ن$ $\quad ن_{٣} = ٢ن$

$غ_{١} = \frac{ن_{١} \mu_{ت}}{ل_{١}} = \frac{ن \mu_{ت}}{ل} = غ$

$غ_{٢} = \frac{ن_{٢} \mu_{ت}}{ل_{٢}} = \frac{ن \mu_{ت}}{٢ل} = \frac{١}{٢}غ$

$غ_{٣} = \frac{ن_{٣} \mu_{ت}}{ل_{٣}} = \frac{٢ن \mu_{ت}}{\frac{١}{٢}ل} = ٤غ$

لذلك $غ_{٣}$ (الأكبر) $> غ_{١} > غ_{٢}$ (الأقل)

Home Work ٢٠

$غ_{اللولبي} = \frac{١}{٢} غ_{الدائري}$

$\frac{ك \mu_{ك}}{ل} = \frac{١}{٢} \frac{ك \mu_{ك}}{٢نق}$

$٤ نق = ل \Leftarrow ل = ٤نق$

Home Work ٢١

$ل_{السلك} = ١٠٠$ سم ——— طول السلك وليس طول محور الملف اللولبي

طول محور الملف اللولبي $ل_{محور الملف} < ل_{السلك}$ لكن :

طول السلك الكلي = محيط اللفة × عدد اللفات $\Leftarrow$ (معلومة استنتاجية خارجية Super)

١٠٠ سم = ٢,٥ سم × ن $\Leftarrow$ ن = $\frac{١٠٠}{٢,٥}$ = ٤٠ لفة متصلاً تمامًا لذلك:

طول محور الملف اللولبي = ٤٠ × $\frac{١}{٢}$ = ٢٠ سم

$= \frac{١}{٢}+\frac{١}{٢}+\frac{١}{٢}+\frac{١}{٢}+\frac{١}{٢}+...+٤٠$ (نص) متلاصقة = ٢٠ سم

نطبق $غ_{لولبي} = \mu_{ت} \frac{ن}{ل}$

$= \frac{٤٠}{^{-٢}١٠ \times ٢٠} \times \pi ٤ \times ^{-٧}١٠ \times \frac{١٤}{٢٢} = \frac{٤}{٢} \times ^{٢}١٠ \times ٤ \times \frac{٢٢}{٧} \times ^{-٧}١٠ \times \frac{١٤}{٢٢}$ $\Leftarrow$ غ = ١٦ × $^{-٥}١٠$ تسلا

تجربة ٣ القوة الكهرومغناطيسية [قوة لورنتز]

سؤال (١) تستخدم في الأجهزة البحثية (المستخدمة في الأبحاث العلمية في الطب والصناعة) قوة تسمى: "قوة لورنتز" أجب عما يلي:

١) وضح المقصود بقوة لورنتز بالكلمات والرموز؟

٢) اذكر اسم جهازين من الأجهزة البحثية التي تعتبر تطبيق عملي على قوة لورنتز؟

الحل

١) قوة لورنتز: هي محصلة قوتين إحداهما كهربائية والأخرى مغناطيسية تؤثران معًا في الجسيمات المشحونة المتحركة في مجالين متعامدين منتظمين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي، وتعطى بالرموز من العلاقة الآتية:

$$[\overleftarrow{ق}_{لورنتز} = \overleftarrow{ق}_{ك} + \overleftarrow{ق}_{غ}]$$

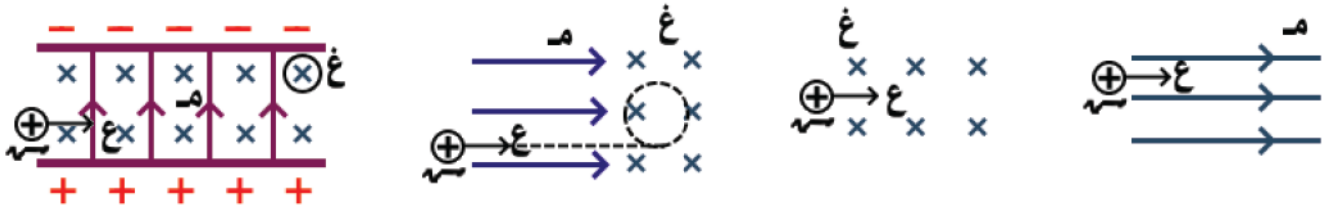
حيث تمثل هذه العلاقة الجمع المتجهي للقوتين وهنا احتمالين:

إما $ق_{ك}$ و $ق_{غ}$ (بنفس الاتجاه) ⇦ $ق_{لورنتز} = ق_{١} + ق_{٢}$

أو $ق_{ك}$ و $ق_{غ}$ (بعكس الاتجاه) ⇦ $ق_{لورنتز} = ق_{الكبرى} - ق_{الصغرى}$

٢) من الأجهزة البحثية على قوة لورنتز : أ) جهاز منتقي السرعة ب) جهاز مطياف الكتلة

سؤال (٢) واحد من الأشكال التالية إذا تحرك فيها الجسيم المشحون يتأثر بقوة لورنتز هو:



الحل

فقط في الشكل (د) وللتوضيح:

(أ) يتعرض فقط إلى $ق_{ك}$ وليس محصلة قوتين.

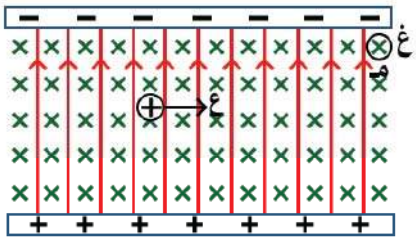
(ب) يتعرض فقط إلى $ق_{غ}$ ليس محصلة قوتين.

(ج) يتعرض أولاً إلى $ق_{ك}$ ثم يتعرض بعدها إلى $ق_{غ}$ حيث لا يؤثران معًا لذلك لا يوجد محصلة قوتين تكهربه ثم تمغنط.

(د) يتعرض في نفس الوقت إلى محصلة قوتين $ق_{ك}$ و $ق_{غ}$ (يتكهربه ويتمغنط) لذلك محصلة القوتين هي قوة لرونتز.

أمثلة متنوعة على قوة لورنتز

مثال (١) في الشكل مجالين متعامدين أحدهما مغناطيسي مقداره (٥×١٠^{-٤}) تسلا، باتجاه عمودي على الصفحة للداخل والآخر كهربائي مقداره ($\frac{٨}{٣} \times ١٠^{٣}$) فولت/م باتجاه محور ص+، إذا علمت أن شحنة كهربائية مقدارها (٣٠) ميكروكولوم دخلت هذه المنطقة بسرعة (٤×١٠^{٦})م/ث باتجاه محور س+ ، احسب محصلة القوة مقدارًا واتجاهًا المؤثرة على هذه الشحنة. وما هو اسم هذه القوة؟



الحل

تذكر عزيزي الطالب: في علم المحصلة ثلاث خطوات:
١) نخطط القوى ٢) نشعب لحساب المقدار ٣) نستبدل لحساب المحصلة

محصلة قوتين

١. ق$_ك$ = مـ $\overrightarrow{ع}$ = ($\frac{٨}{٣} \times ١٠^{٣}$) × ٣٠×١٠^{-٦} = (٨×١٠^{-٢}) نيوتن، نحو ص+ (الشحنة الموجبة تتكهرب مع اتجاه المجال (مـ)) — مع — لا نحتاج قاعدة اليد اليمنى

٢. ق$_غ$ = $\overrightarrow{ع}$ غ جا٩٠ = $٣٠ \times ١٠^{-٦} \times ٤ \times ١٠^{٦} \times ٥ \times ١٠^{-٤} \times ١$ — ؟ص يمنى س+ ز-

= (٦×١٠^{-٢}) نيوتن، نحو ص+ — ١. نزرع غ ٢. نوجه ع ٣. نحرك ق$_غ$ (ص+) — نحتاج قاعدة اليد اليمنى

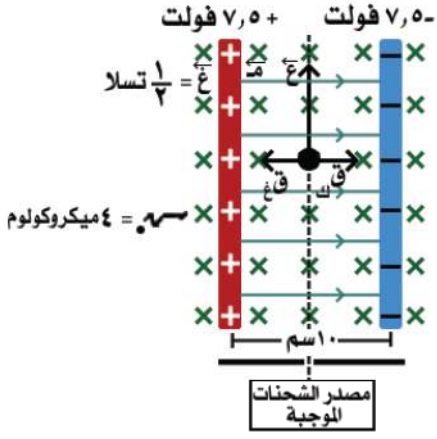
ح ق = ق$_ك$ + ق$_غ$ = $٨ \times ١٠^{-٢} + ٦ \times ١٠^{-٢} = ١٤ \times ١٠^{-٢}$ نيوتن، نحو ص+ **وتسمى قوة لورنتز**

مثال (٢) في الشكل مجالين متعامدين أحدهما مغناطيسي والآخر كهربائي منتظمين إذا علمت أن سرعة الجسيم المشحون (٣٠٠) م/ث، بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل:

١) جد محصلة القوة (لورنتز) مقدارًا واتجاهًا.

٢) صف حركة الجسيم المشحون.

٣) إذا كانت ع > ٣٠٠م/ث ماذا يحدث للحركة.



الحل مع

١. ق$_ك$ = مـ $\overrightarrow{ع}$ (لكن) مـ = $\frac{جـ}{ف} = \frac{٧,٥ - (-٧,٥)}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$ = ١٥٠ فولت/م، نحو س+)

= $٤ \times ١٠^{-٦} \times ١٥٠$ = (٦×١٠^{-٤}) نيوتن، نحو س+

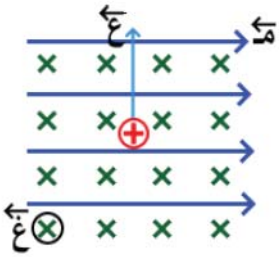
ق$_غ$ = $\overrightarrow{ع}$ غ جا٩٠ = $٤ \times ١٠^{-٦} \times ٣٠٠ \times \frac{١}{٢} \times ١$ = ٦×١٠^{-٤} نيوتن، نحو س- — ؟س يمنى ص+ ز-

ح ق(لورنتز) = ق$_ك$ − ق$_غ$ = صفر

٢. بما أن محصلة القوة المؤثرة في الجسيم المتحرك تساوي صفر، فإن الجسيم يكمل حركته **بسرعة ثابتة** وبخط مستقيم ودون انحراف نحو ص+ — (اتزان حركي)

٣. عندما تكون ع > ٣٠٠ تصبح ق$_غ$ > ق$_ك$ لذلك سينحرف الجسيم نحو ق$_غ$ أي باتجاه محور السينات السالب.

مثال (٣) الشكل المجاور يمثل مجال كهربائي منتظم يؤثر نحو اليمين ومتعامدًا مع مجال مغناطيسي منتظم مبتعدًا عن الناظر، تحركت شحنة كهربائية موجبة تحت تأثير المجالين بسرعة ثابتة نحو الأعلى، اعتمادًا على الرسم أجب عما يأتي:



١. ماذا تُسمى محصلة القوى المؤثرة على هذه الشحنة؟

٢. احسب سرعة الشحنة إذا كان مقدار المجال الكهربائي (٤٠٠) فولت/م، والمجال المغناطيسي (٠,٨) تسلا.

٣. صف حركة الشحنة الكهربائية إذا كانت الشحنة سالبة. فسّر إجابتك.

الحل

١. قوة لورنتز

٢. بما أن الجسم متحرك بسرعة ثابتة نحو الأعلى (خط مستقيم) فإن (ق$_ك$=ق$_غ$) لأن محصلة القوة عليه صفر (اتزان حركي)

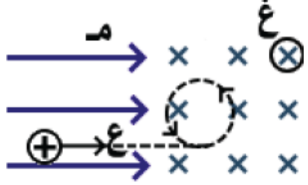
مـ = ك ع غ جا ٩٠ ⇦ ع = $\frac{مـ}{ك غ}$ = $\frac{٤٠٠}{٨ \times ١٠^{-١}}$ = (٥٠٠ م/ث، نحو ص+)

AWA2EL LEARN 2 BE

٣. ستبقى الشحنة بنفس مقدار واتجاه السرعة وذلك لأن اتجاه القوة الكهربائية ينعكس وكذلك ينعكس اتجاه القوة المغناطيسية وتبقى القوى متعاكسة اتجاهًا ومتساوية مقدارًا لذلك تبقى الشحنة متزنة حركيًا (وبسرعة ثابتة)

مش غلط وزيادة

يوضح الشكل مجالًا كهربائيًا مقداره (١٠٠٠ فولت/م) وضع فيه جسيم كتلته (٢) غرام، وشحنته (٢ ميكروكولوم) من السكون فتحرك بتأثير المجال الكهربائي مسافة مقدارها (٢ م) ثم دخل مجالًا مغناطيسيًا مقداره ٢×١٠$^{-٣}$ تسلا كما في الشكل، احسب نصف قطر المسار الذي يسلكه الجسيم في الشكل.



الحل

نق = $\frac{ك ع}{ك غ}$ لكن ع = ؟؟

نق = $\frac{٢ \times ١٠^{-٣} \times (٢)}{٢ \times ١٠^{-٦} \times ١٠^{٥}}$

نق = ١×١٠$^{-٢}$ م

ع^{٢} = ع$_{.}^{٢}$ + ٢ت Δ س

ع^{٢} = صفر + ٢(١) (٢)

ع^{٢} = ٤ ⇦ ع = ٢م/ث

سنعود

حيث ت ك = مـ

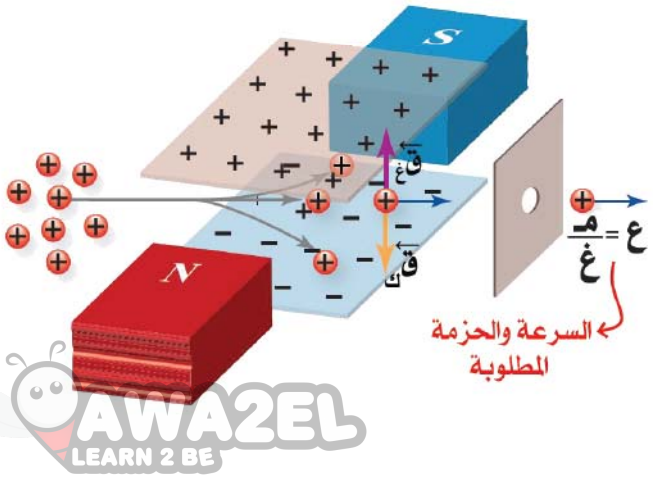
ت = $\frac{مـ}{ك}$ = $\frac{١٠^{-٦} \times ١٠٠٠ \times ٢}{١٠^{-٣} \times ٢}$ = ١م/ث^{٢}

تذكر عزيزي الطالب: إن هذا السؤال لا يعتبر تطبيق على قوة لورنتز لأن المجالين متباعدين فليس هنالك قوة محصلة على الجسيم لذلك مسائل قوة لورنتز يكون المجالين (مـ ، غ) متعامدين متداخلين معًا. مثل الأمثلة (١، ٢، ٣) السابقة

تطبيقات عملية على قوة لورنتز (الأجهزة البحثية)

١ جهاز منتقي السرعة

مثال (١) **يمثل الشكل المجاور توضيح لجهاز منتقي السرعة، تمعّن الشكل ثم أجب عمّا يلي:**



١) في ماذا يستخدم هذا الجهاز.

٢) ما هي مكونات هذا الجهاز.

٣) ما هو المبدأ العلمي للجهاز وأثبت أن (ع = م/غ)

٤) اشرح مبدأ عمل هذا الجهاز

الحل

١. يستخدم في التجارب العلمية للحصول على حزمة من الجسيمات المشحونة والمتحركة بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم.

٢. مجالان متعامدان **كهربائي ومغناطيسي (منتظمين)** يؤثر كل منهما بقوة على الجسيمات المشحونة المتحركة فيه.

٣. يقوم المبدأ العلمي على **قوة لورنتز** عندما تكون **المحصلة صفر**، حيث في هذه الحالة يكمل الجسيم حركته **بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم** وبلا انحراف عندها يكون (ق ك = ق غ) وعليه م ~~ك~~ = ~~ك~~ ع غ جا ٩٠ ⇦ م = ع غ وبالتالي (ع = م/غ) حيث من هذه العلاقة نجد أنه:

٤. – إذا **أدخلت حزمة** من الجسيمات المشحونة **بسرعات مختلفة** إلى جهاز منتقي السرعة يمكن **استخدام جزء من حزمة الجسيمات** التي تكون **نسبة سرعتها تساوي** (م/غ) حيث **يستدل عليها من حركتها دون انحراف**، أما باقي الجسيمات التي **تنحرف عن مسارها في خط مستقيم** تكون سرعتها **أكبر أو أقل** من نسبة (م/غ) حيث

– **عمليًا يمكن التحكم بمقدار** كل من المجالين (م) و (غ) لتكون نسبة (م/غ) مساوية **للسرعة المطلوبة في تجربة ما** والحصول على حزمة من الجسيمات لها هذه **السرعة المطلوبة**.

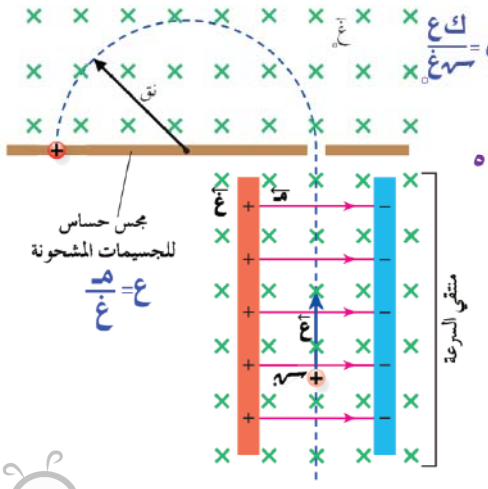
مثال (٢) **ما الشرط اللازم تحققه في جهاز منتقي السرعة لكي يعمل المجالان الكهربائي والمغناطيسي معًا لانتقاء سرعة محددة للجسيمات المتحركة فيه.**

الحل

يجب أن تكون القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية الناتجة عنهما متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه (محصلة القوة (**لورنتز**)) تساوي صفرًا وبالتالي ق ك = ق غ ⇦ ع = م/غ الحصول على سرعة محددة ثابتة.

٢ جهاز مطياف الكتلة

مثال (١) يوضح الشكل المجاور جهاز مطياف الكتلة تمعن الشكل ثم أجب عما يلي:



نق = ك ع / غ

تابع أسئلة اختبر نفسك ص٥٩

١) اذكر اثنين من استخدامات هذا الجهاز.

٢) ما هي مكونات هذا الجهاز.

٣) اشرح مبدأ عمل هذا الجهاز.

٤) اذكر تطبيق عملي على هذا الجهاز.

الحل

١. أ) **فصل الأيونات** المشحونة عن بعضها حسب النسبة بين شحنة كل منها إلى كتلته $(\frac{\text{ش}}{\text{ك}})$ وبالتالي معرفة كتلتها ونوع شحنتها حسب (نق)

ب) **دراسة مكونات** بعض المركبات الكيميائية.

AWA2EL LEARN 2 BE

٢. **مكونات الجهاز** هي: أ) **جهاز منتقي السرعة** الذي يحتوي بداخله على (مجالين متعامدين مغناطيسي وكهربائي)

ب) **مجال مغناطيسي منتظم** $\overleftarrow{غ_{\circ}}$ اتجاهه بنفس اتجاه المجال المغناطيسي غ

ج) **مجس حساس** للجسيمات المشحونة.

٣. **أولا**: يتم **انتقاء الجسيمات** المشحونة التي لها السرعة نفسها من خلال جهاز **منتقي السرعة** الذي يحتوي **مجالين متعامدين كهربائي ومغناطيسي** (غ) وبعد أن تخرج هذه الجسيمات من منتقي السرعة تدخل منطقة أخرى فيها **مجال مغناطيسي آخر*** $(غ_{\circ})$ اتجاهه **بنفس اتجاه المجال المغناطيسي** الأول (غ) **يجبر الجسيمات** المشحونة على الحركة **بمسار دائري** يشكل نصف دائرة حيث (نق α ك) تناسب طردي.

ثانيا: بعد حركة الجسيمات **وتحركها على نصف الدائرة** تصدم في نهاية المسار **بمجس*** خاص حساس يعمل على **تحديد** النسبة بين **الشحنة إلى الكتلة** $(\frac{\text{ش}}{\text{ك}})$ اعتمادًا على **نصف قطر** المسار الدائري حيث إذا علمت **شحنة الجسيم** يمكن حساب **كتلته** لذلك يسمى **مطياف الكتلة**

٤. استخدم العالم ثومسون جهاز مطياف الكتلة لقياس شحنة الإلكترون إلى كتلته $(\frac{\text{ش}_{e}}{\text{ك}_{e}})$

مثال (٢) وضح دور كل من **المجال المغناطيسي (غ)** والمجال المغناطيسي $(غ_{\circ})$ في **جهاز مطياف الكتلة؟**

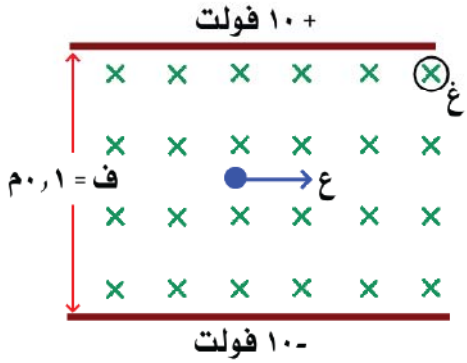
الحل

١- **يعمل المجال المغناطيسي (غ):** على **توليد قوة مغناطيسية** تساوي في **المقدار** وتعاكس في **الاتجاه** القوة الكهربائية لضمان **بقاء الشحنة متحركة في خط مستقيم** وبسرعة ثابتة.

٢- **يعمل المجال المغناطيسي $(غ_{\circ})$:** **إجبار الجسيمات المشحونة** على **الحركة في مسار دائري** بحيث يتناسب نصف قطره **طرديًا** مع كتلة هذه الجسيمات.

Home Work ١

صفيحتان مشحونتان ومغمورتان في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا، تحرك جسيم مهمل الكتلة مشحون بشحنة موجبة مقدارها (٢×١٠^{-٦}) كولوم بسرعة (١×١٠^{٤}) م/ث. بالاستعانة بالقيم والاتجاهات المثبتة على الشكل احسب:



١) القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم مقدارًا واتجاهًا.

٢) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم مقدارًا واتجاهًا.

٣) القوة المحصلة المؤثرة في الجسيم أثناء حركته، وماذا تسمى هذه القوة.

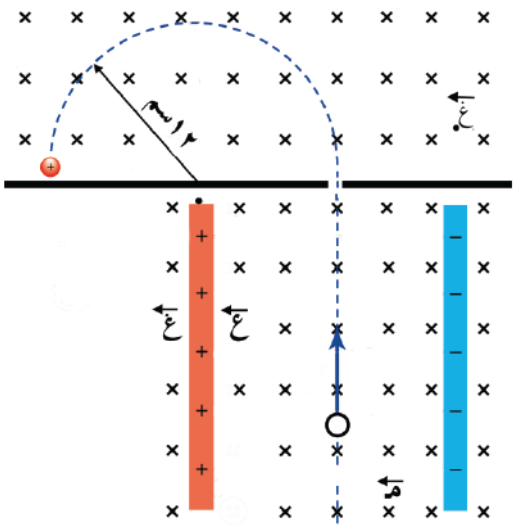
AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٢

قذف جسيم شحنته ٠,٤ ميكروكولوم بسرعة مقدارها ١٠٠ م/ث نحو (+ص) إلى منطقة مجالين، أحدهما مجال كهربائي مقداره ٥٠٠ نيوتن/كولوم متجه نحو (+س) والآخر مجال مغناطيسي مقداره ٢ تسلا نحو (– ز)، جد قوة لورنتز المؤثرة في هذا الجسيم مقدارًا واتجاهًا.

Home Work ٣

جُسيم مشحون شحنته (٦×١٠^{-١٢}) كولوم، دخل بسرعة ثابتة إلى منطقة مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين مقدار كل منهما (مـ = ٣٠٠ نيوتن/كولوم) (غ = $١,٥ \times ١٠^{-٣}$ تسلا) ثم دخل إلى منطقة مجال مغناطيسي منتظم (غ = ٣ تسلا) كما في الشكل، أجب عمّا يأتي:



١) ما اسم الجهاز المبين في الشكل؟

٢) احسب السرعة (ع).

٣) احسب كتلة الجُسيم.

Home Work ٤

يتحرك بروتون بسرعة ($١,٦ \times ١٠^{٤}$) م/ث نحو محور السينات الموجب فيدخل إلى منطقة مجال كهربائي مقداره (٢×١٠^{٣}) نيوتن/كولوم واتجاهه نحو محور الصادات السالب.

أ) جد القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون مقدارًا واتجاهًا.

ب) عند إضافة مجال مغناطيسي إلى المنطقة نفسها، وفي لحظة ما أُدخل بروتون آخر يتحرك بالسرعة نفسها إلى منطقة المجالين الكهربائي والمغناطيسي لوحظ أن البروتون الثاني أكمل حركته بلا انحراف. احسب مقدار المجال المغناطيسي وحدد اتجاهه.

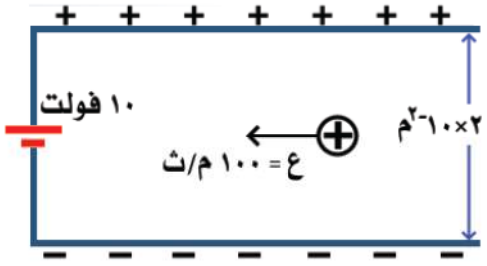
ج) إذا أدخل جسيم ألفا بالسرعة نفسها، إلى منطقة المجالين الكهربائي والمغناطيسي، فهل يكمل حركته بلا انحراف؟ فسر إجابتك.

(ملاحظة: جسيم ألفا شحنته موجبة وتساوي ضعفي شحنة البروتون، وكتلته أربعة أضعاف كتلة البروتون تقريبًا)

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٥

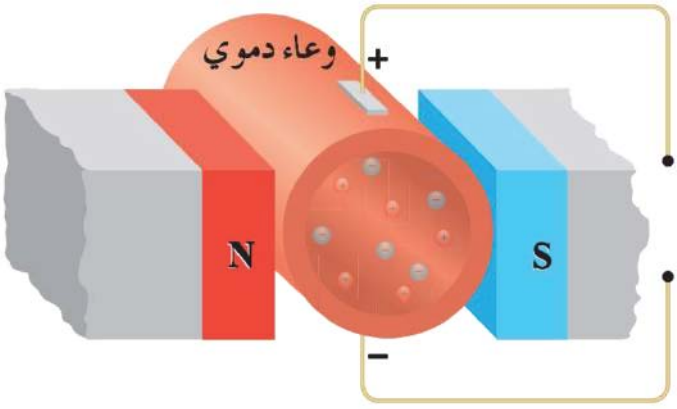
يمثل الشكل المجاور جسيم مشحون بشحنة موجبة يتحرك بسرعة ثابتة عموديًا على مجالين متعامدين كهربائي ومغناطيسي، معتمدًا على الشكل المجاور وبياناته، احسب مقدار وحدد اتجاه المجال المغناطيسي بين اللوحين بحيث يستمر الجسيم في حركته دون انحراف.



Home Work ٦

(ملغي)

يمثل الشكل المجاور مبدأ عمل مضخة كهرمغناطيسية في جهاز القلب الصناعي تستخدم في ضخ الدم الذي يحتوي على أيونات موجبة وأيونات سالبة في الأوعية الدموية؛ حيث يؤثر مجال كهربائي نحو محور الصادات السالب فيكون عموديًا على كل من الوعاء الدموي والمجال المغناطيسي المنتظم. اعتمادًا على الشكل، حدد اتجاه حركة كل من الأيونات الموجبة والأيونات السالبة داخل الوعاء الدموي.



إجابة ورقة عمل (٥)

Home Work ١

ص+ نعتمد س+ ز-

١. ق غ = $\overrightarrow{ك}$+ ع غ جا٩٠ = ٢×١٠^-٦ × ١×١٠^٤ × ٢×١٠^-١ × ١ = (٤×١٠^-٣ نيوتن، ص+)

ص- مع

٢. ق ك = مـ $\overrightarrow{ك}$+ لكن مـ = $\frac{جـ}{ف}$ = $\frac{١٠-(-١٠)}{١×١٠^{-١}}$ = ٢٠٠ فولت/م

= ٢٠٠ × ٢×١٠^-٦ = (٤×١٠^-٤ نيوتن، ص-)

٣. ق ح = ق غ – ق ك = ٤×١٠^-٣ – ٤×١٠^-٤ = ٤٠×١٠^-٤ – ٤×١٠^-٤ = (٣٦×١٠^-٤ نيوتن، ص+) وتسمى قوة لورنتز

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٢

س+ مع

١. ق ك = مـ $\overrightarrow{ك}$+ = ٥٠٠ × ٠,٤×١٠^-٦ = (٢×١٠^-٤ نيوتن ، س+)

س- نعتمد ص+ ز-

٢. ق غ = $\overrightarrow{ك}$+ ع غ جا٩٠ = ٠,٤×١٠^-٦ × ١٠٠×٢ × ١ = (٠,٨×١٠^-٤ نيوتن، س-)

ق ح = ق ك – ق غ = ٢×١٠^-٤ – ٠,٨×١٠^-٤ = (١,٢×١٠^-٤ نيوتن، س+)

Home Work ٣

١) جهاز مطياف الكتلة

٢) ع = $\frac{مـ}{غ}$ = $\frac{٣٠٠}{١,٥×١٠^{-٣}}$ = ٢×١٠ م/ث

٣) نق = $\frac{ك ع}{\overrightarrow{ك}_{٠} غ}$ ⇦ ك = $\frac{\overrightarrow{نق}_{٠} غ}{ع}$ = $\frac{١٢×١٠^{-٢} × ٦×١٠^{-١٢} × ٣}{٢×١٠^{٥}}$ = ١٠٨×١٠^-١٩ كغ

إعداد: أمجد دودين

Home Work ٤

١) ق$_ك$ = م $\overrightarrow{ح}_{+}$ = ٢×١٠^{٣} × ١,٦×١٠$^{-١٩}$ = (٣,٢×١٠$^{-١٦}$ نيوتن، نحو ص$_-$) — مع

٢) معنى أن البروتون لم ينحرف أن ق$_ك$ = ق$_غ$ مقدارًا وتعاكسها اتجاهًا أي أن $\overleftarrow{ق_غ}$ نحو ص$_+$

م $\overrightarrow{ح}$ = $\overleftarrow{ح}$ ع غ جا ٩٠

غ = $\frac{م}{ع}$ = $\frac{٢\times١٠^{٣}}{١,٦\times١٠^{٤}}$ = $\frac{٢\times١٠^{٣}}{١٦\times١٠^{٣}}$ = ($\frac{١}{٨}$ تسلا، نحو ز$_-$ ⊗)

ص$_+$ نعتمد س$_+$ ؟ ز$_-$

ق$_غ$ = $\overrightarrow{ح}_{p}$ ع غ جا٩٠

حسب قاعدة اليد اليمنى

٣) نلاحظ أن ق$_ك$ و ق$_غ$ لا تعتمد على الكتلة لكن تعتمد على الشحنة طرديًا لذلك عند حساب ق$_{لورنتز}$ نلاحظ أن الشحنة تضاعفت مرتين في كلا القوتين الكهربائية والمغناطيسية ومع بقاء (ع، م، غ) ثابتة ولم تتغير أي ان ق$_ك$ = ق$_غ$ لذلك لن ينحرف جسيم الفا عن مساره

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٥

ق$_ك$ = ق$_غ$ — لكن م = $\frac{ج}{ف}$ = $\frac{١٠}{٢\times١٠^{-٢}}$ = ٥×١٠^{٢} فولت/م

م $\overrightarrow{ح}$ = $\overleftarrow{ح}$ ع غ جا ٩٠

غ = $\frac{م}{ع}$ = $\frac{٥\times١٠^{٢}}{١٠٠}$ = (٥ تسلا، نحو ز$_+$ ⊙)

ص$_+$ س$_-$ ز$_+$

ق$_غ$ = $\overrightarrow{ح}_{+}$ ع غ جا٩٠

عكس ق$_ك$: ص$_-$

Home Work ٦

(ملغي)

ز$_+$ ص$_-$ س$_+$

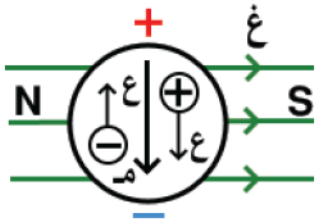
ق$_غ$ = $\overrightarrow{ح}_{+}$ ع غ جا٩٠

نحو ز$_+$ ⊙ أيونات موجبة

ز$_+$ ص$_+$ س$_+$

ق$_غ$ = $\overleftarrow{ح}_{-}$ ع غ جا٩٠

نحو ز$_+$ ⊙ أيونات سالبة



الهدف: جعل الأيونات الموجبة والسالبة تتدفق بنفس الاتجاه ومع اتجاه جريان الدم

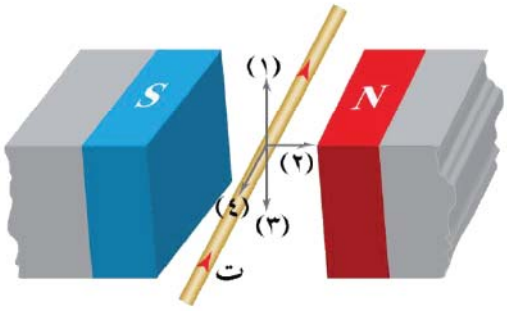
ورقة عمل

اختبر نفسك ٦

١ Home Work

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١) في الشكل المجاور، السهم الذي يمثل اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل:



أ) (١) ب) (٢)

ج) (٣) د) (٤)

٢) موصل مستقيم طويل يمر فيه تيار كهربائي باتجاه (+ س) كما في الشكل، عند مرور بروتون بالنقطة (أ) باتجاه (− ص)، فإن اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في البروتون سيكون باتجاه:

أ) (+ ز) ب) (+ س)

ج) (− س) د) (− ص)

٣) جسيم مشحون يتحرك عموديًا على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم، فيصنع مسارًا دائريًا نصف قطره (نق١). إذا دخل إلى المجال المغناطيسي نفسه جسيم مشحون آخر له كتلة الجسيم الأول بينما شحنته تساوي ثلاثة أضعاف شحنة الجسيم الأول، وبسرعة تساوي ضعفي سرعة الجسيم الأول، فإن نصف قطر المسار الدائري للجسيم الثاني (نق٢) يساوي:

أ) $\frac{١}{٢}$ نق١ ب) $\frac{٣}{٢}$ نق١ ج) $\frac{٢}{٣}$ نق١ د) ٢ نق١

٤) يعتمد مبدأ عمل جهاز منتقي السرعة على انعدام قوة لورنتز، وتنعدم قوة لورنتز عندما:

أ) يتساوى المجالان الكهربائي والمغناطيسي في المقدار ويتعاكسان في الاتجاه.

ب) يكون المجالان الكهربائي والمغناطيسي بالاتجاه نفسه.

ج) ينحرف الجسيم المشحون باتجاه القوة الكهربائية.

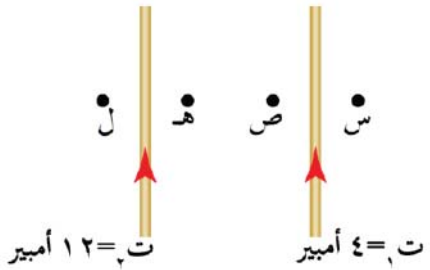
د) تتساوى القوتان الكهربائية والمغناطيسية في المقدار وتتعاكسان في الاتجاه.

٥) ملف لولبي متصل ببطارية ومقاومة، يمكن مضاعفة المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي بإحدى الطرائق الآتية:

أ) مضاعفة طوله. ب) مضاعفة القوة الدافعة الكهربائية للمصدر

ج) إنقاص عدد لفاته إلى النصف د) مضاعفة المقاومة المتصلة به

٦) بالاعتماد على الشكل المجاور فإن النقطة المحتمل أن ينعدم عندها المجال المغناطيسي المحصل هي:



أ) (ل) ب) (هـ)

ج) (ص) د) (س)

٧) يستدل تجريبيًا على اتجاه المجال المغناطيسي عند أي نقطة في المجال المغناطيسي من خلال:

أ) برادة الحديد. ب) القطب الجنوبي للبوصلة

ج) القطب الشمالي للبوصلة د) المماس المرسوم عند تلك النقطة

٨) دخل إلكترون وبروتون ونيوترون منطقة مجال مغناطيسي كما في الشكل بالاعتماد على الشكل فإن الجسيمات (س، ص، ع) تمثل على الترتيب:

أ) (الكترون، بروتون، نيوترون) ب) (بروتون، الكترون، نيوترون)

ج) (بروتون، نيوترون، الكترون) د) (نيوترون، بروتون، الكترون)

٩) اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ في مركز ملف دائري بسبب سريان تيار كهربائي يمثل بالشكل:

أ)

ب)

ج)

د)

إجابة أسئلة الماسح الضوئي

رقم الفقرة	الإجابة	رقم الفقرة	الإجابة
١	أ	٦	ج
٢	ج	٧	ج
٣	ج	٨	ب
٤	د	٩	د
٥	ب		

ملخص قوانين الفصل

	القانون	الاستخدامات	ملاحظات
١	$ق_م = ك\ ت_م$ $ت_م = \frac{ع^2}{نق_م}$	* حساب القوة المركزية حيث $ق_م = ك\ ت_م = \frac{ك\ ع^2}{نق_م}$ لأي مسار دائري * حساب التسارع المركزي أو نق أو ع في الحركة الدائرية	يحفظ ولا يشتق يحفظ ولا يشتق
٢	$ق_غ = \vec{ب}\ ع\ غ\ جا\ \theta$ اتجاهًا: قاعدة اليد اليمنى	* حساب القوة المغناطيسية المؤثرة على جسيم مشحون ومتحرك في مجال مغناطيسي منتظم أو حساب($\vec{ب}$، ع ، غ) إذا علمت $ق_غ$ واستخراج العوامل التي تعتمد عليها ($ق_غ$)	يحفظ ولا يشتق
٣	$ق_غ = ق_م$ $\vec{ب}\ ع\ غ\ جا\ ٩٠ =$ $\frac{ك\ ع^2}{نق_م}$ $نق = \frac{ك\ ع}{\vec{ب} غ}$	* حساب نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه جسيم مشحون متحرك في مجال مغناطيسي أو حساب (ك، ع، $\vec{ب}$، غ) إذا علم (نصف القطر أو القطر) واستخراج العوامل التي يعتمد عليها نق المسار.	يحفظ ويشتق $[نق = \frac{ك\ ع}{\vec{ب} غ}]$
٤	$ق_غ = ت\ ل\ غ\ جا\ \theta$ اتجاهًا: قاعدة اليد اليمنى	* حساب القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل مستقيم مغمور في مجال مغناطيسي إذا طلب في وحدة الأطوال نطبق $\frac{ق_غ}{ل} = ت\ غ\ جا\theta$ نيوتن/م * أو حساب (ت ، ل، غ) إذا علمت $ق_غ$ واستخراج العوامل ل $ق_غ$	يحفظ ويشتق
٥	$\overleftarrow{ق}_{لورنتز} = \overleftarrow{ق}_غ + \overleftarrow{ق}_ك$ $\overleftarrow{ق}_غ$: اتجاهًا قاعدة اليد اليمنى $\overleftarrow{ق}_ك$: حسب نوع الشحنة حيث $\vec{ب}$. = + مع اتجاه (م) $\vec{ب}$. = − عكس اتجاه (م)	* حساب قوة لورنتز المؤثرة في جسيم مشحون ومتحرك في مجالين متعامدين أحدهما مغناطيسي والآخر كهربائي حيث: $ق_ح$: $ق_1 = ق_ك = م\ \vec{ب}$. ($ق_1$)، $ق_غ = \vec{ب}\ ع\ غ\ جا\ \theta$ ($ق_2$) $ق_ح = ق_1 + ق_2$ الاتجاه معهما $ق_ح = ق_{الكبرى} - ق_{الصغرى}$ الاتجاه مع الكبرى وإذا بقي الجسيم متحرك في خط مستقيم وبسرعة ثابتة وبدون انحراف هنا ($ق_غ = ق_ك$) وعليه ينتج: ($ع = \frac{م}{غ}$) حالة خاصة (سرعة ثابتة)	يحفظ ولا يشتق
٦	$غ_{موصل\ مستقيم} = \frac{\mu ت}{ف\ \pi 2}$	* حساب المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في موصل	يحفظ ولا يشتق

إعداد: أمجد دودين

	مستقيم واستخراج العوامل أو حساب (ت) أو (ف) إذا علم غ سلك	

ملخص قوانين الفصل

	القانون	الاستخدامات	ملاحظات
٧	غ ملف دائري = $\frac{ن\ \mu\ ت}{٢\ نـه}$	* حساب المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في ملف دائري أو مقطع دائري حيث (ن = $\frac{هـ}{٣٦٠}$) أو حساب (ن، ت، نق) إذا علم غ ملف والعوامل	يحفظ ولا يشتق
٨	غ ملف لولبي = $\mu\ \frac{ن}{ل}\ ت$ غ ملف لولبي = $\mu\ نَ\ ت$	* حساب المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في ملف لولبي واستخراج العوامل أو حساب (ن، ل، ت) إذا علم غ لولبي تذكر ($نَ = \frac{ن}{ل}$) لفة/م	يحفظ ولا يشتق

قسم التجارب (القوة)

- تجربة ١: (ق غ) على شحنة [ق غ = μ ع غ جاθ]
  نزرع، نوجه، نحرك (نيوتن، يد يمنى)
- تجربة ٢: (ق غ) على موصل مستقيم [ق غ = ت ل غ جاθ]
  نزرع، نوجه، نحرك (نيوتن، يد يمنى)
- تجربة ٣: (ق لورنتز) مجالين متعامدين [$\overleftarrow{ق}_{لورنتز} = \overleftarrow{ق}_{غ} + \overleftarrow{ق}_{ك}$]
  يد يمنى، ومع وعكس (م) ، وعلم استبدال منطق (جمع أو طرح)

قسم المصادر (المجال)

- مصدر ١: موصل مستقيم طويل [غ = $\frac{\mu\ ت}{٢\pi\ ف}$]
- مصدر ٢: ملف دائري [غ = $\frac{ن\ \mu\ ت}{٢\ نـه}$]
- مصدر ٣: ملف لولبي [غ = $نَ\ \mu\ ت = \mu\ \frac{ن}{ل}\ ت$]

إعداد: أمجد دودين

امتحان المجال المغناطيسي

المبحث: (الفيزياء) الزمن: (ساعة واحدة)

الفرع: العلمي والصناعي العلامة: ٥٠

ملحوظة:

أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٣)، علمًا بأن عدد الصفحات (٣)

ثوابت فيزيائية:

$\mu_{.} = ٤\pi \times ١٠^{-٧}$ ويبر/أمبير.م $\quad \aleph_e = -١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم $\quad \aleph_p = ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$ كولوم

سؤال (١) (١٨ علامة)

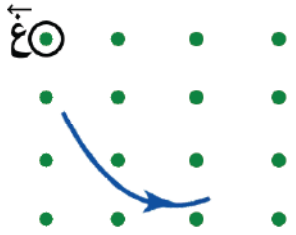
أ) وضح المقصود بكل من: (٤ علامات)

١. المجال المغناطيسي المنتظم

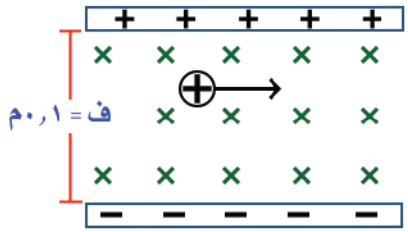
٢. التسلا

AWA2EL LEARN 2 BE

ب) يمثل الشكل المجاور مسار جسيم مشحون بشحنة كهربائية كتلته (٨×١٠^{-١٢}) كغ وسرعته (٣×١٠^{٤}) م/ث داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٤) تسلا، فإذا علمت أن نصف قطر مساره (٢) سم وبالاعتماد على الشكل احسب مقدار شحنة الجسيم وحدد نوعها. (٦ علامات)



ج) صفيحتان مشحونتان ومغمورتان في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا، تحرك جسيم مهمل الكتلة مشحون بشحنة موجبة مقدارها (٢×١٠^{-٦}) كولوم بسرعة (١×١٠^{٤}) م/ث نحو الشرق فتأثر بقوة مقدارها (٣٦×١٠^{-٤}) نيوتن نحو محور الصادات الموجب، بالاستعانة بالشكل والقيم والاتجاهات المثبتة عليه أجب عن الآتي: (٦ علامات)



١) جد مقدار فرق الجهد الكهربائي بين الصفيحتين.

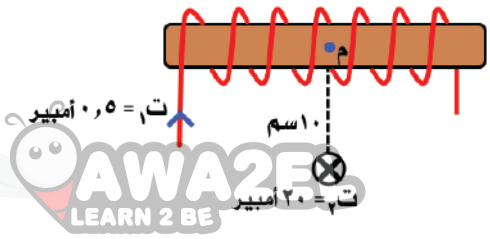
٢) ماذا تسمى القوة المؤثرة في الجسيم.

د) علل: القوة المغناطيسية لا تبذل شغلًا على الجسيم المشحون المتحرك في المجال المغناطيسي (علامتان)

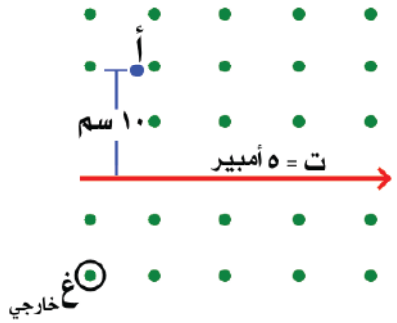
سؤال (٢) (١٧ علامة)

أ) معتمدًا على الشكل المجاور اكتب تعبيرًا رياضيًا تعبر فيه عن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على وحدة الأطوال من السلك (ص) (علامتان) (ملغي وزارة)

ب) يمثل الشكل المجاور ملف لولبي طوله ($٢\pi \times ١٠^{-٢}$)م وعدد لفاته (٣٠) لفة يمر فيه تيار كهربائي ويقع بالقرب منه سلك مستقيم لا نهائي الطول يمر فيه أيضًا تيار كهربائي بالاستعانة بالشكل وبياناته احسب مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (م) الواقعة على محور الملف. (٩ علامات)



ج) في الشكل المجاور سلك يحمل تيار كهربائي غُمر كليًا في مجال مغناطيسي خارجي منتظم مقداره (غ) تسلا عمودي على الصفحة نحو الخارج بالاعتماد على الشكل وإذا علمت أن القوة المغناطيسية المؤثرة في بروتون يمر بالنقطة (أ) بسرعة ($١٠^{٦}$) م/ث متجهًا نحو الشمال تساوي: ($٣,٢ \times ١٠^{-١٨}$) نيوتن باتجاه المحور السيني الموجب، احسب: (٨ علامات)

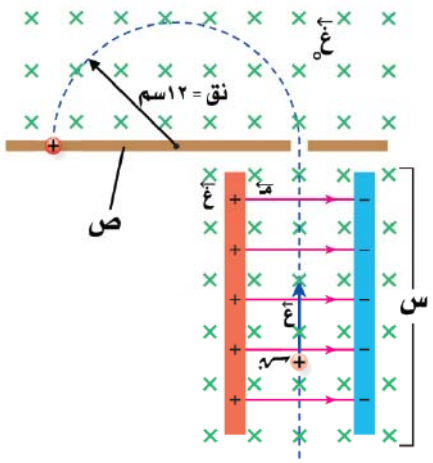


١) مقدار المجال المغناطيسي الخارجي.

٢) القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال من السلك.

سؤال (٣) (١٥ علامة)

أ) جسيم مشحون إذا علمت أن نسبة كتلته إلى شحنته (١٨×١٠^{-٧}) كغ/كولوم في جهاز مطياف الكتلة الموضح في الشكل ودخل بسرعة ثابتة مقدارها (٢×١٠^{٥}) م/ث إلى منطقة مجالين منتظمين كهربائي ومغناطيسي. (مـ = ٣٠٠ نيوتن/كولوم) ، (غ = ؟) ثم دخل إلى منطقة مجال مغناطيسي منتظم ($غ_{م}$ = ؟) وانحرف كما في الشكل معتمدًا على الشكل أوجد: (٩ علامات)



١) احسب مقدار كل من غ و $غ_{م}$ وما وظيفة كل منها.

٢) ما اسم الأجزاء المشار إليها بالأحرف (س، ص)؟

ب) يتكون هذا السؤال من (٣) فقرات، ولكل فقرة أربعة بدائل، واحدة منها فقط صحيحة، انقل إلى ورقة إجابتك رقم الفقرة ورمز الإجابة الصحيحة لها: (٦ علامات)

AWA2EL LEARN 2 BE (علمي وزارة)

١) واحدة من المواد المغناطيسية الآتية تبدي استجابة قوية لمغناطيس قريب منها:

أ) الفضة ب) الألمنيوم ج) الأكسجين السائل د) الكوبالت

٢) في جهاز منتقي السرعة إذا أدخلت شحنة إلى المجالين الكهربائي والمغناطيسي وأكملت حركتها بلا انحراف فهذا يعني أن:

أ) قغ = قك ب) مـ = غ ج) قغ > قك د) غ = صفر

٣) عندما يمر تيار كهربائي في ملف دائري فإنه يولد مجالًا مغناطيسيًا؛ خطوطه عند مركز الملف:

أ) دائرية منطبقة على مستوى الملف. ب) مستقيمة موازية لمستوى الملف.

ج) دائرية عمودية على مستوى الملف. د) مستقيمة عمودية على مستوى الملف.

انتهت الأسئلة

أهدي عملي المتواضع إلى أعداء النجاح
وأخص بالإهداء اللذين قابلوا الإحسان بالإساءة...
إتق شرّ من أحسنت إليه.

إجابة امتحان نهاية الفصل

سؤال (١)

أ)

١. **المجال المغناطيسي المنتظم**: هو المجال المغناطيسي الثابت مقدارًا واتجاهًا عند نقاطه جميعها. ②

٢. **التسلا**: المجال المغناطيسي الذي يؤثر بقوة (١) نيوتن في شحنة (١) كولوم تتحرك بسرعة (١) م/ث باتجاه يعامد اتجاه المجال المغناطيسي. ②

ب) $ق_غ = ق_م$ ①

$ش ع غ جا\theta = \frac{ك ع^{٢}}{ن ه}$ ①

$ش = \frac{ك ع}{غ ن ه جا ٩٠} = \frac{(٣ \times ١٠^{-٤})^{١٢-} ١٠ \times ٨}{(٢ \times ١٠^{-٢}) ١٠ \times ٤^{-١}}$ ② $= ٣ \times ١٠^{-٥}$ كولوم (وهي سالبة) ①

ج) ١) $ق_غ = ش ع غ جا\theta$ ①

$= (٢ \times ١٠^{-٦}) (١ \times ١٠^{٤}) (٠,٢) (١)$

$= ٤٠ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن، (+ص) ①

$ق_ح = ٣٦ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن، (+ص)

$ق_ح = ق_غ - ق_ك$

$٣٦ \times ١٠^{-٤} = ٤٠ \times ١٠^{-٤} - ق_ك$ ①

$ق_ك = ٤ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن، ص− ①

$ق_ك = م ش_{.} \Leftarrow ق_ك = \frac{جـ}{ف} \times ش$ ①

$جـ = \frac{ق_ك \times ف}{ش_{.}} = \frac{(١ \times ١٠^{-١}) ٤ \times ١٠^{-٤}}{٢ \times ١٠^{-٦}} = ٢٠$ فولت ①

٢) قوة لورنتز

د) وذلك لأن القوة المغناطيسية قوة عمودية باستمرار على اتجاه الإزاحة التي يحققها الجسيم المشحون المتحرك في المجال المغناطيسي (ش = $ق_غ$ ف جتا ٩٠ = صفر) ②

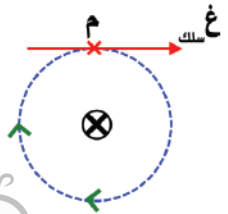
سؤال (٢)

أ) $\frac{ق_{غ\,ص}}{ل}$ = ① $\frac{\mu_{.}\, ت_{س}\, ت_{ص}}{٢\pi ف}$ ① + $ت_{غ\,خارجي}$ جاθ ① (ملغي وزارة)

تعليق: هنا يتأثر السلك (ص) بقوتين

قوة المجال الخارجي: ت ل غ جاθ

القوة المتبادلة مع السلك س : $\frac{\mu_{.}\, ت\, ت\, ل}{٢\pi ف}$



ب) $غ_{سلك}$ = $\frac{\mu_{.}\, ت}{٢\pi ف}$ ① = $\frac{(٢٠)^{-٧}\times ١٠\times \pi ٤}{١\times ١\times \pi ٢}$ ① = ٤٠×١٠^{-٦} تسلا، (س+) ①

$غ_{م}$ = $غ_{سلك}$ + $غ_{ولبي}$

$غ_{ولبي}$ = $\frac{ن\, \mu_{.}\, ت}{ل}$ ① = $\frac{٣٠(\pi ٤\times ١٠^{-٧})(٥\times ١٠^{-١})}{٢\times ١٠^{-٢}}$ ① = ٣٠٠×١٠^{-٦} تسلا، (س-) ①

$غ_{م}$ = $غ_{ولبي}$ − $غ_{سلك}$ ① = ٣٠٠×١٠^{-٦} − ٤٠×١٠^{-٦} ① = ٢٦٠×١٠^{-٦} تسلا، نحو (س-) ①

ج)

١) $غ_{سلك(أ)}$ = $\frac{\mu_{.}\, ت}{٢\pi ف}$ ① = $\frac{(٥)^{-٧}\times ١٠\times \pi ٤}{٢\times ١٠\times ١٠^{-٢}\times \pi ٢}$ ① = ١×١٠^{-٥} تسلا ⊙

غ محصلة يمكن إيجاد مقدارها واتجاهها لأن $غ_{خارجي}$ ⊙ $غ_{سلك}$ ⊙

شمال ⊙

$ق_{غ}$ = $\sim$ + ع غ جا٩٠ ①

$٣,٢\times ١٠^{-١٨}$ = $١,٦\times ١٠^{-١٩}$ ($١٠^{٦}$) غ (١) ①

$غ_{ا}$ = ٢×١٠^{-٥} تسلا ⊙

$غ_{ا}$ = $غ_{خارجي}$ + $غ_{سلك}$ ①

٢×١٠^{-٥} = $غ_{خارجي}$ + ١×١٠^{-٥} ①

$غ_{خارجي}$ = ١×١٠^{-٥} تسلا ⊙

٢) $\frac{ق_{غ}}{ل}$ = ① ت $\frac{ل}{ل}$ غ جاθ ← الخارجي هو الذي أثر بالسلك

= $٥\times ١\times ١٠^{-٥}$ (١) نيوتن/م، نحو ص− ①

إعداد: أمجد دودين

سؤال (٣) (١٥ علامة)

أ)

١) ع = $\frac{م}{غ}$ ① ⇦ غ = $\frac{م}{ع}$ = $\frac{٣٠٠}{١٠ \times ٢^{٥}}$ ① = ١٥ × $١٠^{-٤}$ تسلا

نق = $\frac{ك\ ع}{غ_{\circ}}$ ①

$غ_{\circ}$ = $\frac{ك\ ع}{نق}$ = ($\frac{ك}{نق}$) ع

= (١٠×١٨^{-٧}) $\frac{٢ \times ١٠^{٥}}{١٢ \times ١٠^{-٢}}$ ①

$غ_{\circ}$ = ٣ تسلا ①

غ: الحصول على قغ تساوي في المقدار قك وتعاكسها في الاتجاه لضمان الحصول على سرعة ثابتة. ①

$غ_{\circ}$: يجبر الجسم أن يسلك مسار دائري لمعرفة نق. ①

AWA2EL LEARN 2 BE

٢) س: جهاز منتقي السرعة. ①

ص: مجس حساس لقياس نق. ر

ب)

رقم الفقرة	الإجابة	
١	أ ب ج **د**	(ملغي وزارة)
٢	**أ** ب ج د	
٣	أ ب ج **د**	

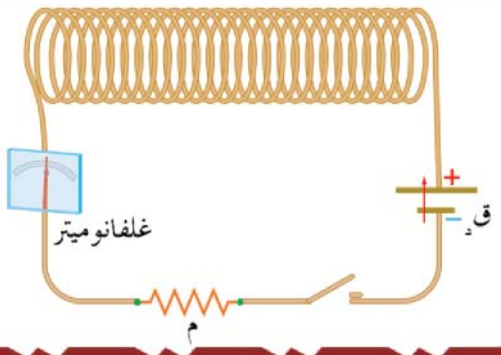
الأولى
في الفيزياء من الألف إلى الياء

06

المغناطيسية

AWA2EL
LEARN 2 BE

الحث الكهرومغناطيسي



إعداد

أمجد دودين

المنهاج الجديد

لا تجعل التاريخ يصنعك .. بل اصنع تاريخك بنفسك

شكر لفريق الطباعة والتصميم في مكتبة عالم الرياضة (٠٧٨٥١٩٤٨٩٤)

ويتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

* توضح المقصود بالتدفق المغناطيسي، وتحدد وحدة قياسه، وتعبر عنه رياضيًّا.
* تذكر نص قانون فارادي في الحث، وتعبر عنه رياضيًّا.
* تحلل رسومًا بيانية متعلقة بقانون فارادي في الحث.
* تستقصي عمليًّا تولد تيار كهربائي حثي في حالات مختلفة.
* تفسر تولد قوة دافعة كهربائية حثية عند حركة موصل في مجال مغناطيسي منتظم.
* تذكر العلاقة الخاصة بالقوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في موصل مستقيم يتحرك في مجال مغناطيسي منتظم.
* تذكر نص قانون لنز، وتطبقه لتحديد اتجاه التيار الحثي.
* تتحقق عمليًّا من قانون لنز.
* توظف العلاقات والقوانين الخاصة بالقوة الدافعة الكهربائية الحثية في حل مسائل حسابية.
* توضح المقصود بالحث الذاتي ووحدة المحاثة، وتعبر عنها رياضيًّا.
* توظف علاقات الحث الذاتي في حل مسائل حسابية.
* تتوصل إلى العوامل التي تعتمد عليها محاثة المحث اللولبي .
* تعبر رياضيًّا عن الطاقة المختزنة في محث لولبي، وتحل مسائل حسابية تتعلق بها.

AWA2EL LEARN 2 BE

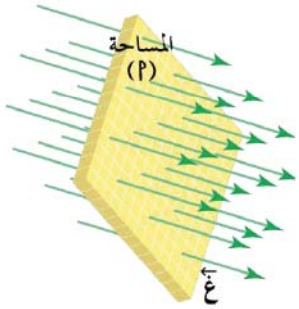
عندما يمتلك المرء طاقة هائلة يسعى لتفجيرها للوصول إلى أقل طاقة وضع وإلى حالة الاستقرار، لكنه يتفاجأ بالشحنات الهائلة التي تحيط به (أعداء النجاح) والتي لا تدع له مجالا ليتدفق عبرها. فتنخفض قوته الدافعة ويصبح بعدها بطارية فارغة وبلا أهمية في عيون البشرية.

ولا عجب أن يأتي يوم يشحن فيه من جديد وتزداد فولتيته ويفجر القنبلة الهيدروجينية برمتها فيترك أثرًا عميقًا في عيون البشر فتمر بعدها سنين النسبية ليأتي أحدهم ويقول:

هنا فجر الطيف ألوانه السبعة. دودينكو

أولًا 1 التدفق المغناطيسي [Ø] .. متطلب أساسي لعلم الحث الكهرومغناطيسي

سؤال (١) يعطى التدفق المغناطيسي بالعلاقة الرياضية [$Ø = \vec{غ} . \vec{أ} = غ أ$ جتاθ] أجب عما يلي:



أولا: وضح المقصود بالتدفق المغناطيسي، وهل هو كمية قياسية أم متجهة؟

ثانيًا: ما دلالة كل رمز في العلاقة الرياضية وما هي وحدة قياسه؟

الحل

أولا: [**التدفق المغناطيسي**]: عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحًا ما عموديًا عليه وهو كمية قياسية (عددية). تذكر الضرب النقطي و(جتاθ) للكميات القياسية

ثانيا: Ø : التدفق المغناطيسي (Magnetic Flux)، ويقاس بوحدة (تسلا. م^{٢} = ويبر)

$\vec{غ}$: المجال المغناطيسي ويقاس بوحدة (تسلا)

$\vec{أ}$: متجه المساحة (م^{٢}).

جتاθ: جتا(الزاوية) المحصورة بين (متجه المجال المغناطيسي $\vec{غ}$) و(متجه المساحة $\vec{أ}$)

سؤال (٢) **وضح المقصود بكل من: أولاً (الويبر) ثانيًا (متجه المساحة)**

الحل

الويبر: هو التدفق المغناطيسي لمجال مغناطيسي مقداره (١) تسلا عندما يخترق وحدة المساحة (١ م٢) من سطح ما عموديًا عليه.

متجه المساحة: هو متجه مقداره يساوي **مساحة السطح** الذي تخترقه خطوط المجال واتجاهه (١) اصطلاحًا عمودي على السطح للخارج (٢)

حسب شكل السطح (مستطيل، مربع، دائرة)

سؤال (٣) **اذكر ثلاث طرائق لتغير التدفق المغناطيسي عبر سطح ما مغمور في مجال مغناطيسي**

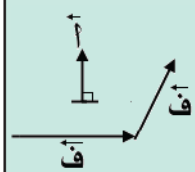
الحل

١. تغير مقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح.
٢. تغير مقدار مساحة السطح الذي تخترقه خطوط المجال المغناطيسي.
٣. تغير مقدار جتا الزاوية (θ) بين متجه المجال المغناطيسي ومتجه المساحة.

توضيح للي بيحب يفهم مش بحفظ

المساحة

حاصل ضرب إزاحة في إزاحة واتجاهم متجه المساحة (العمودي على السطح)



دائمًا وعند حل المسائل يجب أن تأخذ الزاوية بين ($\vec{غ}$) و ($\vec{أ}$) حيث إذا أخذت الزاوية بين $\vec{غ}$ والسطح تكون النتائج عكس الواقع وجميعها خاطئة لذلك تابع الأمثلة التالية.

وصية أبدية

وصية θ لحل المسائل:

- الوصف بين ($\overleftarrow{غ}$) و ($\overleftarrow{أ}$): متجه المساحة (العمودي على السطح) شكرًا نعتمد θ مباشرة للحل
- الوصف بين ($\overleftarrow{غ}$) و السطح (مستوى الملف): مش علينا نتمم θ = ٩٠ – الزاوية المصنوعة مع السطح

سؤال (٤) سطح مساحته ٥٠٠ سم^{٢}، سلط عليه مجال مغناطيسي منتظم شدته ١٠٠ تسلا.

احسب التدفق المغناطيسي في كل من الحالات التالية:

أ) إذا كان اتجاه المجال عموديًا على السطح

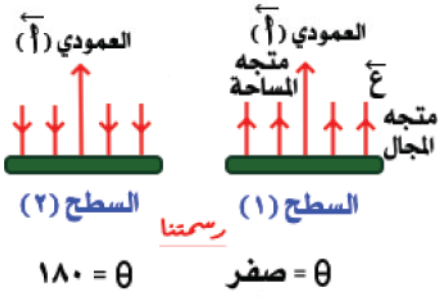
(أولا: نحو الخارج... ثانيا: نحو الداخل)

ب) إذا كان اتجاه المجال موازيًا للسطح.

ج) إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٦٠ مع العمودي على السطح.

د) إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٥٣ مع السطح.

(علمًا بأن جتا٥٣ = ٠,٥ ، جتا٣٧ = ٠,٨)



الحل

مش علينا θ = ٩٠

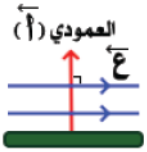
أ) إذا كان اتجاه المجال عموديًا على السطح:

١) نحو الخارج: ∅ = غ أ جتا صفر = ١٠٠ × ٥٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × ١ = ٥ ويبر (اختراق للخارج) قيمة عظمى

٢) نحو الداخل: ∅ = غ أ جتا ١٨٠ = ١٠٠ × ٥٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × –١ = –٥ ويبر (اختراق للداخل)

مش علينا θ ≠ صفر

ب) إذا كان اتجاه المجال موازيًا للسطح:



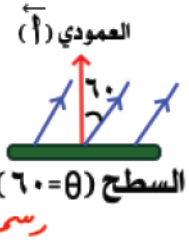
∅ = غ أ جتا ٩٠ = ١٠٠ × ٥٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × صفر = صفر (لا يوجد اختراق) قيمة صغرى

السطح (θ = ٩٠)

رسمتنا

(متجه المساحة) شكرا نعتمد θ

ج) إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٦٠ مع العمودي على السطح:

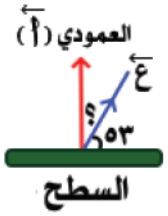


رسمتنا

∅ = غ أ جتا ٦٠ = ١٠٠ × ٥٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × $\frac{١}{٢}$ = ٢,٥ ويبر (نصف القيمة العظمى)

مش علينا θ ≠ ٥٣

د) إذا كان اتجاه المجال يصنع زاوية ٥٣ مع السطح:



∅ = غ أ جتا ٣٧ = ١٠٠ × ٥٠٠ × ١٠$^{-٤}$ × $\frac{٨}{١٠}$ = ٤ ويبر (قيمة عادية)

لحل المسائل إجباري

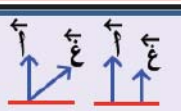
θ نأخذ مع العمودي ($\overleftarrow{أ}$)

θ = ٩٠ – ٥٣ = ٣٧°

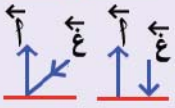
للحظ أن....!

إشارة (∅)
(+ ، − ، صفر)

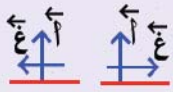
١ يكون التدفق (∅) **موجبًا** عندما تكون خطوط المجال **خارجة** من السطح



٢ يكون التدفق (∅) **سالبًا** عندما تكون خطوط المجال **داخلة** من السطح



٣ يكون التدفق (∅) **صفرًا** عندما تكون خطوط المجال **موازية** للسطح

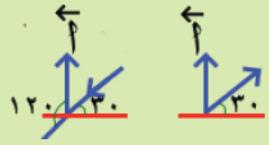


للحظ أن....!

صَح صِح هنا (جتا θ)
قيمة (∅)
(تعتمد على جتا θ)
(وليس جا θ)

١ ∅ **أكبر ما يمكن** عندما (θ=صفر أو θ=١٨٠) خطوط المجال **عمودية** على السطح للخارج أو الداخل

٢ ∅ **أقل ما يمكن ينعدم** عندما (θ= ٩٠) خطوط المجال **موازية** للسطح



٣ ∅ **القيمة العظمى** عندما (θ=٦٠ أو θ=١٢٠) خطوط المجال **تميل** ٣٠° عن السطح للخارج أو الداخل

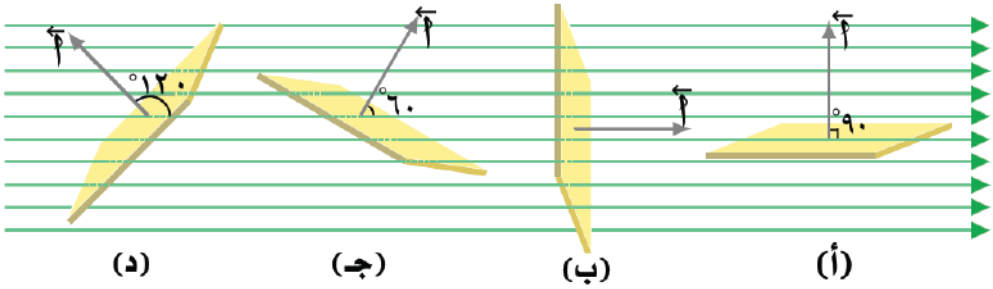
AWA2EL LEARN 2 BE

ورقة عمل ١

اختبر نفسك

Home Work ١

احسب التدفق المغناطيسي عبر سطح مساحته (٠,٢) م^{٢} مغمور في مجال مغناطيسي مقداره (٠,٤) تسلا إذا كان متجه المساحة:



أ) عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي.

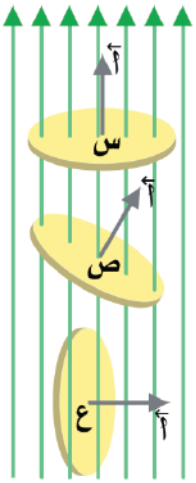
ب) موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي.

ج) يصنع زاوية (٦٠°) مع اتجاه المجال المغناطيسي.

د) يصنع زاوية (١٢٠°) مع اتجاه المجال المغناطيسي.

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٢



ثلاث سطوح (س ، ص ، ع) متماثلة، مساحة كل منها (٠,٦) سم^{٢} مغمورة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره ($\frac{١}{٨}$)تسلا، لاحظ الشكل المجاور، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

١) أي السطوح الثلاثة يكون التدفق المغناطيسي عبره أكبر؟ فسر إجابتك.

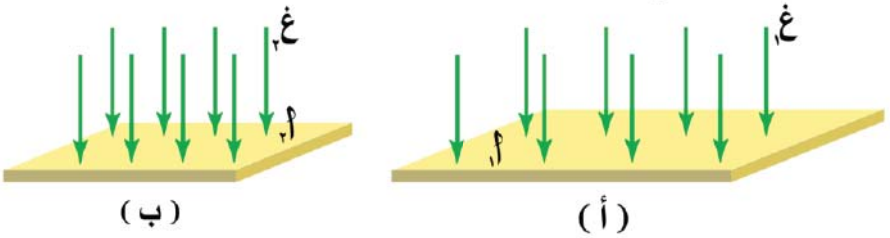
٢) أي السطوح الثلاثة يكون التدفق المغناطيسي عبره صفرًا؟ فسر إجابتك.

٣) أحسب التدفق المغناطيسي الذي يخترق السطح (ص) إذا كانت الزاوية بين متجه المساحة واتجاه المجال المغناطيسي (٣٧°)

علمًا أن (جتا٣٧ = ٠,٨ ، جتا ٥٣ = ٠,٦)

Home Work ٣

سطحان (أ ، ب) يخترق كل منهما مجال مغناطيسي كما في الشكل المجاور، في أي الحالتين يكون المجال المغناطيسي أكبر مقدارًا؟ قارن بين التدفق المغناطيسي عبر السطحين.



إجابة ورقة عمل (١)

Home Work ١

أ) $\emptyset_{أ}$ = غ أ جتا ٩٠ = صفر (أقل ما يمكن وينعدم التدفق المغناطيسي لأن المجال يوازي السطح).

ب) $\emptyset_{ب}$ = غ أ جتا صفر = $٤\times١٠^{-١} \times ٢\times١٠^{-١} \times ١ = ٨\times١٠^{-٢}$ ويبر (أكبر ما يمكن وقيمة عظمى للتدفق)

ج) $\emptyset_{جـ}$ = غ أ جتا ٦٠ = $٤\times١٠^{-١} \times ٢\times١٠^{-١} \times \frac{١}{٢} = ٤\times١٠^{-٢}$ ويبر (نصف القيمة العظمى للتدفق)

د) $\emptyset_{د}$ = غ أ جتا ١٢٠ = $٤\times١٠^{-١} \times ٢\times١٠^{-١} \times -\frac{١}{٢} = -٤\times١٠^{-٢}$ ويبر (نصف القيمة العظمى للتدفق)

Home Work ٢

١) س: لأن متجه المساحة موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي والاختراق عمودي على السطح.

٢) ع: لأن متجه المساحة عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي والمجال يوازي السطح.

٣) $\emptyset$ = غ أ جتا$\theta = \frac{١٠}{٨} \times (٦\times١٠^{-١}) \times ١٠^{-٤} \times$ جتا٣٧ $= \frac{١٠}{٨} \times ٦\times١٠^{-٥} \times \frac{٨}{١٠} = ٦\times١٠^{-٥}$ ويبر

Home Work ٣

- **مقدار المجال المغناطيسي:** يعتمد على كثافة الخطوط بعلاقة طردية (تقاربها وتباعدها) لذلك غ$_{ب}$ > غ$_{أ}$ حيث كثافة خطوط المجال في (ب) أكبر من كثافة الخطوط في (أ)

توضيح (هنا المساحة لا تؤثر على المقارنة لأنها ليست موحدة بين الشكلين)

- **مقدار التدفق المغناطيسي:** يعتمد على عدد خطوط المجال المخترقة للسطح لذلك $\emptyset_{أ} = \emptyset_{ب}$ حيث عدد الخطوط المخترقة (أ) = عدد الخطوط المخترقة (ب) = ٨ خطوط للداخل

توضيح آخر للمعرفة فقط: $\emptyset_{أ}$ = (غ$_{أ}$ (أقل) أ (أكبر) جتا١٨٠) يكافئ $\emptyset_{ب}$ = (غ$_{ب}$ (أكبر) أ (أقل) جتا١٨٠) لذلك $\emptyset_{أ} = \emptyset_{ب}$

انتهت الإجابة

استنتاجي

سؤال ماذا نعني بقولنا: مهم

١) التدفق المغناطيسي عبر سطح مغمور في مجال مغناطيسي يساوي (٥) ويبر.

٢) التدفق المغناطيسي عبر سطح مغمور في مجال مغناطيسي يساوي (−٥) ويبر).

الحل

١) أي أن مجال مغناطيسي يخترق سطح مساحته (١ م^{٢}) **عموديًا عليه للخارج** يساوي ٥ تسلا.

٢) أي أن مجال مغناطيسي مقداره (٥) تسلا يخترق سطح مساحته (١ م^{٢}) **عموديًا عليه للداخل**.

ثانيًا 2 مفهوم الحث الكهرومغناطيسي وطرق الحصول على قوة دافعة كهربائية حثية

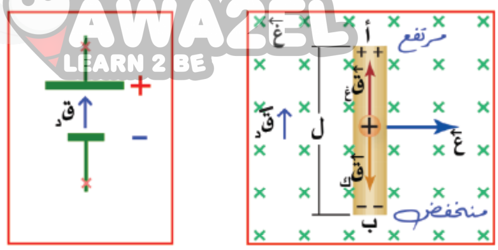
تعد البطارية أحد مصادر التيار الكهربائي، فهل يمكن توليد تيار كهربائي في دارة مغلقة من غير بطارية؟

هذا ما توصل إليه العالم مايكل فارادي في نظريته الخاصة (الحث الكهرومغناطيسي) على مرحلتين:

- **المرحلة الأولى**: يمكن صنع بطارية مؤقتة (قَ د حثية) في موصل مستقيم طوله (ل) عند تحريكه بسرعة ثابتة (ع) في مجال مغناطيسي منتظم (غ) بشكل لا يوازيه (أي حدوث اختراق وتقطيع وتفاعل مع خطوط المجال)
- **المرحلة الثانية**: توليد تيار كهربائي حثي (تَ) من الموصل المستقيم ضمن دارة مغلقة (ملف) من خلال حدوث تغير في التدفق المغناطيسي ($\Delta\varnothing$) الذي يخترق الدارة المغلقة (الملف)

المرحلة الأولى: مرحلة صنع بطارية مؤقتة (توليد قوة دافعة كهربائية حثية قَ د)

سؤال (١) يوضح الشكل المجاور موصل فلزي مستقيم يحتوي على شحنات موجبة وشحنات سالبة حرة الحركة ويتحرك بفعل قوة خارجية نحو محور س+ بسرعة ثابتة عموديًا على خطوط المجال المغناطيسي. تمعن الشكل ثم أجب عما يلي:



بطارية حثية [مجرد تشبيه] بطارية عادية

أولا: كيف تفسر منشأ قوة دافعة كهربائية حثية (قَ د)، وجود فرق جهد كهربائي حثي جَ أب بين طرفي الموصل في الشكل.

ثانيًا: أثبت أن قَ د المتولد في الموصل تعطى بالعلاقة (قَ د = ل ع غ)

لسه غالية علينا

الحل

> **تذكر عزيزي الطالب**: نتعامل مع علم الاصطلاح لذلك نقول (سـ+ ، سـ-) تتحرك رغم أن الحقيقة (سـ- الإلكترونات) هي فقط تتحرك.

أولًا: ١) عند تحريك الموصل عموديًا على خطوط المجال المغناطيسي فإن المجال المغناطيسي سيؤثر في الشحنات الموجبة والسالبة بقوة مغناطيسية (قغ = سـ ع غ جاθ) وحسب قاعدة اليد اليمنى.

٢) تتحرك الشحنات الموجبة نحو ص+ وتتراكم في الأعلى عند الطرف (أ). قغ = سـ+ ع غ جا٩٠ (ص+ نعتمد س+ ز-)

تتحرك الشحنات السالبة نحو ص- وتتراكم في الأسفل عند الطرف (ب). قغ = سـ- ع غ جا٩٠ (ص- نعكس س+ ز-)

(أ: قطب مرتفع حثي)
(ب: قطب منخفض حثي)

٣) وبعد فترة من التحرك وتراكم الشحنات على الأطراف تتزن الشحنات؟ علل؟

بسبب تولد مجال كهربائي داخل الموصل يؤثر على الشحنات بقوة كهربائية مساوية في المقدار للقوة المغناطيسية ومعاكسة لها في الاتجاه فتتزن الشحنات على طرفي الموصل

(قغ ، قك اتزان OR)

٤) وينشأ فرق جهد كهربائي بين طرفي الموصل (جَ أب) مما يعني نشوء قوة دافعة كهربائية حثية (طول الموصل (ل))

تذكر عزيزي الطالب نتعامل مع علم الاصطلاح لذلك نقول (سـ+، سـ-) تتحرك رغم أن الحقيقة سـ- (الإلكترونات) هي فقط من تتحرك

ثانيًا: عند انتقال الشحنات بفعل القوة المغناطيسية إلى أطراف الموصل فهذا يعني أن شغلًا يبذل مقداره (ش= قغ فَ جتاθ)

=(سـ ع غ جا٩٠)ل×١

وعليه قَ د = ش / سـ = (سـ ع غ جا٩٠ × ل) / سـ = ل ع غ ⇐ (قَ د = ل ع غ) وهو المطلوب

تسمى [متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية] مقدارها ثابت في تلك اللحظة المتولدة

AWA2EL LEARN 2 BE

المرحلة الثانية

مرحلة توليد تيار كهربائي حثي في دارة مغلقة نتيجة تغير التدفق المغناطيسي عبر الدارة

أمثلة متنوعة لحساب $ق_د$ ، $ت$

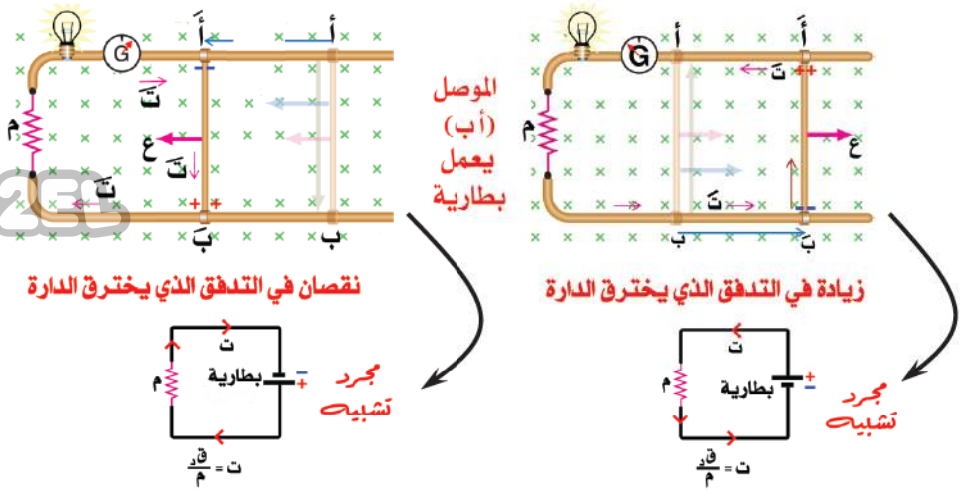
سؤال (١) في الشكل المجاور م ... موصلة على شكل حرف U وجلفانوميتر (للكشف عن مرور تيار كهربائي في الدا... ل (أ ب) نحو اليمين أو نحو اليسار بفعل قوة خارجية يتحرك مؤشر الجلفانوميتر (G) ويضيء المصباح:

أولا: كيف تفسر تحرك (G) وإضاءة المصباح.

ثانيًا: اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن مقدار التيار الكهربائي الحثي المتولد في الدارة.

ثالثًا: مما سبق وضح المقصود بكل من:

أ) التيار الحثي ب) ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي



الحل

أولًا: عند تحريك الموصل (يمينًا أو يسارًا) يحدث تغير في التدفق المغناطيسي (عدد خطوط المجال) الذي يخترق الدارة مما يعني تقطيع لخطوط المجال وبالتالي توليد $ق_د$ (فرق في الجهد بين طرفي الموصل) واندفاع الشحنات وتحركها في مسار مغلق من الجهد المرتفع (+) إلى الجهد المنخفض (−) اصطلاحًا وبحركة الشحنات يتولد تيار كهربائي حثي ($ت$) يعمل على تحريك مؤشر الجلفانوميتر (G) وإضاءة المصباح.

		السبب	النتيجة
بربجة مثيرة	فعل: حدوث تغير في التدفق الذي يخترق ملف (دارة مغلقة) ($\Delta\varnothing$)	$\Delta\varnothing$	$ق_د$ ، $ت$
	يعني حدوث تقطيع لخطوط المجال المغناطيسي تفاعل (كهرومغناطيسي)	فعل (لحظي)	رد فعل (حثي)
	رد فعل: يعني توليد $ق_د$ ← يعني توليد $ت$ ← يعمل على ← إضاءة المصباح وتحريك المؤشر		

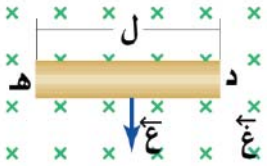
ثانيًا: $ت = \frac{ق_د}{م}$ **(معادلة دارة بسيطة)** حيث الموصل (أ ب) يعمل كبطارية حيثة ولها ($ق_د$)

$ت = \frac{ل ع غ}{م}$ **(تعتمد لحل المسائل)** تذكر $ق_د = ل\ غ\ ع$ لسه غالية علينا

ثالثًا: التيار الحثي: التيار المتولد في ملف (دارة مغلقة) نتيجة تغير التدفق المغناطيسي عبره.

ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي: ظاهرة توليد التيار الحثي بسبب تغير التدفق المغناطيسي عبر ملف (زيادة أو نقصان)

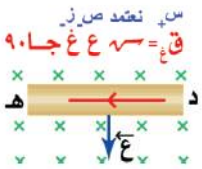
مثال (١) يتحرك موصل مستقيم في مجال مغناطيسي منتظم كما هو موضح في الشكل المجاور، إذا علمت أن قوة دافعة كهربائية حثية تولدت بين طرفي الموصل، فأجب عن الأسئلة الآتية:



أ) حدد أي طرفي الموصل المتحرك (هـ) أم (د) يكون أعلى جهدًا، فسر إجابتك.

ب) حدد اتجاه المجال الكهربائي داخل الموصل. فسر إجابتك.

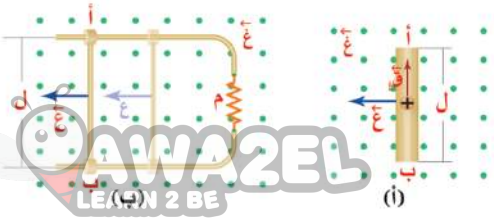
الحل



أ) حسب قاعدة اليد اليمنى تتراكم الشحنات الموجبة عند الطرف (د) جهد مرتفع (+) وتتراكم الشحنات السالبة عند الطرف (هـ) جهد منخفض (−) لذلك [جـ د > جـ هـ]

ب) يكون اتجاه المجال داخل الموصل من (د) إلى (هـ) أو نحو محور س− حيث يخطط من (+) إلى (−)

مثال (٢) يوضح الشكل المجاور موصلًا مستقيمًا طوله (٤٠)سم، ويتعامد طوله مع مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٢)تسلا، إذا تحرك الموصل بسرعة ثابتة مقدارها (٨٠)سم/ث عموديًا على طوله وعلى المجال المغناطيسي. فأجب عما يأتي:



١) احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الموصل.

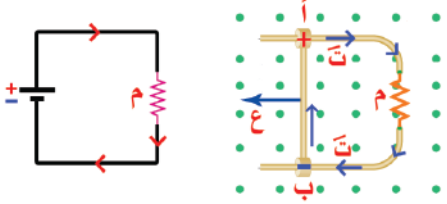
٢) احسب التيار الكهربائي الحثي المار في الموصل أ ب علمًا أن مقاومة الدارة (م) (٠,٨) أوم كما في الشكل (ب) وحدد اتجاه التيار الحثي في الدارة.

٣) هل يتغير متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية إذا كان طول الموصل موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي؟ وضح إجابتك.

الحل

ل = ٤٠سم = ٤٠×١٠$^{-٢}$ = ٤×١٠$^{-١}$ = ٠,٤ م ع = ٨٠سم/ث = ٨٠×١٠$^{-٢}$م/ث = ٠,٨ م/ث

١) ق$_د$ = ل ع غ = ٠,٤ × ٠,٨ × ٢ = ٦٤×١٠$^{-٢}$ فولت



٢) ت = ق$_د$ / م = ٦٤×١٠$^{-٢}$ / ٨×١٠$^{-١}$ = ٨×١٠$^{-١}$ أمبير (مع عقارب الساعة)

٣) نعم، يصبح صفرًا لأن الموصل في هذه الحالة لا يقطع خطوط المجال المغناطيسي فلا يحدث أي تغير في التدفق المغناطيسي عبر الدارة أي أن (ق$_د$ = صفر) وكذلك (ت = صفر) لأن ∆∅ = صفر

من الإنترنت

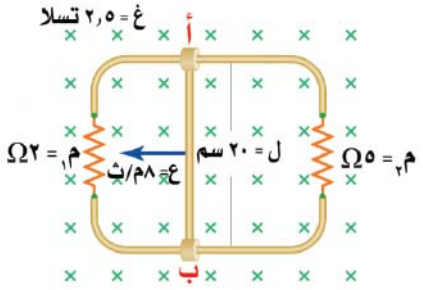
- يتولد تيار حثي (ت) في موصل فلزي (سلك أو ملف) فقط إذا تغير التدفق المغناطيسي عبره (زيادة أو نقصان)
- ولا يتولد تيار حثي (ت) إطلاقًا عند ثبوت التدفق المغناطيسي (مثل عدم التحريك (السكون) أو الحركة الموازية لخطوط المجال (حركة موازية))

سؤال (٣) أثرت قوة خارجية على موصل (أ ب) طوله ٢٠ سم ينزلق على موصلين متوازيين فحركته بسرعة ثابتة ٨ م/ث باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم مقداره ٢,٥ تسلا، كما في الشكل المجاور. احسب:

أ) فرق الجهد الكهربائي الحثي بين طرفي الموصل (أ ب) وما علاقته بجهد كل من المقاومتين مفسرًا إجابتك.

ب) التيار الحثي في كل من المقاومتين.

ج) القدرة الكهربائية المستهلكة في كل من المقاومتين.

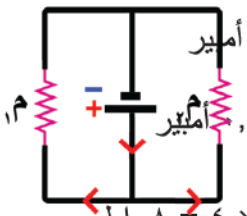


الحل

أ) $جـ_{أب} = ق_د = ل\ ع\ غ = ٢٠ \times ١٠^{-٢} \times ٨ \times ٢,٥ = ٤$ فولت

ب) جهد الموصل المستقيم يساوي جهد كل من المقاومتين $جـ_{أب} = جـ_١ = جـ_٢$

= ٤ فولت لأنهما متصلتان مع الموصل على التوازي.



$\Leftarrow$ $ت_١ = \frac{جـ_١}{م_١} = \frac{٤}{٢} = ٢$ أمبير

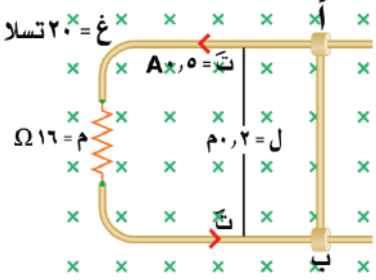
$\Leftarrow$ $ت_٢ = \frac{جـ_٢}{م_٢} = \frac{٤}{٥} = ٠,٨$ أمبير

ج) (قدرة)$_١ = م_١ ت^٢ = ٢(٢)^٢ = ٢ \times ٤ = ٨$ واط

(قدرة)$_٢ = م_٢ ت^٢ = ٥(\frac{٤}{٥})^٢ = ٥ \times \frac{١٦}{٢٥} = \frac{١٦}{٥}$ واط

AWA2EL LEARN 2 BE

مثال (٤) بالاعتماد على البيانات المثبتة على الشكل احسب مقدار واتجاه السرعة التي يتحرك بها الموصل (أ ب) حتى يتولد تيار حثي في الدارة بعكس عقارب الساعة كما في الشكل:



الحل

$ت = \frac{ق_د}{م} \Leftarrow ق_د = ت \times م = \frac{١}{٢} \times ١٦ = ٨$ فولت

$ق_د = ل\ ع\ غ$

$ع = \frac{ق_د}{ل\ غ} = \frac{٨}{٢ \times ١٠^{-١} \times ٢٠}$

= ٢ م/ث نحو س+ (اليمين)

١) نزرع الأصابع نحو ز − ⊗

٢) نوجه القلم (باطن اليد) ق غ نحو تجمع الشحنات الموجبة (ص+) لأن التيار يخرج اصطلاحًا من القطب الموجب.

٣) يكون اتجاه الإبهام نحو (ع) مهارة شخصية

ورقة عمل ٢

اختبر نفسك

Home Work ١

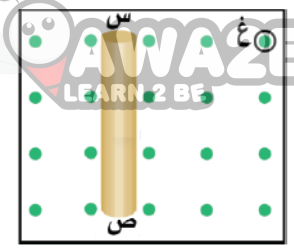
من خلال دراستك لظاهرة الحث الكهرومغناطيسي أجب عما يلي:

١- عندما يتحرك موصل مستقيم بسرعة محددة في مجال مغناطيسي منتظم، قد تتولد في الملف قوة دافعة كهربائية حثية وقد لا تتولد، وضع كيف يتم ذلك ثم علل توقف حركة الشحنات الحرة داخل الموصل بعد فترة من تحريكه عموديًا على خطوط المجال.

٢- ما العوامل التي يعتمد عليها متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في موصل مستقيم يتحرك في مجال مغناطيسي منتظم، موضحًا العلاقة بين متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة وكل عامل من تلك العوامل.

AMAZEL LEARN 2 BE

Home Work ٢



في الشكل المجاور لكي يتولد مجال كهربائي في الموصل (س ص) نحو (ص+) أي من (ص) إلى (س) إلى أي اتجاه يجب تحريك الموصل (س ص). فسر إجابتك.

Home Work ٣

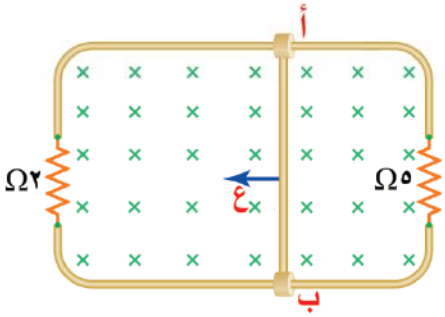
موصل مستقيم طوله (٠,٥)م، في وضع أفقي، يتحرك باتجاه المحور الصادي السالب بسرعة (٢٠)سم/ث في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٨) تسلا باتجاه المحور الزيني الموجب. احسب:

١) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه.

٢) إذا كان الموصل جزءًا من دارة كهربائية مغلقة مقاومتها (٢) أوم. فاحسب التيار الحثي الذي يمر فيها.

Home Work ٤

أ) أثرت قوة على موصل (أ ب) طوله (٢٠) سم، ينزلق على موصلين متوازيين، فحركته بسرعة ثابتة (٨) م/ث باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم (٢,٥) تسلا، كما في الشكل، احسب:



١- التيار الكهربائي الحثي المتولد في كل من المقاومتين (٥ Ω)، (٢ Ω).

٢- مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل (أ ب) واتجاهها.

إعداد: أمجد دودين

إجابة ورقة عمل (٢)

Home Work ١

١- * إذا **تحـــرك** الموصـــل فـــي مجـــال مغناطيســـي وكـــان طولـــه **موازيًـــا** لاتجـــاه المجـــال المغناطيســـي فـــإن متوسط القوة الدافعة الحثية سيكون صفرًا ($ق_د$ = صفر) وذلك لعدم قطع واختراق خطوط المجال المغناطيسي.

* إذا **تحـــرك** الموصـــل فـــي مجـــال مغناطيســـي وكـــان طولـــه **عموديًـــا** علـــى اتجـــاه المجـــال المغناطيســـي فإنـــه: ستتولد فيه $ق_د$ و $ت$ يسري فيه عندما يكون الموصل جزء من دارة مغلقة (ملف).

* بسبب حركة الشحنات إلى طرفي الموصل ينشأ مجال كهربائي فينشأ عنه $ق_ك$ تعاكس في الاتجاه $ق_غ$ وبعد فترة من التحريك تتزن الشحنات لأن $ق_ك$ = $ق_غ$ مقدارًا وتعاكسها اتجاهًا وبالتالي تكون محصلة القوتين عليها صفرًا فتتزن وتتوقف عن الحركة وتتراكم وتتجمع عند الأطراف.

AWA2EL LEARN 2 BE

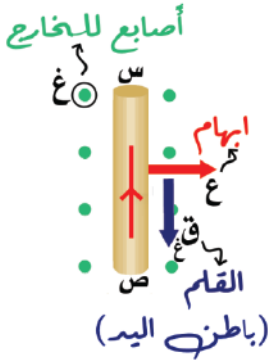
٢) $ق_د$ = ل غ ع تعتمد على:

أ. طول الموصل (علاقة طردية)

ب. سرعة الموصل (علاقة طردية)

ج. مقدار المجال المؤثر (علاقة طردية)

Home Work ٢



يجب تحريك الموصل (س ص) نحو اليمين (محور س+)

وذلك حسب قاعدة اليد اليمنى لأن $ق_غ$ نحو ص- للأسفل للشحنات الموجبة.

ص- نعتمد س ز+

$ق_غ$ = $ش$+ ع غ جا٩٠ وبالتطبيق يكون الإبهام نحو (س+)

Home Work ٣

أ) $ق_د$ = ل غ ع = ٥×١٠$^{-١}$ × ٢٠×١٠$^{-٢}$ × ٨×١٠$^{-١}$ = ٨×١٠$^{-٢}$ فولت

ب) $ت = \frac{ق_د}{م} = \frac{٨ \times ١٠^{-٢}}{٢}$ = ٤×١٠$^{-٢}$ أمبير

٤ Home Work

١- أولا نحسب قَ$_د$ = ل غ ع = ٢٠×١٠$^{-٢}$ × ٢٥×١٠$^{-١}$ × ٨ = ٤ فولت حيث قَ$_د$ = جـ$_{أب}$ = جـ$_١$ = جـ$_٢$ = ٤ فولت

تَ$_١$ = جـ$_١$ / م$_١$ = ٤/٥ = ٠,٨ أمبير

تَ$_٢$ = جـ$_٢$ / م$_٢$ = ٤/٢ = ٢ أمبير

س ص- ⊗

∑ت$_د$ = ∑ت$_غ$

٢- ق$_غ$ = تَ ل غ جا٩٠

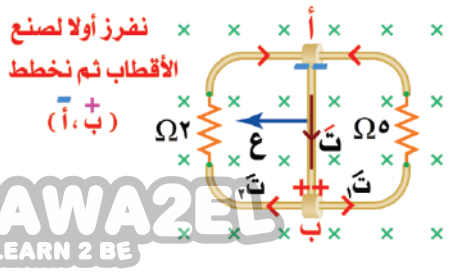
تَ$_{كلي}$ = تَ$_١$ + تَ$_٢$ = ٠,٨ + ٢ = ٢,٨ أمبير

= ٢,٨ × ٢٠×١٠$^{-٢}$ × ٢,٥ × ١

وحسب قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه تَ من (أ) إلى (ب) داخل الموصل

= ١,٤ نيوتن، نحو س+

(نطبق على القانون أفضل دون العودة للرسمة ق$_غ$: تجربة رقم (٢))



AWA2EL LEARN 2 BE

انتهت الإجابة

التعرف على

- **حساب مقدار** قَ٫ و تَ : **قانون فاراداي (مقدار)**
- **تحديد اتجاه** قَ٫ و تَ : **قانون لنز (اتجاه)**

علمنا من **نظرية فاراداي** في الحث الكهرومغناطيسي أن تيارًا كهربائيًا حثيًا (تَ) يتولد في دارة مغلقة (ملف) عندما يتغير التدفق المغناطيسي ∆Ø عبرها خلال لحظة زمنية ∆ز. حيث استطاع العالم فاراداي بعد إجراء تجارب عدة أن يعبر عن نتائجها بقانون تجريبي سمي باسمه في ما بعد وعمم على جميع الملفات.

سؤال (١) اذكر بالكلمات وبالرموز نص قانون فاراداي؟ ووضح دلالة كل رمز؟

الحل

قانون فاراداي: $\text{قَ}_{د} = - \text{ن} \frac{\Delta Ø}{\Delta ز}$

متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في ملف يتناسب طرديًا مع المعدل الزمني لتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقه

حيث قَ٫ : متوسط القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف. ن : عدد لفات الملف.

∆Ø : التغير في التدفق المغناطيسي في اللفة الواحدة ∆ ز : اللحظة والفترة الزمنية لـ (∆Ø)

توضيح

يسمى $\left(\frac{\Delta Ø}{\Delta ز}\right)$: **المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي**. والإشارة السالبة هنا استطاع تفسيرها العالم لنز حيث استنتج أنها رد فعل طبيعي للتغير الحادث في التدفق المغناطيسي حيث الفعل $\left(\frac{\Delta Ø}{\Delta ز}\right)$ ورد الفعل (قَ٫) متعاكسان حسب قانون نيوتن الثالث أي أن قَ٫ تنشأ بحيث تقاوم ∆Ø الذي كان سببًا في تولدها في تلك اللحظة. لذلك لا بد لنا في البداية دراسة قانون لنز (اتجاهًا) قبل حل المسائل على قانون فاراداي (مقدارًا).

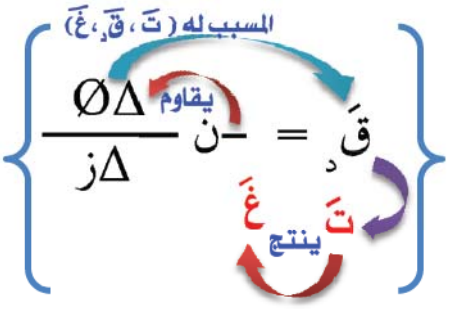
سؤال (٢) ما هي طرق توليد (قَ٫) و (تَ) في ملف ما (أي دارة مغلقة)؟

المطلوب: إحداث تغيير في التدفق المغناطيسي (∆Ø) الذي يخترق الملف (زيادة أو نقصان). [∆غ / ∆أ / ∆جتاθ]

١. تغير المجال المغناطيسي المؤثر على الملف	٢. تغير مساحة الملف	٣. تغير الزاوية(جتا الزاوية)بين غ و أ
أ) المؤثر مغناطيس طبيعي (∆غ) اقتراب أو ابتعاد المغناطيس (التحريك) ب) المؤثر مغناطيس كهربائي صناعي – التحكم في المفتاح (غلق وفتح) – التحكم في الريوستات حيث: م عكسية ← ت طردية ← غ طردية ← Ø	(زيادة) ∆أ (نقصان) ∆أ	لحظة دوران الملف ساكن يدور في مجال

إعداد: أمجد دودين

ثالثًا 3 اتجاه القوة الدافعة الكهربائية الحثية والتيار الحثي :قانون لنز



سؤال (١) اذكر نص قانون لنز، وبيّن أهميته؟

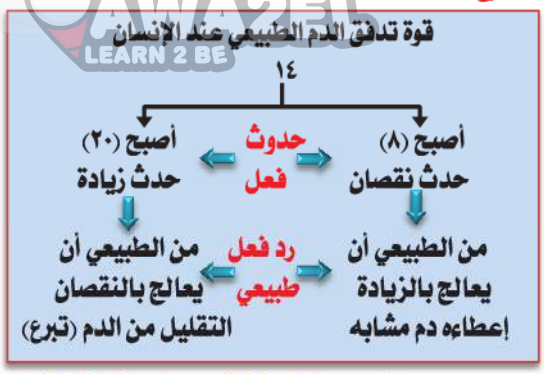
الحل

ينص قانون لنز على أن: يكون اتجاه التيار **الحثي في أي ملف مُنتج لمجال** مغناطيسي حثي **يقاوم التغير** في التدفق المغناطيسي المسبب له.

تكمن أهمية قانون لنز في أنه: يحدد العلاقة بين اتجاهي المجال المغناطيسي الحثي (غَ) والمجال المغناطيسي المسبب له (غ)، وبالتالي يحدد اتجاه المجال المغناطيسي الحثي في الملف (غَ) وبالتالي يمكن تحديد اتجاه التيار الحثي فيه (تَ)

تفسير وتوضيح قانون لنز

يقرأ عند الحاجة إليه (توضيح مش حفظ)

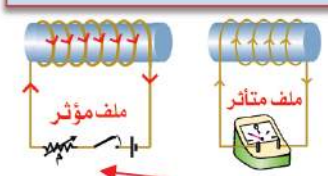


أ إذا كان ∅Δ في حالة زيادة ... ستعالج بالنقصان

فيتولد **تيار حثي** ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي معاكس للمجال الأصلي يعمل على إنقاص **التدفق المغناطيسي** عبر الدارة. لماذا؟

وذلك لمقاومة الزيادة في التدفق. حيث الزيادة تعالج وتقاوم بالنقصان

نزيادة التدفق المغناطيسي ← مجال حثي معاكس ← قاعدة الرسم الأولى



حالات الزيادة (مهارة قراءة شخصية)

[تقريب مغناطيس ، دخول ملف منطقة مجال مغناطيسي ، إغلاق مفتاح الدارة ، زيادة تيار الدارة ، نقصان مقاومة الدارة]

ت ← غ ← ∅ (علاقة طردية)

م ← ت ← غΔ ← ∅Δ

زيادة ← زيادة ← زيادة (م، ت) علاقة عكسية

ب إذا كان ∅Δ في حالة نقصان ... ستعالج بالزيادة

فيتولد **تيار حثي** ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي مشابه للمجال الأصلي يعمل على زيادة **التدفق المغناطيسي** عبر الدارة.

لماذا؟ وذلك لمقاومة النقصان في التدفق. حيث النقصان تعالج وتقاوم بالزيادة.

نقصان التدفق المغناطيسي ← مجال حثي مشابه ← قاعدة الرسم الثانية

حالات النقصان (مهارة قراءة شخصية)

صَح صِح

[ابتعاد مغناطيس ، خروج ملف منطقة مجال مغناطيسي ، فتح مفتاح الدارة ، نقصان تيار الدارة ، زيادة مقاومة الدارة]

م ← ت ← غΔ ← ∅Δ

زيادة ← نقصان ← نقصان ← نقصان

وصية أبدية

يجب قراءة السؤال بدقة لمعرفة الحدث في السؤال! هل زيادة أم نقصان في التدفق حيث تعتبر معرفة ($\Delta\varnothing$) مهارة شخصية على الطالب معرفتها قبل بداية تحديد اتجاه (غَ) و (تَ)

ملاحظات وإرشادات هامة جدًا لحل مسائل على قانون لنز

برنامج الرسم

لحل المسائل على قانون لنز **الجكر** وتحديد اتجاه غَ و تَ يجب اتباع أربع خطوات وهي:

١) نحدد الحدث في السؤال **(بمهارة القراءة الشخصية)** حيث يكون الحدث إما ($+\Delta\varnothing$ زيادة) أو ($-\Delta\varnothing$ نقصان).

٢) نرسم المجال الأصلي(غ) **(سواء المؤثر مغناطيس طبيعي أو صناعي)** من N إلى S خارج الملف ومن S إلى N داخله.

٣) نرسم المجال الحثي(غَ)**(سواء المتأثر ملف دائري أو ملف لولبي)** حسب قواعد الرسام لنز **الجكر** حيث:

بنجاكر

- إذا الحدث ($+\Delta\varnothing$): نرسم مجال حثي أو تيار حثي معاكس للأصلي وذلك لمقاومة الزيادة الحادثة.
- إذا الحدث ($-\Delta\varnothing$): نرسم مجال حثي أو تيار حثي مشابه للأصلي وذلك لمقاومة النقصان الحادثة.

٤) نطبق عند الحاجة قاعدة اليد اليمنى (القبضة) حيث يشير دائمًا الإبهام إلى القطب الشمالي (N) وتشير الأصابع إلى اتجاه التيار (ت).

AWA2EL LEARN 2 BE

برنامج التعليل

لتعليل وتفسير وبيان السبب على أسئلة قانون لنز نتبع المخطط العام التالي (يفهم ولا يبصم):

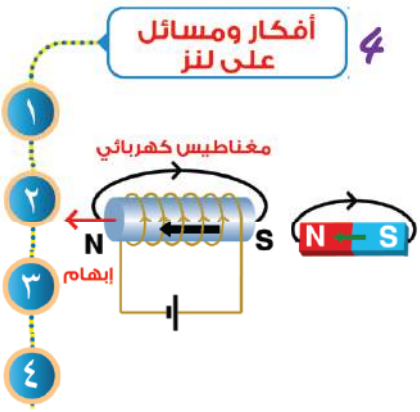
١) عند حدوث (زيادة في التدفق) يتولد حسب قانون لنز:

- $\Delta\varnothing$ ← قَ(مُعاكِسة) ←تدفع تَ(معاكس) ←يولد غَ معاكس للمجال الأصلي وذلك لمقاومة الزيادة فيكون .....

٢) عند حدوث (نقصان في التدفق) يتولد حسب قانون لنز:

- $\Delta\varnothing$ ← قَ(مُشابِهة) ←تدفع تَ(مشابة) ←يولد غَ مشابه للمجال الأصلي وذلك لمقاومة النقصان فيكون .....

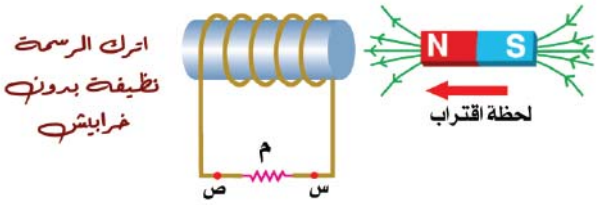
[وعد] لذلك جميع تعليلات لنز نفس المبدأ ونفس الكلام فلا تحفظ حفظ وإنما تكتب بفهم وحسب الحدث.



مجلس ⊗ أبو كتلة

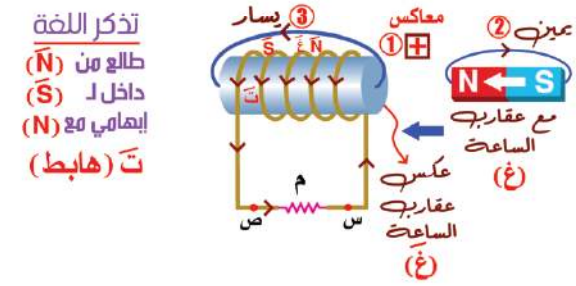
تذكر عزيزي الطالب: يمكن اعتبار الملف اللولبي والملف الدائري أو الملف المربع أو المستطيل عند مرور تيار فيه حثي أو أصلي على أنه مغناطيس كهربائي مؤقت يعتمد على وجود التيار فيه وتحدد أقطابه باليد اليمن (القبضة): إبهام (N) /أصابع (ت)

مثال (١) **حدد اتجاه التيار الحثي في الملف وكذلك في المقاومة (م) المتصلة بالملف عند اقتراب المغناطيس إلى الملف اللولبي مع بيان السبب.**



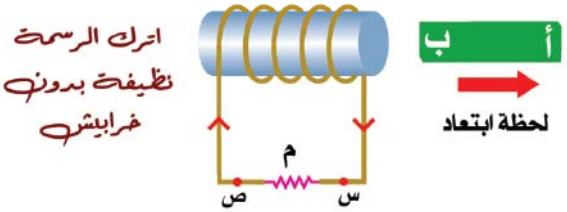
الحل

أثناء اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس (N) من الملف يزداد التدفق المغناطيسي عبره، ووفقًا لقانون لنز فإن (قَ$_{د}$) تنشأ في الملف تولد (تَ) ينتج منه (غَ) حثي **معاكس** لاتجاه المجال الأصلي المسبب للتغير في التدفق المغناطيسي فيه وذلك لمقاومة **الزيادة**، مما يجعل طرف الملف القريب المقابل للقطب الشمالي للمغناطيس (N) قطبًا مغناطيسيًا شماليًا حثيًا (N̄). وباستخدام قاعدة اليد اليمنى يشير الإبهام إلى إتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف وتشير باقي الأصابع إلى اتجاه التيار الحثي فيكون **هابط** في اللفات الأهم (ومن ص إلى س في المقاومة (م)، ومن س إلى ص في الملف (أ)) شيء آخر شيء



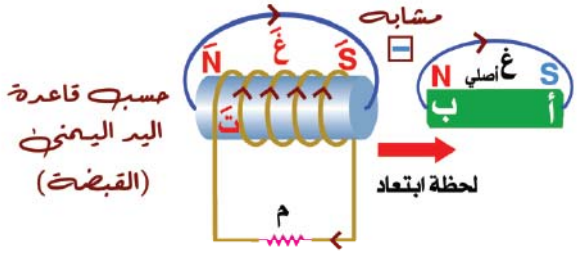
AWA2EL LEARN 2 BE

مثال (٢) **في الشكل المجاور إذا علمت أنه عند ابتعاد المغناطيس عن الملف تولد تيار حثي في المقاومة (م) من (س) إلى (ص) حدد نوع قطب الطرف (أ) من المغناطيس. فسر إجابتك.**



الحل

أثناء ابتعاد المغناطيس عن الملف يقل التدفق المغناطيسي عبره ووفقًا لقانون لنز فإن (قَ$_{د}$) تنشأ في الملف تولد (تَ) ينتج منه (غَ) حثي **مشابه** للمجال الأصلي المسبب للتغير في التدفق المغناطيسي فيه وذلك لمقاومة **النقصان**، وبما أن التيار الحثي المتولد في المقاومة (م) من س إلى ص هذا يعني أن تَ في الملفات صاعد وحسب قاعدة اليد اليمنى يكون الطرف القريب من القطب (ب) قطبًا حثيًا جنوبيًا والبعيد شماليًا فيكون اتجاه غ المسبب معاكس له وبالتالي يكون الطرف (أ) قطبًا جنوبيًا (S).



تذكر عزيزي الطالب: السؤال فكرة عكسية لذلك الخطوات:

١) الحدث أولًا ⊟ Δ Ø

٢) ترسم الأصلي (؟ لا يوجد) لذلك نرسم الحثي لأنه موجود. R

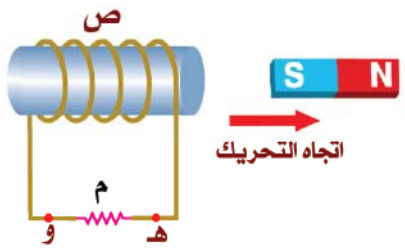
٣) يكون الأصل مشابه للحثي لأن الحدث نقصان.

٤) نطبق قاعدة اليد اليمنى.

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي:

(اترك الرسمات في المسائل وتدرب عليها أسفل الصفحة)

مثال (٣) عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين فإن اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف (ص)



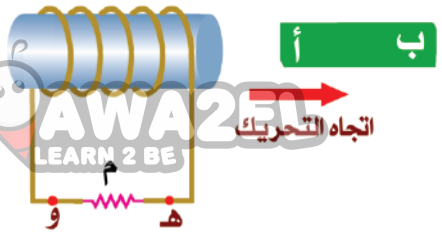
أ) يكون من هـ إلى و، ليقاوم الزيادة في التدفق.

ب) يكون من هـ إلى و ليقاوم النقصان في التدفق.

ج) يكون من و إلى هـ ليقاوم الزيادة في التدفق.

د) يكون من و إلى هـ ليقاوم النقصان في التدفق.

مثال (٤) عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين تولد تيار حثي في الملف (ص) من و إلى هـ وبالتالي يكون الطرف (أ) بالنسبة للمغناطيس:



أ) قطب جنوبي، ليقاوم النقصان في التدفق.

ب) قطب جنوبي، ليقاوم الزيادة في التدفق.

ج) قطب شمالي، ليقاوم النقصان في التدفق.

د) قطب شمالي، ليقاوم الزيادة في التدفق.

مثال (٥) عند تحريك المغناطيس في الشكل المجاور تولد في الحلقة تيار حثي مع عقارب الساعة عند النظر إليه من جهة اليمين وعليه فإن حركة المغناطيس:

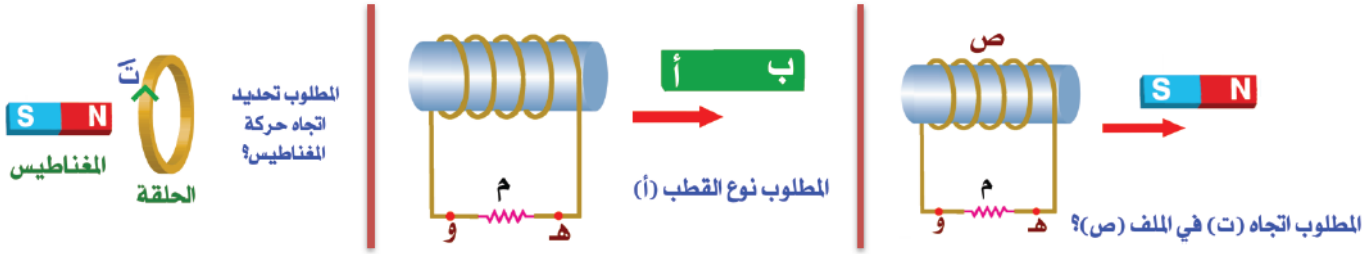
أ) تكون مقتربة من الحلقة وتحدث زيادة في التدفق عبرها.

ب) تكون مقتربة من الحلقة وتحدث نقصان في التدفق عبرها.

ج) تكون مبتعدة من الحلقة وتحدث زيادة في التدفق عبرها.

د) تكون مبتعدة من الحلقة وتحدث نقصان في التدفق عبرها.

خربش هنا
رسمات التدريب

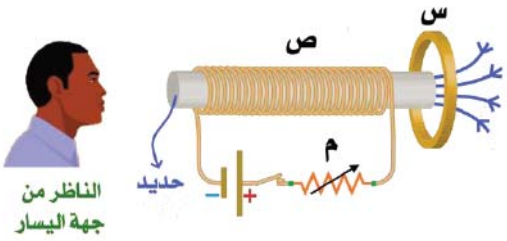


إعداد: أمجد دودين

مثال (٦) حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف الدائري (س) عند النظر إليه من جهة اليسار: في الحالات التالية. مع بيان السبب:

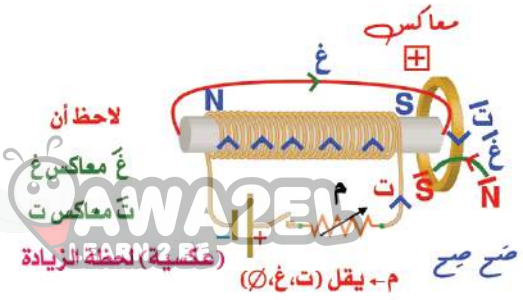
١) لحظة زيادة المقاومة المتغيرة (م).

٢) لحظة اخراج القلب الحديدي من الملف (ص).



الحل

أ) لحظة **إنقاص المقاومة** المتغيرة (م) يزداد تيار الدارة (ص) **يزداد المجال المغناطيسي** الذي يخترق الملف (س) مما يعني **زيادة التدفق المغناطيسي** عبر الملف (س). وحسب قانون لنز تنشأ $\overrightarrow{ق_د}$ في الملف (س) **تولد** ($\overrightarrow{ت}$) **ينتج منه** مجال مغناطيسي حثي ($\overrightarrow{غ}$) **معاكس** اتجاه المجال المغناطيسي الأصلي (غ) المسبب له وذلك لمقاومة **الزيادة** في التدفق مما يجعل طرف الملف (س) القريب من المؤثر (ص) قطبًا مغناطيسيًا **حثيًا جنوبيًا** $\overline{S}$، وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون التيار الحثي ($\overrightarrow{ت}$) **هابط** في الملف (س) **ومعاكس** لاتجاه تيار الملف (ص) أي يكون مع عقارب الساعة عند النظر إليه من جهة اليسار حسب السؤال.



توضيح هام جدًا

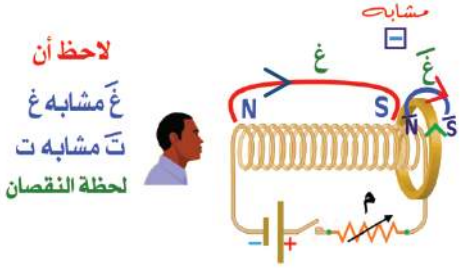
A عندما تكون **الحلقة عمودية** على الصفحة (يكون التيار فيها إما **صاعد** للأعلى أو **هابط** للأسفل) لكن عند **النظر إليها** من جهة **اليمين** أو جهة **اليسار** يمكن (تخيلها) وتخيل اتجاه التيار إما **مع عقارب** الساعة أو **عكس عقارب** الساعة. **ودائمًا النظر من جهة اليمين يخالف ويعاكس اتجاه الدوران من جهة اليسار**، مثلاً في هذا المثال يكون: اتجاه ($\overrightarrow{ت}$) من جهة اليمين عكس عقارب الساعة ومن جهة اليسار مع عقارب الساعة.

B $\mu_{\text{الحديد}} >>> \mu_{\text{الهواء}}$ ⟵ $غ = نَ \mu_{\text{الحديد}} ت$ (قبل) أكبر

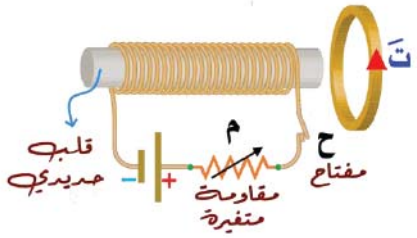
$غ = نَ \mu_{\text{الهواء}} ت$ (بعد) أقل

ب) عند **إخراج** القل الحديدي ($\mu_{\text{الحديد}} > \mu_{\text{الهواء}}$) يصبح الوسط **داخل الملف هواء** وبالتالي **يقل المجال** المغناطيسي **والتدفق** الذي يخترق الحلقة وحسب **قانون لنز**:

تنشأ ($\overrightarrow{ق_د}$) في الملف (س) **وتولد** ($\overrightarrow{ت}$) و($\overrightarrow{غ}$) **مشابه** لـ ($غ_{\text{الأصلي}}$) وذلك **لمقاومة النقصان** في التدفق، وحسب **قاعدة اليد اليمنى** يكون اتجاه ($\overrightarrow{ت}$) في الملف (س) **صاعد** وعكس **عقارب الساعة** عند النظر إليه من **جهة اليسار** حسب طلب السؤال.



مثال (٧) وضع ملف دائري بالقرب من ملف مغناطيس كهربائي كما في الشكل، اذكر أربع طرق تستطيع من خلالها توليد تيار حثي في الملف الدائري كما هو موضح في الشكل.

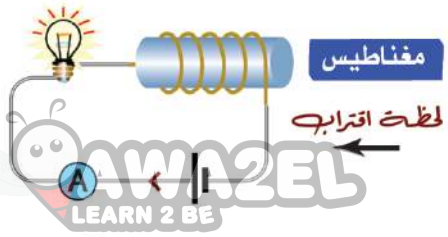


الحل

عند تخطيط تيار المغناطيس الكهربائي يكون **صاعد** باللفات أي أن (تَ) **يشابه** (ت) وهذا يحدث لمقاومة **النقصان** في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف الدائري ويمكن أن يحدث من خلال: (لحظة)

١. **زيادة** المقاومة المتغيرة (م)
٢. **فتح مفتاح** دارة المغناطيس الكهربائي
٣. **إخراج القلب** الحديدي من الملف
٤. **ابتعاد الملف الدائري او ابتعاد ملف المغناطيس الكهربائي (الملف اللولبي)**

مثال ٨ ماذا يحدث لإضاءة المصباح في الشكل المجاور مع بيان السبب في الحالات التالية:



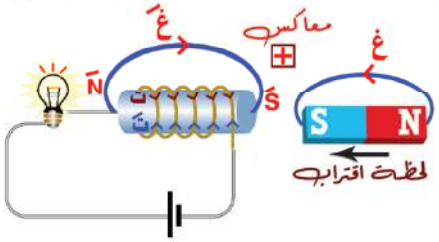
١) أثناء تقريب القطب الجنوبي (S) للمغناطيس.

٢) أثناء تقريب القطب الشمالي (N) للمغناطيس.

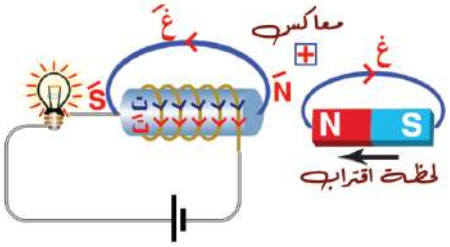
وزيفة ٣) أعد حل الفرعين السابقين (أثناء ابتعاد المغناطيس) ابتعاد S ثم ابتعاد N

الحل

أ) أثناء اقتراب القطب الجنوبي (S) من الملف اللولبي يزداد التدفق المغناطيسي عبره ووفقًا لقانون لنز فإن (قَد) في الملف **تولد** (تَ) **ينتج منه** (غَ) حثي **معاكس** لاتجاه المجال الأصلي المسبب للتغير في التدفق المغناطيسي فيه لمقاومة **الزيادة** مما يجعل طرف الملف القريب من المغناطيس قطبًا جنوبيًا حثيًا (S̄) وحسب قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي في الملف نحو **الأعلى** وبعكس اتجاه تيار البطارية (ت) بذلك **يقل** التيار الكلي في الملف وأثناء هذه اللحظة **تقل** إضاءة المصباح.



[وصية مصباح لنز المضاء] : **نطبق خطوات لنز (4) ونرسم (تَ) ثم نرسم ت البطارية ونقرر النتيجة لـ ت كلي زيادة أو نقصان**

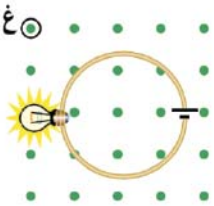


ب) أثناء اقتراب القطب الشمالي (N) من الملف اللولبي يزداد التدفق المغناطيسي عبره وحسب قانون لنز **تنشأ** (قَد) في الملف **تولد** (تَ) **ينتج منه** (غَ) حثي **معاكس** اتجاه المجال المغناطيسي الأصلي المسبب للتغير في التدفق المغناطيسي وذلك لمقاومة **الزيادة** مما يجعل طرف الملف القريب من المغناطيس قطبًا مغناطيسيًا حثيًا شماليًا (N̄) وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي (تَ) في الملف **نحو الأسفل** وبنفس اتجاه تيار البطارية (ت). فيزداد التيار الكلي وأثناء هذه اللحظة تزداد الإضاءة.

ج) ابتعاد (S): يزيد الإضاءة (تَ) بنفس (ت بطارية)
ابتعاد (N): تقل الإضاءة (تَ) بعكس (ت بطارية)

الرجاء الابتعاد عن الهبل والغباء الصناعي: مش إذا قربنا المغناطيس تزيد الإضاءة وكل ما بعدنا بتقل هذا غباء صناعي وغطأ

مثال (٩) مصباح مضيء متصل مع حلقة دائرية مغمورة في مجال مغناطيسي عمودي على مستوى الحلقة (الملف) كما في الشكل، ماذا يحدث لإضاءة المصباح في كل من الحالتين الآتيتين مفسرًا إجابتك:



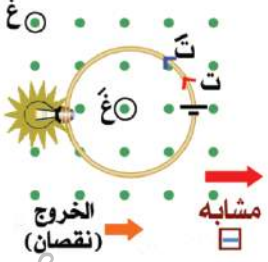
١) حركة الحلقة مقتربة من الناظر (حركتها نحو ز+).

٢) أثناء خروج الحلقة من المجال.

الحل

١) لا تتغير إضاءة المصباح لأن التدفق بقي ثابتًا على الحلقة ولم يحدث تغير في التدفق (**حركة موازية لخطوط المجال**).

٢) أثناء خروج الحلقة يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترق الحلقة ووفقًا لقانون لنز **تنشأ** (قَ$_{د}$) **تولد** (تَ) **ينتج منه** (غَ) حتي **مشابه** للمجال المغناطيسي الأصلي (غ) والمسبب للتغير في التدفق المغناطيسي وذلك لمقاومة **النقصان** في التدفق أي أن (غَ) ⊙ مشابه (غ الأصل) ⊙ وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار الحثي في الملف **عكس عقارب الساعة** وبنفس اتجاه تيار البطارية. فيزداد التيار الكلي وكذلك إضاءة المصباح لحظة الخروج.

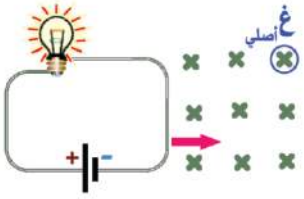


AWA2EL LEARN 2 BE

عزيزي الطالب: خروج الحلقة لا يعني ضرورة نقصان إضاءة المصباح لذلك الرجاء عدم التسرع

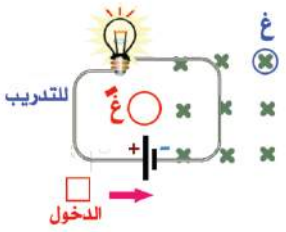
مثال (١٠) Quiz صفّي

A مصباح يتصل مع حلقة كما في الشكل ماذا يحدث لإضاءة المصباح أثناء دخول الحلقة منطقة المجال المغناطيسي



الحل

دخولها يعني ( ) في التدفق ⇦ (غَ) ( ) غ أصلي وبالتالي يكون (غَ) في الحلقة نحو ز ◯ وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى على الحلقة يكون اتجاه (تَ) ( ) عقارب الساعة و( ) اتجاه ت البطارية لذلك ( ) إضاءة المصباح لحظة الدخول.



[ملاحظة] : يمكن تطبيق قاعدة اليد اليمنى (القبضة) على أي مسار مغلق مهما كان شكله (دائري، مربع، مستطيل) ← الأصابع مع اتجاه دوران التيار/والابهام غ

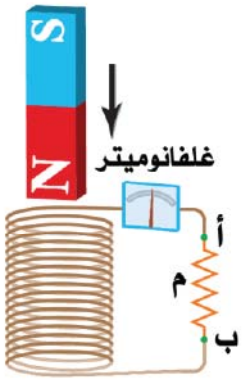
B مصباح يتصل مع حلقة مستطيلة كما في الشكل، ماذا يحدث لإضاءة المصباح أثناء دخول الحلقة منطقة المجال المغناطيسي.

الحل

دخولها يعني ( ) في التدفق ⇦ (غَ) ( ) غ أصلي وبالتالي يكون (غَ) في الحلقة نحو ز ◯ وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى على الحلقة يكون اتجاه (تَ) ( ) عقارب الساعة و( ) اتجاه ت البطارية لذلك ( ) إضاءة المصباح لحظة الدخول.

[ملاحظة] : دخول الحلقة لا يعني ضرورة زيادة إضاءة المصباح لذلك نهتم بالمبدأ دائمًا.

Home Work ١



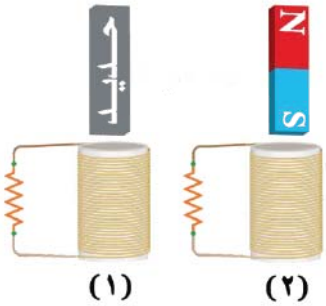
أسقط طالب مغناطيسًا داخل ملف كما في الشكل المجاور فتحرك المغناطيس بتسارع أقل من تسارع السقوط الحر، فافترض الطالب أنه توجد قوة معاكسة لقوة الجاذبية الأرضية تؤثر في حركة المغناطيس. أثبت صحة هذه الفرضية.

Home Work ٢

إذا حركت مغناطيس داخل ملف، فستشعر بمقاومة لهذه الحركة، لماذا تكون هذه المقاومة أكبر في ملف عدد لفاته أكبر؟

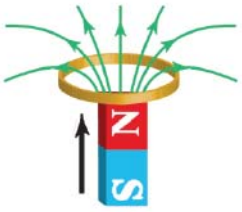
AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٣



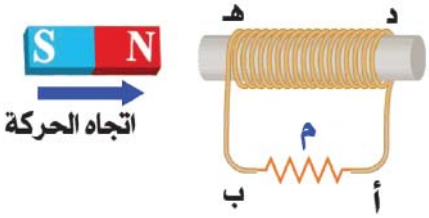
في الشكل ملفان لولبيان متماثلان هندسيًا، أسقط طالب في الأول قطعة حديد وفي نفس اللحظة اسقط الثاني مغناطيسًا كما في الشكل أي من (الحديد أم المغناطيس) الذي سيجتاز الملف أولًا أثناء الخروج منه. فسر إجابتك؟

Home Work ٤



حدد اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في الحلقة المبينة في الشكل المجاور في أثناء اقتراب المغناطيس منها. موضحًا ذلك.

Home Work ٥



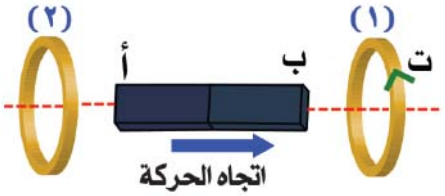
عند تقريب مغناطيس من ملف كما في الشكل، حدّد كل من:

١) أقطاب الملف. واتجاه المجال الحثي داخله.

٢) اتجاه التيار الحثي في المقاومة (م) مفسرًا سبب تولد التيار الحثي.

Home Work ٦

يبين الشكل المجاور مغناطيس (أ ب) يتحرك نحو اليمين بين حلقتين فلزيتين (١) ، (٢) متوازيتين وعلى الخط الواصل بين مركزيهما، اعتمادًا على اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في الحلقة (١)، أجب عما يأتي:

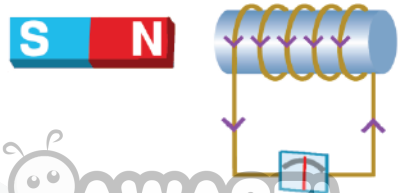


١) حدّد الأقطاب المغناطيسية للمغناطيس (أ ، ب).

٢) حدّد اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في الحلقة (٢) بالنسبة لاتجاه التيار الحثي في الحلقة (١)، مع التفسير.

Home Work ٧

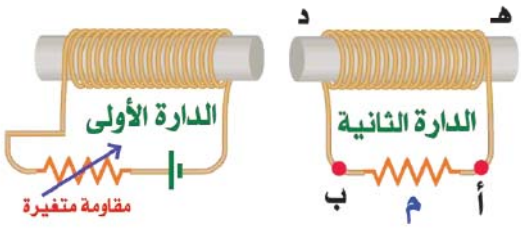
يتحرك مغناطيس بالقرب من ملف لولبي ساكن يتصل بجلفانوميتر كما في الشكل المجاور، وفي لحظة ما كان اتجاه التيار الحثي كما في الشكل، حدد اتجاه حركة المغناطيس في هذه اللحظة، مفسرًا إجابتك.



AWA2EL
LEARN 2 BE

Home Work ٨

بالاعتماد على الشكل المجاور، عند لحظة زيادة التيار في الدارة الأولى يتولد تيار حثي في الدارة الثانية، أجب عما يأتي:



١) فسر سبب تولد هذا التيار الحثي.

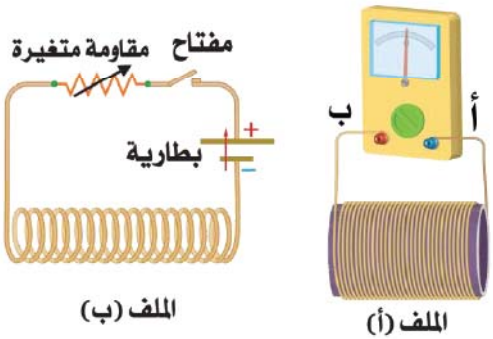
٢) في ضوء قاعدة لنز، حدّد اتجاه المجال المغناطيسي الناشئ عن هذا التيار الحثي داخل ملف الدارة الثانية.

٣) حدّد اتجاه التيار الحثي الناشئ في المقاومة (م).

٤) ما القاعدة التي استخدمتها لتحديد اتجاه هذا التيار الحثي؟

Home Work ٩

حدد نوع كل من القطبين المتقابلين، واتجاه التيار الحثي في الملف (أ) في الشكل المجاور في الحالات الآتية:



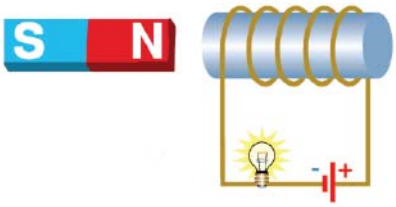
أ) لحظة إغلاق دارة الملف (ب).

ب) في أثناء زيادة المقاومة المتغيرة في دارة الملف (ب).

ج) في أثناء إدخال قلب حديد في الملف (ب).

Home Work ١٠

في الشكل المجاور إذا علمت أن إضاءة المصباح ازدادت لحظة تحريك المغناطيس المجاور لدارة المصباح. حدد اتجاه حركة المغناطيس.



Home Work ١١

يبين الشكل المجاور ملف لولبي موصول ببطارية ومصباح كهربائي، ويوجد على جانبيه وبنفس البعد مغناطيسين متماثلين (س ، ص). ماذا يحدث لإضاءة المصباح في الحالات الآتية:

١) إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة نحو الملف.

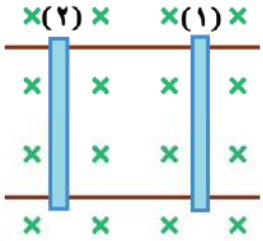
٢) إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة بعيدًا عن الملف.

٣) إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة بحيث (س) مقتربًا و(ص) مبتعدًا عن الملف.

AWAZEL LEARN 2 BE

Home Work ١٢

في الشكل المجاور الموصلين (١) ، (٢) قابلان للحركة على سلكين متوازيين متعامدين مع مجال مغناطيسي منتظم، إذا بدأ المجال المغناطيسي المؤثر بالتناقص تدريجيًا صف حركة الموصلين مفسّرًا إجابتك.

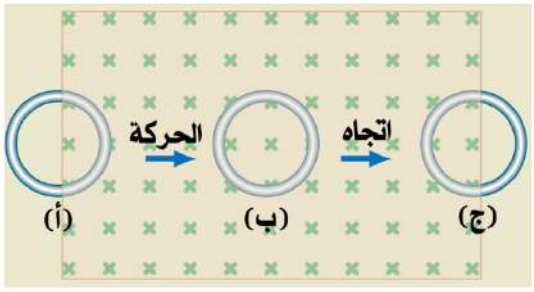


Home Work ١٣

الشكل المجاور يمثل حلقة دائرية في مستوى الصفحة تتحرك بسرعة ثابتة نحو منطقة مجال مغناطيسي منتظم مبتعدًا عن الناظر، اعتمادًا على الشكل أجب عمّا يأتي:

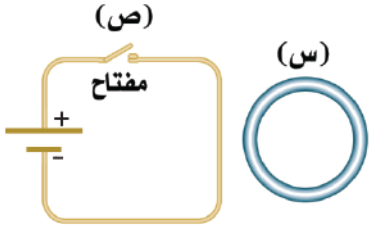
١) حدد اتجاه التيار الحثّي في الحلقة مفسّرًا إجابتك في كل من المرحلتين (ب) ، (ج).

٢) ارسم العلاقة بيانيًا بين التدفق المغناطيسي والزمن نتيجة حركة الحلقة من (أ) إلى (ج).



Home Work ١٤

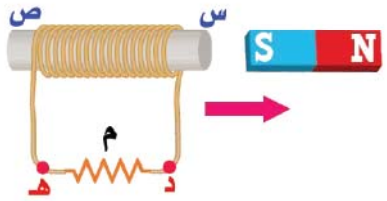
حدد اتجاه التيار الحثّي المتولد في الملف (س) عند إغلاق مفتاح الملف (ص).



١٥ Home Work

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يلي: (ركز بشكل رهيب) كلها نكشة مخ صح صح

١) في الشكل عند إبعاد القطب الجنوبي عن الملف اللولبي يتولد في الملف اللولبي من الداخل (غَ) مجال مغناطيسي حثي يكون اتجاه داخل الملف من:



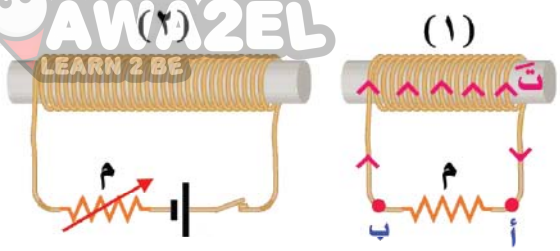
أ) (س إلى ص) وتيار حثي في الملف من (د إلى هـ)

ب) (ص إلى س) وتيار حثي في الملف من (هـ إلى د)

ج) (س إلى ص) وتيار حثي في الملف من (هـ إلى د)

د) (ص إلى س) وتيار حثي في الملف من (د إلى هـ)

٢) يتولد تيار حثي في الدارة (٢) بالاتجاه المبين على الرسم عند:



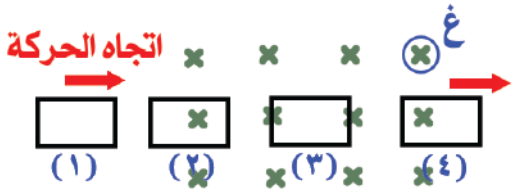
أ) فتح المفتاح (ح) في الدارة (١).

ب) انقاص مقاومة الريوستات (م) والمفتاح مغلق.

ج) ابعاد الدارتين عن بعضهما والمفتاح مغلق.

د) زيادة مقاومة الريوستات (م) والمفتاح مغلق.

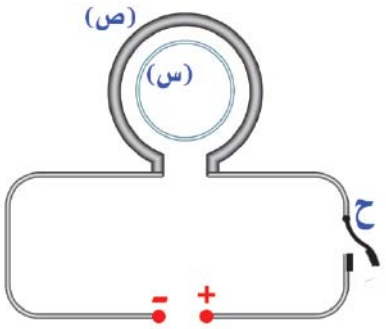
٣) حلقة مستطيلة من مادة موصلة تدخل تدريجيًا في مجال مغناطيسي منتظم كما في الشكل المرحلة التي يتولد فيها تيار حثي مع اتجاه عقارب الساعة هي:



أ) (١) ب) (٢)

ج) (٣) د) (٤)

٤) وضع الملف الدائري (س) داخل ملف دائري (ص) أكبر منه إذا أغلق المفتاح (ح)، يتولد تيار حثي في الملف (س) لحظة الاغلاق:



أ) مع عقارب الساعة، ليقاوم النقصان في التدفق عبره.

ب) مع عقارب الساعة، ليقاوم الزيادة في التدفق عبره.

ج) عكس عقارب الساعة، ليقاوم الزيادة في التدفق عبره.

د) عكس عقارب الساعة، ليقاوم النقصان في التدفق عبره.

٥) في الشكل يقترب مغناطيس قوي من حلقة موصلة معلقة على نحو حر، كما في الشكل فإنه:

أ) تتنافر الحلقة مع المغناطيس، يصبح الطرف القريب لها من المغناطيس N

ب) تتنافر الحلقة مع المغناطيس، يصبح الطرف القريب لها من المغناطيس S

ج) تتجاذب الحلقة مع المغناطيس، يصبح الطرف القريب لها من المغناطيس N

د) تتجاذب الحلقة مع المغناطيس، يصبح الطرف القريب لها من المغناطيس S

٦) عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين كما في الشكل، فإن اتجاه التيار الحثي المتولد في الحلقة (س) والملف (ص) على الترتيب عند النظر إلى الحلقة من اليمين:

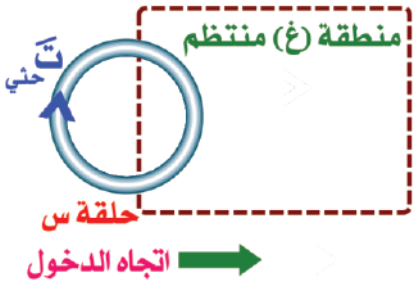
أ) مع عقارب الساعة، (ومن هـ إلى و)

ب) عكس عقارب الساعة، (ومن هـ إلى و)

ج) مع عقارب الساعة، (ومن و إلى هـ)

د) عكس عقارب الساعة، (ومن و إلى هـ)

٧) حتى يتولد تيار حثي في الحلقة النحاسية (س) عندما تبدأ بدخول منطقة مجال مغناطيسي منتظم (غ) كما في الشكل يكون اتجاه المجال المغناطيسي (غ):



أ) بعيدًا عن الناظر

ب) مقتربًا من الناظر

ج) نحو الشرق

د) نحو الغرب

٨) لحظة خروج الحلقة الموصلة (س) من منطقة مجال مغناطيسي زادت إضاءة المصباح (ص) وعليه يكون اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم (غ) في الشكل:

أ) عمودي على الصفحة نحو الداخل

ب) عمودي على الصفحة نحو الخارج

ج) نحو الشمال

د) نحو الجنوب

انتهت الأسئلة

إجابة ورقة عمل (٣)

لا تنسى برنامج التعليل لجميع التعليلات وبرنامج الرسم ✍ لنز (فهم وليس بصم)

Home Work ١

بسبب تولد قَ١ يتولد عنها تَ ينشأ عنه غَ معاكس للمجال الأصلي غ الذي سببه فيصبح الطرف القريب من الملف قطبًا مغناطيسيًا حثيًا شماليًا N فينشأ تنافر لمقاومة الزيادة في التدفق عبر الملف لذلك يعمل غَ على إبطاء سرعة سقوط المغناطيس.

Home Work ٢

عند دفع المغناطيس داخل الملف يتولد فيه قَ١ تنتج تَ ينتج غَ معاكس للمجال الأصلي غ فتتولد قوة تنافر مغناطيسي بينهما تعيق تقدم المغناطيس باتجاه الملف وكلما زاد عدد لفات الملف يزداد كل من قَ١ و تَ و غَ لذلك تزداد قوة التنافر بينهما وتشعر بمقاومة أكثر أثناء إدخال المغناطيس.

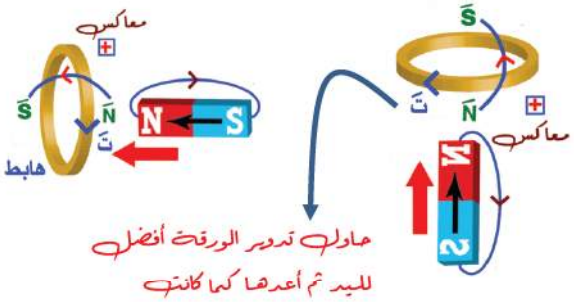
AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٣

قطعة الحديد ستجتاز قبل قطعة المغناطيس لأن قطعة الحديد ستسقط سقوط حر دون أي مقاومة تذكر بينما المغناطيس سيواجه قوة تجاذب أثناء الخروج من الملف بسبب نقصان التدفق عبر الملف حسب لنز تعمل أيضًا على تأخيره.

Home Work ٤

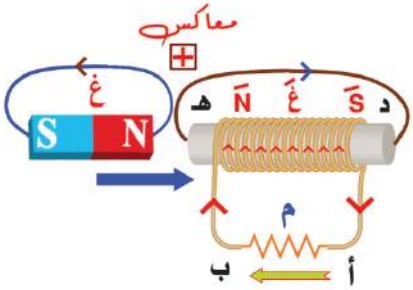
يكون اتجاه التيار نحو (س: اليسار) أو عند النظر إليه من الأعلى يكون اتجاه عقارب الساعة. **راجع التعليل (ص ٨٩ الأمثلة على لنز).**



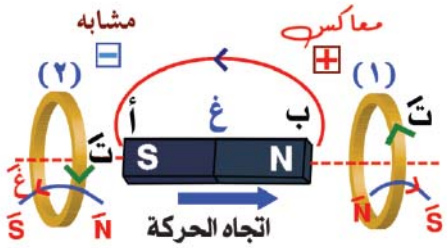
Home Work ٥

١. هـ: قطب شمالي N د: قطب جنوبي S ويكون اتجاه المجال المغناطيسي الحثي غَ من د إلى هـ داخل الملف (لأنها مقفلة).

٢. يكون من (أ) إلى (ب) **وللتعليل (ص ٨٩ الأمثلة على لنز).**



Home Work ٦

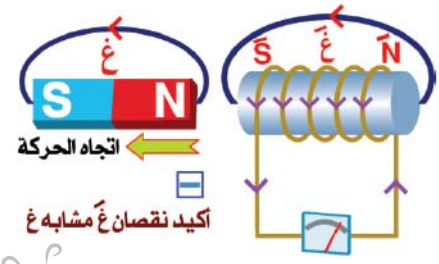


١) أ: قطب جنوبي S ب: قطب شمالي N

٢) يكون تَ في الحلقة (٢) هابط ويعكس اتجاه التيار تَ في الحلقة (١)

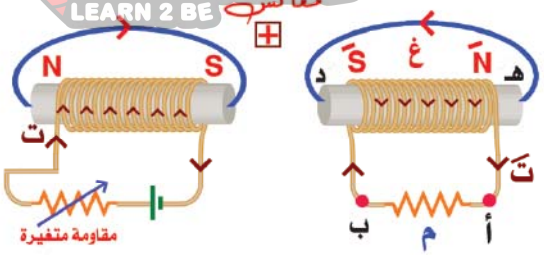
وللتعليل (ص ٩٠ الأمثلة على لنز).

Home Work ٧



يكون اتجاه الحركة نحو س- مبتعد عن الملف وذلك بسبب تولد مجال حثي مشابه للمجال الأصلي يعمل على مقاومة النقصان في التدفق بسبب ابتعاد المغناطيس عن الملف.

Home Work ٨



١) بسبب حدوث تغير (زيادة) في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الدارة الثانية لحظة زيادة تيار الدارة الأولى.

٢) يكون اتجاه غَ من د إلى هـ داخل الملف (لأنها مقفلة)

٣) يكون اتجاه تَ معاكس ت ويمر من أ إلى ب في المقاومة م

٤) قاعدة اليد اليمنى.

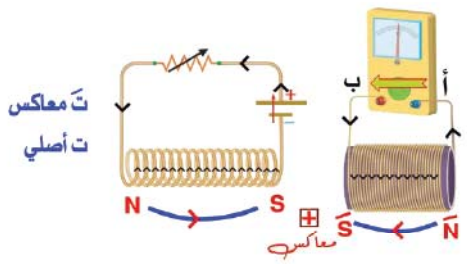
لاحظ تَ معاكس تأصلي

تذكر: قانون لنز (تحديد اتجاه غَ) اليد اليمنى (تحديد اتجاه تَ)

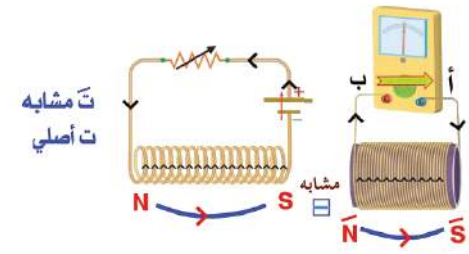
غَ معاكس غأصلي

Home Work ٩

أ) الملف (أ) جنوبي حثي S والملف (ب) جنوبي S **أقطاب متشابهة (زيادة في التدفق)** يكون اتجاه تَ في الملف (أ) هابط نحو الأسفل من أ إلى ب في الجلفانوميتر.



ب) الملف (أ) شمالي N والملف (ب) جنوبي S **أقطاب مختلفة (نقصان في التدفق)** ويكون اتجاه تَ في (أ) صاعد نحو الأعلى ومن ب إلى أ في الجلفانوميتر.

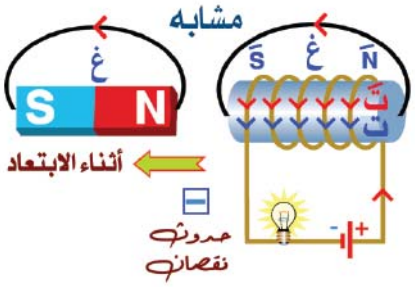


ج) الملف (أ) جنوبي حثي S والملف (ب) جنوبي S **أقطاب متشابهة (زيادة في التدفق)**

يكون اتجاه تَ في الملف (أ) هابط نحو الأسفل من أ إلى ب في الجلفانوميتر. (نفس الحالة (أ) تخطيطها)

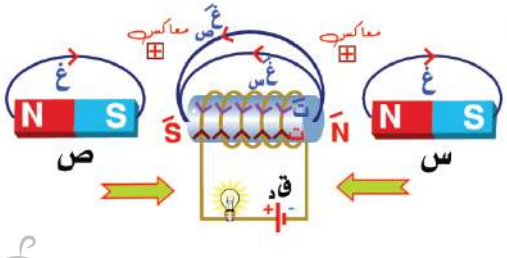
Home Work ١٠

يكون اتجاه تَ البطارية بنفس اتجاه تَ البطارية هابط في اللفات وبالتالي يكون غَ مشابه غ أصلي وهذا يحدث عند حدوث نقصان في التدفق ناتج عن ابتعاد المغناطيس لذلك تكون حركته نحو (س-) لليسار.

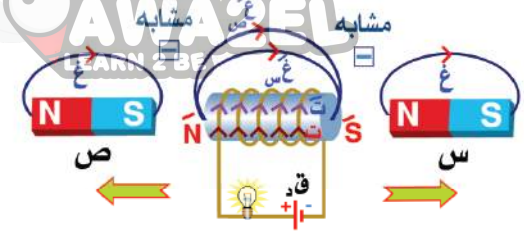


Home Work ١١

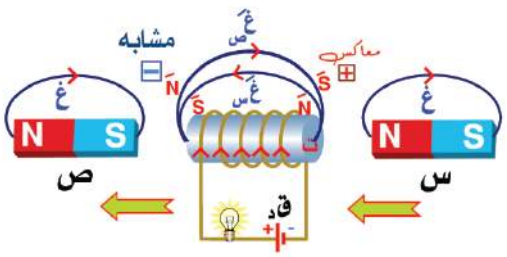
١) تقل إضاءة المصباح بسبب تولد تيارين حثيين بعكس اتجاه تيار البطارية تَ حثي نحو الأسفل و ت بطارية نحو الأعلى.



٢) تزداد إضاءة المصباح بسبب تولد تيارين حثيين بنفس اتجاه تيار البطارية تَ حثي نحو الأعلى و ت بطارية نحو الأعلى.



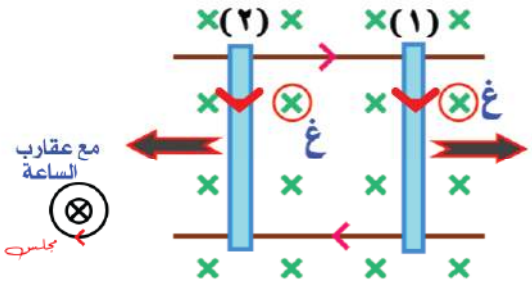
٣) لن تتغير إضاءة المصباح بسبب تولد تيارين حثيين متعاكسين في الاتجاه يلغيان تأثيرهما على تيار البطارية لذلك يبقى ت البطارية كما هو.



Home Work ١٢

ملف مستطيل

إذا بدأ المجال بالنقصان يتولد في الملف (المسار المغلق) بين (١) و(٢) مجال حثي مشابه للأصلي غَ يكون ⊗ وحسب اليد اليمنى يكون اتجاه التيار في المسار المغلق كامل مع عقارب الساعة وبالتالي ت١ نحو ص- وت٢ نحو ص+



توضيح نزرع، نوجد، نحرك

س+ ص- ز-

وبالتالي: تَ١: (ق غ = ت ل غ جا θ) يتحرك نحو (**اليمين**) س+

يبتعد السلكان عن بعضهم

س- ص- ز-

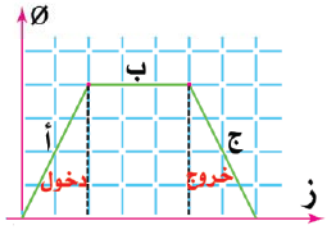
تَ٢: (ق غ = ت ل غ جا ٩٠) يتحرك نحو (**اليسار**) س-

Home Work ١٣

١) ب: لا يتولد تَ بسبب ثبات التدفق عبر الملف.

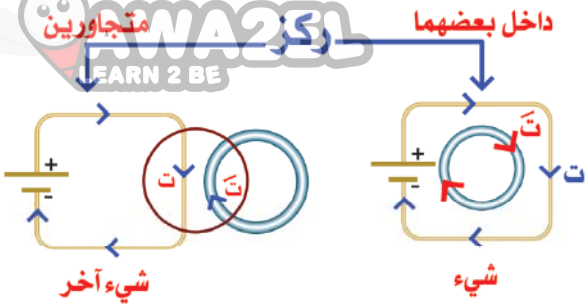
ج: يتولد تيار حثي تَ مع عقارب الساعة حيث غَ ⊗ مشابه للأصلي لمقاومة النقصان.

٢) أ: زيادة في التدفق ب: ثبات في التدفق ج: نقصان في التدفق



Home Work ١٤

تَ (حثي) معاكس للتيار الأصلي (ت) لمقاومة الزيادة



لاحظ عزيزي الطالب: نهتم فقط بالأسلاك المتجاورة لبعضها وليس للدارة كاملة لانهما ليستا داخل بعض.

Home Work ١٥

رقم الفقرة	الإجابة	رقم الفقرة	الإجابة
١	(أ) (ب) (ج) **(د)**	٥	(أ) **(ب)** (ج) (د)
٢	(أ) **(ب)** (ج) (د)	٦	**(أ)** (ب) (ج) (د)
٣	(أ) (ب) (ج) **(د)**	٧	(أ) **(ب)** (ج) (د)
٤	(أ) **(ب)** (ج) (د)	٨	**(أ)** (ب) (ج) (د)

رابعا 4 مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية والتيار الحثي: قانون فارادي

يعبر عن قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي رياضيًا بالعلاقة: $ق_د = - ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$

سؤال (١) أجب عما يلي:

١) عبّر بالكلمات عن قانون فارادي. **٢) ما وحدة قياس كل من ($\Delta \phi$، $ق_د$)؟**

٣) على ماذا تدل الإشارة (−) في العلاقة السابقة؟

الحل

$ تعميم

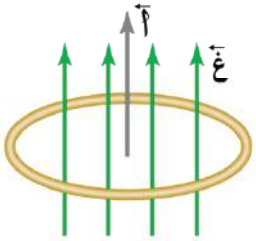
١) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في ملف (بجميع أشكاله) يتناسب طرديًا مع المعدل الزمني لتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترقه.

٢) $\Delta \phi$: ويبر أو تسلا. م^2 $ق_د$: فولت حيث $ق_د = ج_{ب}$

٣) متوسط $ق_د$ **تقاوم** التغير في التدفق المغناطيسي الذي كان سببًا في توليدها في الملف أثناء تلك اللحظة إما زيادة أو نقصان.

AWA2EL LEARN 2 BE

مثال (١) غمر ملف عدد لفاته (٥٠٠٠) لفة في مجال مغناطيسي منتظم كما في الشكل، فكان التدفق المغناطيسي عبره (٠,٦) ويبر، احسب:

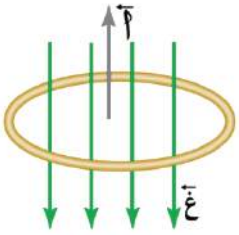


١) متوسط $ق_د$ المتولدة في الملف عندما ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي فيه خلال ٠,٢ ث.

٢) متوسط $ق_د$ المتولدة في الملف إذا تلاشى المجال المغناطيسي خلال ٠,١ ث (على اعتبار الفرع (١) غير موجود)

٣) المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي عندما يصبح متوسط $ق_د$ = −١٠٠٠ فولت (أي $ق_د$ عكسية)

الحل



انعكاس التدفق بسبب المجال وتغير الزاوية

١) $ق_د = - ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = -٠,٦ - ٠,٦ = -١,٢$ ويبر

$ق_د = -٥٠٠٠ \frac{-١,٢}{٠,٢} = ٣ \times ١٠^4$ فولت (طردية $ق_د$ مشابهة) حيث النقصان يعالج بالزيادة.

٢) $ق_د = - ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 =$ صفر $- ٠,٦ = -٠,٦$ ويبر

$ق_د = -٥٠٠٠ \frac{-٠,٦}{٠,١} = ٣ \times ١٠^4$ فولت (طردية $ق_د$ مشابهة) حيث النقصان يعالج بالزيادة.

٣) $ق_د = - ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$

$\frac{\Delta \phi}{\Delta ز} = - \frac{ق_د}{ن}$

$\frac{\Delta \phi}{\Delta ز} = - \frac{-١٠٠٠}{٥٠٠٠} = + \frac{١}{٥}$ ويبر/ث (زيادة في التدفق تعالج بالنقصان لذلك $ق_د$ عكسية)

من الإنترنت

$ق_د$: + تسمى طردية لتقاوم النقصان في التدفق $\Delta \phi = -$

$ق_د$: − تسمى عكسية لتقاوم الزياة في التدفق $\Delta \phi = +$

مثال (٢) يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٤) تسلا على ملف مكون من (٦٠٠) لفة، مساحة اللفة الواحدة (١٢×١٠^{-٣}) م^{٢}، والزاوية بين متجه المجال ومتجه مساحة اللفة (٦٠°). خلال (٠,١) ث "انخفض المجال المغناطيسي إلى (٠,١) تسلا وأصبحت الزاوية بين متجه المجال ومتجه مساحة اللفة صفرًا" . احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف أثناء تلك الفترة الزمنية.

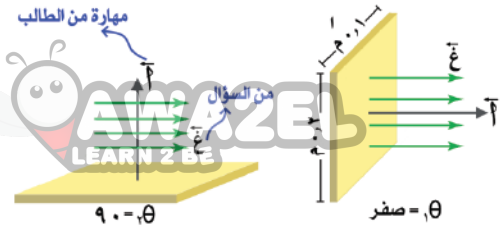
الحل

$[ق_د = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}]$ لكن $\Delta \varnothing = \varnothing_٢ - \varnothing_١ = غ_٢ أ \ جتا\theta_٢ - غ_١ أ \ جتا\theta_١$

$= -٦٠٠ \frac{-١٢ \times ١٠^{-٤}}{١ \times ١٠^{-١}}$ $= ١ \times ١٠^{-١} \times ١٢ \times ١٠^{-٣} - ٠ \times ٤ \times ١٠^{-١} \times ١٢ \times ١٠^{-٣} \times \frac{١}{٢}$

$ق_د = (٧,٢)$ فولت النقصان يعالج بالزيادة $= ١٢ \times ١٠^{-٤} - ٢٤ \times ١٠^{-٤} = -١٢ \times ١٠^{-٤}$ ويبر

مثال (٣) ملف مستطيل الشكل عدد لفاته (١٠٠) لفة موضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا عموديًا على مستواه كما في الشكل المجاور، احسب القوة الدافعة الحثية المتوسطة المتولدة في الملف عندما يدور الملف المستطيل بحيث يُصبح مستواه موازيًا لخطوط المجال في زمن مقداره (٠,٢) ثانية.



الحل

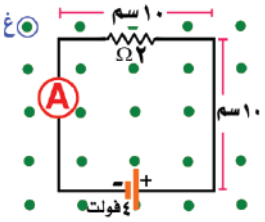
$[ق_د = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}]$ لكن $\Delta \varnothing = \varnothing_٢ - \varnothing_١ = غ \ أ \ جتا\theta_٢ - غ \ أ \ جتا\theta_١$

$= -١٠٠ \frac{-٤ \times ١٠^{-٣}}{٢ \times ١٠^{-١}}$ $= صفر - ٢ \times ١٠^{-١} \times (٢ \times ١٠^{-١} \times ١ \times ١٠^{-١}) \times ١ = -٤ \times ١٠^{-٣}$ ويبر

$= ٢$ فولت النقصان يعالج بالزيادة

$أ = ٠,١ \times ٠,٢$

مثال (٤) يبين الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة مغمورة كليًا في مجال مغناطيسي منتظم (غ)، إذا تناقص المجال المغناطيسي بمعدل (٢٠٠) تسلا/ث. معتمدًا على الشكل وبياناته احسب قراءة الأميتر.



الحل

قراءة (A) تمثل التيار الكلي ($ت_{بطارية}$ & $تَ_{حثي}$) وحسب قاعدة لنز يكون اتجاه تَ (عكس عقارب الساعة) وعند تخطيط $ت_{بطارية}$ (أيضًا عكس عقارب الساعة) وبالتالي قراءة (A):

$(ت_{كلي} = ت_{بطارية} + تَ_{حثي})$ لكن $ق_د = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -ن \frac{\Delta غ}{\Delta ز} أ \ جتا$ ∴

حلقة واحدة — من السؤال

$= -١ (-٢٠٠) \times ١٠ \times ١٠^{-٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٢} = +٢$ فولت

الزيادة يعالج بالنقصان

$(ت_{كلي} = \frac{ق_د}{م} + \frac{ق_د}{م})$ $ لأي ملف

$ت_{كلي} = \frac{٤}{٢} + \frac{٢}{٢} = ٢ + ١ = ٣$ أمبير

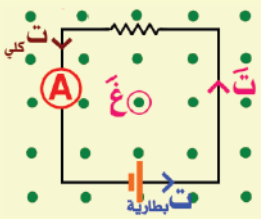
للتوضيح برنامج لنز

١. الحدث (نقصان) ← لمقاومة

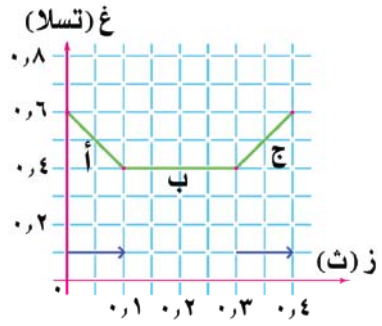
٢. غ (أصلي) ز+ ⊙

٣. غَ (حثي) ز+ ⊙ مشابه

٤. تَ (عكس عقارب الساعة) نمرود



مثال (٥) عند تحريك مغناطيس داخل ملف، يتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف بالنسبة إلى الزمن وفق الرسم البياني الموضح في الشكل، إذا علمت أن عدد لفات الملف (٢٠٠٠) لفة، ومساحة مقطع اللفة الواحدة (٨٠)سم^{٢}، واتجاه المجال المغناطيسي يوازي متجه المساحة. أجب:



١) احسب التغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف في الفترات الزمنية (أ، ب، ج).

٢) احسب متوسط $ق_د$ المتولدة في الملف في الفترات الزمنية (أ، ب، ج).

٣) مَثّل بيانيًا العلاقة بين $ق_د$ والزمن (ز) في كل من الفترات الزمنية (أ، ب، ج).

الحل

١) $(\Delta \varnothing)_{أ} = \varnothing_{٢} - \varnothing_{١} = غ_{٢} أ جتا٠ - غ_{١} أ جتا٠$

$= (غ_{٢} - غ_{١}) \times أ \times ١ = (٠,٤ - ٠,٦) \times ٨٠ \times ١٠^{-٤} = -١٦ \times ١٠^{-٤}$ ويبر (نقصان)

$(\Delta \varnothing)_{ب} =$ صفر $= \varnothing_{٢} - \varnothing_{١} = غ أ جتا٠ - غ أ جتا٠ =$ صفر لأن $\Delta غ =$ صفر (ثبات)

$(\Delta \varnothing)_{ج} = \varnothing_{٢} - \varnothing_{١} = غ_{٢} أ جتا٠ - غ_{١} أ جتا٠$

$= (غ_{٢} - غ_{١}) \times أ \times ١ = (٠,٦ - ٠,٤) \times ٨٠ \times ١٠^{-٤} = +١٦ \times ١٠^{-٤}$ ويبر (زيادة)

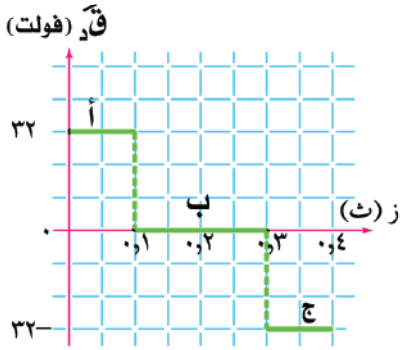
٢) $(ق_د)_{أ} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -٢٠٠٠ \times \frac{-١٦ \times ١٠^{-٤}}{(٠,١ - ٠)} =$ ٣٢ فولت النقصان يعالج بالزيادة

$(ق_د)_{ب} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -٢٠٠٠ \times \frac{٠}{(٠,١ - ٠,٣)} =$ صفر فشل التجربة

$(ق_د)_{ج} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -٢٠٠٠ \times \frac{-١٦ \times ١٠^{-٤}}{(٠,٣ - ٠,٤)} =$ -٣٢ فولت الزيادة يعالج بالنقصان

٣) رسم خاص ، رسمة الدرجات

سؤال يمثل الرسم المجاور ٣ فترات زمنية (أ، ب، ج) بالاعتماد على الشكل المجاور أجب عما يلي:



١) ما هي الفترة الزمنية التي يكون فيها زيادة في التدفق؟

٢) ما هي الفترة الزمنية التي يكون فيها ثبات في التدفق؟

٣) ما هي الفترة الزمنية التي يكون فيها نقصان في التدفق؟

الحل

١) الفترة (ج) لأن $ق_د = -$ ٣٢ فولت أكيد $\Delta \varnothing = +$

٢) الفترة (ب) لأن $ق_د =$ صفر أكيد $\Delta \varnothing =$ صفر

٣) الفترة (أ) لأن $ق_د = +$ ٣٢ فولت أكيد $\Delta \varnothing = -$

ورقة عمل ٤

اختبر نفسك

Home Work ١

يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا عموديًا في مستوى لفات ملف لولبي عدد لفاته (٥٠٠) لفة ومساحة اللفة الواحدة (١×١٠^{-٢}) م^{٢}، احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولدة عندما ينعدم المجال المغناطيسي في أثناء فترة زمنية تساوي (٠,١) ث.

Home Work ٢

يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٤) تسلا عموديًا في مستوى ملف لولبي عدد لفاته (٦٠٠) لفة، ومساحة اللفة الواحدة (٨٠) سم^{٢} ثم ينعدم. فإذا علمت أن متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة نتيجة انعدام المجال يساوي (١٢) فولت، احسب الفترة الزمنية التي انعدم خلالها المجال.

AWA2EL LEARN 2 BE

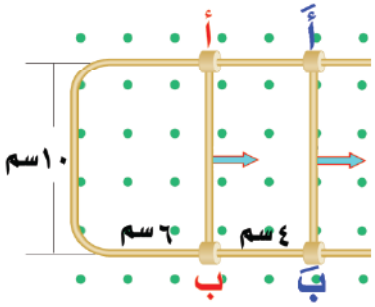
Home Work ٣

ملف يتكون من (١٠٠٠) لفة ومساحة مقطعه (٠,٠١) م^{٢} مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,١٦) تسلا، وباتجاه عمودي على مستواه، فإذا عُكس اتجاه المجال المغناطيسي خلال (٠,٨) ثانية. احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف.

Home Work ٤

يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٦) تسلا عموديًا على مستوى ملف دائري عدد لفاته (١٠٠٠) لفة، ومساحته (٢٠) سم^{٢}. احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولدة في الملف عندما يدور الملف إلى وضع يكون فيه مستواه موازيًا للمجال في زمن مقداره (٠,٠٢) ث.

Home Work ٥



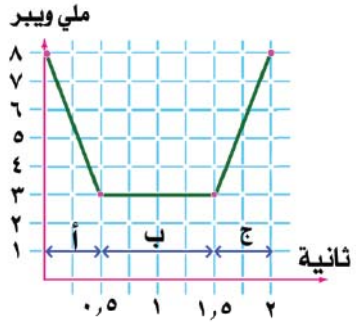
انزلق السلك (أ ب) إلى الوضع (أَ بَ) بسرعة ثابتة كما في الشكل المجاور خلال (٠,١) ث، في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا. مستعينًا بالبيانات على الشكل احسب:

١- التغير في التدفق المغناطيسي عبر الحلقة المكونة من المجرى والسلك.

٢- القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك أثناء حركته.

٣- اتجاه التيار الحثي المتولد في السلك أثناء حركته.

Home Work ٦



ملف عدد لفاته (٢٠٠) لفة ومقاومته (٥) أوم، يشكل دارة مقفلة، يتغيّر التدفق المغناطيسي الذي يعبره خلال ثانيتين حسب الرسم البياني المجاور، معتمدًا على الرسم أجب عما يأتي:

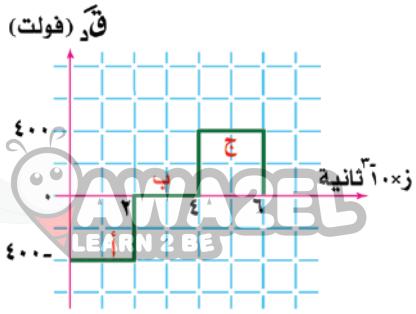
١- احسب ($ق_د$) الحثية المتولدة خلال كل فترة من الفترات (أ، ب، ج).

٢- احسب مقدار التيار الحثي المتولد في الملف خلال الفترة (أ).

٣- مثّل بيانيًا العلاقة بين ($ق_د$) الحثية والزمن خلال الثانيتين.

Home Work ٧

مهم جدًا وسهل جدًا

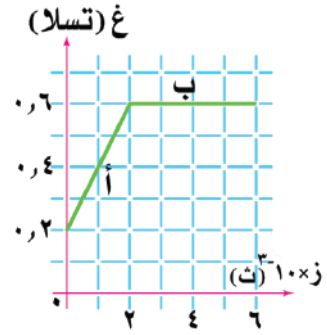


يمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية الحثية والزمن، لملف دائري عدد لفاته ($١٠^{٣}$) لفة مستواه يتغير باستمرار من وضع يكون فيه موازٍ لخطوط المجال المغناطيسي إلى وضع يكون مستواه عمودي على خطوط المجال المغناطيسي مستعينًا بالقيم المثبتة على الرسم أجب عما يلي:

١) احسب التغير في التدفق المغناطيسي في كل مرحلة من المراحل (أ، ب، ج).

٢) ارسم خطًا بيانيًا يوضّح العلاقة بين التغير في التدفق المغناطيسي والزمن.

Home Work ٨



يمثل الشكل المجاور الرسم البياني لتغير المجال المغناطيسي بالنسبة إلى الزمن، فإذا كان هذا المجال يخترق ملفًا عدد لفاته (٢٠٠) لفة، ومساحة اللفة الواحدة (٤×١٠^{-٢}) م^{٢}، بحيث يكون متجه مساحة الملف موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي، فاحسب:

أ) التغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف في كل من الفترتين (أ ، ب)

ب) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في كل من الفترتين (أ ، ب)

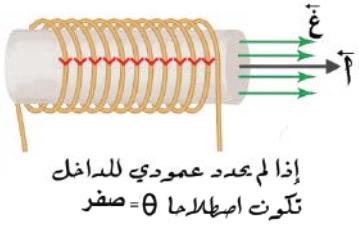
إجابة ورقة عمل (٤)

Home Work ١

$ق_د = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = غ_2 أ \cos 0 - غ_1 أ \cos 0$

$ق_د = -٥٠٠ \frac{-٢ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-١}}$ = صفر − $٢ \times ١٠^{-١} \times ١ \times ١٠^{-٢} \times ١$

= ١٠ فولت حيث النقصان يعالج الزيادة = -٢×١٠^{-٣} ويبر



Home Work ٢

$ق_د = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = غ_2 أ \cos 0 - غ_1 أ \cos 0$

$١٢ = -٦٠٠ \frac{-٣٢ \times ١٠^{-٤}}{\Delta ز}$ = صفر − $٤ \times ١٠^{-١} \times ٨٠ \times ١٠^{-٤} \times ١$ = -٣٢×١٠^{-٤} ويبر

$\Delta ز = \frac{٦ \times ٣٢ \times ١٠^{-٢}}{١٢}$ = ٠,١٦ ث

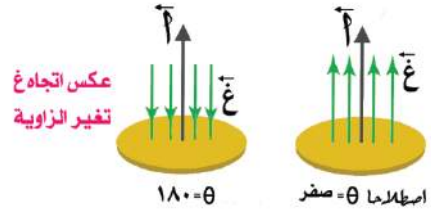
AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٣

$ق_د = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = غ أ \cos ١٨٠ - غ أ \cos 0$

$ق_د = -١٠٠٠ \frac{-٣٢ \times ١٠^{-٤}}{٨ \times ١٠^{-١}}$ = $(١٦ \times ١٠^{-٢} \times ١ \times ١٠^{-٢} \times -١) - (١٦ \times ١٠^{-٢} \times ١ \times ١٠^{-٢} \times ١)$

= ٤ فولت = -٣٢×١٠^{-٤} ويبر

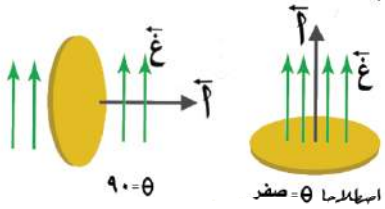


Home Work ٤

$ق_د = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \phi = \phi_2 - \phi_1 = غ أ \cos ٩٠ - غ أ \cos 0$

$ق_د = -١٠٠٠ \frac{-١٢ \times ١٠^{-٤}}{٢ \times ١٠^{-٢}}$ = صفر − $٦ \times ١٠^{-١} \times ٢٠ \times ١٠^{-٤} \times ١$

= ٦٠ فولت = -١٢×١٠^{-٤} ويبر

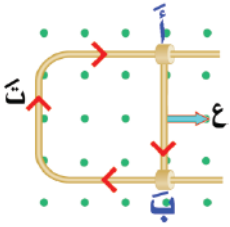


Home Work ٥

١- $\Delta \phi = غ \Delta أ \cos$ ∴ $غ = ٢ \times ١٠^{-١} \times ١ = (١٠ \times ١٠^{-٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٢} - ٦ \times ١٠^{-٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٢}) = ٨ \times ١٠^{-٤}$ ويبر

٢- $ق_د = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز} = -(-١) \frac{٨ \times ١٠^{-٤}}{١ \times ١٠^{-١}} = -٨ \times ١٠^{-٣}$ فولت

٣- من (أ) إلى (ب) داخل الموصل في السلك، حسب قاعدة اليد اليمنى



٦ Home Work

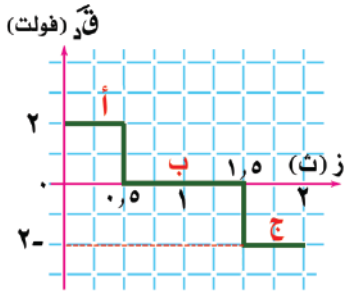
١- $(ق_د)_{ا} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times \frac{(٣-٨) \times ١٠^{-٣}}{٠ - ١٠ \times ٥^{-١}} = \frac{-٢ \times ٥ - \times ١٠^{-١}}{١٠ \times ٥^{-١}}$ = ٢ فولت النقصان يعالج بالزيادة

$(ق_د)_{ب} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}$ = صفر ثبات التدفق

$(ق_د)_{ج} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times \frac{(٨-٣) \times ١٠^{-٣}}{(١,٥-٢)}$ = -٢ فولت الزيادة تعالج بالنقصان

٢- $تـ = \frac{ق_د(ا)}{م} = \frac{٢}{٥}$ أمبير

٣- التمثيل البياني:



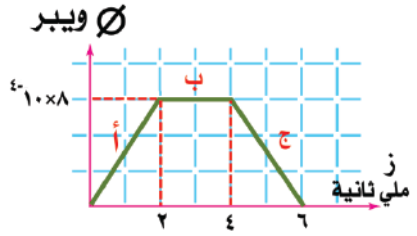
٧ Home Work

١) $(ق_د)_{ا} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} \Leftarrow \frac{\Delta \varnothing}{٢ \times ١٠^{-٣}} \times (١٠^{٣})- = -٤٠٠ \Rightarrow \Delta \varnothing = ٨ \times ١٠^{-٤}$ ويبر

$(ق_د)_{ب}$ = صفر $\Leftarrow \Delta \varnothing$ = صفر

$(ق_د)_{ج} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} \Rightarrow ٤٠٠ = -(١٠^{٣}) \times \frac{\Delta \varnothing}{(٦ \times ١٠^{-٣} - ٤ \times ١٠^{-٣})} \Leftarrow \Delta \varnothing = -٨ \times ١٠^{-٤}$ ويبر

٢) الرسم البياني:



٨ Home Work

أ) $\Delta \varnothing_{ا} = \Delta$غ أ جتا $\therefore$ = $(٠,٦ - ٠,٢) \times ٤ \times ١٠^{-٢} \times ١ = ١٦ \times ١٠^{-٣}$ ويبر

$\Delta \varnothing_{ب} = \Delta$غ أ جتا $\therefore$ = صفر حيث Δغ = صفر (غ ثابت)

ب) $(ق_د)_{ا} = -ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} = -٢٠٠ \times \frac{١٦ \times ١٠^{-٣}}{٢ \times ١٠^{-٣}} = -١٦ \times ١٠^{٢}$ فولت

$(ق_د)_{ب}$ = صفر لأن $\Delta \varnothing$ = صفر (ثبات التدفق بسبب ثبات المجال)

خامسًا 5 ظاهرة الحث الذاتي لجهاز المحث [ح] والطاقة المغناطيسية فيه

مكتشف ظاهرة الحث الذاتي وجهاز المحث (ح:) جوزيف هنري

مقدمة لا منهجية (تقرأ مرة فقط وعند الحاجة إليها)

أحيانًا نحتاج في دارة كهربائية معينة أن يمر التيار الكهربائي بشكل بطيء وتدريجي وذلك بسبب وجود أجهزة كهربائية حساسة (مثل عند تشغيل تلفاز أو كمبيوتر) لا تضيء مباشرة بل تحتاج إلى فترة زمنية لأن مرور تيار فيها بشكل سريع ومفاجئ قد يتلفها، لذلك نحتاج إلى جهاز يسمى **المحث** يعمل على إبطاء نمو التيار وإبطاء تلاشيه. وهذا الجهاز يمارس ظاهرة تسمى **الحث الذاتي** (منه وفيه)؟؟ حيث علمنا أن التغير في التدفق المغناطيسي عبر ملف يكون من مسبب خارجي مثل تقريب أو إبعاد مغناطيس مستقيم من وإلى الملف يولد فيه (قَد و تَ و غَ). لكن هل يمكن توليد قَد في دارة ملف لولبي ذاتيًا؟ بدون مسبب خارجي!؟ هذا ما اكتشفه العالم **جوزيف هنري** وعرف باسم **ظاهرة الحث الذاتي** حيث نفس الملف (مجاله يخترق ذاته ويولد في ذاته قَد ذاتية: منه وفيه) ولتوضيح ذلك تابع ما يلي:

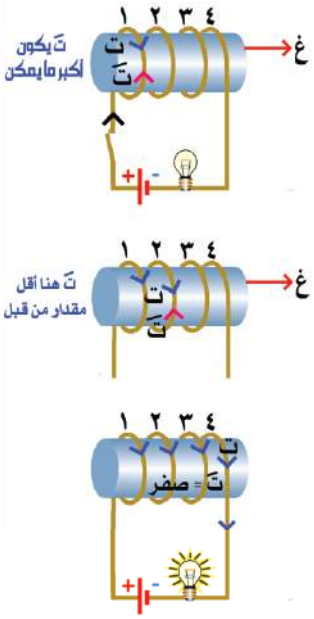
AWA2EL LEARN 2 BE

دردشة

في الشكل عند مرور تيار البطارية في اللفة الأولى ينتج عنه مجال مغناطيس يخترق باقي اللفات (ن=٣ أكبر عدد ممكن) لذلك وضع طبيعي حسب قانون فارادي يتولد فيه قَد و تَ

الزيادة في التدفق تعالج بالنقصان

وحسب قانون لنز يكون اتجاه تَ عكس ت لذلك يعمل على تأخيره لمقاومة الزيادة في التدفق بعد غلق المفتاح في هذه اللحظة (إبطاء مروره) لكن بسبب ثبات التدفق (عدد الخطوط) في هذه اللحظة يختفي قَد و تَ (لحظي) ويستمر مرور تيار البطارية وصولًا إلى اللفة الثانية وعند مرور ينتج عنه مجال مغناطيسي يخترق باقي اللفات باتجاه س+ (ن = ٢ عدد أقل) لذلك يتولد قَد و تَ أقل مقدار من المتولدة في اللحظة الأولى وبعكس اتجاه ت لكن يكون إبطاءه لتيار البطارية أقل من قبل. وهكذا حتى يصل تيار البطارية إلى آخر لفة وعند مروره هناك يكون عدد اللفات المخترقة (من جهة اليمين ن =صفر) ومن جهة اليسار (ثبت عليها التدفق والتيار) لذلك تنعدم قَد و تَ ويكمل تالبطارية وصوله إلى الجهة الأخرى ليضيء المصباح.



تأخرت إضاءة المصباح بسبب تولد قَد و تَ في ذات الملف اللولبي

(قَد = - ن ΔØ/Δز) ن = ٣ ← ن = ٢ ← ن = ١ ← ن = صفر (آخر لفة)

قَد و تَ أكبر ما يمكن — تقل — تقل أكثر — (تنعدم قَد و تَ)

لذلك نلاحظ مرور تيار البطارية ونموه بشكل تدريجي خلال الزمن في الملف اللولبي حيث يسمى الملف اللولبي بسبب ذلك بالمحث ويرمز له (ح):

بالتالي يقال المحث له خاصية الحث الذاتي (مجاله بقطع حاله وذاته) منه وفيه يولد قَد و تَ.

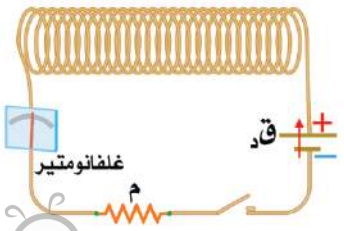
سؤال (١) وضح المقصود بكل من: ١. ظاهرة الحث الذاتي ٢. المحث

الحل

ظاهرة الحث الذاتي: ظاهرة تولد قوة دافعة كهربائية **حثية ذاتية في ذات** الملف (المحث) بسبب تغير التدفق المغناطيسي من الملف **ذاته**

المحث: ح ورمزه **ملف لولبي** له خاصية الحث الذاتي حيث مجاله **يخترق ذاته** عند مرور التيار الكهربائي فيه وبالتالي يعمل على إبطاء نمو التيار وتلاشيه أي (مقياس للتأخير).

سؤال (٢) يوضح الشكل دارة تحتوي على محث (ملف لولبي) كيف تفسر كل مما يلي:



١) عدم وصول التيار في الجلفانوميتر إلى قيمته العظمى فور إغلاق مفتاح الدارة، وعدم تلاشيه لحظيًا (بشكل سريع ومفاجئ) فور فتح المفتاح.

٢) تولد قَ د ذاتية عكسية لحظة إغلاق مفتاح الدارة.

٣) تولد قَ د ذاتية طردية (مشابهة) لحظة فتح مفتاح الدارة.

٤) ارسم بيانيًا العلاقة بين التيار الكهربائي (ت) والزمن (ز) بعد إغلاق المفتاح ثم فتحه بعد فترة زمنية.

الحل

١) يعزى ذلك إلى **ظاهرة الحث الذاتي** للمحث، إذ أن المجال المغناطيسي الناتج عن التيار الكهربائي الذي يمر في المحث يزيد من التدفق المغناطيسي عبر الملف اللولبي (المحث) فتنشأ قَ د ذاتية عكسية في الملف تقاوم الزيادة في التيار لحظة إغلاق الدارة تعمل على إبطاء التيار لذلك لا يصل **قيمته العظمى**. وعند فتح مفتاح الدارة يتناقص المجال المغناطيسي الناتج عن التيار تدريجيًا ويحدث بذلك تناقص في التدفق المغناطيسي عبر المحث ويتولد فيه قَ د ذاتية طردية أيضًا تقاوم النقصان في التدفق الناشئ عن تناقص التيار لحظة فتح المفتاح لذلك لا يتلاشى لحظيًا.

٢) لحظة إغلاق المفتاح يزداد تيار الدارة والمجال المغناطيسي الناتج عنه ويحدث زيادة (تغير) في التدفق المغناطيسي عبر المحث حسب قانون فارادي تنشأ قَ د ذاتيه اتجاهها معاكس لـ ق د (بطارية) لتقاوم الزيادة في التدفق حسب قانون لنز.

٣) لحظة فتح المفتاح يقل تيار الدارة والمجال المغناطيسي الناتج عنه ويحدث نقصان (تغير) في التدفق المغناطيسي عبر المحث وحسب قانون فارادي تنشأ قَ د ذاتيه طردية اتجاهها مشابه لـ ق د (بطارية) لتقاوم النقصان في التدفق حسب قانون لنز.

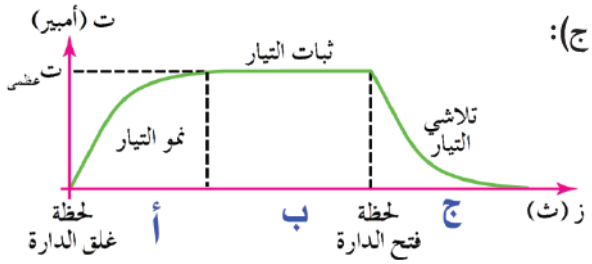
٤) الرسم الخاص (النمو والتلاشي)

إذا أعطى السؤال الرسمة وسأل (ماذا تمثل كل من أ، ب، ج):

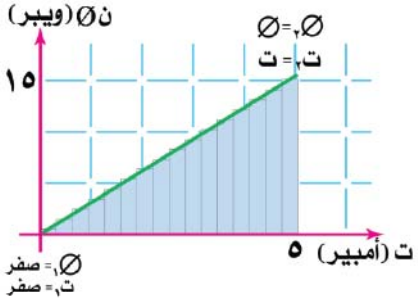
أ: تمثل مرحلة **نمو التيار** بعد لحظة غلق المفتاح.

ب: تمثل مرحلة **ثبات التيار** بعد فترة من غلق المفتاح.

ج: تمثل مرحلة **تلاشي التيار** بعد لحظة فتح الفتاح.



سؤال (٣) يوضح الرسم البياني العلاقة التجريبية بين التدفق المغناطيسي لجميع لفات المحث (ن Ø) والتيار الكهربائي المسبب له (ت) إذا علمت أن ميل الخط المستقيم تجريبيًا يمثل المحاثة (ح):



١) أثبت أن محاثة المحث تعطى بالعلاقة: ح = ن $\frac{\Delta Ø}{\Delta ت}$ ثم احسب قيمتها

٢) أثبت أن قَ$_د$ (الذاتية) تعطى بالعلاقة: قَ$_د$ = −ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ وعلى ماذا تدل الإشارة السالبة؟

٣) أثبت أن محاثة المحث تعطى بالعلاقة: ح = $\frac{\mu ن^٢ أ}{ل}$

٤) وضح المقصود بـ: أ) محاثة المحث وعلى ماذا تعتمد؟ ب) الهنري وبين أنه يكافئ (فولت.ث/أمبير)

الحل

١) الميل (ح) = $\frac{\Delta ص}{\Delta س}$ = $\frac{ن \Delta Ø}{\Delta ت}$ ⇦ ح = ن $\frac{\Delta Ø}{\Delta ت}$ = $\frac{(٠-١٥)}{(٠-٥)}$ = ٣ هنري

٢) الميل = $\frac{\Delta ص}{\Delta س}$

ح = $\frac{ن \Delta Ø}{\Delta ت}$ ⇦ ن Δ Ø = ح Δ ت بقسمة طرفي المعادلة على (Δ ز) (إضافة تطوير شخصية)

⇦ ن $\frac{\Delta Ø}{\Delta ز}$ = ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ لكن قَ$_د$ = − ن $\frac{\Delta Ø}{\Delta ز}$

⇦ − قَ$_د$ = ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ ⇦ قَ$_د$ = −ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ #

تدل الإشارة السالبة على أن قَ$_د$ (الذاتية) تقاوم التغير في التيار (Δ ت) وبالتالي (ΔØ) المسبب لها حسب قانون لنز

٣) الميل = $\frac{\Delta ص}{\Delta س}$

غ = نَ μ ت

ح = $\frac{ن \Delta Ø}{\Delta ت}$ = ن $\frac{\Delta غ_{لولبي} \times أ \times جتا ∴}{\Delta ت}$ = ن $\frac{نَ \mu \Delta ت \times أ \times ١}{\Delta ت}$ = ن $\frac{ن}{ل}$ μ أ = $\frac{\mu ن^٢ أ}{ل}$ #

٤) أ) **محاثة المحث**: (**معامل الحث الذاتي**) قَ$_د$ = −ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ علم النسبة ⇦ ح = − $\frac{قَ_{د\ ذاتية}}{\left(\frac{\Delta ت}{\Delta ز}\right)}$

هي **النسبة** بين متوسط **القوة الدافعة** الكهربائية **الحثية الذاتية** المتولدة في المحث

والمعدل الزمني للتغير في التيار الكهربائي المار في المحث (وتعتمد محاثة المحث على (٤) عوامل هي:

١) النفاذية المغناطيسية (μ) حسب مادة قلب الملف ٢) مربع عدد اللفات (ن^٢)

٣) مساحة مقطع المحث (أ) دائري أ = π نق^٢ ٤) طول محور الملف (ل)

ب) **الهنري**: علم تتولد منه وفيه

محاثة محث تتولد فيه قَ$_د$ الذاتية مقدارها (١) فولت. عندما يكون المعدل الزمني لتغير التيار المار فيه (١) أمبير/ث متى

قَ$_د$ = −ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ ⇦ ح = − $\frac{قَ_د}{\left(\frac{\Delta ت}{\Delta ز}\right)}$ = $\frac{\text{فولت}}{\frac{\text{أمبير}}{\text{ث}}}$ = فولت.ث/أمبير = الهنري

أمثلة متنوعة على المحث

مثال (١) ملف لولبي عدد لفاته (١٠٠) لفة، وطوله (π) سم ومساحة مقطعه (٢) سم^{٢}. أجب عما يلي:

أولا: احسب محاثة الملف إذا كان:

أ) هوائي النواة ($\mu_{\circ} = \pi٤ \times ١٠^{-٧}$) تسلا.م/أمبير

ب) حديدي النواة ($\mu_{حديد} = ٢ \times ١٠^{-٣}$) تسلا.م/أمبير

ثانيًا: على اعتبار أن الملف هوائي النواة. احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية (وحدد هل هي عكسية أم طردية) في الحالات التالية:

أ) عندما يتناقص التيار فيه بمعدل ٥٠ أمبير/ث.

ب) عندما يتزايد التيار فيه بمعدل ١٠ أمبير/ث.

الحل

أولا:

أ) $ح_{ا} = \frac{\mu_{\circ} ن^{٢} أ}{ل} = \frac{\pi٤ \times ١٠^{-٧} \times (١٠٠)^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٤}}{\pi \times ١٠^{-٢}} = ٨ \times ١٠^{-٥}$ هنري

ب) $ح_{ب} = \frac{\mu_{حديد} ن^{٢} أ}{ل} = \frac{٢ \times ١٠^{-٣} \times (١٠٠)^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٤}}{\pi \times ١٠^{-٢}} = \frac{٤}{\pi} ٨ \times ١٠^{-١}$ هنري

لاحظ أن: ($\mu_{\circ} > \mu_{حديد}$) ($ح_{ا} > ح_{ب}$)
أسرع أبطئ
لذلك عادة يلف الملف اللولبي على قطعة حديد لتزداد محاثته

ثانيا:

أ) $ق_{د} = - ح_{ا} \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = - ٨ \times ١٠^{-٥} \times (-٥٠) = +٤٠ \times ١٠^{-٤}$ فولت

النقصان يعالج بالزيادة لذلك تكون $ق_{د}$ ذاتية طردية تقاوم النقصان

ب) $ق_{د} = - ح_{ا} \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = - ٨ \times ١٠^{-٥} \times (١٠) = -٨ \times ١٠^{-٤}$ فولت

الزيادة يعالج بالنقصان لذلك تكون $ق_{د}$ ذاتية عكسية تقاوم الزيادة

مثال (٢) محث محاثته ٢ هنري تولدت بين طرفيه $ق_{د}$ ذاتية عكسية (مقدارها ٢ فولت). أجب عما يلي:

١) ماذا نعني بقولنا محاثة المحث ٢ هنري

٢) احسب المعدل الزمني للتغير في التيار المار فيه.

الحل

١) أن هذا المحث تتولد بين طرفيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها (٢) فولت عندما يكون المعدل الزمني لتغير التيار المار فيه (١) أمبير/ث.

٢) $ق_{د} = - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$

$-٢ = - (٢) \frac{\Delta ت}{\Delta ز} \Leftarrow \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = ١$ أمبير/ث

عكسية لحظة الزيادة

مثال (٣) محث محاثته ٠,٤ هنري وعدد لفاته ٢٠٠ لفة، أغلقت دارته فاستغرق التيار زمنًا مقداره ٠,٤ ثانية للوصول إلى قيمته العظمى، وخلال هذه المدة الزمنية تولدت قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية مقدارها ٢ فولت بين طرفي المحث. أجب عما يلي:

أ) احسب القيمة العظمى للتيار الذي يمر فيه.

ب) احسب المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي خلال تلك المدة.

الحل

أ) $ق_{د(عكسية)} = -ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$

$-٢ = -(٠,٤ \times ١٠^{-١}) \frac{\Delta ت}{١٠ \times ٤^{-١}}$

$\Delta ت = ٢$ أمبير، وبالتالي:

$\Delta ت = ت_{٢(نهاية)} - ت_{١(بداية)}$ في اللحظة الأولى $ت_{١} =$ صفر

$٢ = ت_{عظمى} -$ صفر $\Leftarrow ت_{عظمى} = ٢$ أمبير

ب) $ق_{د} = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$ $ قانون عام لجميع الملفات (المسار المغلق) حتى المحث لذلك يستخدم دائمًا عند حاجته

$-٢ = -(٢٠٠)(\frac{\Delta \phi}{\Delta ز})$

$\frac{\Delta \phi}{\Delta ز} = ١ \times ١٠^{-٢}$ ويبر/ث

مثال (٤) تغير التيار المار في دارة محث من (٣) أمبير إلى (٧) أمبير خلال (٠,٠٢)ثانية. فإذا كان معامل الحث الذاتي (٢٠) هنري وعدد لفاته (١٠٠٠) لفة. فاحسب أثناء المدة الزمنية التي تغير فيها التيار:

١) $ق_{د}$ الذاتية العكسية.

٢) التغير في التدفق المغناطيسي في المحث.

الحل

١) $ق_{د} = -ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = -(٢٠) \frac{(٧-٣)}{٠,٠٢} = -٤ \times ١٠^{٣}$ فولت

٢) $ق_{د} = -ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ز}$

$-٤٠٠٠ = -(١٠٠٠) \frac{\Delta \phi}{٠,٠٢}$

$\Delta \phi = ٨ \times ١٠^{-٢}$ ويبر

أو

$ح = ن \frac{\Delta \phi}{\Delta ت}$ (قانون الميل يعتمد)

$٢٠ = ١٠٠٠ \frac{\Delta \phi}{(٧-٣)}$

$\Delta \phi = ٨ \times ١٠^{-٢}$ ويبر

مثال (٥) يتغير التيار الكهربائي في دارة محث محاثته (٠,٢) هنري من لحظة غلق دارته حتى تلاشى التيار فيها بعد فتح الدارة وفق المنحنى في الشكل الموضح. مستعينًا بالشكل أجب:

١. ماذا تمثل كل فترة من الفترات (أ، ب، ج)؟

٢. احسب متوسط $ق_د$ الذاتية المتولدة في كل من الفترات (أ، ب، ج) وحدد نوعها.

الحل

١. أ: تمثل مرحلة نمو التيار ب: تمثل مرحلة ثبات التيار ج: تمثل مرحلة تلاشي التيار

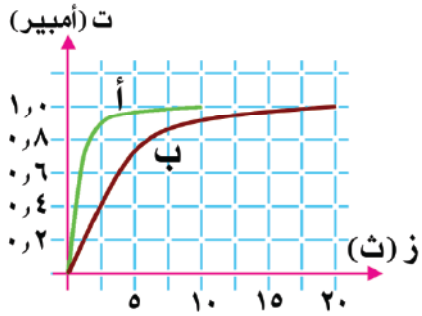
٢. $(ق_د)_أ = -ح\frac{\Delta ت}{\Delta ز} = -٢\times١٠^{-١} \frac{(٠-٩)}{(٠-٢\times١٠^{-٣})} = -٩٠٠$ فولت الزيادة تعالج بالنقصان، لذلك $ق_د$ الذاتية عكسية

$(ق_د)_ب$ = صفر بسبب ثبات التيار حيث $\Delta ت = ٩ - ٩ = $ صفر لذلك $ق_د = -ح\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ = صفر تنعدم $ق_د$ الذاتية

$(ق_د)_ج = -ح\frac{\Delta ت}{\Delta ز} = -٢\times١٠^{-١} \frac{(٩-٠)}{(٦-٨)\times١٠^{-٣}} = +٩٠٠$ فولت النقصان تعالج بالزيادة، لذلك $ق_د$ الذاتية طردية

AWA2EL LEARN 2 BE

مثال (٦) يمثل الشكل الموضح تمثيلًا بيانيًا لتغير التيار الكهربائي بالنسبة إلى الزمن في دارتين تحوي كل منهما محثًا ($ح_أ$ ، $ح_ب$) تمعن الشكل ثم أجب:



١) في أي الحالتين كانت قيمة المحاثة أكبر؟ ولماذا؟

٢) بين أثر محاثة المحث في المعدل الزمني لتغير التيار فيه حسابيًا.

٣) أذكر أربع طرق يمكن من خلالها زيادة محاثة المحث.

٤) من خلال استنتاجك مما سبق ما هي وظيفة المحث؟

الحل

١) الحالة (ب) محاثته أكبر لان التيار وصل إلى قيمته العظمى بعد فترة زمنية أطول من (أ)

٢) $(\frac{\Delta ت}{\Delta ز})_أ = \frac{(٠-١)}{(٠-١٠)} = ١\times١٠^{-١}$ أمبير/ث معدل زمني أسرع (محاثة أصغر)

$(\frac{\Delta ت}{\Delta ز})_ب = \frac{(٠-١)}{(٠-٢٠)} = \frac{١}{٢}\times١٠^{-١}$ أمبير/ث معدل زمني أبطئ (محاثة أكبر)

$ح_ب > ح_أ$ علاقة عكسية

$(\frac{\Delta ت}{\Delta ز})_ب < (\frac{\Delta ت}{\Delta ز})_أ$

٣) $ح = \frac{\mu ن^٢ أ}{ل}$ ⇦ ١. زيادة نفاذية الوسط لقلب المحث ٢. زيادة عدد اللفات

٣. زيادة مساحة المقطع ٤. نقصان طول محور الملف.

٤) نلاحظ أن المحث في الدارة لا يتحكم في القيمة العظمى للتيار حيث ($ت_ع$ = ١ أمبير للمحثين أ، ب) لكن وظيفته إبطاء نمو التيار وكذلك تلاشيه.

ورقة عمل ٥

اختبر نفسك

Home Work ١

ملف لولبي مكون من (١٠٣) لفة ومساحة مقطعه العرضي (١×١٠-٢) م٢ وطوله (٤π×١٠-٢)م، مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا باتجاه عمودي على مستواه، فإذا عُكس اتجاه المجال المغناطيسي خلال (٠,١) ث فاحسب:

١) محاثة الملف.

٢) القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف أثناء تغير المجال المغناطيسي.

٣) معدل نمو التيار في الملف أثناء عكس اتجاه المجال المغناطيسي.

Home Work ٢

ملف لولبي عدد لفاته (٢٠٠) لفة ومساحة مقطعه العرضي (٢×١٠-٣)م٢، وطوله (٤π×١٠-٢)م، ويمرّ فيه تيار كهربائي (٥) أمبير، إذا انعدم التيار في الملف خلال فترة زمنية مقدارها (٠,٢) ثانية، احسب:

١) محاثة الملف.

٢) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف خلال تلك الفترة.

٣) التغير في التدفق المغناطيسي خلال فترة انعدام التيار الكهربائي.

Home Work ٣

ملف لولبي يتكون من (٥٠) لفة، ومساحة مقطعه (١) سم٢، وطوله (٤π)سم، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٤٠) ملي أمبير. احسب:

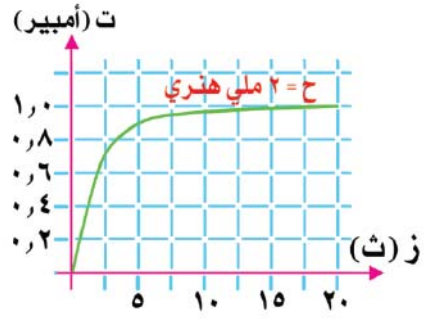
١) مقدار المجال المغناطيسي الناشئ داخل الملف اللولبي.

٢) مقدار التدفق المغناطيسي عبر إحدى لفات الملف.

٣) محاثة الملف اللولبي.

Home Work ٤

مستعينًا بالتمثيل البياني في الشكل الذي يمثل العلاقة بين تغير التيار بالنسبة إلى الزمن في دارة تحتوي محثًا، تمعن الشكل ثم أجب عما يلي:



١) ما هي الفائدة من استخدام المحث.

٢) ماذا نعني بقولنا ح = ٢ ملي هنري.

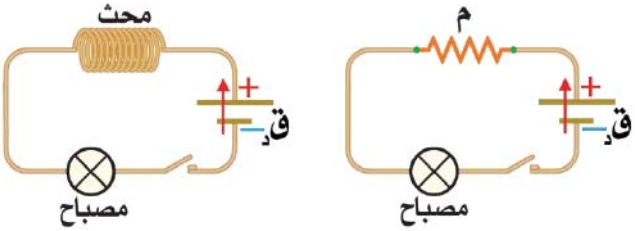
٣) احسب متوسط قَ٫ الذاتية المتولدة في هذه التجربة.

Home Work ٥

يبين الشكل المجاور دارتين كهربائيتين، اعتمادًا على مكونات كل دارة، صف إضاءة المصباح في كل من الدارتين، مفسّرًا إجابتك، في الحالات التالية:

١) لحظة إغلاق الدارتين.

٢) بعد مرور مدة زمنية كافية على إغلاق الدارتين.



Home Work ٦

لديك ملفان لولبيان متماثلان، لفات أحدهما لفت حول قلب من الحديد، بين أثر نوع مادة القلب في مقدار محاثة المحث علمًا بأن ($\mu_{حديد}$ = ٥٠٠٠ $\mu_{.}$) تقريبًا.

AWA2EL LEARN 2 BE

إجابة ورقة عمل (٥)

Home Work ١

١) $ح = \frac{\mu ن^{٢} أ^{٢}}{ل} = \frac{٤\pi \times ١٠^{-٧} \times (١٠٠)^{٢} \times ١ \times ١٠^{-٢}}{١٠ \times \pi ٤} = ١ \times ١٠^{-١}$ هنري

٢) $ق_{د} = - ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}$ لكن $\Delta \varnothing = \varnothing_{٢} - \varnothing_{١} =$ غ أ جتا ١٨٠ − غ أ جتا ٠

$= (٢ \times ١٠^{-١} \times ١ \times ١٠^{-٢} \times -١) - (٢ \times ١٠^{-١} \times ١ \times ١٠^{-٢} \times ١) = -٤ \times ١٠^{-٣}$ ويبر

$ق_{د} = - ١٠٠٠ \frac{-٤ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-١}} = ٤٠$ فولت

٣) $ق_{د} = - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} \Leftarrow ٤٠ = -(١ \times ١٠^{-١}) (\frac{\Delta ت}{\Delta ز}) \Leftarrow \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = -٤ \times ١٠^{٢}$ أمبير/ث

Home Work ٢

١) $ح = \frac{\mu ن^{٢} أ^{٢}}{ل} = \frac{٤\pi \times ١٠^{-٧} \times (٢٠٠)^{٢} \times ٢ \times ١٠^{-٣}}{١٠ \times \pi ٤} = ٨ \times ١٠^{-٤}$ هنري

٢) $ق_{د} = - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز} = -(٨ \times ١٠^{-٤}) (\frac{(٥ - ٠)}{١ \times ١٠^{-١}}) = ٢ \times ١٠^{-٢}$ فولت

٣) $ق_{د} = - ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز} \Leftarrow ٢ \times ١٠^{-٢} = - (٢٠٠) \frac{\Delta \varnothing}{١ \times ١٠^{-١}} \Leftarrow \Delta \varnothing = -٢ \times ١٠^{-٥}$ ويبر

٣ Home Work

١) غ = $\frac{\text{ن}\mu_{\text{ت}}}{\text{ل}}$ = $\frac{٥٠ \times ٤\pi \times ١٠^{-٧} \times ٤٠ \times ١٠^{-٣}}{١٠ \times ٤\pi^{-٢}}$ = ٢ × ١٠$^{-٥}$ تسلا

٢) ∅ = غ أ جتا٠ = ٢ × ١٠$^{-٥}$ × ١ × ١٠$^{-٤}$ = ٢ × ١٠$^{-٩}$ ويبر

٣) ح = $\frac{\mu_{\text{ن}} \text{أ}^{٢}}{\text{ل}}$ = $\frac{٤\pi \times ١٠^{-٧} \times (٥٠)^{٢} \times ١ \times ١٠^{-٤}}{١٠ \times ٤\pi^{-٢}}$ = ٢٥ × ١٠$^{-٧}$ هنري

٤ Home Work

١) إبطاء نمو التيار وإبطاء تلاشيه

٢) محاثة محث تتولد بين طرفيه قَ.د ذاتية مقدارها (٢) ملي فولت عندما يكون $\frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$ = ١ أمبير/ثانية

٣) قَ.د = − ح $\frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$ = − (٢ × ١٠$^{-٣}$) $\left(\frac{(٠-١)}{(٠-٢٠)}\right)$ = − ١ × ١٠$^{-٤}$ فولت

AWA2EL LEARN 2 BE

٥ Home Work

١) يضيء مصباح دارة المقاومة بشكل لحظي (سريع) أما مصباح دارة المحث تكون إضاءته خافتة وتزداد تدريجيًا بسبب ممارسة ظاهرة الحث الذاتي للمحث حيث لا يصل التيار فيها إلى قيمته العظمى لحظة إغلاق المفتاح.

٢) تتساوى إضاءة المصباحين لأن التغير في التدفق عبر المحث يصبح صفر فتنعدم ظاهرة الحث الذاتي.

٦ Home Work

$\mu_{\text{حديد}} > \mu_{\text{٠}}$ لذلك ح حديد > ح هواء حسب العلاقة ح = $\frac{\mu_{\text{ن}} \text{أ}^{٢}}{\text{ل}}$ علاقة طردية.

ملخص قوانين الفصل

	القانون	الاستخدامات	ملاحظات
١	$\varnothing = غ\ أ\ جتا\theta$	* يستخدم لحساب التدفق المغناطيسي أو يستخدم إذا علم التدفق لحساب المجال المغناطيسي غ و أ أو ممكن θ: الزاوية بين $\overleftarrow{غ}$ و $\overleftarrow{أ}$	يحفظ ولا يشتق
٢	$ق_د = ل\ ع\ غ$	* يستخدم لحساب القوة الدافعة الكهربائية الحثية في موصل مستقيم (ل)	يحفظ ويشتق
٣	$ق_د = - ن \frac{\Delta\varnothing}{\Delta ز}$ $	* يستخدم لحساب $ق_د$ لأي مسار مغلق (ملف) عند حدوث $\Delta\varnothing$ عبره أو لحساب المعدل الزمني $\frac{\Delta\varnothing}{\Delta ز}$ أو $\Delta\varnothing$ أو $\Delta ز$	يحفظ ولا يشتق
٤	$ق_د = - ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$	* يستخدم لحساب $ق_د$ في محث (ملف لولبي) عند $\Delta ت$ خلال $\Delta ز$ أو لحساب المعدل الزمني $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ أو المحاثة	يحفظ ويشتق
٥	$تـ = \frac{\|ق_د\|}{م}$	* يستخدم لحساب التيار الحثي في أي ملف (ومسار مغلق)	يحفظ ولا يشتق
٦	$ح = \frac{\mu ن^2 أ}{ل}$	* يستخدم لحساب المحاثة (معامل الحث الذاتي) إذا علمت أبعاده الهندسية (ن، أ، ل)	يحفظ ويشتق
٧	$ح = ن \frac{\Delta\varnothing}{\Delta ت}$	* يستخدم لحساب ح، $\Delta\varnothing$، $\Delta ت$، ن إذا علمت معطياته كاملة	يحفظ ويشتق

AWA2EL LEARN 2 BE

إعداد: أمجد دودين

ملخص قوانين الفصل

فعل $\varnothing\Delta$ (زيادة / نقصان)

رد فعل $ق_د$ (طردية / عكسية)

ينتج بسبب

- $غ\Delta$ **مغناطيس طبيعي:** اقتراب وابتعاد واستبداله بأقوى أو أضعف
  مغناطيس صناعي: غلق وفتح المفتاح زيادة ونقصان المقاومة
- $ا\Delta$ زيادة و نقصان أو دخول ملف وخروجه من منطقة المجال
- $جتا\theta\Delta$ دوران الملف أو عكس خطوط المجال

تتولد في

- موصل مستقيم: $ق_د = ل\ ع\ غ$
- ملف: $ق_د = -ن \frac{\Delta\varnothing}{\Delta ز}$
- محث: $ق_د = -ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$

AMAZEL LEARN 2 BE

$ق_د$

تنتج في الدارة المغلقة تَ يحسب حصريا من القانون:

$$تَ = \frac{|ق_د|}{م}$$

مقدارًا واتجاهًا

تَ

يولد غَ لمقاومة ($\Delta\varnothing$) الذي سببه حسب لنز

خطوات لنز الرسام الجكر

تحديد اتجاه (تَ)

١ الحدث $\Delta\varnothing$

٢ نرسم الأصلي

٣ نرسم الحثي حسب
- ($+\Delta\varnothing$ معاكس للأصلي غ)
- ($-\Delta\varnothing$ مشابه للأصلي غ)

٤ قاعدة اليد اليمنى

محث (ح) الملف اللولبي

- $ق_د = -ح \frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ & $ق_د = -ن \frac{\Delta\varnothing}{\Delta ز}$
- $ح = \frac{\mu ن^2 أ}{ل}$ & $ح = ن \frac{\Delta\varnothing}{\Delta ت}$
- $ط = \frac{1}{2} ح\ ت^2$ ملغي

ورقة عمل

اختبر نفسك

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

١) محاثة المحث الذي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها فولت واحد عندما يتغير فيه التيار بمعدل أمبير واحد كل ثانية تسمى:

أ) تسلا ب) هنري ج) فولت د) ويبر

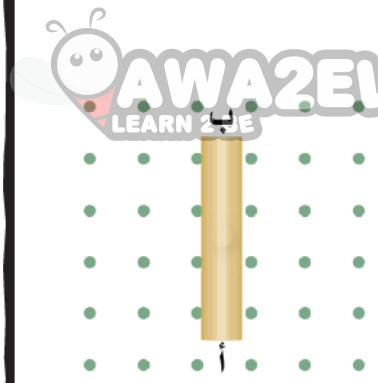
٢) لحظة فتح دارة تحتوي على محث تنشأ قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية في الملف تكون:

أ) طردية، فينمو التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.

ب) عكسية، فيتلاشى التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.

ج) طردية، فيتلاش التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.

د) عكسية، فينمو التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.



٣) موصل مستقيم (أ ب) موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كما في الشكل المجاور، إذا أردنا يكون الطرف (أ) أعلى جهدًا بالنسبة إلى الطرف (ب)، فإنه يتعين التأثير بقوة خارجية لتحريك الموصل باتجاه:

أ) (+س) ب) (−س) ج) (+ص) د) (−ص)

٤) في أثناء اقتراب قطب مغناطيسي جنوبي من طرف ملف لولبي في دارة مغلقة، يتولد في الملف تيار كهربائي حثي ينتج عنه مجال مغناطيسي حثي يقاوم:

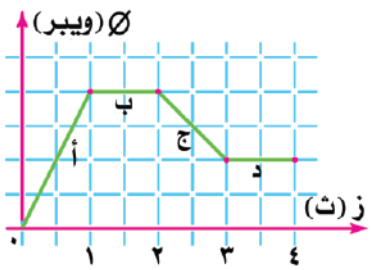
أ) زيادة التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطبًا مغناطيسيًا شماليًا.

ب) نقصان التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطبًا مغناطيسيًا شماليًا.

ج) زيادة التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطبًا مغناطيسيًا جنوبيًا.

د) نقصان التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطبًا مغناطيسيًا جنوبيًا.

٥) مُثِّل التغير في التدفق المغناطيسي مع الزمن بيانيًا كما في الشكل المجاور. عند تقريب مغناطيس من ملف، ثم ثباته، نستنتج من التمثيل البياني أن قوة دافعة كهربائية حثية ستتولد في أثناء:



أ) الفترتين (أ) و (ب) ب) الفترتين (ب) و(د)

ج) الفترتين (أ) و (ج) د) الفترتين (ج) و (د)

إعداد: أمجد دودين

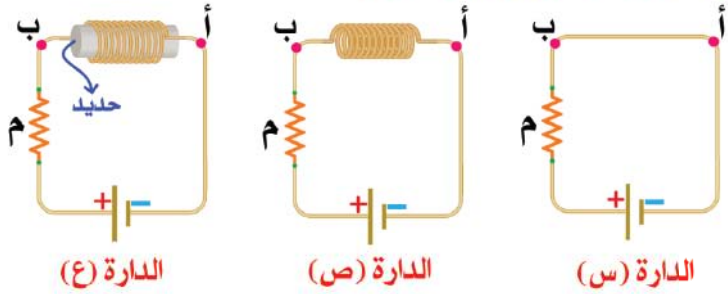
٦) عند غلق الدوائر الثلاثة المتجاورة أخذت قراءة الأميتر في كل منهما بالازدياد تدريجيًا حتى ثبتت قراءة الأميتر على (٢) A، أي من هذه الدارات أخذت فترة زمنية أطول لكي يصل التيار إلى قيمة (٢)A .

أ) (س)

ب) (ص)

ج) (ع)

د) جميع الدارات نفس الفترة الزمنية



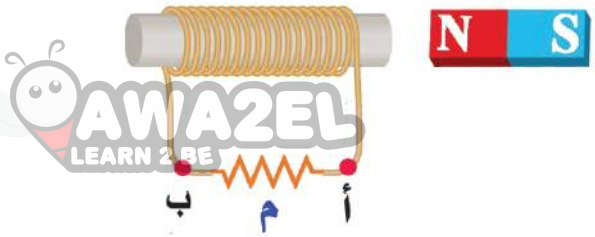
٧) في الشكل المجاور إذا كان التيار الحثي المتولد في الملف يمر من (أ) إلى (ب) عبر المقاومة فإن المغناطيس يكون قد:

أ) تحرك لليمين.

ب) تحرك لليسار.

ج) لم يتحرك.

د) تحرك يسارًا ثم يمينًا.



AWA2EL LEARN 2 BE

رقم الفقرة	الإجابة	رقم الفقرة	الإجابة
١	ب	٥	ب
٢	ج	٦	ج
٣	أ	٧	ب
٤	ج		

امتحان الحث الكهرومغناطيسي

المبحث: (الفيزياء) الزمن: (ساعة واحدة)

الفرع: العلمي والصناعي العلامة: ٣٣

ملحوظة:

أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٢)، علمًا بأن عدد الصفحات (٢)

ثوابت فيزيائية:

جتا ٣٠ = $\frac{\sqrt{٣}}{٢}$ جتا ٦٠ = $\frac{١}{٢}$

سؤال (١) (١٧ علامة)

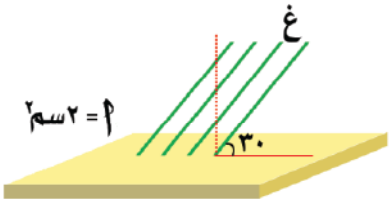
أ) وضح المقصود بكل من: (٤ علامات)

١. التدفق المغناطيسي

٢. ظاهرة الحث الذاتي

AWA2EL LEARN 2 BE

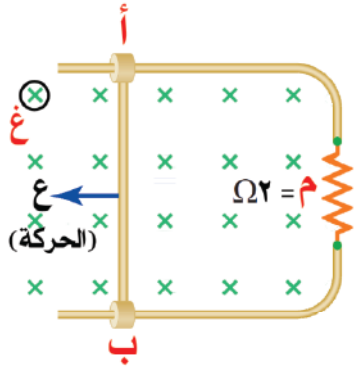
ب) في الشكل المجاور إذا علمت أن مقدار التدفق المغناطيسي على السطح يساوي -٥×١٠^{-٤} ويبر. احسب مقدار واتجاه المجال المغناطيسي الذي اخترق هذا السطح. (٤ علامات)



ج) يوضح الشكل المجاور موصلًا مستقيمًا طوله (٠,٥)م ويتعامد طوله مع مجال مغناطيسي منتظم إذا تحرك الموصل بسرعة ثابتة مقدارها (٤)م/ث عمودية على المجال وكان المعدل الزمني للطاقة المستهلكة في المقاومة م يساوي $\frac{١}{٢}$ واط ، احسب (٥ علامات)

١) مقدار واتجاها لتيار الحثي في الموصل (أ ب)

٢) مقدار المجال المغناطيسي المؤثر على الموصل.



د) ملف مستطيل الشكل أبعاده (٥سم ، ٨سم) موضوع بحيث يكن مستواه عمودي مع مجال مغناطيسي منتظم، إذا كان عدد لفات الملف (٥) لفات ومقاومته ١٠ Ω، احسب المعدل الزمني للتغير في المجال المغناطيسي اللازم لإحداث تيار حثي في الملف مقداره (٠,١) أمبير (٤ علامات)

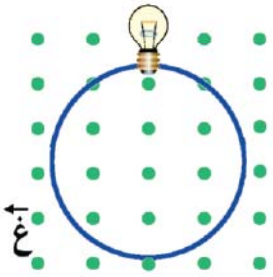
إعداد: أمجد دودين

سؤال (٢) (١٦ علامة)

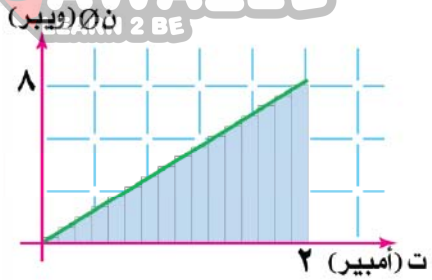
أ) ماذا نعني بقولنا: (٤ علامات)

١) التدفق المغناطيسي عبر سطح ما يساوي −٥ ويبر.

٢) محاثة محث ٧ هنري



ب) يتصل مصباح بملف دائري مغمور في مجال مغناطيسي منتظم على مستوى الملف كما في الشكل المجاور، اذكر طريقتين يمكن من خلالهما أن تجعل المصباح يضيء. (علامتان)



ج) يمثل الشكل المجاور العلاقة بين التدفق المغناطيسي عبر لفات المحث بوحدة ويبر، والتيار الكهربائي المار في الدارة بوحدة أمبير، تمعن الشكل ثم أجب: (١٠ علامات)

١) مستعينًا بميل الخط المستقيم احسب محاثة المحث.

٢) اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتولدة في المحث بدلالة المحاثة.

انتهت الأسئلة

أهدي عملي المتواضع إلى أعداء النجاح
وأخص بالإهداء اللذين قابلوا الإحسان بالإساءة...
إتق شرّ من أحسنت إليه.

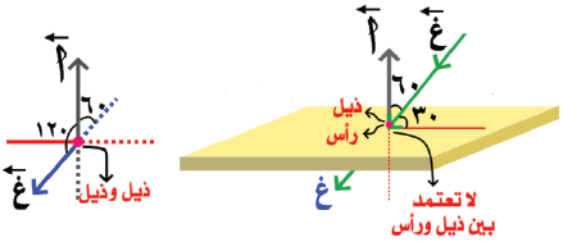
إجابة امتحان نهاية الفصل

سؤال (١)

أ)

١. **التدفق المغناطيسي:** **عدد خطوط** المجال المغناطيسي التي تخترق سطحًا ما **عموديًا** عليه. ②

٢. **ظاهرة الحث الذاتي:** ظاهرة **تولد قوة** دافعة كهربائية حثية **ذاتية في ملف** بسبب تغير التدفق المغناطيسي من الملف ذاته. ②



ب) ① $\varnothing = غ\ أ\ جتا\ ١٢٠$ ← $\frac{١}{٢}$

① $-٥\times١٠^{-٤} = غ \times ٢\times١٠^{-٤}\times-\frac{١}{٢}$

غ = ٥ تسلا ① (نحو الداخل بالنسبة للسطح أو كما في الشكل) ①

ج)

١) القدرة = م $ت^{٢}$ ①

$\frac{١}{٢} = ٢\ تَ^{٢}$ ⇦ $تَ^{٢} = \frac{١}{٤}$ ⇦ $تَ = \frac{١}{٢}A$ ①

٢) $تَ = \frac{قَ_د}{م}$ ⇦ $قَ_د = تَ \times م = \frac{١}{٢}\times٢ = ١$ فولت ①

$قَ_د = ل\ ع\ غ$ ①

$١ = \frac{٥}{١٠}\times٤\times غ$ ⇦ غ = $\frac{١}{٢}$ تسلا ①

د) $قَ_د = -ن\frac{\varnothing\Delta}{ز\Delta}$ ① لكن $تَ = \frac{قَ_د}{م}$ ⇦ $قَ_د = تَ\ م$

$تَ\ م = -ن\frac{غ\Delta أ جتا}{ز\Delta}$ ∴ ①

$تَ\ م = -ن\left(\frac{غ\Delta}{ز\Delta}\right)أ$ ← المعدل الزمني المطلوب

$\frac{١}{١٠}\times١٠ = -٥\times\frac{غ\Delta}{ز\Delta}\times(٥\times١٠^{-٢}\times٨\times١٠^{-٢})$

$١ = -٢٠٠\times١٠^{-٤}\times\frac{غ\Delta}{ز\Delta}$ ①

$\frac{غ\Delta}{ز\Delta} = \frac{-١}{٢\times١٠^{-٢}} = \frac{-١٠٠}{٢} = \frac{-١٠^{٢}}{٢}$ ⇦ $\frac{غ\Delta}{ز\Delta} = -٥٠$ تسلا/ث ①

إعداد: أمجد دودين

سؤال (٢)

أ)

١) أي أن مجال مغناطيسي مقداره ٥ تسلا يخترق سطح مساحته (١)م^{٢} عموديًا عليه نحو الداخل ②

٢) محاثة محث تتولد بين طرفيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها (٧) فولت عندما يكون المعدل الزمني للتغير في التيار ١ A/ث ②

ب)

١) اخراج الحلقة من المجال (سحبها نحو الخارج). ①

٢) تدوير الحلقة داخل الملف ①

AWA2EL LEARN 2 BE

ج)

١) الميل= $\frac{\Delta ص}{\Delta س}$ = $\frac{\Delta ن}{\Delta ت}$ = ن $\frac{\Delta ∅}{\Delta ت}$ = ح ①

من الرسم $\frac{(٨-٠)}{(٢-٠)}$ ① = ح ⇦ ح = ٤ هنري ①

٢) ق$_{د}$ = - ح $\frac{\Delta ت}{\Delta ز}$ ①

انتهت الأسئلة

امتحان الوحدة الثانية

المبحث: (الفيزياء) الزمن: (ساعة ونصف)

الفرع: العلمي والصناعي العلامة: ٤٠

ملحوظة:

أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٢)، علمًا بأن عدد الصفحات (٢)

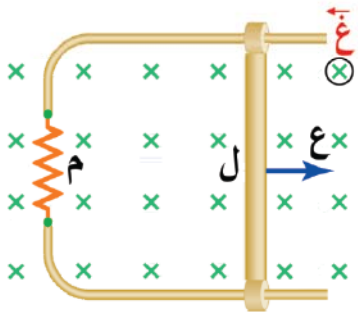
ثوابت فيزيائية: $\mu_{.}$ = ٤π×١٠$^{-٧}$ تسلا.م/أمبير جـ = ١٠ م/ث تسارع السقوط الحر

إعداد: أمجد دودين

سؤال (١) (٢٠ علامة)

أ) وضح المقصود بالويبر: (علامتان)

ب) موصل طوله (ل) قابل للحركة على سلكين فلزيين متوازيين منطبقين على مستوى الصفحة ومتصلين مع مقاومة (م). كما في الشكل المجاور، إذا تحرك الموصل بسرعة ثابتة (ع) نحو اليمين وباتجاه متعامد مع مجال مغناطيسي منتظم في الاتجاه الموضح على الشكل، أثبت أن القوة المغناطيسية المؤثرة على الموصل أثناء حركته تعطى بالعلاقة ($ق_{غ} = \left(\frac{ل^{٢}\ غ^{٢}}{م}\right) ع$). (٤ علامات)



AWA2EL LEARN 2 BE

ج) يبين الشكل مقطعًا لملف لولبي مكون من (١٠٠) لفة، طوله (٢٠)سم ومساحة مقطعه (٣٠)سم^{٢} ويمر فيه تيار كهربائي (٣) أمبير باتجاه دوران عقارب الساعة وضع في مركزه ملف مربع الشكل طول ضلعه (١)سم وعدد لفاته لفة واحدة. اوجد كل من: (١٢ علامة)

١) المجال المغناطيسي الناشئ داخل الملف اللولبي مقدارًا واتجاهًا.

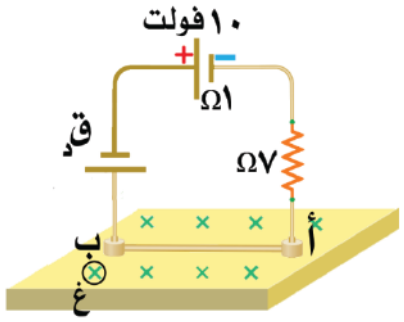
٢) التدفق المغناطيسي عبر الملف المربع.

٣) متوسط $ق_{د}$ المتولدة في الملف المربع إذا تلاشى تيار الملف اللولبي خلال (٣) ثواني.

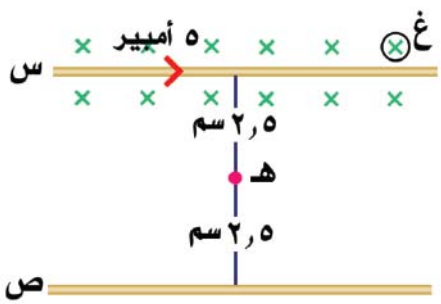
٤) التيار الكهربائي الحثي المتولد في الملف المربع مقدارًا واتجاهًا إذا كانت مقاومته (π) أوم.

سؤال (٢) (٢٠ علامة)

أ) مجال مغناطيسي منتظم مقداره (١٠)تسلا، يخترق دارة كهربائية باتجاه المحور الزيني السالب كما في الشكل، فإذا كان الموصل (أ ب) في الدارة قابلًا للانزلاق على امتداد محور الصادات دون احتكاك وكتلة وحدة الأطوال منه (٢٠)غ/سم. فاحسب القوة الدافعة الكهربائية $ق_{د}$ التي تجعل الموصل (أ ب) متزنًا. (٥ علامات)



ب) سلكان فلزيان (س، ص) مستقيمان ومتوازيان وطويلان جدًا في مستوى الصفحة، وهناك مجال مغناطيسي منتظم خارجي مقداره (٣×١٠^{-٥})تسلا يؤثر كما في الشكل المجاور، إذا علمت أن المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ) يساوي (٦×١٠^{-٥})تسلا عمودي نحو الداخل. احسب كلًا مما يلي: (١١ علامة)



١) مقدار التيار في السلك (ص) وحدد اتجاهه.

٢) القوة المغناطيسية على وحدة الأطوال من السلك (س). ملغي وزارة

ج) عند مرور تيار كهربائي في ملف لولبي (محث) تولدت فيه قوة دافعة كهربائية حثية بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور، أذكر حالتين تصف فيهما التيار الكهربائي المار في الملف ليسبب القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية فيه. (٤ علامات)

LEARN 2 BE

انتهت الأسئلة

أهدي عملي المتواضع إلى أعداء النجاح
وأخص بالإهداء اللذين قابلوا الإحسان بالإساءة...
إتق شرّ من أحسنت إليه.

إجابة امتحان الحدة الثانية

سؤال (١)

أ) **الويبر**: التدفق المغناطيسي عبر وحدة المساحة من سطح ما عندما يخترقه عموديًا مجال مغناطيسي مقداره ١ تسلا

ب) $ق_{غ} = تَ \, ل \, غ \, جا ٩٠$ لكن $تَ = \frac{ق_{د}}{م} = \frac{ل ع غ}{م}$

$ق_{غ} = \frac{ل ع غ}{م} \, ل \, غ$ $\quad ق_{د} = ل \, ع \, غ$

$ق_{غ} = \frac{ل^{٢} \, غ^{٢} \, ع}{م}$ وهو مطلوب

AWA2EL LEARN 2 BE

ج)

١) $غ = \frac{ن}{ل} \mu \, ت = \frac{٣٠٠ \times ٤\pi \times ١٠^{-٧}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}} = ٦\pi \times ١٠^{-٤}$ تسلا (نحو ز ـ، ⊗)

٢) $\varnothing = غ \, أ \, جتا ٠$

$= ٦\pi \times ١٠^{-٤} \times (١ \times ١٠^{-٢} \times ١ \times ١٠^{-٢}) \times ١$

$= ٦\pi \times ١٠^{-٨}$ ويبر

٣) $ق_{د} = - ن \frac{\Delta \varnothing}{\Delta ز}$ $\quad \Delta \varnothing = \varnothing_{٢} - \varnothing_{١} =$ صفر $- ٦\pi \times ١٠^{-٨} = - ٦\pi \times ١٠^{-٨}$

$= - ١ \times \frac{- ٦\pi \times ١٠^{-٨}}{٣}$

$= ٢\pi \times ١٠^{-٨}$ فولت

٤) $تَ = \frac{ق_{د}}{م}$

$تَ = \frac{٢\pi \times ١٠^{-٨}}{\pi}$

$تَ = ٢ \times ١٠^{-٨}$ أمبير

وحسب قاعدة لنز يكون اتجاه $تَ$ مشابه للتيار الأصلي ت لمقاومة النقصان أي مع عقارب الساعة

سؤال (٢)

أ) بما أن السلك (أ ب) متزن فإن عليه قوتين متساويتين متعاكستين

ق غ الوزن = ق بقسمة المعادلة على ل

ت $\frac{ل}{ل}$ غ جا ٩٠ = $\frac{ك}{ل}$ جـ

ت غ = $\frac{ك}{ل}$ جـ

ت × ١٠ = $\frac{٢٠ \times ١٠^{-٣}}{١ \times ١٠^{-٢}}$ × ١٠ ⇦ ت = ٢ أمبير ومن معادلة الدارة البسيطة

ت = $\frac{\sum ق_د}{م}$

٢ = $\frac{١٠ + ق_د}{(١ + ٧)}$ ⇦ $ق_د$ = ١٦ − ١٠ = ٦ فولت

ب)

١) غ س = $\frac{\mu ت}{ف \pi ٢}$ = $\frac{٥ \times ١٠^{-٧} \times \pi ٤}{١٠^{-٢} \times ٢,٥ \times \pi ٢}$ = ٤ × $١٠^{-٥}$ تسلا، (نحو ز-)

[غ محصلة > غ س] بنفس الاتجاه

غ محصلة = غ س + غ ص * غ خارجي يؤثر فقط على السلك س (وليس هـ)

٦ × $١٠^{-٥}$ = ٤ × $١٠^{-٥}$ + غ ص ⇦ غ ص = ٢ × $١٠^{-٥}$ تسلا، نحو ز -

غ ص = $\frac{\mu ت}{ف \pi ٢}$

٢ × $١٠^{-٥}$ = $\frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ت_{ص}}{\pi ٢ \times (٢,٥ \times ١٠^{-٢})}$ ⇦ ت ص = ٢,٥ A نحو س-

٢) $\frac{ق}{ل}$ = $\frac{\mu ت_س ت_{ص}}{ف \pi ٢}$ + ت غ جا ٩٠ ملغي وزارة

= $\frac{\pi ٤ \times ١٠^{-٧} \times ٥ \times ٢,٥}{\pi ٢ \times (٥ \times ١٠^{-٢})}$ + ٥ × ٣ × $١٠^{-٥}$

= ٢٠ × $١٠^{-٥}$ نيوتن/م

ج)

١) عند مرور تيار في المحث نحو اليمين أثناء التناقص (مشابهة).

٢) عند مرور تيار في المحث نحو اليسار أثناء التزايد (معاكسة).

$ق_د$ ← تقاوم النقصان بالزيادة مشابه بنفس الاتجاه

تقاوم الزيادة بالنقصان معاكسة بعكس الاتجاه.

انتهت الأسئلة

AWA2EL
LEARN 2 BE

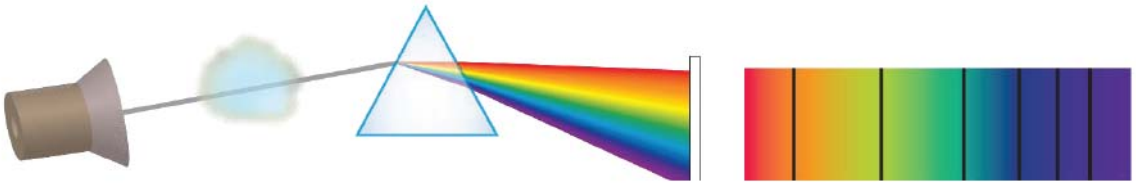
الأولى
في الفيزياء من الألف إلى الياء

07

الفيزياء الحديثة

AWA2EL
LEARN & BE

مقدمة إلى فيزياء الكم



إعداد

أمجد دودين

المنهاج الجديد

لا تجعل التاريخ يصنعك .. بل اصنع تاريخك بنفسك

شكر لفريق الطباعة والتصميم في مكتبة عالم الرياضة (٠٧٨٥١٩٤٨٩٤)

ويتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

* توضّح مبدأ تكمية الطاقة لبلانك، وتعبّر عنه رياضيًّا.
* تَتعرّف بعض الظواهر التي لم تتمكن الفيزياء الكلاسيكية من تفسيرها.
* تُوضّح الظاهرة الكهرضوئية، والخلية الكهرضوئية وعناصرها.
* تُوضّح مفاهيم: اقتران الشغل، وتردّد العتبة، وتيار الإشباع، وجهد القطع.
* تُقارن بين الفيزياء الكلاسيكية وفيزياء الكم من حيث تفسيرهما للظاهرة الكهرضوئية.
* تُحلّل علاقات بيانية بين الطاقة الحركية العظمى للإلكترون الضوئي وتردد الضوء الساقط.
* تَذكر العلاقات الرياضيّة المرتبطة بمفاهيم: جهد القطع، والطاقة الحركية العظمى، واقتران الشغل.
* تطبق العلاقات الرياضية للظاهرة الكهرضوئية في حل مسائل حسابية.
* تَستقصي تردّد العتبة.
* تَصف ظاهرة كومتون.
* تَذكر فروض بور الأربعة المتعلقة بذرّة الهيدروجين (نموذج بور الذري).
* تُطبّق فروض بور لذرّة الهيدروجين في حساب: (نصف قطر مدار الإلكترون، طاقة المستوى، طاقة التأين، فرق الطاقة بين مستويين).
* تَذكر نص فرض دي بروي، وتمثل علاقة طول الموجة المصاحبة للإلكترون بزخمه الخطّي رياضيًّا، وتطبّقها في حلّ مسائل حسابية.
* تُوضّح أن طول محيط مدار الإلكترون يساوي عددًا صحيحًا من طول موجة دي بروي المصاحبة للإلكترون.

AMAZE LEARN 2 BE

تأسيس معلومات أساسية في الفيزياء الحديثة

عزيزي الطالب: **أول خمس صفحات هي مطالعة ذاتية (تأسيس لا منهجي)** مش للحفظ للفهم والاستيعاب

* انشغل العلماء حتى نهاية القرن التاسع عشر في دراسة الفيزياء الجاهرية (المرئية) : علم القوانين مثل قانون كولوم، قانون أوم، قانون فارادي، .... والتي تعرف باسم: **الفيزياء الكلاسيكية** الممثلة في: (الميكانيكا، الحرارة، الكهرومغناطيسية)، وقد اعتقد العلماء أنهم توصلوا إلى معظم ما عليهم معرفته في علم الفيزياء، ولكن مع بداية القرن العشرين بدأت تجارب أجريت على المادة وعلاقتها (بالإشعاع) تكشف ظواهر جديدة، لم يستطع علماء الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها! إلا أن تمكن مجموعة من العلماء مثل (ماكس بلانك أولهم، وأينشتين، وكومتون، وكيرتشوف) من تفسيرها تحت ما يعرف باسم: **الفيزياء الحديثة.**

* **الفيزياء الحديثة** : علم الفيزياء المجهرية (غير المرئية) الذي بني على الفرضيات والنظريات لكن يصعب استخدام كلمة قانون في هذا العلم لأن كلمة قانون تخص الجاهري (الكلاسيكية) حيث يكون علم الفيزياء الحديثة ممثل في (فيزياء الذرة "علم الكم"، وفيزياء النواة "النووية").

AWA2EL LEARN 2 BE

* تماماً مثل الأطفال عندما يُعطى الطفل لعبة ما وبعد فترة من الزمن يبدأ بتكسيرها بسبب فضوله بمعرفتها من الداخل، بدأ علماء الفيزياء في مطلع القرن العشرين بفضولهم دراسة علم الذرة من الداخل عن طريق (الإشعاع) الصادر منها بعد إثارة الذرة وتسخينها فوق درجة حرارة الصفر المطلق لكن ماذا نعني بالإشعاع وعلى ماذا يعتمد ما هي ميزاته.

* **الإشعاع**: طاقة تنطلق على شكل توزيع متصل (موجات أو أمواج) أو توزيع منفصل (فوتونات أو جسيمات صغيرة)

موجات البحر (الماء) طلقات مندفعة من بندقية

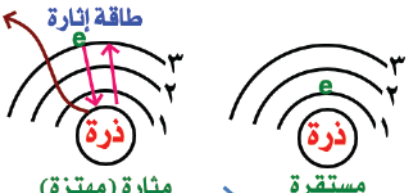
* **ويعتمد الإشعاع على:**

١. درجة حرارة المادة المشعة ٢. طبيعة سطح المادة المشعة.

* **ويتميز الإشعاع بـ:**

١. طول الموجة ورمزها (λ) ٢. تردد الموجة ورمزه (تـ) ٣. طاقة الموجة (ط)

إشعاع كهرومغناطيسي له (λ ، تـ، ط) أسرار الذرة؟



بعد إثارة الكترون الذرة بإعطائه طاقة وانتقاله إلى مستوى أعلى يحاول بحثاً عن عودته إلى مستوى استقرار والتخلص من هذه الطاقة على شكل إشعاع طيف كهرومغناطيسي (موجات، فوتونات، ضوء)، وهذا الإشعاع يمكن تحليل ومعرفة أسرار الذرة من الداخل.

الكترون مهتز ($\uparrow\downarrow$) متحرك له مجالين الأول كهربائي (مـ) والآخر مغناطيسي (غ) لأنه متحرك (بمثابة تيار) لذلك يكون الإشعاع على شكل طاقة (كهرومغناطيسية) وتسمى طيف كهرومغناطيسي.

أولا تأسيس لغوي (للفهم) وليس للحفظ

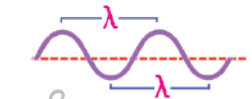
أثبتت التجارب العلمية أن جميع أنواع الإشعاع (الطيف الكهرومغناطيسي) تنتقل في الفراغ (الهواء) بسرعة ثابتة يرمز لها بالرمز (س) حيث س= ٣×١٠^٨ م/ث لكن كل إشعاع يختلف عن الآخر في:

١) التردد (تـ) ٢. الطول الموجي (λ) ٣. الطاقة (ط) لذلك يجب التأسيس بهم لغوياً حيث:

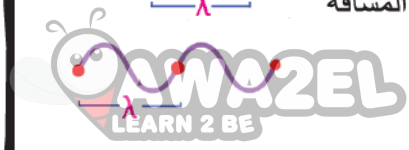
١) **التردد (في اللغة)**: مقياس لتكرار حدث دوري خلال وحدة زمن واحدة، فمثلاً:

- يتردد طالب إلى المدرسة ٥ مرات في الأسبوع. لذلك تـ = ٥/١ = ٥ ترددات.
- يتردد طالب إلى الجامعة ٣ مرات في الأسبوع. لذلك تـ = ٣/١ = ٣ ترددات.

حيث يقاس عالمياً بوحدة (هيرتز Hz) والتي تكافئ ١/ث = ث^-١ = هيرتز.



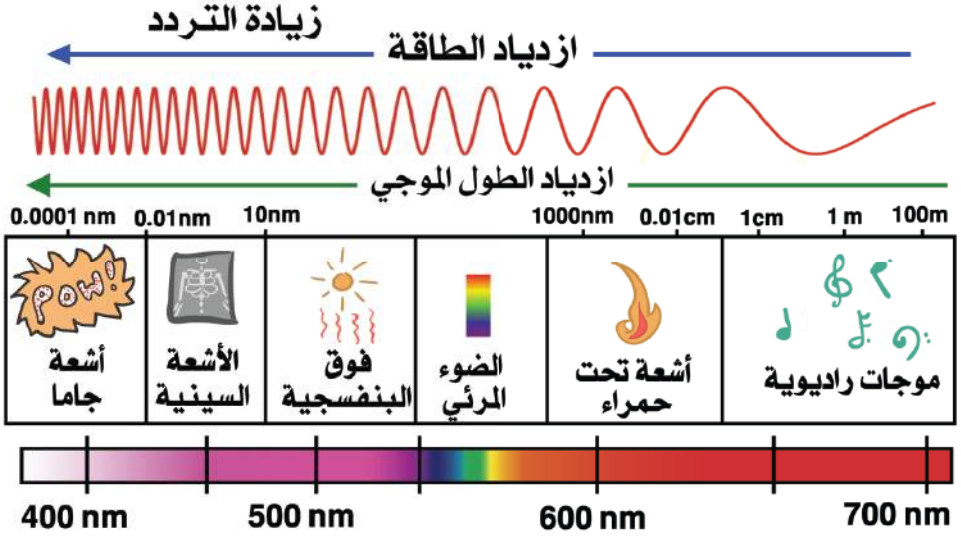
٢) **الطول الموجي**: المسافة الفاصلة بين قمتين أو قاعين متتاليين في الموجة أو المسافة الفاصلة بين فوتونين متتابعين.



٣) **الطاقة**: القدرة على التأثير والتفاعل مع المادة: فمثلاً:

يقال طاقة الأشعة فوق البنفسجية أكبر بكثير (عندها قدرة على التأثير في المادة) من طاقة الأشعة تحت الحمراء.

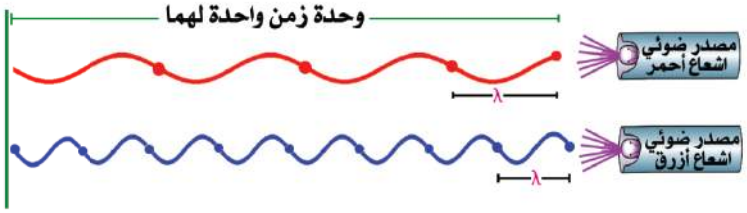
* تم بالعصر الحديث اكتشاف جهاز المطياف والذي يستخدم لتحليل جميع الأطياف (الإشعاعات) المرئية وغير المرئية وقياس أطوالها الموجية وتردداتها وطاقاتها وقد رتبت نتائج المطياف على سلم يعرف باسم الطيف الكهرومغناطيسي تصاعديًا حسب تردداتها على النحو التالي:



نجح العالم ماكس بلانك بوضع فرض ومبدأ استطاع من خلال تفسير نتائج المطياف تحديد طبيعة العلاقة بين (λ ، تـ، ط) أسرار الإشعاع

ثانيا تأسيس رياضي (علاقات)

حسب مبدأ وفرض ماكس بلانك أن الضوء يصدر من مصدره على شكل **كمات منفصلة** أي جسيمات متناهية في الصغر (صغيرة جدًا جدًا وليس لها كتلة) والتي أسماها زميله آينشتين في ما بعد باسم **الفوتونات** ولتوضيح فكرة التردد والطول الموجي من وجهة نظر ماكس بلانك وآينشتين لماذا ت$_{د(الأزرق)}$ > ت$_{د(الأحمر)}$ و $\lambda_{أزرق} < \lambda_{أحمر}$ ؟؟



ت$_{د}$ = عدد الموجات/ وحدة الزمن

ت$_{د(احمر)}$ = $\frac{٤}{١}$ = ٤ هيرتز ⟵ λ = كبيرة/أطول

ت$_{د(أزرق)}$ = $\frac{٩}{١}$ = ٩ هيرتز ⟵ λ = صغيرة/أقصر

نلاحظ من الشكل:

- كلما ازداد عدد الفوتونات (الموجات) في وحدة الزمن (التردد) يقل طولها الموجي حيث:
  ت$_{د(أزرق)}$ > ت$_{د(احمر)}$ لكن $\lambda_{أزرق} < \lambda_{أحمر}$ أي أن العلاقة بين ت$_{د}$ & λ علاقة عكسية.
- ويمكن حساب كل من (λ و ت$_{د}$) حسب العلاقة التجريبية التالية:

ت$_{د}$ ∝ $\frac{١}{\lambda}$ ⇦ ت$_{د}$ = $\frac{\text{مقدار ثابت}}{\lambda}$ ⇦ (ت$_{د}$ = $\frac{س}{\lambda}$) حيث س: مقدار ثابت لجميع الأطياف المرئية وغير المرئية

س = ٣×١٠^{٨} م/ث في الفراغ (سرعة الضوء).

وصية إرشادية

كما استطاع ماكس بلانك إثبات أن طاقة الفوتون الواحد تزداد كلما زاد تردد الإشعاع أي ان العلاقة طردية ضمن مقدار ثابت سمي باسمه على النحو التالي:

ط∝ت$_{د}$ ⇦ (ط = هـ ت$_{د}$)، حيث هـ: ثابت تجريبي يساوي ٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$ (جول.ث) أو (جول/هيرتز)

وبذلك يمكننا القول أنه إذا علم أي من (λ ، ت$_{د}$، ط) من الممكن حساب الباقي حيث:

[ت$_{د}$ = $\frac{س}{\lambda}$] [ط = هـ ت$_{د}$] مهمة لحل المسائل لاحقًا

مثال

اشعاع أحمر ٣×١٠^{١٤} هيرتز احسب كل من:

١. طوله الموجي ٢. طاقة الكمة الواحدة.

برمجة عصبية ملقط

الحل ← هذه المعلومة بندلعها (فساد) لأنه بفسد عن كل شيء (ت$_{د}$ ، ط)

١) λ = $\frac{س}{ت_{د}}$ = $\frac{٣\times١٠^{٨}}{٣\times١٠^{١٤}}$ = ١×١٠$^{-٦}$ م (صغيرة جدًا جدًا لذلك سنحتاج وحدات قياس مناسبة أكثر (النانو، الفيرمي، انجستروم)

٢) ط = هـ ت$_{د}$ = ٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$ × ٣×١٠^{١٤}

= ١٩,٨٩×١٠$^{-٢٠}$ جول (صغيرة جدًا جدًا لذلك سنحتاج وحدات قياس مناسبة أكثر من الجول (الإلكترون فولت)

تأسيس التعامل مع وحدات القياس (الفيزياء الحديثة)

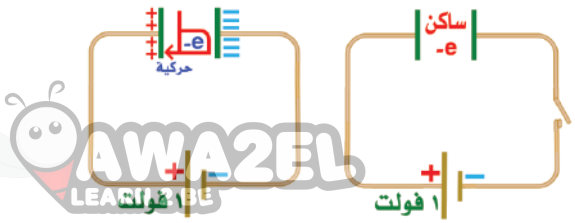
* تقاس الأطوال الموجية بوحدة المتر: لكن بأجزاء صغيرة جدًا على النحو التالي:

النانوميتر (نم) = $١٠^{-٩}$م الإنجستروم (Å) = $١٠^{-١٠}$م الفيرمي = $١٠^{-١٥}$م

* تقاس الطاقة بوحدة الجول: لكن اصطلح العلماء على وحدة قياس تناسب هذا العالم المجهري وهي: الإلكترون فولت (e.v) حيث تم اتخاذ شحنة الإلكترون ($ش_e$) مرجع للدراسة لأنها الشحنة الأساسية في الكون على النحو التالي:

الكترون فولت (e.v) = $\frac{\text{جول}}{ش_e}$ حيث: (ط = جـ $ش_e$) ⇦ ط = جـ ن × $ش_e$

جول = $ش_e$ × e.v ⇦ $\text{e.v} = \frac{\text{جول}}{ش_e}$



حيث في الشكل إذا أغلق المفتاح فإن الإلكترون سيكتسب طاقة حركية ويتسارع فرق الجهد ١ فولت وبالتالية e.v هي طاقة يكتسبها الإلكترون عندما يتحرك ويتسارع عبر فرق جهد ١ فولت.

مثال **الكترون طاقته الحركية ٦,٤ × $١٠^{-١٩}$ جول احسب طاقته بوحدة (e.v)**

الحل

ط = $\frac{\text{جول}}{ش_e} = \frac{٦,٤ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ٤ e.v وهي مناسبة أكثر من الجول

(٤: طـ يكتسبها الإلكترون عندما يتسارع عبر فرق جهد ٤ فولت)

* ولأن الإلكترون مصدر لإشعاع الفوتونات فقد عممت وحدة قياس (e.v) لهما

مثال **إشعاع أحمر تردده ٤ × $١٠^{١٤}$ هيرتز احسب طاقة الفوتون الواحد بوحدة (e.v)**

الحل

ط = هـ تـ

= ٦,٦٣ × $١٠^{-٣٤}$ × ٤ × $١٠^{١٤}$ = ٢,٦٥ × $١٠^{-١٩}$ جول

ط = $\frac{\text{جول}}{ش_e} = \frac{٢,٦٥ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ باستخدام آلة حاسبة؟

= ١,٦٦ e.v

وصية أبدية: عند حل المسائل في امتحان الوزارة ليس من الضروري حساب الجواب النهائي وإنما التعويض الصحيح ووحدة القياس.

إعداد: أمجد دودين

تأسيس تأسيس لغوي ورياضي لعلم الزخم (خ) ؟؟

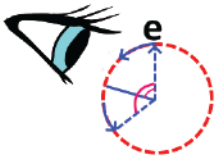
* **الزخم**: تعني علم الاندفاع والقدرة على الحركة أي (كمية الحركة ك ع): ويمكن حساب زخم الأجسام المادية (اندفاعها) حسب حالتها الحركية حيث:

– الكترون ساكن: لا يمتلك اندفاع أي ليس له زخم لذلك خ = صفر

– الكترون يتحرك في خط مستقيم: يمتلك اندفاع خطي أي له زخم خطي (خ = ك ع) كمية التحرك.

– الكترون يتحرك في مسار دائري: يمتلك اندفاع دائري أي له زخم زاوي ← (لأن في الحركة الدائرية إحداثيات الزاوية تتغير أثناء الدوران. ويعطى الزخم الزاوي بالعلاقة:

[خ$_{ز}$ = خ$_{خطي}$ × نق] أي أن (خ$_{ز}$ = ك ع × نق)



ملغي وزارة

لكن ماذا عن الفوتون المندفع؟ وهل يمتلك زخماً رغم أنه ليس له كتلة؟

هذا ما استطاع الحصول عليه العالم آينشتين من علاقاته ودراساته الخاصة حيث توصل إلى أن زخم الفتون (الضوء) يعطى بالعلاقة: (خ$_{ضوء}$ = $\frac{هـ}{\lambda}$) خاص فقط بالضوء (الفوتونات) وليس الأجسام المادية.

لذلك ط$_{فوتون}$ = هـ ت$_{د}$ = هـ $\frac{س}{\lambda}$ = خ$_{فوتون}$ س [ط$_{فوتون}$ = خ س]

خصائص الفوتونات

١ هي كمات من الطاقة حيث ط$_{فوتون}$ = هـ ت$_{د}$

٢ تتساوى في سرعاتها (س = ٣×١٠^{٨} م/ث) وتختلف في (λ، ط، ت$_{د}$) حسب نوع الإشعاع

٣ تمتلك القدرة على الاندفاع ويحسب زخم الفوتون من العلاقة خ$_{فوتون}$ = $\frac{هـ}{\lambda}$ ⇒ ملغي وزارة

٤ تمتلك الفوتونات طبيعة مزدوجة (موجية وجسيمة) حيث في هذا الفصل الدراسي سنناقش ظاهرتين (الكهروضوئية وكومتون) أثبتت فيها الفوتونات من خلال اندفاعها وزخمها أنها تتصرف كجسيم قادر على إحداث تصادم. أي مجرد تشبيه بالأجسام رغم أن ليس لها كتل إلا أنها أثبتت قدرتها على التصادمات حيث التصادم صفة من صفات الأجسام المادية لذلك يقال: اصطلح العلماء أن:

للضوء (الفوتونات) طبيعة مزدوجة (موجية وأخرى جسيمة) لكن لن يسلك المسلكين معا في نفس التجربة أي إما (موجية توزيع متصل) أو (جسيمات توزيع منفصل)

(موجية توزيع متصل) ← موجات الحر (المائية)

(جسيمات توزيع منفصل) ← طلقات مندفعة من بندقية

إعداد: أمجد دودين

أولاً 1 الإشعاع ومبدأ تكمية الطاقة (ماكس بلانك)

سؤال (١) ما الفرضية التي وضعها ماكس بلانك لتفسير الإشعاع الصادر عن الأجسام؟ وبماذا تعرف؟

الحل

افترض بلانك أن الإشعاع عبارة عن وحدات منفصلة من الطاقة وليست متصلة وتسمى كمات جمع لكلمة كمة (فوتون).
لكل منها طاقة محددة مكمّاه وغير قابلة للتجزئة **تتناسب طرديًا** مع تردد الإشعاع أي أن (ط = هـ ت) حيث باتت تعرف فرضية بلانك للإشعاع بمبدأ (**تكمية الطاقة**)

سؤال (٢) وضح المقصود بتكمية الطاقة؟

الحل

ن = ١، ٢، ٣، ... غير قابل للتجزئة

ينص مبدأ **تكمية الطاقة** على أن: الطاقة الإشعاعية المنبعثة أو الممتصة تساوي عددًا صحيحًا من مضاعفات الكمية (هـ ت) أي ط فوتون، ويمثل مبدأ تكمية الطاقة فرض **ماكس بلانك** في الإشعاع.

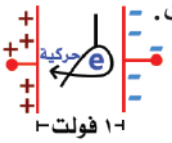
سؤال (٣) شحن جسم حتى توهج باللون الأزرق الذي تردده يساوي ($\times 10^{15}$) هيرتز. احسب طاقة الفوتون الأزرق بوحدة الإلكترون فولت (e.v). ثم وضح المقصود بالإلكترون فولت؟ علمًا أن هـ = $6,63 \times 10^{-34}$ (جول.ث)

الحل

$ط_{فوتون} = هـ ت = (6,63 \times 10^{-34})(1 \times 10^{15}) = 6,63 \times 10^{-19}$ جول $= \frac{6,63 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{663}{16}$ (e.v) مناسبة أكثر من الجول

> **تذكر** للتحويل من جول ← e.v نقسم على الشحنة الأساسية ($ش_e$)
> **عزيزي الطالب** هـ (ثابت بلانك لا يحفظ ثابت زاري ويمكن أن يقرب هـ = $6,6 \times 10^{-19}$ جول.ث)

الإلكترون فولت: الطاقة الحركية التي يكتسبها الإلكترون عنما يتسارع عبر فرق جهد كهربائي مقداره (١) فولت.



الفيزياء الكلاسيكية (النظرة القديمة للإشعاع)

* يتألف الإشعاع من موجات كهرومغناطيسية على هيئة سيل متصل (مستمر) من الطاقة نتيجة اهتزازات جسيمات مشحونة داخل الجسم المهتز (المثار).
* يمكن للجسم المهتز (المثار) أن يبعث أو يمتص مقدارًا غير محدد من الطاقة عندما يتغير (يزداد أو يقل) اتساع اهتزازه.
* تتناسب طاقة الإشعاع طرديًا مع شدته (كثافة الإشعاع) التي تتناسب مع اتساع اهتزاز الجسم المثار (طرديًا)

الفيزياء الحديثة/ بلانك (النظرة الحديثة للإشعاع)

* يتألف الإشعاع من جسيمات (فوتونات) على هيئة وحدات منفصلة (ليست متصلة) من الطاقة تسمى كمات مفردها كمه والتي تعرف باسم فوتون (جسيم).
* يمكن للجسم المشع أن يبعث أو يمتص مقداراً محدداً من الطاقة ومكماه أي لها مقدار ثابت.
* تتناسب طاقة الكمه الواحدة من الإشعاع ($ط_{فوتون}$) تناسب طردي مع تردد الإشعاع.

Home Work ١

سخن جسم حتى توهّج باللون الأحمر إذا كان أحد الترددات الإشعاعية الصادرة عنه يساوي (٤×١٠^{١٤}) هيرتز. احسب طاقة الكمة الواحدة لهذا الإشعاع بوحدة (e.v)، ثم وضح المقصود بـ(الإلكترون فولت).

Home Work ٢

أصدر جسم إشعاعاً عند تسخينه إذا علمت أن طاقة الكمة الواحدة لهذا الإشعاع (٣) الكترون فولت. احسب:

١) طاقة الكمة (الفوتون) بوحدة الجول.

٢) تردد الإشعاع الصادر.

٣) طول موجة الإشعاع الصادر.

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٣

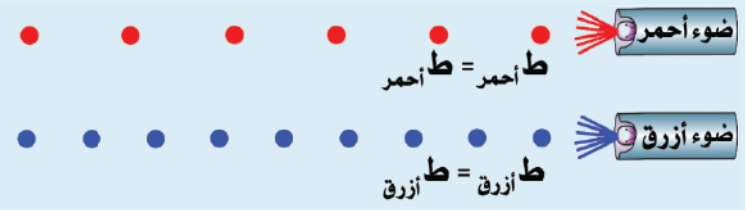
احسب طاقة فوتون طول موجته ٣٠٠٠ انجستروم.

Home Work ٤

على ماذا تعتمد طاقة الإشعاع المنبعث أو الممتص وفقاً لكل من الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء الحديثة (فيزياء الكم) واصفًا تلك الطاقة.

عزيزي الطالب: يجب معرفة أن التحكم في شدة الضوء يقصد به تغير عدد الموجات كثافتها لكن تبقى نفس النوع لكن تغير تردد الضوء يقصد به تغير نوع الفوتونات أي تغير طاقة الفوتون الواحد. لذلك تابع الرسم التالي:

نفس اللون لكن كثافة الموجات أكثر (اتساع الموجة) زيادة عددية (تغير عددي).



ط أزرق > ط أحمر

ت د(أزرق) > ت د(أحمر)

إجابة ورقة عمل (١)

Home Work ١

ط = هـ تـ$_د$

= ٦,٦٣×١٠$^{-٣٤}$ × ٤×١٠^{١٤} = ٢,٦٥×١٠$^{-١٩}$ جول

ط = $\frac{٢,٦٥ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ١,٦٦ الكترون فولت.

الإلكترون فولت: الطاقة الحركية التي يكتسبها الإلكترون عندما يتسارع عبر فرق جهد كهربائي (١) فولت.

Home Work ٢

١) ط = e.v ٣ = ٣×جـ = ٣×١,٦×١٠$^{-١٩}$ = ٤,٨×١٠$^{-١٩}$ جول.

٢) ط = هـ تـ$_د$ ← إجباري يجب أن تكون بالجول حتى لو لم يطلب السؤال.

تـ$_د$ = $\frac{ط}{هـ}$ = $\frac{٤,٨ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤}}$ = $\frac{٤,٨}{٦,٦٣}$ × ١٠^{١٥} هيرتز

٣) λ = $\frac{س}{تـ_د}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{\frac{٤,٨}{٦,٦٣} \times ١٠^{١٥}}$ = $\frac{٣ \times ٦,٦٣}{٤,٨}$ × ١٠$^{-٧}$ م

Home Work ٣

- ط = هـ تـ$_د$ = هـ $\frac{س}{λ}$

= $\frac{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{٣٠٠٠ \times ١٠^{-١٠}}$ = ٦,٦٣×١٠$^{-١٩}$

إذا لم يطلب السؤال بوحدة (e.v) تحسب دائمًا بوحدة جول.

Home Work ٤

الفيزياء الكلاسيكية: تعتمد الطاقة على شدة الضوء وتكون متصلة.

الفيزياء الحديثة (علم الكم/ بلانك): تعتمد الطاقة على تردد الضوء وتكون منفصلة.

انتهت الإجابة

ثانيا 2 ظواهر حديثة لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسيرها

سؤال أ) ما الفرق بين تفسير الفيزياء الكلاسيكية للإشعاع وتفسير بلانك؟

ب) ما هي الظواهر التي واجهت الفيزياء الكلاسيكية صعوبة في تفسيرها؟

الحل

أ) تفترض الفيزياء الكلاسيكية أن الجسيمات المهتزة (المشعة) تمتلك مقدار عشوائي[١] من الطاقة (غير محدد) ويمكن أن تشع أو تمتص[٢] أي مقدار عشوائي من الطاقة ويكون[٣] متصلاً أي عكس تمامًا فرض بلانك **لتكمية الطاقة**.

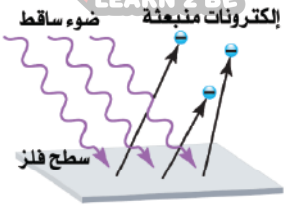
ب) فشلت فرضية الفيزياء الكلاسيكية (طاقة الإشعاع عشوائية ومتصلة) في تفسير ثلاث ظواهر هي :

١) الظاهرة الكهروضوئية ٢. ظاهرة الأطياف الخطية للغازات مثل (غاز H) ٣. ظاهرة كومتون ملغي وزارة

الظاهرة الأولى الظاهرة الكهروضوئية

AWA2EL LEARN 2 BE

سؤال (١) وضح المقصود بكل من: ١) الظاهرة الكهروضوئية ٢) الإلكترونات الضوئية



الحل

١) **الظاهرة الكهروضوئية:** ظاهرة سقوط ضوء على سطح فلز يؤدي أحيانًا إلى انبعاث الكترونات منه. (إذا لم يكن الضوء فعال ومناسب لا يتم البعث)

٢) **الإلكترونات الضوئية:** الإلكترونات المنبعثة من سطح فلز عند سقوط ضوء مناسب وذي تردد معين على سطح الفلز.

- يرتبط الإلكترون بالنواة الموجبة بطاقة ربط يرمز لها بالرمز (Φ) وهي تمثل أقل طاقة تلزم لتحرير الإلكترون وفك ارتباطه بالنواة دون إكسابه طاقة حركية وتسمى (Φ = اقتران الشغل "فاي")

(الكفالة): " Φ ، ت د" التي يجب أن يدفعها الضوء لتحرير e على عتبة الفلز، صفة مميزة للفلز وتختلف من فلز إلى آخر.

- وكما للضوء تردد واهتزاز كذلك يوجد للمادة تردد واهتزاز. ويرمز له (ت د ₀ : تردد العتبة للفلز)

(تردد العتبة للفلز): اللازم لتحرير الكترونات من سطح وعتبة الفلز وكذلك يرتبط التردد للمادة بطول موجة العتبة للفلز والذي يرمز له بالرمز $\lambda_{ع}$ حيث:

للفلز: ($ت_{د_0} = \frac{س}{\lambda_{ع}}$) وكذلك ($Φ = هـ\ ت_{د_0}$)

للضوء: ($ت_{د} = \frac{س}{\lambda}$) وكذلك ($ط_{فوتون} = هـ\ ت_{د}$)

والمطلوب إحداث تفاعل بين $ط_{فوتون}$(الضوء) و $Φ_{فلز}$ (اقتران الشغل)

ولتحرر الكترون من سطح الفلز ثم بعثه بطاقة حركية يلزم:

- $ط_{فوتون} > Φ \Leftarrow ت_{د} > ت_{د_0}$ ضوء فعال ومناسب
- $ط = Φ \Leftarrow ت_{د} = ت_{د_0}$ تحرر فقط دون انبعاث ويبقى (e) على عتبة الفلز.
- $ط < Φ \Leftarrow ت_{د} < ت_{د_0}$ ينعكس الضوء ولا يتحرر (e)

* تعتبر كل (Φ ، $ت_{د_0}$) صفة مميزة للفلزات وتختلف من فلز إلى آخر.

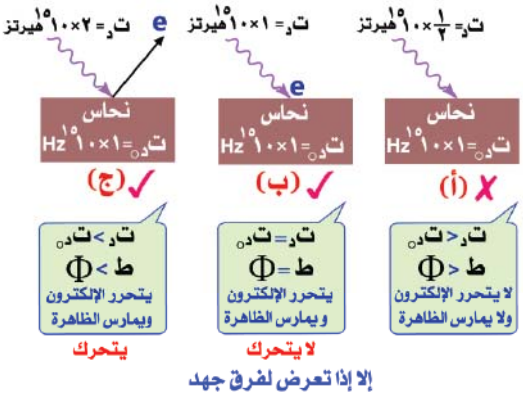
وصية أبدية

سؤال (٢) في الشكل المجاور ثلاثة حالات (أ، ب، ج)

١) أي من الحالات (أ، ب، ج) يمارس الفلز بها الظاهرة الكهروضوئية. فسر إجابتك.

٢) ماذا يحدث في كل من الحالات (أ، ب، ج) عند زيادة شدة الضوء الساقط.

(زيادة عدد الفوتونات الساقطة)



الحل

١) **الحالة ج:** لأن ت د > ت د٥ وبالتالي ط < Φ وهذا يعني أن الإلكترون يتحرر ويستغل باقي الطاقة الزائدة للحركة ط

الحالة ب: يتحرر الإلكترون لان ت د = ت د٥ وبالتالي ط = Φ ، لكن ينبعث إذا تعرض لفرق جهد.

٢) **الحالة أ:** لا شيء تنعكس الفوتونات من سطح الفلز.

الحالة ب: يتحرر عدد الكترونات أكثر وتبقى على عتبة الفلز (سطح الفلز) ط = صفر يكون الإلكترون متحرر وساكن، ويمكن أن تنبعث من خلال فرق جهد.

الحالة ج: يتحرر وينبعث الكترونات أكثر وبالتالي يزداد عدد الإلكترونات الضوئية المنبعثة {ت = أ ن ع / e}

الهدف صناعة تيار ضوئي لاحقا في تجربة لينارد

يجب التمييز بين التحكم في كل من:

A. **زيادة شدة الضوء الساقط: التحكم في الكمية** وليس النوعية **ويتم عمليًا** من خلال **إضافة مصباح** ثاني أحمر للمصباح الأحمر الأول وهنا: يزداد عدد الفوتونات الساقطة لكن: (ط فوتون و ت د (فوتون)): **تبقى ثابتة** ولا تتغير

B. **زيادة تردد الضوء الساقط: التحكم في النوعية** وليس الكمية **ويتم عمليًا** من خلال **استبدال مصباح** الضوء **الأحمر** بمصباح جديد من الضوء **الأزرق** وهنا: يزداد (ط فوتون و ت د (فوتون)) لكن: عدد الفوتونات **يبقى ثابت** ولا تتغير

وصية أبدية

الهدف: ١) تساعد زيادة شدة الضوء الفعال والمناسب للظاهرة في زيادة عدد الإلكترونات (نَ)

٢) تساعد زيادة تردد الضوء الفعال والمناسب للظاهرة في زيادة ط للإلكترونات (ع)

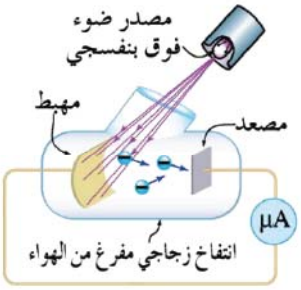
تذكر: (ت = أ نَ ع / e) والهدف صناعة تيار من الضوء المناسب لذلك نحتاج لتجربة حقيقة وهي **تجربة لينارد**.

أولا تجربة الظاهرة الكهروضوئية

دارة الخلية الكهروضوئية

تجربة بياره

سؤال (٣) يعد العالم لينارد أول من درس الظاهرة الكهروضوئية تجريبياً مستخدماً دارة الخلية الكهروضوئية التي تتكون من الأجزاء الموضحة في الشكل المجاور. تمعن الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية:



١) ما هي وظيفة الصفيحتين الفلزيتين (المهبط والمصعد).

٢) لماذا يكون الانتفاخ الزجاجي مفرغ من الهواء.

٣) كيف استنتج لينارد أن تردد الضوء كان مناسب وفعال.

٤) ماذا استنتج لينارد من انحراف مؤشر الميكروأميتر. ٥) وضح المقصود بالتيار الكهروضوئي.

الحل

١) **المهبط**: يبعث الإلكترونات فور سقوط ضوء مناسب وفعال عليه. (باعث)

المصعد: تجمع الإلكترونات المنبعثة من المهبط. (جامع)

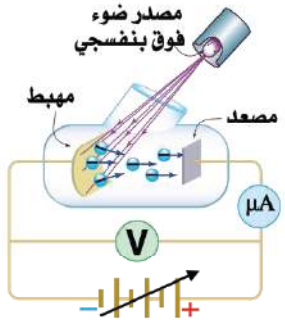
٢) يكون الانتفاخ الزجاجي مفرغ من الهواء لكي لا تعيق جزيئات الهواء حركة الإلكترونات المنبعثة.

٣) لاحظ لينارد عند سقوط ضوء فوق بنفسجي أن مؤشر الميكرو أميتر ينحرف ويكشف عن مرور تيار كهربائي بغياب فرق جهد (بدون وجود بطارية) فاستنتج أن مصدر هذا التيار هو الكترونات ضوئية تحررت من المهبط ووصلت إلى المصعد وبالتالي تردد ضوء فوق البنفسجية مناسب.

٤) يدل انحراف مؤشر الميكروأميتر ومرور تيار ضوئي أن هذه الإلكترونات تمتلك قدراً كافياً من الطاقة الحركية (طـ) مكنتها من الوصول إلى المصعد وبالتالي $ط_{ضوء} > \Phi$ والزيادة تحولت على شكل طاقة حركية ($ط_{ضوء} = \Phi_{فلز} + ط_{(الكترون)}$)

٥) **التيار الكهروضوئي**: التيار الناتج من حركة الإلكترونات المنبعثة من المهبط والمتجهة إلى المصعد.

سؤال (٤) يوضح الشكل المجاور الدارة المستخدمة في تجربة لينارد مضاف إليها مصدر فرق جهد كهربائي متغير، تمعن الشكل ثم أجب عما يلي:

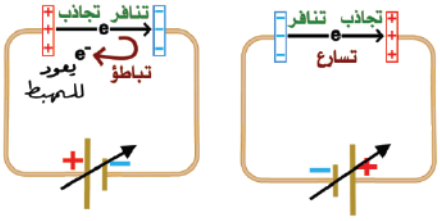


١) هل يمكن الحصول على تيار كهروضوئي بدون مصدر فرق الجهد.

٢) ما هي الغاية والهدف من استخدام وإضافة مصدر فرق الجهد المتغير.

الحل

١) نعم يمكن الحصول على تيار كهروضوئي بدون مصدر فرق الجهد وذلك من خلال سقوط ضوء مناسب على المهبط (ضوء فوق بنفسجي).

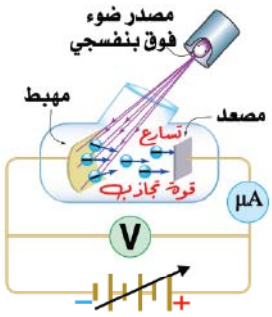


٢) الهدف والغاية: أ) تسريع الإلكترونات عند شحن المصعد بشحنة موجبة والهدف من ذلك زيادة مقدار التيار الكهروضوئي.

ب) إبطاء سرعة الإلكترونات عند شحن المصعد بشحنة سالبة والهدف من ذلك قياس الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات ومعرفة ما يسمى (جهد القطع)

إنشاء مجال كهربائي بين الصفيحتين وبالتالي التأثير بـ قوى على الإلكترونات لكي تتسارع أو تتباطئ؟

سؤال (٥) يوضح الشكل الدارة المستخدمة في تجربة لينارد والتمثيل البياني بين فرق الجهد (جـ) والتيار الكهروضوئي (جـ) تمعن الشكل والرسم وأجب عما يلي:



١) كيف تفسر زيادة التيار الكهروضوئي عند وصل المصعد بالقطب الموجب والمهبط بالقطب السالب.

٢) على ماذا يدل ثبات التيار الكهروضوئي بين النقطتين (د، هـ) بالرغم من الاستمرار في زيادة فرق الجهد بين المصعد والمهبط.

٣) وضح المقصود بـ: تيار الإشباع.

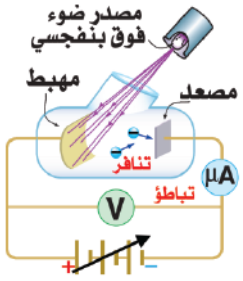
الحل

١) زيادة فرق الجهد بين المصعد والمهبط يعني وجود مجال كهربائي يؤثر بقوة كهربائية وتبذل شغلاً موجباً (تحدث تسريع للإلكترونات) على الإلكترونات ناقلاً إليها طاقة حركية وبالتالي يجذب المصعد الموجب المزيد من الإلكترونات نحوه وزيادة التيار الكهروضوئي. ت = أ نَ ع $\sqrt{\ }_e$ (تناسب طردي)

٢) هذا يعني ويدل أن الإلكترونات المتحررة من المهبط **جميعها** قد وصلت إلى المصعد وبلغ التيار الكهروضوئي قيمته العظمى وحد الإشباع حيث: ت$_{عظمى}$ = أ نَ ع $\sqrt{\ }_e$ [أ: وحدة مساحة ثابتة / نَ: جميعهم على وصول (ثبات) / ع: أقصى تسريع (ثبات)]

٣) **تيار الإشباع**: هو التيار الكهروضوئي الناتج من حركة **الإلكترونات الضوئية** جميعها المتحررة من المهبط والواصلة إلى المصعد.

سؤال (٦) يوضح الشكل الدارة المستخدمة في تجربة لينار والتمثيل البياني بين فرق الجهد (جـ) و(ت) تمعن الشكل والرسم ثم أجب عما يلي:



١) عند استخدام فرق جهد عكسي: أي وصول المصعد مع السالب والمهبط مع الموجب لوحظ أن قراءة الميكروأميتر تتناقص تدريجيًا إلى أن تصبح صفراً. كيف تفسر ذلك وعلى ماذا يدل التناقص؟

٢) متى ينعدم التيار الكهروضوئي في الخلية وماذا يسمى فرق الجهد في تلك اللحظة.

٣) اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات.

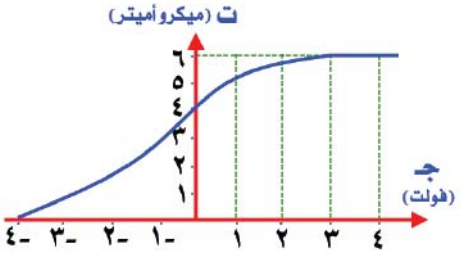
الحل

١) فرق الجهد العكسي يبذل شغلاً سالباً أي تقل طاقة حركية وبالتالي يعيق وصول بعض الإلكترونات المنبعثة إلى المصعد وبالتالي تناقص عدد الإلكترونات الواصلة إلى المصعد والتي تمتلك طـ تمكنها من التغلب على قوة التنافر وكلما **زاد فرق الجهد العكسي** تناقص عددها أكثر واستطاع الوصول فقط من يملك **أعظم طاقة حركية**. ومع تناقص قراءة الميكروأميتر والتيار الكهروضوئي تدريجياً نستنتج أن **الإلكترونات المنبعثة** تمتلك طاقات حركية مختلفة. وكلما زادت طاقاتها الحركية احتاجت إلى فرق جهد عكسي أكبر لايقافها. (ويقال زيادة الجهد بالسالب.. زيادة عددية بالسالب).

٢) ينعدم التيار عندما يكون فرق الجهد العكسي كافياً لإيقاف **أعظم** الإلكترونات طاقة حركية (طـ$_{(عظمى)}$) ويسمى (جهد القطع جـ ق).

٣) (طـ = جـ $\sqrt{\ }_e$) بشكل عام وفي تجربة لينارد نستخدم الصيغة (طـ$_{(عظمى)}$ = $\sqrt{\ }_e$ × جـ ق) شبه جامد زكي حامد

سؤال (٧) يبين الشكل المجاور تمثيلاً بيانياً للعلاقة بين فرق الجهد (جـ) في خلية كهروضوئية والتيار الكهروضوئي (ت) مستعينًا بالبيانات المثبتة على الشكل، أجب عما يلي:



١) ما قيمة كل من (تيار الإشباع، فرق جهد القطع).

٢) وضح المقصود بـ: جهد القطع (جـ$_{ق}$)

٣) ما هي أقل قيمة لفرق الجهد بين طرفي الخلية الكهروضوئية يصل فيها التيار إلى قيمته العظمى؟ فرق جهد الإشباع؟

٤) احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية بوحدة (e.v).

٥) احسب السرعة العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة.

الحل

١) ت$_{عظمى}$ = ٦ ميكروأمبير (مهارة من الرسم) جـ$_{ق}$ = -٤ فولت (مهارة من الرسم)

٢) جـ$_{ق}$: فرق جهد كهربائي عكسي يلزم لجعل التيار الكهروضوئي صفرًا واللازم لإيقاف أسرع الإلكترونات الضوئية.

٣) من الرسم يكون جـ = ٣ فولت ويمثل جهد الإشباع.

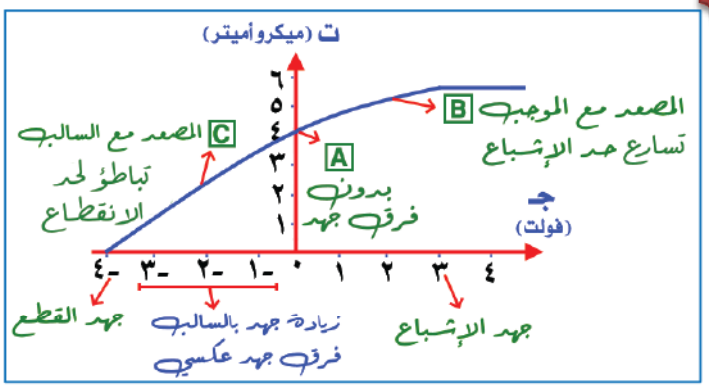
٤) (ط$_{ح}$)$_{عظمى}$ = e^{-} × جـ$_{ق}$ شبه جامد زي حامد طاقة العظمى كبيرة ... مع تحيات أبو الملازق (دودينكو)

$$= -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times -٤ = ٦,٤ \times ١٠^{-١٩} \text{ جول} \Leftarrow \text{ط}_{ح} = \frac{٦,٤ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٤ \text{ e.v}$$

لاحظ أن (ط$_{ح}$) بوحدة e.v = |جـ$_{ق}$| فولت (القيمة المطلقة أي عددياً)

٥) (ط$_{ح}$)$_{عظمى}$ = $\frac{١}{٢}$ ك ع$^{٢}_{عظمى}$ $\Leftarrow$ ع^{٢} = $\frac{٢ \text{ ط}_{ح}}{ك}$ $\Leftarrow$ ع = $\sqrt{\frac{٢ \text{ ط}_{ح}}{ك}}$ = $\sqrt{\frac{٢ \times ٦,٤ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١١ \times ١٠^{-٣١}}}$ م/ث

ملخص المرحلة الأولى من تجربة لينارد بالرسم البياني



المرحلة الثانية من تجربة لينارد

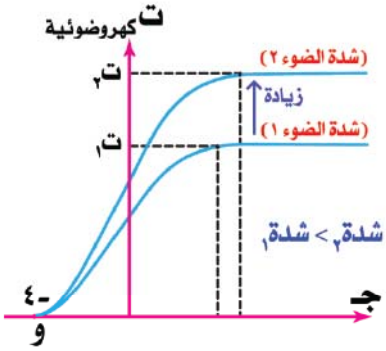
معرفة العامل الذي تعتمد عليها الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة.

هل تعتمد (ط$_{ح}$)$_{عظمى}$ على: ← لكن نفس نوع الإشعاع

- زيادة شدة الضوء: زيادة عدد الفوتونات الساقطة مع بقاء طاقة كل فوتون ثابتة وتردده ثابت.
- زيادة تردد الضوء: زيادة طاقة الفوتونات الضوئية مع بقاء عدد الفوتونات ثابت لكن ط$_{فوتون\ واحد}$ تزداد.

← تغير نوع الإشعاع

سؤال (٨) يمثل الشكل أثر شدة الضوء عند تردد معين في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية تمعن بالشكل ثم أجب عما يلي:



١) كيف يمكن عملياً في التجربة زيادة شدة الضوء.

٢) هل تعتمد الطاقة الحركية العظمى على شدة الضوء. فسر إجابتك.

٣) زيادة شدة الضوء الساقط يزيد التيار الكهروضوئي عند ثبات فرق الجهد. علل.

٤) عند زيادة شدة الضوء الساقط ما الذي يتغير في الخلية وما الذي يثبت. فسر إجابتك.

الحل

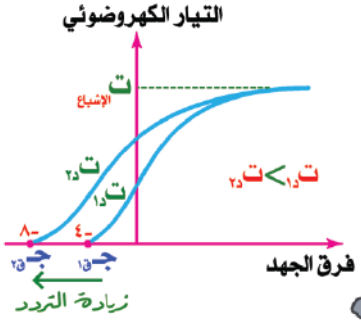
١) يمكن زيادة شدة الضوء (زيادة عدد الفوتونات الساقطة) عن طريق إضافة مصباح ضوئي آخر (مصدرين من نفس النوع)

٢) بما أن فرق جهد القطع بقي ثابت ولم يتغير رغم زيادة شدة الضوء ($طـ_{ثابت} = ه^{ثابت} \times جـ_{ق}^{ثابت}$) فهذا يعني أن الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات لم تتغير وبقيت ثابتة لذلك لا تعتمد $(طـ)_{عظمى}$ على زيادة شدة الضوء.

٣) لأن زيادة شدة الضوء يعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على المهبط وبالتالي زيادة عدد الإلكترونات الكلي (ن) الضوئية الواصلة إلى المصعد وبالتالي زيادة التيار الكهروضوئي في قيمته العظمى (زيادة تيار الإشباع).

٤) زيادة شدة الضوء تزيد تيار الإشباع بسبب زيادة عدد الإلكترونات الكلي المنبعثة من المهبط إلى المصعد لكن زيادة شدة الضوء تجعل جهد القطع والطاقة الحركية العظمى ثابتة لأن طاقة الفوتون الواحد لم تتغير وبقيت ثابتة.

سؤال (٩) يمثل الشكل أثر تردد الضوء عند شدة معينة في الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية تمعن بالشكل ثم أجب عما يلي:



١) كيف يمكن عملياً في التجربة زيادة تردد الضوء.

٢) هل تعتمد الطاقة الحركية العظمى على تردد الضوء. فسر إجابتك.

٣) زيادة تردد الضوء يزيد القيمة المطلقة لجهد القطع (زيادة بالسالب). علل.

٤) عند زيادة تردد الضوء ما الذي يتغير في الخلية وما الذي يثبت. فسر إجابتك.

الحل

١) يمكن زيادة تردد الضوء (تغير نوع الفوتونات الساقطة) عن طريق استبدال المصباح بمصباح آخر طاقته الضوئية أكبر (نوع جديد)

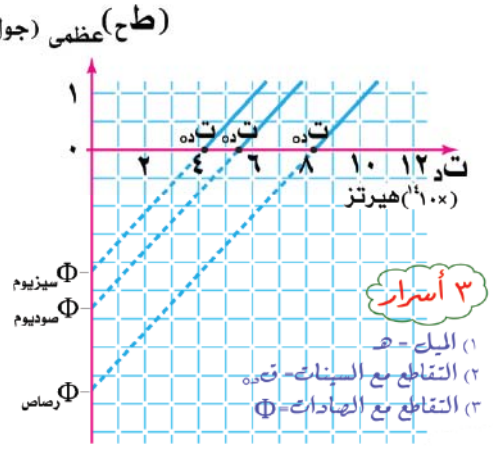
٢) نعم تعتمد وذلك لأن جهد القطع يزداد (عددياً بقيمته المطلقة) بزيادة تردد الضوء الساقط ($طـ_{زادت} = ه^{ثابتة} \times جـ_{ق}^{زاد عدديا}$) وهذا يدل أن $(طـ)_{عظمى}$ تزداد للإلكترونات. حيث زيادة تردد الضوء يعني زيادة طاقة الفوتون الواحد وبالتالي طـ (عظمى) تزداد.

٣) زيادة تردد الضوء يعني زيادة طاقة الفوتون الواحد وبالتالي سيستغل الإلكترون هذه الزيادة على شكل طاقة حركية أكبر. مما يعني أن جهد القطع يجب أن يزداد أيضاً ليتمكن من إيقاف هذه الطاقة الحركية الأعظم.

٤) زيادة التردد يزيد جهد القطع (السبب) ولكن تيار الإشباع يبقى ثابت لأن عدد الإلكترونات الكلي لم يتغير ولا يعتمد على تردد الضوء الساقط.

تجربة مليكان للتحقق من معادلة آينشتين وقياس ثابت بلانك

سؤال (١) أجرى العالم مليكان تجربة للتحقق من فرض آينشتين ومعادلته واستطاع إثباتها مستخدماً فلزات مختلفة وكان الفضل له في قياس ثابت بلانك تجريبياً فحصل على المنحنيات الموضحة في الشكل. أجب:



١) على ماذا يدل توازي الخطوط المستقيمة المرسومة.

٢) فسر مستعيناً في معادلة آينشتين الكهروضوئية أن ميل أي من هذه الخطوط يمثل ثابت بلانك ونقطة تقاطع الخط نفسه مع محور الصادات تمثل اقتران الشغل Φ

٣) كيف تفسر أن تقاطع أي من هذه الخطوط مع محور السينات يمثل تردد العتبة (ت د ٠) للفلز.

٤) أي من الفلزات الثلاث يمارس الظاهرة الكهروضوئية عند سقوط ضوء تردده (٨×١٠^١٤) هيرتز على أسطح هذه الفلزات. فسر إجابتك.

٥) وضح المقصود بكل من: ١. اقتران الشغل ٢. تردد العتبة للفلز ٣. طول موجة العتبة للفلز

الحل

١) توازي الخطوط يدل على أن ميلها متساوي وهذا الميل مساوي ثابت بلانك (هـ).

٢) هـ ت د = Φ + ط ح(عظمى) ⇦ ط ح(عظمى) = هـ ت د − Φ وهي على صورة العلاقة الرياضية.

ص = أ س + ب حيث (أ) معامل س يمثل ميل الخط المستقيم وهو (هـ) ثابت بلانك.

ط ح(عظمى) = هـ ت د − Φ (ب) المقطع الصادي و (−Φ) لذلك ظهر في المحور السالب

٣) لأن نقطة التقاطع مع محور السينات تمثل أقل تردد يلزم لتحرير الإلكترونات دون إكسابها طاقة حركية أي ط ح = صفر وهذا يقابل (ت د ٠) وأي ت د > ت د ٠ تبدأ (ط ح) قيمتها بالوجود

٤)

ت د > ت د ٠ (سيزيوم)	ت د > ت د ٠ (صوديوم)	ت د = ت د ٠ (رصاص)
١٤^١٠×٨ < ١٤^١٠×٤	١٤^١٠×٨ > ١٤^١٠×٦	١٤^١٠×٨ = ١٤^١٠×٨
يتحرر وينبعث	يتحرر وينبعث	يتحرر فقط وينبعث إذا تعرض لفرق جهد

جميعهم يمارسون الظاهرة

٥) **اقتران الشغل** (Φ): أقل طاقة يمتلكها فوتون الضوء وتلزم لتحرير الكترون من سطح الفلز دون إكسابه ط حركية

تردد العتبة للفلز (ت د ٠): أقل تردد يمتلكه فوتون الضوء ويلزم لتحرير الكترون من سطح الفلز دون إكسابه ط حركية

طول موجة العتبة للفلز (λ ع): أكبر طول موجي (أعظم "القيمة العظمى") يمتلكه فوتون الضوء ويلزم لتحرير الكترون من سطح الفلز دون إكسابه ط حركية

وصية أبدية

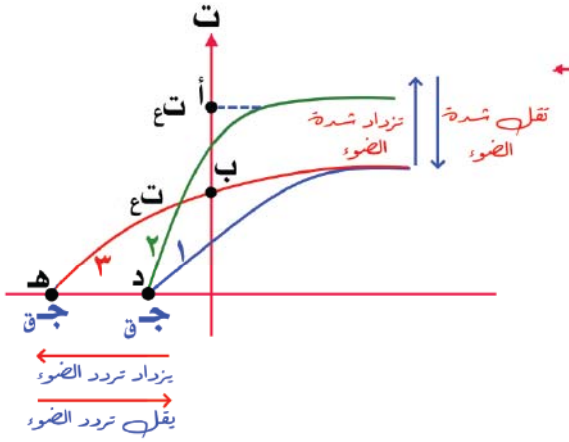
لكي يمارس الفلز الظاهرة الكهروضوئية يجب أن يكون:

١) (ط ≤ Φ) ٢) ن د ≤ ن د ٠ ٣) λ ≥ λ ع

ملخص التمثيل البياني لتجربة (لينارد)

بداية التجربة

- المنحنى (١): عند سقوط ضوء معين وفعال على مهبط الخلية الكهروضوئية.
- المنحنى (٢): عند زيادة شدة الضوء مع بقاء تردده ثابت.
  (ت إشباع: يزداد، جـ ق: يبقى ثابت).
- المنحنى (٣): عند زيادة تردد الضوء مع بقاء شدته ثابتة.
  (ت إشباع: يبقى ثابت، جـ ق: يزداد عدديا)



⚠ ماذا يحدث عند الانتقال من أ ← ب (نقصان شدة الضوء) من ب ← أ (زيادة شدة الضوء)

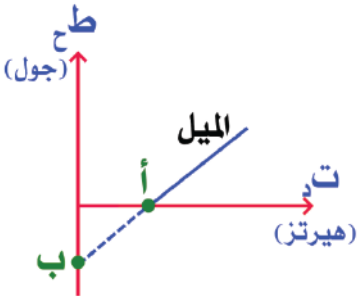
⚠ ماذا يحدث عند الانتقال من د ← هـ (زيادة تردد الضوء) من هـ ← د (نقصان تردد الضوء)

ملخص التمثيل البياني لتجربة (مليكان)

سؤال في الأشكال التالية ماذا يمثل كل من أ، ب، ميل الخط المستقيم؟

الحل

يجب دائمًا قبل حل السؤال إلقاء نظرة فاحصة إلى محور الصادات

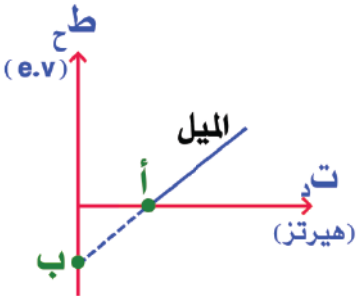


أ: $ت_{د_0}$ (هيرتز)

ب: Φ (جول)

الميل = هـ (جول.ث)

هـ = الميل ← المحاور سليمة من الفيروسات



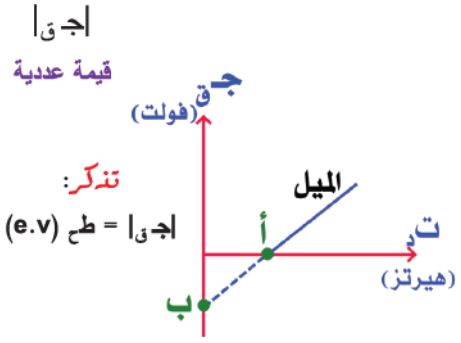
أ: $ت_{د_0}$ (هيرتز)

ب: Φ (e.v)

هـ = الميل × ν_e (جول.ث)

الميل = $\frac{هـ}{\nu_e}$

محور الصادات يحتاج علاج (فايروس) لذلك نضرب في ν_e



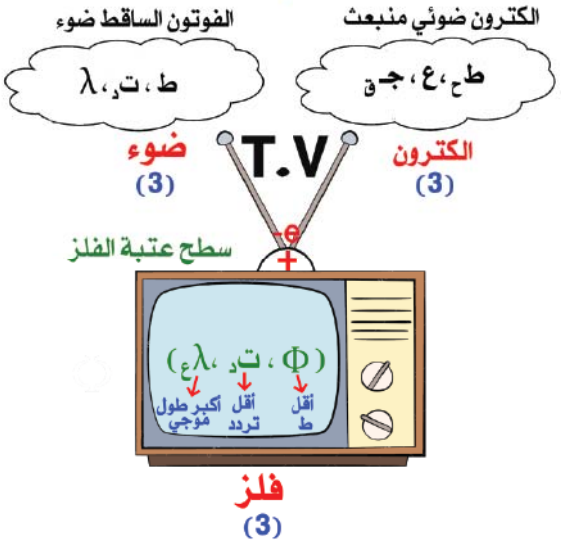
أ: $ت_{د_0}$ (هيرتز)

ب: Φ (e.v)

هـ = الميل × ν_e (جول.ث)

الميل = $\frac{هـ}{\nu_e}$

برنامج التلفزيون (TV) دودينكو (3×3×3) ثلاثيات

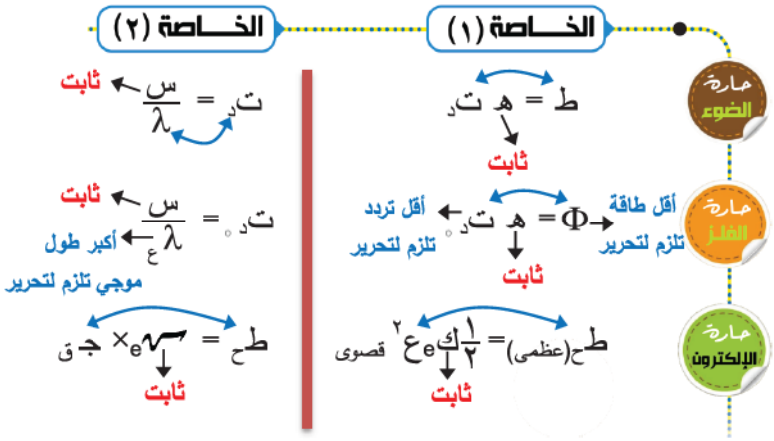


- المعادلات الخاصة (تستخدم عند معرفة أي معلومة "الفساد" في أي "حارة")

المعادلة العامة

ط ضوء = Φ فلز + طح (الكترون)

هاظ في ضوء — دفع كفالة فلز — علشان (يحرك الكترون)



- عند معرفة فساد واحد من أي حارة يمكن معرفة كل معلومات الحارة:

مثل علم تد(ضوء) ⇦ نعلم ط، λ ، خ من الخاصة دون العامة

- عند غياب أي فساد (عدم معرفة معلومة من أي حارة: حارة فش فيها فسادين) تحول على المخابرات العامة وتكفكف (كفوف). نستخدم معادلة آينشتين الكهروضوئية العامة

طضوء = Φ فلز + طح(الكترون) ⇦ لا تنسى كفف وبتفرط فرط

أمثلة متنوعة على الظاهرة الكهروضوئية

اعتبر: هـ = ٦,٦ × ١٠^-٣٤ جول.ث س = ٣ × ١٠^٨ م/ث $\lambda_{ع}$ = ١,٦ × ١٠^-١٩ كولوم ك$_{ع}$ = ٩,١ × ١٠^-٣١

مثال (١) سقط ضوء طاقته (١٣,٢ × ١٠^-١٩)جول على مهبط خلية كهروضوئية إذا علمت أن اقتران الشغل لفلز المهبط (٦,٦ × ١٠^-١٩) جول أجب عما يلي:

١. احسب تردد الضوء الساقط.
٢. احسب طول موجة الضوء الساقط.
٣. احسب تردد العتبة للفلز.
٤. احسب طول موجة العتبة.
٥. احسب الطاقة الحركية للإلكترونات المنبعثة.
٦. احسب جهد القطع (فرق الجهد العكسي اللازم لقطع التيار).
٧. احسب السرعة القصوى للإلكترونات المنبعثة.

الحل

١. ط = هـ ت$_{د}$ ⇦ ت$_{د}$ = $\frac{ط}{هـ}$ = $\frac{١٣,٢ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ = ٢ × ١٠^١٥ هيرتز

٢. ت$_{د}$ = $\frac{س}{\lambda}$ ← OR ← λ = $\frac{س}{ت_{د}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٢ \times ١٠^{١٥}}$ = ١,٥ × ١٠^-١٧ م

٣. Φ = هـ ت$_{د_{ه}}$ ⇦ ت$_{د_{ه}}$ = $\frac{Φ}{هـ}$ = $\frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ = ١ × ١٠^١٥ هيرتز

٤. ت$_{د_{ه}}$ = $\frac{س}{\lambda_{ع}}$ ⇦ $\lambda_{ع}$ = $\frac{س}{ت_{د_{ه}}}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{٨}}{١ \times ١٠^{١٥}}$ = ٣ × ١٠^-٧ م

٥. ط = Φ + ط$_{ح}$ ⇦ ط − Φ = ط$_{ح}$ وبالتالي ط$_{ح}$ = ط − Φ = ١٣,٢ × ١٠^-١٩ − ٦,٦ × ١٠^-١٩ = ٦,٦ × ١٠^-١٩ جول

٦. (ط$_{ح}$)$_{ع}$ = $\lambda_{ع}$ × جـ ق ⇦ جـ ق = $\frac{ط_{ح}}{\lambda_{ع}}$ = $\frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{-١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = $-\frac{٦٦}{١٦}$ فولت

٧. ط$_{ح}$ = $\frac{١}{٢}$ ك$_{ع}$ ع^{٢} ⇦ ع = $\sqrt{\frac{٢ ط_{ح}}{ك}}$ = $\sqrt{\frac{٢ \times ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١١ \times ١٠^{-٣١}}}$ م/ث

مثال (٢) أسقط ضوء على سطح فلز اقتران الشغل له $٣,٩ \times ١٠^{-١٩}$ جول، فانطلقت منه الكترونات ضوئية بطاقة حركية عظمى مقدارها $(٢,٧ \times ١٠^{-١٩}$ جول). احسب:

١) تردد الضوء الساقط. ٢) جهد القطع.

٣) اكبر طول موجي يلزم لتحرير الكترونات من سطح الفلز.

الحل

١) $ط = \Phi + ط_{ح}$

$هـ ت_د = ٣,٩ \times ١٠^{-١٩} + ٢,٧ \times ١٠^{-١٩}$

$\left\{\begin{matrix} ٢,٧ \\ +\ ٣,٩ \\ \hline ٦,٦ \end{matrix}\right.$

$\frac{هـ}{هـ} ت_د = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{هـ} \Leftarrow ت_د = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}} = ١ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

٢) $(ط_{ح})_ع = e_{ع} \times ج_ق \Leftarrow ج_ق = \frac{ط_{ح}}{e_{ع}} = \frac{٢,٧ \times ١٠^{-١٩}}{-١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = -\frac{٢٧}{١٦}$ فولت

٣) $\Phi = هـ ت_{د_ه} = هـ \frac{س}{\lambda_ع} \Leftarrow \lambda_ع = \frac{هـ س}{\Phi} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{٣,٩ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{١٩٨}{٢٧} \times ١٠^{-٧}$ م

مثال (٣) سقط ضوء طول موجته ٣٠ نم على فلز مهبط خلية كهروضوئية، فانطلقت الكترونات من سطحه إذا علمت أن جهد القطع $-\frac{١}{١,٦}$ فولت ، احسب: ١) تردد الضوء ٢) تردد العتبة

الحل

١) $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٣٠ \times ١٠^{-٩}} = ١ \times ١٠^{١٦}$ هيرتز

٢) $ط = \Phi + ط_{ح}$ افرط يا كبيبيير (كفكفوهم)

$هـ ت_د = هـ ت_{د_ه} + e_{ع} \times ج_ق$

$٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٦} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_{د_ه} + (-١,٦ \times ١٠^{-١٩}) \times (-\frac{١}{١,٦})$

$٦,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_{د_ه} + ١ \times ١٠^{-١٩}$

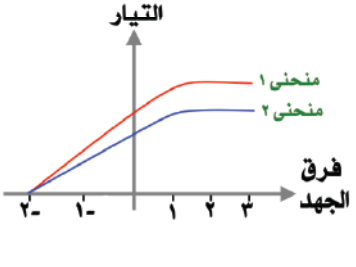
$٥,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_{د_ه} \Leftarrow ت_{د_ه} = \frac{٥,٦}{٦,٦} \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

المهبط

مثال (٤) في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية، أُسقط ضوء تردده (١×١٠^{١٥}) هيرتز على باعث الخلية وعند تمثيل العلاقة بين الجهد والتيار بيانياً حصلنا على المنحنى (١) المبيّن في الشكل. معتمدًا عليه أجب عما يأتي:

١) احسب اقتران الشغل لمادة اللوح الباعث.

٢) عند تكرار التجربة تم إضافة مصدر ضوئي (٢) آخر فحصلنا على المنحنى (٢) في الشكل. قارن بين المنحنيين من حيث تردد الضوء الساقط وشدّته.



الحل

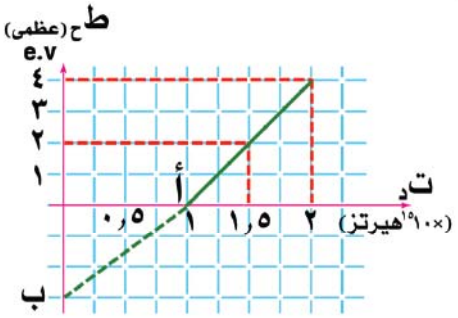
١) $ط = \Phi + ط_{ح} \Leftarrow \Phi_{فلز} = ط_{ضوء} - ط_{ح(الكترون)}$

$= هـ ت_د - e_{ع} \times ج_ق = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٥} - (-١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times -٢)$

$\Phi_{فلز} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩} - ٣,٢ \times ١٠^{-١٩} = ٣,٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول

٢) تردد الضوء في كل من المنحنيين متساوي لكن شدة الضوء في المنحنى (١) أكبر من شدته في منحنى (٢).

مثال (٥) الرسم البياني المجاور يمثل العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على سطح فلز والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المتحررة. معتمدًا على الرسم البياني أجب عمّا يأتي:



١. ماذا تمثل كل من النقطتين (أ) و (ب)؟

٢. احسب ميل الخط المستقيم.

٣. ماذا يمثل ميل الخط المستقيم؟ وما وحدة قياسه؟

٤. احسب فرق جهد القطع عندما يسقط ضوء تردده (٢×١٠^{١٥}) هيرتز على سطح الفلز.

الحل

١. أ: تردد العتبة للفلز ($ت_{د_{ه}}$) ب: اقتران الشغل (Φ)

٢. الميل $= \frac{\Delta ص}{\Delta س} = \frac{\Delta ط_ح}{\Delta ت_د} = \frac{(٤-٢)\times١,٦\times١٠^{-١٩}}{(٢,٥-٢)\times١٠^{١٥}} = \frac{٣,٢}{\frac{١}{٢}}\times١٠^{-٣٤} = ٦,٤\times١٠^{-٣٤}$ جول/هيرتز

ثابت تجريبي (تقريبي)

٣. الميل = ثابت بلانك = هـ ويقاس بوحدة جول.ث أو جول/هيرتز حيث هيرتز $= \frac{١}{ث}$

٤. من الرسم ٢×١٠^{١٥} هيرتز (يقابل) ٤ e.v وبالتالي ($ط_{ح\ عظمى}$) $= ٤\times١,٦\times١٠^{-١٩} = ٦,٤\times١٠^{-١٩}$ جول

لكن ($ط_{ح\ عظمى}$) $= ه\nu \times$ جـ ق $\Leftarrow$ جـ ق $= \frac{ط_ح}{ه\nu} = \frac{٦,٤\times١٠^{-١٩}}{-١,٦\times١٠^{-١٩}} = -٤$ فولت

AWA2EL LEARN 2 BE

ثانيا تفسير الفيزياء الكلاسيكية للظاهرة الكهروضوئية ومقارنته مع فيزياء الكم ونتائج تجربة لينارد

سؤال (١) تفترض الفيزياء الكلاسيكية أن الضوء موجات كهرومغناطيسية تحمل طاقة تزداد بزيادة شدة الضوء ولا تعتمد على تردده حيث وجد ان النتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية لتجربة لينارد تتعارض مع تنبؤات الفيزياء الكلاسيكية.

أجب عما يلي:

أولا: قارن بين تنبؤات الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي للضوء) والنتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية.

ثانيا: قارن بين الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي للضوء) والفيزياء الحديثة (النموذج الكمي للضوء) .

من حيث : ١. تفاعل الضوء مع الإلكترون ٢. شرط تحرر الإلكترون وممارسة الظاهرة الكهروضوئية.

٣. المدة الزمنية لانبعاث الإلكترونات الضوئية ٤. العامل الذي تعتمد عليه $(ط_{حـ})_{عظمى}$ للإلكترونات.

الحل هذه الصفحة مش بصم مرفي وإنما فهم واستنتاج فقط

تنبؤات وتوقعات الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي للضوء)

* الإلكترونات تمتص الطاقة من الموجات الكهرومغناطيسية على نحو مستمر فمن المتوقع أن زيادة شدة الضوء الساقط تعني زيادة معدل امتصاص الإلكترونات للطاقة مما يكسبها طاقة حركية أكبر ولا علاقة بين تردد الضوء الساقط و$(ط_{حـ})_{عظمى}$
* من المتوقع عند سقوط ضوء ذي شدة عالية على فلز أن تتحرر منه الكترونات بغض النظر عن تردد الضوء الساقط عليه أي يمكن تحرر الكترونات من سطح الفلز مهما كان تردد الضوء.
* من المتوقع أن يحتاج الإلكترون إلى بعض الوقت لامتصاص الطاقة الكافية وتجميعها ليتحرر من الفلز خاصة إذا كان الضوء خافت وشدته قليله.

ما نقضته نتائج تجربة الظاهرة الكهروضوئية

* تبين من تجربة لينارد أن الطاقة الحركية العظمى تعتمد فقط على تردد الضوء الساقط ولا تعتمد على شدته (**التناقض الأول**).
* تبين من التجربة أنه لا تتحرر الإلكترونات من الفلز إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة للفلز مهما بلغت شدة الضوء الساقط (**التناقض الثاني**).
* تبين من التجربة أن الإلكترونات تنبعث فور سقوط ضوء ذي تردد معين على الفلز (**التناقض الثالث**).

وجه المقارنة	الفيزياء الكلاسيكية (النموذج الموجي)	الفيزياء الحديثة (النموذج الكمي) (تفسير اينشتين)
١ تفاعل الضوء مع الإلكترون.	* تمتص الإلكترونات الطاقة الضوئية على نحو مستمر.	* يعطى الفوتون الواحدة طاقته كاملة لإلكترون واحدة (ليس مستمر).
٢ شرط تحرر الإلكترونات وممارسة الظاهرة الكهروضوئية.	* يتحرر الإلكترون عند سقوط ضوء ذي شدة عالية على الفلز بغض النظر عن تردد الضوء الساقط.	* يتحرر الإلكترون عند سقوط ضوء تردده أكبر من تردد العتبة للفلز بغض النظر عن شدة الضوء الساقط.
٣ المدة الزمنية لانبعاث الإلكترونات الضوئية.	* يحتاج الإلكترون لبعض الوقت لامتصاص الطاقة الكافية وتجميعها ليتحرر من الفلز.	* يتحرر وينبعث الإلكترون فورًا إذا كان تردد الضوء الساقط أكبر من تردد العتبة للفلز.
٤ العامل الذي تعتمد عليه $(ط_{حـ})_{عظمى}$ للإلكترونات	* تعتمد $(ط_{حـ})_{عظمى}$ على شدة الضوء الساقط.	* تعتمد $(ط_{حـ})_{عظمى}$ على تردد الضوء الساقط.

ثالثا تفسير فيزياء الكم للتجربة

على لسان آينشتين

سؤال (١) قدم العالم آينشتين فرضاً لتفسير الظاهرة الكهروضوئية مؤكداً مفهوم تكمية الطاقة الذي افترضه ماكس بلانك، اذكر هذا الفرض بالكلمات وعبر عنه بمعادلة رياضية؟

الحل

افترض آينشتين أن طاقة الضوء تتركز في حزم منفصلة (أي كمات) وأسماها (فوتونات) حيث كل فوتون يحمل طاقة مقدارها (هـ تـد) وعند سقوط الضوء على سطح الفلز، فإن الفوتون الواحد يعطى طاقته كاملة إلى الكترون واحد فقط. فيتحرر من ارتباطه بذرات الفلز بجزء من طاقة الفوتون وينطلق بما تبقى على صورة طاقة حركية عظمى.

ملقط: $ط = \Phi + ط_{ح}$

مراجعة عامة: $[ط_{فوتون} = \Phi_{فلز} + ط_{ح(عظمى)}]$ تسمى: معادلة أينشتين الكهروضوئية (هاظ في فوتون دفع كفالة لفلز علشان يحرك الكترون)

$هـ تـد = هـ تـد_{ه} + \frac{1}{2} ك ع^2_{عظمى}$ وتجريبيًا من تجربة لينارد ($ط_{ح عظمى} = ٧_{ه} \times جـ ق$)

سؤال (٢) كيف فسر اينشتين حسب فرضه ومعادلته كل مما يلي من النتائج التجريبية للظاهرة الكهروضوئية (تجربة لينارد)

١) عدم تحرر الكترونات من سطح فلز عند سقوط ضوء معين عليه.

٢) التحرر والانبعاث الفوري للإلكترونات من سطح فلز عند سقوط ضوء مناسب عليه.

٣) اثر زيادة شدة الضوء وزيادة تردد الضوء على الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات وعلى تيار الإشباع.

٤) انبعاث الإلكترونات الضوئية بسرعات مختلفة من سطح الفلز.

AWA2EL LEARN 2 BE

الحل

١) وفق معادلة آينشتين فإن أقل طاقة يمتلكها فوتون تلزم لتحرير الكترون من سطح فلز، يجب أن تساوي اقتران الشغل للفلز لذا لن تتحرر الكترونات من سطح الفلز إذا كان تردد الضوء الساقط أقل من تردد العتبة حيث: $\Phi = هـ تـد_{ه}$ $ط < \Phi$ ، $تـد < تـد_{ه}$

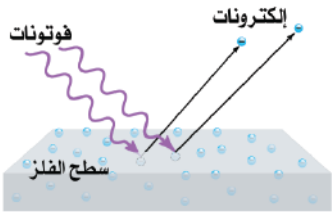
٢) إذا كانت طاقة الفوتون أكبر من اقتران الشغل للفلز ($ط_{فوتون} > \Phi$) فإن الإلكترون يتحرر وينبعث فور سقوط الفوتون ممتلكاً طاقة حركية.

٣) * زيادة شدة الضوء الساقط على سطح الفلز، مع بقاء تردده ثابتاً، تعني أن عدد الفوتونات الساقطة في الثانية على وحدة المساحة يزداد، وحيث ان كل الكترون يتحرر ويمتص فوتوناً واحداً فقط، فإن عدد الإلكترونات الضوئية المتحررة والمنبعثة في الثانية يزداد، وبالتالي يزداد التيار الكهروضوئي وتيار الإشباع، إلا أن $(ط_{ح})_{عظمى}$ للإلكترونات الضوئية لا تتغير بسبب عدم تغير جـ ق عند ثبات ($تـد$).

* زيادة تردد الضوء على سطح الفلز مع بقاء شدته ثابتة فإنها تعني أن طاقة الفوتون الواحد تزداد ($ط_{فوتون} = هـ تـد$) أي أن $(ط_{ح})_{عظمى}$ تزداد للإلكترونات الضوئية فتزداد (جـ ق) إلا أن العدد الكلي للإلكترونات المتحررة لا يتغير، لأن عدد الفوتونات لم يتغير، فلا يتغير تيار الإشباع.

٤) معظم حجم الذرة فراغ وسطح الفلز يصل إلى عمق مئات الذرات، لذا تتفاوت ذرات السطح في العمق داخل نفس السطح (سطح، داخل السطح)

- عند سقوط الفوتونات على الفلز يصطدم بعضها بذرات السطح الخارجي وبعضها الآخر يصل إلى الذرات الأعمق داخل السطح.
- وبما أن الفوتونات تحمل المقدار نفسه من الطاقة (هـ تـد) عند تردد معين للضوء واقتران الشغل Φ متساوي لجميع ذرات الفلز فإن الإلكترونات المتحررة من ذرات السطح الخارجية تتحرر ممتلكه ($ط_{ح}$) عظمى نفسها لأنها لم تعاني تصادمات ولم تفقد من طاقتها الحركية شيء.
- أما الإلكترونات المتحررة من ذرات داخل السطح الأعمق فإنها تصطدم بالذرات التي تقع في طريق خروجها فاقدة جزء من طاقتها الحركية وبالتالي يعتمد الجزء المفقود على العمق لذلك تختلف الإلكترونات في $ط_{ح}$ وكذلك سرعتها عن الانبعاث من الفلز.



ورقة عمل ٢

اختبر نفسك

هـ = ٦,٦ × ١٠^-٣٤ جول.ث س = ٣ × ١٠^٨ م/ث $\overline{\lambda}_e$ = ١,٦ × ١٠^-١٩ كولوم ك$_e$ = ٩,١ × ١٠^-٣١ كغم

Home Work ١

سقط ضوء طول موجته (٢٥٠ × ١٠^-٩) م على سطح فلز، فإذا وجد أن فرق جهد القطع للفلز حينئذ يساوي (٢) فولت، فاحسب ما يأتي:

١) الطاقة الحركية العظمى للإلكترون المنبعث من سطح الفلز بوحدة (الجول).

٢) اقتران الشغل لهذا الفلز.

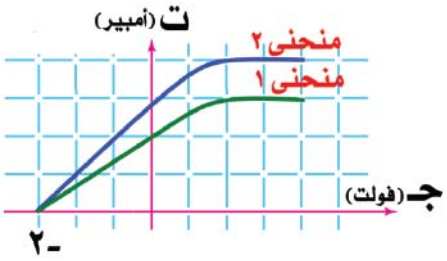
Home Work ٢

عند زيادة شدة الضوء الساقط على باعث الخلية الكهروضوئية ، ما الذي يحدث لكل مما يلي "مفسراً إجابتك لكل حالة":

١) تيار الخلية. ٢) فرق جهد القطع

Home Work ٣

في تجربة لدراسة الظاهرة الكهرضوئية، أُسقط ضوء تردده (١ × ١٠^١٥) هيرتز على باعث الخلية، وعند تمثيل العلاقة البيانية بين الجهد الكهربائي والتيار الكهربائي أُعطيت كما في الرسم البياني المجاور. معتمداً على الرسم البياني، ومستعيناً بتفسير آينشتاين للظاهرة الكهروضوئية، أجب عمّا يأتي:



١) كيف تفسّر ظهور منحنيين في الرسم البياني؟

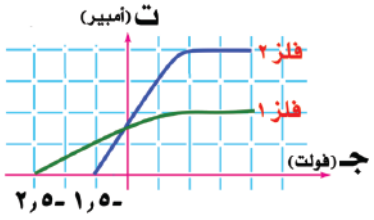
٢) احسب اقتران الشغل (Φ) للفلز.

٣) لماذا تكون عملية امتصاص الطاقة ليست مستمرة؟

٤) ما سبب تفاوت الطاقة الحركية للإلكترونات المتحررة؟

Home Work ٤

الرسم المجاور يمثّل العلاقة البيانية بين تيار الخلية الكهروضوئية وفرق الجهد الكهربائي لفلزين مختلفين (١)، (٢)، أجب عما يأتي:



١) أي المنحنيين يمثّل الشعاع الساقط الأكثر شدّة ؟ ولماذا ؟

٢) احسب تردد العتبة للفلز (٢). إذا كان طول موجة الشعاع الساقط (٦ × ١٠^-٧)م

٥ Home Work

يبيّن الشكل المجاور العلاقة بين تردد ضوء يسقط على فلزين (١)، (٢) والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة، معتمداً على الشكل وبياناته، أجب عما يأتي:

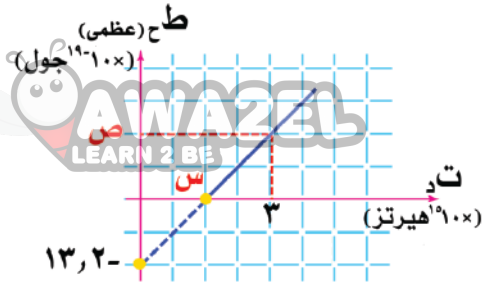
١) أي الفلزين يتطلب طاقة أقل لتحرير الإلكترونات من سطحه؟ ولماذا؟

٢) على ماذا تدلّ النقطة (س)؟

٣) احسب مقدار (ص).

٤) اذا سقط ضوء طول موجته (٤٠٠) نم على كل من الفلزين، بيّن أي الفلزين ستنبعث منه الإلكترونات. ثم احسب الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة.

٦ Home Work

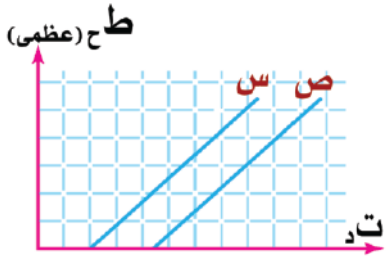


يمثّل الشكل المجاور العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على باعث خلية كهرضوئية والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المتحررة. بالاعتماد على القيم المثبتّة في الشكل أجب عمّا يأتي:

١) ما مقدار كل من (س ، ص)؟

٢) كيف يمكن زيادة شدّة التيار في الخلية الكهرضوئية؟

٧ Home Work



يوضح الشكل المجاور العلاقة البيانية بين تردد الضوء الساقط على فلزين مختلفين (س، ص) والطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة، أجب عمّا يأتي:

١) أي الفلزين (س، ص) طول موجة العتبة له أكبر؟ فسّر إجابتك.

٢) إذا سقط ضوء له التردد نفسه على الفلزين، وانبعثت إلكترونات من كل منهما، فأي الفلزين تنبعث منه إلكترونات ممتلكة طاقة حركية أكبر؟ فسر إجابتك.

٣) فسر: يتساوى ميل المنحنيين الممثلين للفلزين.

٨ Home Work

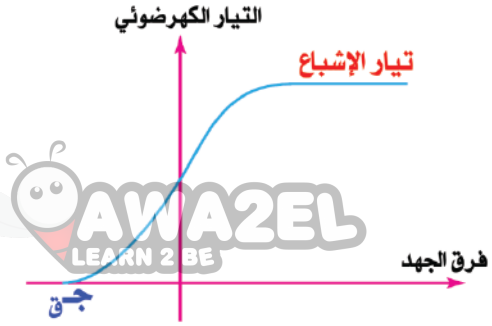
سقطت حزمتان من الضوء بترددين مختلفين ($ت_{د_١}$ ، $ت_{د_٢}$) على سطحين فلزيّين مختلفين (س، ص) على الترتيب، بحيث $\Phi_{س} > \Phi_{ص}$، فإذا كانت الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات المنبعثة منهما متساوية، فأي الحزمتين ترددها أكبر؟ وضح إجابتك.

Home Work ٩

سقط ضوء تردده ($١٠^{١٥}$) هيرتز على سطحين فلزيّين مختلفين (أ، ب)، فتحررت إلكترونات ضوئية من السطح (أ) من غير طاقة حركية بينما لم تتحرر من السطح (ب) أي إلكترونات. ناقش هذه النتائج مستندًا إلى معادلة آينشتين الكهروضوئية، ثمّ بين كيف تتغيّر النتيجة المتعلقة بالسطح (أ) إذا سقط عليه ضوء طول موجته أقصر.

Home Work ١٠

يبين الشكل المجاور التمثيل البياني لفرق الجهد بين المهبط والمصعد والتيار الكهروضوئي في خلية كهرضوئية. بيّن أثر ما يأتي على كلّ من تيار الإشباع وجهد القطع:



أ) إذا زاد تردد الضوء الساقط.

ب) إذا زادت شدة الضوء الساقط.

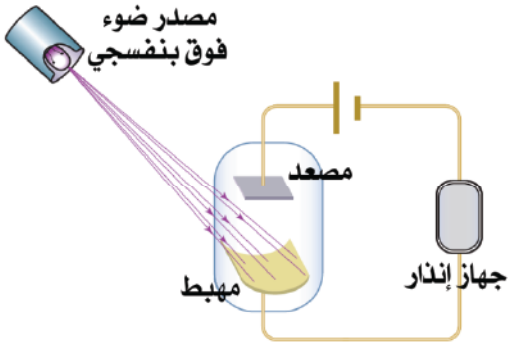
ج) إذا زاد الطول الموجي للضوء الساقط.

Home Work ١١

إذا كان اقتران الشغل لفلز يساوي Φ ، هل يمكن لفوتونين طاقة كل منهما ($\frac{١}{٢}\Phi$) تحرير إلكترون واحد من سطح الفلز؟ وضح إجابتك.

Home Work ١٢

يوضح الشكل رسمًا تخطيطياً لأحد أجهزة الإنذار ضد السرقة، الذي يعد أحد التطبيقات العملية على الظاهرة الكهرضوئية. يصدر عن الجهاز صوت تحذيري إذا حدث قطع في مسار الأشعة فوق البنفسجية، ادرس الشكل، وأجب عن الأسئلة الآتية:



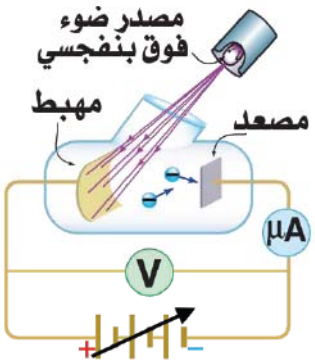
أ) ما وظيفة كل من المهبط والمصعد في الخلية الكهرضوئية؟

ب) صف ما يحدث في الخلية الكهرضوئية عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية على المهبط، وعند حدوث قطع في مسار الأشعة.

ج) هل يتأثر عمل الجهاز إذا زاد تردد الأشعة الساقطة على المهبط أو زادت شدتها؟ وضح إجابتك.

Home Work ١٣

من خلال دراستك لتجربة لينارد لدارة الخلية الكهروضوئية المبينة في الشكل المجاور، أجب عما يلي:



أولاً: على ماذا يعتمد كل من: أ) تيار الإشباع

ب) الطاقة الحركية العظمى للإلكترونات الضوئية المنبعثة.

ثانياً: كيف استنتج لينار أن الإلكترونات المتحررة متفاوتة في طاقتها الحركية وكيف فسر أينشتين هذه النتيجة.

ثالثاً: كيف تفسر كل مما يلي:

١) انحراف مؤشر الميكروأميتر عند سقوط ضوء على صفيحة المهبط.

٢) تزداد قراءة الميكروأميتر بزيادة شدة الضوء الساقط على المهبط.

٣) ثبات جهد القطع رغم زيادة شدة الضوء.

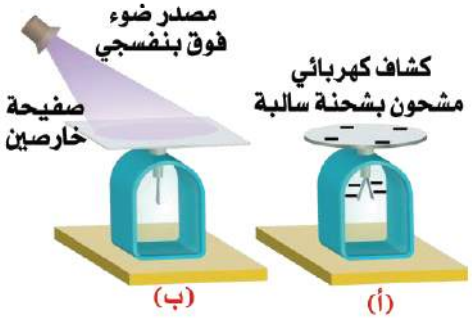
٤) ثبات تيار الإشباع رغم زيادة تردد الضوء.

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ١٤

مهم جدًا وسهل جدًا

يمثل الشكل المجاور صفيحة خارصين مشحونة بشحنة سالبة ومتصلة مع ورقتي كشاف كهربائي تمعن الشكل ثم أجب عما يلي:



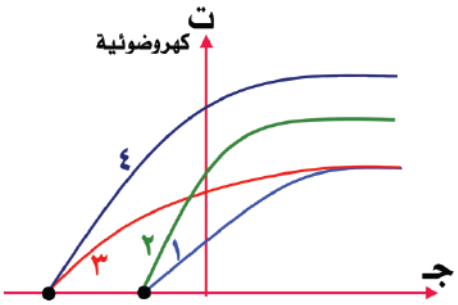
أ) على ماذا يدل انفراج ورقتي الكشاف في الشكل (أ)؟

ب) كيف تفسر انطباق ورقتي الكشاف بعد إسقاط ضوء فوق بنفسجي على صفيحة الخارصين في الشكل (ب)؟

Home Work ١٥

إذا علمت أن المنحنى (١) يمثل أول تجربة في خلية كهروضوئية استخدم الكلمات (تزداد، تقل، تبقى ثابتة). لإكمال الجدول التالي: (المرجع هو المنحنى ١)

رقم المنحنى	شدة الضوء	تردد الضوء
منحنى (٢)		
منحنى (٣)		
منحنى (٤)		



إجابة ورقة عمل (٢)

Home Work ١

١) $ط_{ح} = ـــ_{e} \times جـ_{ق} = -١٠\times١,٦^{-١٩-} \times -٢ = ١٠\times٣,٢^{-١٩-}$ جول

٢) $ط = \Phi + ط_{ح} \Leftarrow \Phi = ط - ط_{ح}$

$$\Phi = هـ ت_{د} - ط_{ح} = هـ \frac{س}{\lambda} - ١٠\times٣,٢^{-١٩-} = ١٠\times٦,٦^{-٣٤-} \times \frac{٣\times١٠^{٨}}{٢٥٠\times١٠^{-٩}} - ١٠\times٣,٢^{-١٩-}$$

$$\Phi = ١٠\times٧,٩٢^{-١٩-} - ١٠\times٣,٢^{-١٩-} = ١٠\times٤,٧٢^{-١٩-}$$ جول

Home Work ٢

١) يزداد التيار الكهروضوئي، بزيادة شدة الضوء يزداد عدد الفوتونات الساقطة وبالتالي يزداد عدد الإلكترونات المتحررة.

٢) يبقى ثابت، لان $جـ_{ق}$ يعتمد على تردد الضوء وزيادة شدة الضوء لا تزيد من $ط_{الفوتون}$ الواحد.

AWA2ES LEARN 2 BE

Home Work ٣

١) بسبب تغير شدة الضوء الساقط وزيادته مع بقاء التردد ثابت.

٢) $ط = \Phi + ط_{ح}$

$\Phi = ط - ط_{ح} = هـ ت_{د} - ـــ_{e} \times جـ_{ق}$

$= ١٠\times٦,٦^{-٣٤-} \times ١\times١٠^{١٥} - (-١٠\times١,٦^{-١٩-} \times -٢) = ١٠\times٣,٤^{-١٩-}$ جول

٣) لأن الفوتون الواحد يعطي طاقته كاملة لإلكترون واحد فقط.

٤) بسبب اختلاف مواقعها (على السطح أو من طبقة داخل السطح).

Home Work ٤

١) منحنى فلز (٢): لأن التيار يزداد بزيادة شدة الضوء الساقط وبالتالي التيار للفلز (٢) أكبر منه للفلز (١).

٢) $ط = \Phi + ط_{ح}$

$هـ \frac{س}{\lambda} = هـ ت_{د_{ه}} + ـــ_{e} \times جـ_{ق}$

$١٠\times٦,٦^{-٣٤-} \times \frac{٣\times١٠^{٨}}{١٠\times٦^{-٧-}} = ١٠\times٦,٦^{-٣٤-} \times ت_{د_{ه}} + (-١٠\times١,٦^{-٩-} \times -١,٥)$

$ت_{د_{ه}} = \frac{١٠\times٠,٩^{-١٩-}}{١٠\times٦,٦^{-٣٤-}} = \frac{٣}{٢٢} \times ١٠^{١٥}$ هيرتز

٥ Home Work

١) الفلز (١)، لأن $ت_{د_0}$ له أقل وبالتالي Φ (اقتران شغل أقل).

٢) تدل (س) على تردد العتبة للفلز (١).

٣) ص = Φ_2 = هـ $ت_{د_0}$ = $٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ١ \times ١٠^{١٥}$ = $٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٤) $ت_د = \frac{س}{\lambda} = \frac{٣ \times ١٠^{٨}}{٤٠٠ \times ١٠^{-٩}} = ٠,٧٥ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز للضوء.

سينبعث $ت_د > ت_{د_0}$ (١) $ت_د < ت_{د_0}$ (٢) لا ينبعث

سينبعث من الفلز (١) ط = Φ + $ط_ح$ ومنه:

$ط_ح$ = ط − Φ = هـ $ت_د$ − هـ $ت_{د_0}$ (١)

= $٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٠,٧٥ \times ١٠^{١٥} - ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٠,٥ \times ١٠^{١٥}$ = $١,٦٥ \times ١٠^{-١٩}$ جول

AWA2EL LEARN 2 BE

٦ Home Work

١) Φ = هـ $ت_{د_0}$

$١٣,٢ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ت_{د_0}$ ⇦ $ت_{د_0} = ٢ \times ١٠^{١٥}$ هيرتز مقدار (س)

$ط_{فوتون} = \Phi_{فلز} + ط_{ح(الكترون)}$

$ط_ح = ط - \Phi$ = هـ $ت_د$ − Φ = $٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{١٥} - ١٣,٢ \times ١٠^{-١٩}$

$ط_ح = ١٩,٨ \times ١٠^{-١٩} - ١٣,٢ \times ١٠^{-١٩} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول.

٢) عن طريق زيادة شدة الضوء الساقط شرط $ت_د > ت_{د_0}$

٧ Home Work

١) (س)، لان $(ت_{د_0})_س > (ت_{د_0})_ص$ لذلك.

٢) من معادلة آينشتين $ط_{فوتون} = \Phi + ط_ح$ حيث:

$ط_ح = ط_{فوتون} - \Phi$ ← س أقل (ت$_د$ ثابت لذلك $ط_{فوتون}$ ثابت)

ثابت لهما ← ص أكبر

بما أن الفلز (س) $ت_{د_0}$ و Φ له أقل لذلك $(ت_{د_0})_س < ت_{د_0 ص}$ ⇦ $\Phi_س < \Phi_ص$)

سيكون نصيبه من الطاقة الحركية أكبر

٣) لأن ميل الخط المستقيم لأي من المنحنيين ثابت ويمثل ثابت بلانك.

Home Work ٨

من معادلة آينشتين ط = Φ + طح ⇦ هـ تد = Φ + طح

(هـ تد)١ = Φس + طح١

(هـ تد)٢ = Φص + طح٢

بما أن طح١ = طح٢ و Φس > Φص ، فهذا يعني أن تد١ > تد٢

Home Work ٩

من معادلة آينشتين ط = Φ + طح ⇦ طح = ط − Φ

(طح)ا = هـ تد − هـ تدo = صفر (لذلك تحرر) ⇦ تد = تدo = ١٠^١٥ هيرتز

أما السطح (ب) فأكيد تد < تدo لذلك لم تتحرر منه الإلكترونات عند سقوط طول موجته أقصر من الأول (أقل) فإنه حسب العلاقة تد = س/λ ⇦ يكون تردده أكبر وبالتالي يصبح تد > تدo ووفق معادلة آينشتين تنبعث من السطح (أ) الكترونات بطاقة حركية.

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ١٠

أ) تيار الإشباع لا يتغير وجهد القطع يزداد (عددياً).

ب) تيار الإشباع يزداد وجهد القطع يبقى ثابت.

ج) زيادة λ تعني نقصان تد حيث تد = س/λ، لذلك تيار الإشباع لا يتغير لكن جهد القطع يقل (عددياً)

إذا طلب السؤال تفسير ذلك راجع التفسيرات ص١٥٢

Home Work ١١

لا يمكن وذلك لأن الفوتون الواحد يتفاعل مع الكترون واحد فقط، وبما أن طاقة الفوتون الواحد أقل من اقتران الشغل فلن يتحرر الإلكترون مهما كان عدد الفوتونات الساقطة.

Home Work ١٢

أ) **المهبط**: تنبعث منه الكترونات عند سقوط الأشعة فوق البنفسجية عليه.

المصعد: يجمع الإلكترونات المنبعثة من المهبط.

ب) عند سقوط الأشعة ينشأ تيار كهربائي ناتج عن انتقال الكترونات ضوئية من المهبط إلى المصعد وعند حدوث قطع في مسار الأشعة ينقطع التيار ويبدأ جهاز الانذار بالإنذار أن هنالك جسم اخترق المكان.

ج) لا؛ لأن كل منهما يعمل على زيادة التيار الكهروضوئي وبالتالي لا ينقطع التيار ويتأثر جهاز الإنذار.

Home Work ١٣

أولاً:

أ) تيار الإشباع يعتمد على عدد الإلكترونات الكلي المتحررة والمنبعثة من المهبط إلى المصعد ويمكن زيادته من خلال:

١) الجهد الموجب للمصعد. ٢) شدة الضوء.

ب) تعتمد $(ط_{ح})_{عظمى}$ على كل من:

١) طاقة الضوء (الفوتون) وبالتالي تردده $(ت_د)$.

٢) اقتران الشغل (Φ أو تردد العتبة)

$ط = \Phi + ط_{ح}$ ⇦ $ط_{ح} = ط - \Phi$ (كلما قلت Φ تزداد $ط_{ح}$)

ثانياً: استنتج لينارد من تناقص قراءة الميكروأميتر تدريجياً وفسر آينشتين هذه النتيجة إلى أن معظم حجم المادة فراغ وبالتالي تنبعث الكترونات من سطح الفلز دون تصادمات وتكون $ط_{ح}$ عظمى وهنالك الكترونات تنبعث من طبقة أعمق في السطح وتعاني تصادمات وتقل $ط_{ح}$.

AWA2EL LEARN 2 BE

ثالثاً: ١) راجع سؤال (٣) فرع (٤) صفحة (١٤٢). ٢) راجع سؤال (٨) فرع (٢) صفحة (١٤٥).

٣) راجع سؤال (٨) فرع (٣) صفحة (١٤٥). ٤) راجع سؤال (٩) فرع (٣) صفحة (١٤٥).

Home Work ١٤

أ) يدل انفراج ورقتي الكشاف على أن صفيحة الخارصين مشحونة وبالتالي انتقال نفس نوع الشحنة للورقتين وتنافرهما.

ب) عند إسقاط ضوء فوق بنفسجي يبدأ السطح بفقدان الإلكترونات (السالبة) لأن الضوء فعال وزود الإلكترونات بقدر كافي من الطاقة مكنها من التحرر والاحتفاظ في الباقي على شكل طاقة حركية وبنقصان الشحنة السالبة على الصفيحة تقترب ورقتي الكشاف من بعضهما حتى فقدان آخر الإلكترونات بسبب الضوء الفعال وبالتالي تفريغ شحنة الكشاف. وانطباق ورقتيه. (للتوضيح الفرع (٢))

بسبب فقدان سطح الخارصين الإلكترونات وتفريغ شحنة الكشاف. ← إجابة مختصرة ومعتمدة

نحتاج الآن إلى تجربة عملية تثبت صحة هذه التنبؤات وهي تجربة لينارد وميليكان (الخلية الكهروضوئية).

Home Work ١٥

رقم المنحنى	شدة الضوء	تردد الضوء
منحنى (٢)	زيادة	ثبات
منحنى (٣)	ثبات	زيادة
منحنى (٤)	زيادة	زيادة

انتهت الإجابة

الظاهرة الثانية

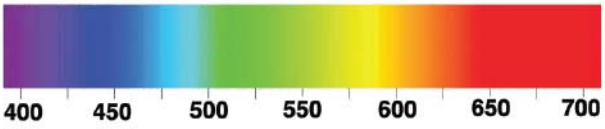
ظاهرة أطياف ذرة الهيدروجين

مقدمة: تقسم الأطياف الذرية (الإشعاع الصادر عن الذرات المهتزة) إلى نوعين رئيسيين هما:

١ طيف الانبعاث

وهو حالتان (إما انبعاث متصل أو انبعاث منفصل)

أ) **الحالة الأولى:** طيف الانبعاث المتصل



لاحظ الشكل (إشعاع تمثله ألوان قوس قزح) متصل تماماً دون انقطاع ومن الأمثلة عليه: الإشعاع المنبعث من الأجسام الساخنة (مثل الشمس).

ب) **الحالة الثانية:** طيف الانبعاث المنفصل (طيف الانبعاث الخطي)

لاحظ الشكل (إشعاع تمثله ألوان من ألوان قوس قزح) تظهر على شكل خطوط منفصلة فوق خلفية سوداء. لها أطوال موجية محددة ومن الأمثلة عليه: الإشعاع المنبعث من الغازات ذات الضغط المنخفض في أنابيب التفريغ الكهربائي (النيون) "ناتج عن انتقال الإلكترونات من مدارات علوية إلى مدارات سفلية".

سؤال (١) يعتبر طيف الانبعاث الخطي صفة مميزة للعنصر. فسر ذلك.

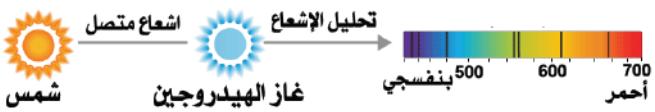
الحل

لأنه تبين أن لكل عنصر طيف انبعاث خاص به، فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه. لذلك يعتبر طيف الانبعاث الخطي صفة مميزة للعنصر. مستحيل (مثل البصمة عند الإنسان)

سؤال (٢) ما اسم الجهاز المستخدم في تحليل الأطياف (المرئية وغير المرئية)؟ جهاز المطياف

٢ طيف الامتصاص

لاحظ الشكل (إشعاع تمثله ألوان قوس قزح) لكن تعترضها خطوط معتمة سوداء ومن الأمثلة عليه. تحليل الضوء الأبيض (ضوء الشمس) بعد مروره عبر غاز العنصر (H).



سؤال (٣) يعتبر طيف الامتصاص الخطي صفة مميزة للعنصر. فسر ذلك.

الحل

لأنه تبين أن لكل عنصر طيف خاص يمتصه يظهر مكانه خط أسود فلا يمكن أن نجد لعنصرين الطيف نفسه، لذلك أيضا صفة مميزة.

[لاحظ] : الخطوط السوداء تتخلل الطيف المتصل للضوء في المناطق التي (تقابل) خطوط الانبعاث للغاز نفسه لذلك يعتبر طيف (الانبعاث أو الامتصاص) الخطي صفة مميزة للعنصر

سؤال (٤) لا يوجد غازات لهما الطيف الخطي نفسه؟ علل ذلك؟

الحل لأن طيف الانبعاث أو الامتصاص الخطي صفة مميزة ويختلف من عنصر إلى آخر.

دردشة

مقدمة تمهيدية لتفسير بور لأطياف ذرة الهيدروجين (تقرأ مرة فقط وعند الحاجة إليها)

ستقتصر دراستنا فقط على دراسة **(طيف الانبعاث الخطي)** وتحديدًا لطيف ذرة الهيدروجين؟ **علل**.

حيث يعتبر طيف ذرة الهيدروجين الخطي **أسهل** الأطياف الذرية دراسة؟ وذلك لأن ذرة الهيدروجين هي أبسط الذرات **لاحتوائها على بروتون واحد والكترون واحد مما يسهل إثارته.**

يعتبر العالم السويدي **بالمر** أول من درس **طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين** عملياً مستخدماً **طريقة الإثارة التقليدية (التسخين)** وقد تمكن باستخدام **جهاز المطياف** رصد أطوال موجية مرئية بالعين ناتجة عن إثارة ذرة الهيدروجين وعند تسجيل هذه الأطوال (٤١٠,٢ ، ٤٣٤,١ ، ٤٨٦,١، ٦٥٦,٣) ثم لاحظ العالم بالمرآة الأرقام تتغير وفق نمط معين يمكن التعبير عنها بمتسلسلة رياضية واستعان بالعالم السويدي الفيزيائي الرياضي **يوهانس رايدبيرغ** في وضع **متسلسلة رياضية** تحكم هذه الأرقام ونجحا في تفسيرها رياضياً.

AWA2EL LEARN 2 BE

وقام العلماء بعد تجربة بالمر مثل **(ليمان، باشن، براكيت، وفوند)** بإثارة ذرة الهيدروجين **بطرق إثارة مختلفة** واستطاعوا **رصد أطوال** موجية في مناطق **الضوء غير المرئي تحت الحمراء وفوق البنفسجية** ناتجة عن إثارة ذرة الهيدروجين مستخدمين المطياف في رصد نتائجهم وتشابهت النمطية لهذه الأطوال الموجية **بنسق معين** أيضاً تمكنوا من التعبير عنها بمتسلسلات رياضية وهي:

$\left(\frac{١}{\lambda}\right) = R_H \left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{(ن)^{٢}}\right)$، حيث: (ن): عدد صحيح موجب يبدأ من ٣، ٤، ٥، ٦

(R_H): ثابت ريدبيرغ ويساوي $(١,٠٩٧ \times ١٠^{٧})$ م$^{-١}$

- **وقام العلماء** بعد تجربة بالمر مثل **(ليمان، باشن، براكيت، فوند)** بإثارة ذرة الهيدروجين بطرق إثارة مختلفة واستطاعوا رصد أطوال موجية في مناطق الضوء **(غير المرئي)** مستخدمين المطياف في ذلك وتشابهت نتائج مع نمط (متسلسلة بالمر) رياضيًا.

- ما توصل إليه العلماء نتائج رياضية وليس لها تفسير فيزيائي لماذا تبعث هذه الذرة الإشعاعات وكيف؟ إلى أن استطاع العالم **بور** عام ١٩١٣ تفسير نتائج المطياف وجميع المتسلسلات واستطاع الوصول إلى نفس ثابت ريدبيرغ الرياضي لكن من خلال نموذج فيزيائي وصنعه لذرة الهيدروجين. وعرف بالإنجاز العظيم.

نموذج بور الذري

سؤال (١) علامَ اعتمد بور في بناء نموذجه الذري لذرة الهيدروجين؟

الحل

أ) اعتمد على نموذج دكتوره الجامعي **رذرفورد** من قبله للذرة.

ب) استفاد من مفهوم **الزخم الزاوي** وربط بين فيزياء الكم والفيزياء الكلاسيكية من حيث الزخم الزاوي.

ج) استفاد من مفاهيم **بلانك وآينشتين** في تكمية الطاقة.

سؤال (٢) وضع بور نموذج لذرة الهيدروجين يرتكز على أربعة فروض أساسية، أذكرها؟

الحل

١. **يتحرك** الإلكترون حول النواة في **مدار دائري** بتأثير قوة **التجاذب** الكهربائية المركزية بين الإلكترون **السالب** والنواة **الموجبة**.

٢. **يوجد** الكترون في **مدارات محددة مستقراً** (في ذرة الهيدروجين يكون في المدار الأول مستقر) **وكل مدار له مقدار محدد** من الطاقة يختلف عن غيره من المدارات، وتسمى هذه المدارات (**مستويات الطاقة**).
ولا يمكن للذرة ان **تشع** أو **تمتص** طاقة طالما بقي الإلكترون في مستوى طاقة معين (في مدار محدد).

٣. **ينبعث** الإشعاع من الذرة عندما **ينتقل** الإلكترون من مستوى **طاقة عالٍ** إلى مستوى **طاقة منخفض**، بحيث تكون الطاقة الإشعاعية المنبعثة **مكمّاه (محددة)** على شكل فوتون طاقته تساوي فرق الطاقة بين المستويين المنتقل بينهما. **ولا ينتقل الإلكترون** من مستوى طاقة **منخفض** إلى مستوى طاقة **عالٍ** إلا إذا **امتص** فوتوناً طاقته **تساوي** فرق الطاقة بين المستويين حيث: $(ط_{فوتون} = |ط_{نهاية} - ط_{بداية}| = هـ ت_د)$ كم محدد: مقدار ثابت. حيث:

$ط_{ن}$: طاقة المستوى الابتدائي الموجود فيه الإلكترون ط: طاقة المستوى النهائي الذي ينتقل إليه الإلكترون.

٤. **المدارات** المسموح للإلكترون أن يتواجد فيها (يدور فيها) هي التي يكون فيها **زخمه الزاوي** من **مضاعفات** المقدار $(\frac{هـ}{\pi٢})$ أي **مقدار ثابت**، أي أن: $خ_ز = ن\frac{هـ}{\pi٢}$ يحفظ ولا يشتق (دراسات بور)

$خ_ز = خ_ز \Leftarrow (ن\frac{هـ}{\pi٢} = ك_e ع نق)$ خلاط الزخم الزاوي حيث نق: نصف قطر المدار الموجود فيه الإلكترون.

سؤال (٣) أي المدارات الممكنة لذرة الهيدروجين تكون فيه سرعة الإلكترون أكبر ما يمكن؟ وضح إجابتك.

الحل

المدار الأول مستوى الاستقرار (ن = ١) من العلاقة ك ع نق = ن$\frac{هـ}{\pi٢}$ $\Leftarrow$ ع = $\frac{ن هـ}{ك_e نق ٢\pi}$ (أقل نق له أكبر ع لأن الباقي ثابت)

سؤال (٤) بماذا يتفق نموذج بور مع مبدأ بلانك في تكمية الطاقة؟

الحل

- أن الطاقة التي تبعث أو تمتص من جسم تكون بمقادير محددة (مكماه) وكذلك في نموذج بور حيث أن الطاقة التي تنبعث أو تمتص من ذرة الهيدروجين تكون بمقادير محددة (مكماه).

مثال (٥) تمثل العلاقة (ك ع نق = ن$\frac{هـ}{\pi٢}$) فرضاً من فروض بور لذرة الهيدروجين. اكتب نص الفرض

الحل

بكتابة الفرض الرابع بالكلمات (كاملًا)..

انجازات وحسابات قدمها بور على صعيد ذرة الهيدروجين 4

١ حساب الزخم الزاوي للإلكترون في مداره (ن = ١، ٢، ٣، ...)

$$[خ_ز = ن \frac{هـ}{\pi ٢}]$$

يحفظ ولا يشتق

حيث: ن: رقم المدار (المستوى)

$\frac{هـ}{\pi ٢} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\frac{٢٢}{٧} \times ٢} = ١٠٥ \times ١٠^{-٣٦}$ (ثابت من عنا يحفظ)

$خ_{ز١} = ١٠٥ \times ١٠^{-٣٦}$ جول.ث

$خ_{ز٢} = ٢١٠ \times ١٠^{-٣٦}$ جول.ث

$\Leftarrow$ $خ_ز = ٣١٥ \times ١٠^{-٣٦}$

ولتسهيل حل المسائل العكسية R إذا أعطي الزخم وطلب (ن)، ننظر للرقم من اليسار حيث أول رقم هو رقم المدار، مثال:

$خ_ز = ٣,١٥ \times ١٠^{-٣٤}$ جول.ث $\Leftarrow$ ن = ٣ واااااااو

٢ حساب نصف قطر المدار الذي يوجد فيه الإلكترون (ن = ١، ٢، ٣، ...)

$$[نق_{أي\ مدار} = ن^{٢} \times نق_{ب}]$$

يحفظ ولا يشتق

حيث: ن: رقم المدار (المستوى)

$نق_{بور}$: ثابت بور = $٥,٢٩ \times ١٠^{-١١}$ م (ثابت من عندهم لا يحفظ)

أحياناً يقرّب ويعطى بالمقدار $نق_{ب} = ٥,٣ \times ١٠^{-١١}$ م

٣ حساب طاقة الإلكترون في مداره (ن = ١، ٢، ٣، ...)

$$[ط = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}]$$

يحفظ ولا يشتق

(e.v) طاقة الإلكترون بمداره بوحدة الإلكترون فولت.

* (١٣,٦): ثابت لا يحفظ من عندهم حيث يعطى $ط_١ = -١٣,٦$ e.v

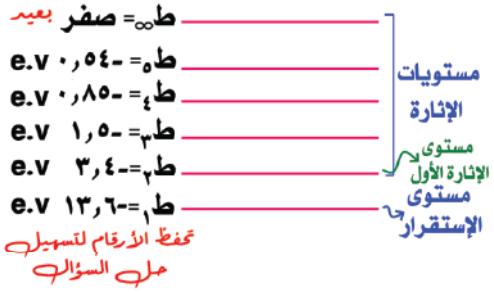
سؤال (٦) إذا علمت أن طاقة المستويات في ذرة الهيدروجين تعطى بالعلاقة ($ط_ن = \frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ e.v)

تمعن الشكل المجاور لمستويات الطاقة ثم أجب.

١) ما دلالة الإشارة السالبة في العلاقة.

٢) حدد أي من المدارات تمثل مستوى استقرار وأيها يمثل مستوى إثارة.

٣) قارن بين طاقة التأين وطاقة الإثارة. وهل يمكن أن تكون $ط_ن$ مساوية (-١) الكترون فولت. فسر إجابتك.



الحل

١. تعني أنه يجب تزويد الإلكترون بكمية من الطاقة تساوي طاقة المدار الذي يوجد فيه (طاقة التأين) ليتحرر من الذرة دون إكسابه طاقة حركية.

٢. المدار الأول ن=١: يمثل مستوى الاستقرار والمدارات العلوية (ن=٢، ٣، ٤،..) تمثل مستويات الإثارة. حيث المدار الثاني ن=٢ يسمى مستوى الإثارة الأول وهكذا....

٣. **طاقة التأين**: هي أقل طاقة لازمة لتحرر الإلكترون من الذرة وفك ارتباطه بها دون إكسابه طاقة حركية.

طاقة الإثارة: هي طاقة محددة تلزم لنقل الإلكترون من مستوى منخفض إلى مستو عال من الطاقة بحيث يبقى مرتبط بالذرة.

لا يمكن لأن طاقة المدار مكماه (مقدار محدد حيث $ط_١ = -١٣,٦$، $ط_٢ = -٣,٤$ ، $ط_٣ = -١,٥$، $ط_٤ = -٠,٨٥$ ....)

٤ إثبات العلاقة التجريبية (متسلسلة بالمر وديربيرغ) وتعميمها لتشمل حساب (λ) للفوتون المنبعث والممتص

سؤال (٧) تمثل العلاقة ($ط_{فوتون} = هـ ت_د = |ط - ط_ه|$) الفرض الثالث لبور لذرة الهيدروجين

الإنجاز العظيم

١) اذكر بالكلمات نص هذا الفرض.

٢) استخدم هذه العلاقة في إثبات العلاقة ($\frac{١}{\lambda} = R_H |\frac{١}{٢ن} - \frac{١}{٢ن_ه}|$) حيث $R_H = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$ (ثابت ريدبيرغ)

الحل

١) راجع الفرض بالكلمات في ص١٦٤

٢) $ط_{فوتون} = |ط - ط_ه| \Leftarrow هـ ت_د = |\frac{-١٣,٦}{٢ن} - \frac{-١٣,٦}{٢ن_ه}| \times e$ (جول) (e.v) (يجب موائمة المعادلة حيث e.v × e = جول)

$ت_د = \frac{e}{هـ} \times ١٣,٦ |\frac{-١}{٢ن} + \frac{١}{٢ن_ه}|$

$\frac{س}{\lambda} = |\frac{١}{٢ن_ه} - \frac{١}{٢ن}| \frac{١٣,٦ \times e}{هـ}$ * حيث داخل المطلق $|\frac{١}{٢ن} - \frac{١}{٢ن_ه}| = |\frac{١}{٢ن_ه} - \frac{١}{٢ن}|$

$\frac{١}{\lambda} = |\frac{١}{٢ن_ه} - \frac{١}{٢ن}| \frac{١٣,٦ \times e}{هـ \times س}$ * حيث يمثل المقدار حسابياً $\frac{١٣,٦ \times e}{هـ \times س} = \frac{١٣,٦ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦٣ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}$

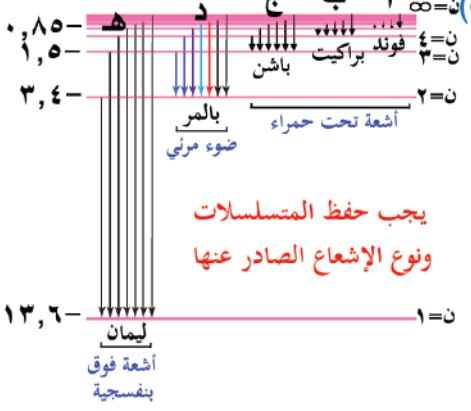
$\frac{١}{\lambda} = R_H |\frac{١}{٢ن_ه} - \frac{١}{٢ن}|$ الفسار يحفظ ويشتق

$R_H = ١,٠٩٧ \times ١٠^{٧} =$

حيث تمثل هذه العلاقة الانبعاثات الناتجة عن انتقال الإلكترون من مستوى عالي إلى مستوى منخفض.

توضيح

وبتعويض ن= ١، ٢،...، ٥ في العلاقة السابقة نحصل على متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين ابتداء من متسلسلة ليمان عندما (ن=١) وانتهاء بمتسلسلة فوند عندما (ن = ٥)، وهذا يعني أن الفروض النظرية لبور قد اتفقت مع النتائج التجريبية لطيف ذرة الهيدروجين فالمتسلسلات جميعها التي رصدت لذرة الهيدروجين يمكن التوصل إليها حسابياً من العلاقة الفيزيائية السابقة علاوة على التوصل إلى ثابت ريدبيرغ، وأيضاً حساب الأطوال الموجية للفوتونات المنبعثة الممتصة في حين الدراسات التجريبية تقتصر فقط على الانبعاث وبذلك أعطي نموذج بور قبولاً في الوسط العلمي لقوته ودقته العالية.



يجب حفظ المتسلسلات ونوع الإشعاع الصادر عنها

١) متسلسلة ليمان (Lyman) : $\frac{١}{\lambda} = R_H [\frac{١}{١^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}]$ ، ن= ٢،٣،٤،٥،٦...(انبعاث) أي مدار علوي وأكبر من (١)
العودة إلى ن =١

٢) متسلسلة بالمر (Balmer) : $\frac{١}{\lambda} = R_H [\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}]$، ن= ٣،٤،٥،٦..(انبعاث).
العودة إلى ن =٢

٣) متسلسلة باشن (Paschen): $\frac{١}{\lambda} = R_H [\frac{١}{٣^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}]$، ن= ٤،٥،٦..∞(انبعاث).
العودة إلى ن =٣

٤) متسلسلة براكت (Brackett): $\frac{١}{\lambda} = R_H [\frac{١}{٤^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}]$، ن= ٥،٦... ∞(انبعاث).
العودة إلى ن =٤

٥) متسلسلة فوند (Pfund) : $\frac{١}{\lambda} = R_H [\frac{١}{٥^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}]$، ن= ٦....∞(انبعاث).
العودة إلى ن =٥

[ملاحظة] : المطلوب هنا حفظ أسماء العلماء حسب المدار الذي يعود إليه الإلكترون لإحداث انبعاث لذلك عند تسمية المتسلسلات لا نهتم في المدار العلوي الموجود فيه الإلكترون بل نهتم بالمدار الذي هبط إليه.

التعامل مع أسئلة نموذج بور

وصية إرشادية

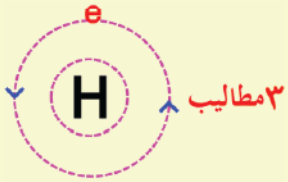
١. عند حل المسائل على نموذج بور الذري نهتم بما يلي:

أ) وضع العلاقة الصحيحة للحل ب) التعويض الصحيح دون إخراج جواب نهائي ج) وحدة قياس تعتمد

٢. ملخص العلاقات الحسابية على نموذج بور الذري

{نق$_ب$ ، هـ ، س ، ط$_١$ = −١٣,٦ e.v ، e^{-} ، ك$_e$} ثوابت وزارية

- **المرحلة الأولى**: الدوران في نفس المدار (تخميسة)



١. خ$_ز$ = ن $\frac{هـ}{\pi ٢}$ = ك ع نق جول.ث = كغ م^{٢}/ث

٢. نق = ن^{٢} نق$_ب$ (م)

٣. ط$_{المدار}$ = $\frac{|-١٣,٦|}{ن^{٢}}$ (e.v)

ط$_{التحرير}$ = $\frac{|-١٣,٦|}{ن^{٢}}$ (e.v) طاقة التأين

- **المرحلة الثانية**: الانتقال بين مدارين (الفعفطة)

١. $\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{ن^{٢}}$ − $\frac{١}{ن_{٠}^{٢}}$| الفساد

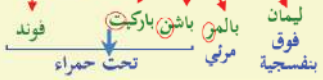
٢. ت$_د$ = $\frac{س}{\lambda}$ (هيرتز)

٣. ط$_{فوتون}$ = هـ ت$_د$ (جول)

ط$_{فوتون}$ = |ط − ط$_{٠}$| (e.v)

ط$_{المدار}$ = −١٣,٦ (١)، −٣,٤ (٢)، −١,٥ (٣)، −٠,٨٥ (٤)، −٠,٥٤ (٥)، −٠,٣٧ (٦)

٣. ملقط أسماء المتسلسلات: ليمان ١ رنــت ٢ ٣ ٤ على فوند ٥ (نهتم برقم المدار الذي يهبط إليه الإلكترون لتسمية المتسلسلة)



٤. إذا طلب السؤال حساب الطول الموجي للإنبعاث الثاني مثلا لمتسلسلة باشن فإننا نحدد رقم المدار المتخصص بالاسم وهنا باشن (ن = ٣) حيث ٤ ← ٣ انبعاث أول من ٥ ← ٣ انبعاث ثاني من ٦ ← ٣ انبعاث ثالث وهكذا

٥. إذا طلب السؤال حساب أطول طول موجي لمتسلسلة ما مثلا (متسلسلة بالمر) نحدد (ن =٢) ويكون ذلك من المدار العلوي مباشرة (ن =٣) حيث ٣ ← ٢ أقل طاقة وتردد ولكن أطول طول موجي.

وإذا طلب حساب أقصر طول موجي يعني نحتاج أكبر فرق في الطاقة وهذا يحتاج انتقال الإلكترونات من مدار بعيد جدا أي نعتبر ن = ∞ ← ن =٢

(أطول) $\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{٢^{٢}}$ − $\frac{١}{٣^{٢}}$| ٣ > ٢ مباشرة (أقصر) $\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{٢^{٢}}$ − $\frac{١}{\infty^{٢}}$| (قاعدة أبدية)

أمثلة متنوعة على نموذج بور

اعتبر: هـ = ٦,٦ × ١٠^-٣٤ جول.ث نق_ب = ٥,٢٩ × ١٠^-١١ م ك_ف = ١,٦ × ١٠^-١٩ كولوم ك_ك = ٩,١ × ١٠^-٣١

مثال (١) الكترون موجود في مستوى الإثارة الأول لذرة الهيدروجين. احسب كل من:

١. الزخم الزاوي للإلكترون في هذا المدار. ونصف قطره.

٢. الطاقة الكلية لهذا الإلكترون في مداره.

٣. الطاقة اللازمة لتحريره (التأين) دون إكسابه طاقة حركية.

٤. طاقة الفوتون المنبعث عند انتقال الإلكترون إلى مستوى الاستقرار ثم تردد وطول موجة هذا الفوتون.

٥. حدد إلى أي متسلسلة ينتمي الفوتون المنبعث وما هو نوع الإشعاع الذي يمثله.

الحل

١. خ_ز = ن $\frac{هـ}{\pi ٢}$ (مستوى الإثارة الأول ⇦ ن = ٢) — المدار الثاني

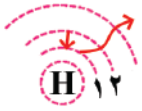
خ_ز = ٢ × $\left(\frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{\frac{٢٢}{٧} \times ٢}\right)$ = ٢ × ١,٠٥ × ١٠^-٣٦ = ٢١٠ × ١٠^-٣٦ جول.ث

نق_٢ = ن^٢ × نق_ب = ٤ × ٥,٢٩ × ١٠^-١١ م = ٢١,١٦ × ١٠^-١١ م

٢. ط_٢ = $\frac{-١٣,٦}{ن^٢}$ = $\frac{-١٣,٦}{(٢)^٢}$ = $\frac{-١٣,٦}{٤}$ = −٣,٤ e.v ✓ — المدار

٣. ط_٢ = $\frac{|-١٣,٦|}{ن^٢}$ = $\frac{١٣,٦}{(٢)^٢}$ = $\frac{١٣,٦}{٤}$ = +٣,٤ e.v ✓ (يلزم إعطاءه لفك ارتباطه) — التأين

دائمًا موجبة



٤. ط_فوتون = |ط − ط_ن|

= |−١٣,٦ − −٣,٤| = |−١٠,٢| = ١٠,٢ e.v

وصية أبدية

إذا طلب السؤال حساب **طاقة الفوتون** ولم يحدد وحدة قياس معينة نستخدم العلاقة المناسبة حيث:

ط_فوتون = |ط − ط_ن| (e.v)

ط_فوتون = هـ ت (جول)

مثلا في المثال السابق لم يحدد وحدة قياس وانتهت الإجابة (e.v) لكن لو حدد السؤال مثلا بالجول يتم تحويلها في الأخير ط_فوتون = ١٠,٢ × ١,٦ × ١٠^-١٩ جول

٥. العودة إلى ن = ١ متسلسلة ليمان ويمثل الفوتون الأشعة فوق البنفسجية.

مثال (٢) انتقل الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة (−٣,٤ e.v) إلى مستوى الطاقة (−١,٥ e.v)

أجب عما يلي:

١) احسب نصف قطر المدار الذي كان فيه.

٢) احسب الزخم الزاوي للإلكترون في المدار الذي ذهب إليه.

٣) احسب طول موجة الفوتون وحدد هل هو منبعث أم ممتص علما أن R = ١×١٠^٧ م^-١

الحل

١) نق = ن^٢ × نق_ب

لكن: ط_ن = −١٣,٦ / ن^٢ (ديكور يوقف)

−٣,٤ = −١٣,٦ / ن^٢ ⇦ ن = ٢

= (٢)^٢ × ٥,٢٩ × ١٠^-١١

= ٤ × ٥,٢٩ × ١٠^-١١ = ٢١,١٦ × ١٠^-١١

٢) خ ز = ن هـ / ٢π

لكن: ط_ن = −١٣,٦ / ن^٢ (ديكور يوقف)

−١,٥ = −١٣,٦ / ن^٢ ⇦ ن = ٣

= ٣ × (٢ × ٢٢/٧) / (٦,٦ × ١٠^-٣٤)

= ٣ × ١٠٥ × ١٠^-٣٦ = ٣١٥ × ١٠^-٣٦ جول.ث

٣) | ١/ن_٢^٢ − ١/ن^٢ | R_H = ١/λ

١/λ = ١ × ١٠^٧ | ١/٤ − ١/٩ | = ١ × ١٠^٧ | −٥/٣٦ |

λ = ٣٦/٥ × ١٠^-٧ م ⇦ ٥/٣٦ × ١٠^٧ = ١ × ١٠^٧

مثال (٣) إذا علمت أن الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين ٣,١٥ × ١٠^-٣٤ جول.ث. احسب رقم المدار الذي يتواجد فيه الإلكترون ونصف قطره.

الحل

- خ ز = ن هـ / ٢π ⇦ ٣,١٥ × ١٠^-٣٤ = ن × (٦,٦ × ١٠^-٣٤ / ٢ × ٢٢/٧) ⇦ ن = ٣
- نق = ن^٢ × نق_ب = ٩ × ٥,٢٩ × ١٠^-١١ = ٤٧,٦١ × ١٠^-١١ م

مثال (٤) إذا كان الزخم الزاوي لإلكترون ذرة الهيدروجين في أحدى مستويات الطاقة يساوي (٣هـ/π) جول.ث

احسب طاقة التأين لهذا الإلكترون.

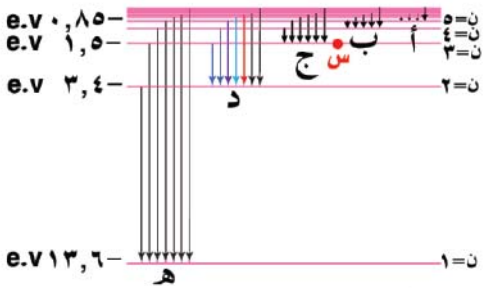
الحل

خ ز = ن هـ / ٢π ⇦ ٣هـ/π = ن هـ/٢π ⇦ ن = ٦

ط_التحرير = |−١٣,٦| / ن^٢ = ١٣,٦/٣٦ e.v = ٠,٣٧ e.v

إعداد: أمجد دودين

مثال (٥) يبين الشكل مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين ومتسلسلات أطيافها الذرية (أ ، ب، ج، د، هـ) تمعن الشكل ثم أجب: **Super**



١. سم كل من المتسلسلات (أ ، ب، ج، د، هـ) ثم حدد لون الإشعاع المنبعث من كل متسلسلة.

٢. أي المتسلسلات تحتوي فوتونات أطوالها الموجية أكبر ما يمكن، فسر إجابتك؟

٣. أي المتسلسلات تحتوي فوتونات ترددها أكبر ما يمكن. فسر إجابتك.

٤. ماذا يحدث للإلكترون (س) عندما ينتقل بين مستويين مختلفين من مستويات الطاقة؟

٥. إذا سقط فوتون طاقته ٠,٧ e.v هل يمكن أن يمتصه الإلكترون وينتقل إلى المدار الرابع؟ فسر إجابتك.

الحل

١. (أ: فوند [أشعة تحت حمراء]) (ب: براكيت [أشعة تحت حمراء]) (ج: باشن [أشعة تحت حمراء])
(د: بالمر [ضوء مرئي قوس قزح]) (هـ: ليمان [أشعة فوق بنفسجية])

AWA2EL LEARN 2 BE

٢. المتسلسلة (أ: فوند) حيث أقل فرق طاقة ← أقل تردد ← أكبر طول موجي.

٣. المتسلسلة (هـ: ليمان) حيث أكبر فرق طاقة ← أكبر تردد

٤. إذا انتقل من مستوى أدنى إلى مستوى أعلى، **يمتص طاقة**.
إذا انتقل من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى ، **يبعث طاقة**.

مخطط اختيار متسلسلة بين المتسلسلات

λ ← $ت_د$ ← ط (فرق الطاقة) ⇦ طول السهم

أكبر	أقل	أقل	أقصر سهم: فوند
أقل	أكبر	أكبر	أطول سهم: ليمان
فهم وليس حفظ		برمجة طول السهم يمثل طاقته	

٥. $ط_{\text{فوتون المناسب}} = |ط - ط_{\circ}| = |-٠,٨٥ - (-١,٥)| = ٠,٦٥$ e.v
لذلك لا يمكن أن ينتقل ولا يمتص لأن $ط_{\text{الفوتون الساقط}}$ (٠,٧) > ٠,٦٥
ويجب أن تكون مساوية تماماً لكي يمتص وينتقل.

مثال (٣) يمثل الشكل الموضح متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين ومستويات الطاقة. أجب ما يلي:

١) كيف تفسر ظهور العديد من الانبعاثات الخطية بعد تحليلها بالمطياف على هيئة خطوط (انبعاثات خطية).

٢) احسب طول موجة الخط الطيفي الثالث لمتسلسلة بالمر.

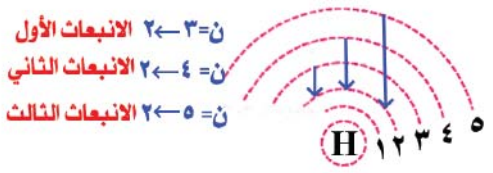
٣) احسب لمتسلسلة ليمان: أطول وأقصر طول موجي علمًا أن $R = ١ \times ١٠^{٧}$ $م^{-١}$

الحل

١) لكي تصل الذرة إلى وضع الاستقرار يبدأ الإلكترون بالعودة إلى مستوى الاستقرار.

- قد يعود الإلكترون مباشرة **(مرحلة واحدة)** انبعاث واحد
- وقد يعود الإلكترون على **(مراحل)** وبالتالي عن انتقال الإلكترون من مستوى عالي إلى مستوى منخفض يبعث فوتون **(انبعاث خطي)** ولذلك تظهر الفوتونات المنبعثة من الانتقالات على هيئة **(انبعاثات خطية عديدة)**

٢) بالمرة ن = ٢ وبالتالي الانبعاث الثالث يكون من ن = ٥ حيث

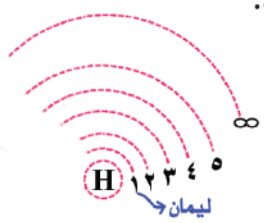


$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left| \frac{١}{٢^{ن}} - \frac{١}{٢^{ن_{.}}} \right|$$

$$\frac{١}{\lambda} = ١٠\times١^{٧} \left| \frac{١}{٤} - \frac{١}{٢٥} \right| = ١٠\times١^{٧} \times \left| \frac{-٢١}{٢٥} \right|$$

$$\frac{١}{\lambda} = ١٠\times٢١^{٧}\times١٠^{-٢} = ١٠\times٢١^{٥} \Leftarrow \lambda = \frac{١}{٢١}\times١٠^{-٥} \text{ م}$$

٣) أطول λ ← أقل تـ، ← أقل ط (فرق بين مستويين) ويكون فوقه مباشرة.



$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left| \frac{١}{٢^{ن}} - \frac{١}{٢^{ن_{.}}} \right|$$ (ليمان ن= ١ ، ن$_{.}$ = ٢)

$$\frac{١}{\lambda} = ١٠\times١^{٧} \left| \frac{١}{٤} - \frac{١}{١} \right|$$

$$\frac{١}{\lambda} = ١٠\times\frac{٣}{٤}^{٧} \Leftarrow \lambda = \frac{٤}{٣}\times١٠^{-٧} \text{ م}$$

أقصر λ ← أكبر تـ، ← أكبر ط (وأكبر فرق يكون من أعلى مستوى ممكن) ∞

ابعد شيء ممكن

$$\frac{١}{\lambda} = R_H \left| \frac{١}{٢^{ن}} - \frac{١}{٢^{ن_{.}}} \right|$$ (دائما أقصر λ ⇦ ن$_{.}$ =∞)

$$\frac{١}{\lambda} = ١٠\times١^{٧} \left| \frac{١}{\infty} - \frac{١}{١} \right| \Leftarrow \lambda = ١٠\times١^{-٧} \text{ م}$$

AWA2EL LEARN 2 BE

ورقة عمل ٣ اختبر نفسك

Home Work ١

تمثل المعادلة $\frac{١}{\lambda} = R \left(\frac{١}{٢^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}} \right)$ ، ن = ٣ ، ٤ ، ... إحدى العلاقات التجريبية التي تعطي طيف ذرة الهيدروجين

١) ما اسم المتسلسلة التي تمثلها هذه المعادلة؟

٢) ماذا يسمى الثابت (R) ؟ وما وحدته ؟

Home Work ٢

يمتلك إلكترون ذرّة الهيدروجين في أحد المدارات طاقة كليّة تساوي (- ٣,٤) إلكترون فولت. أجب عمّا يأتي

١) ما رقم المدار الموجود به الإلكترون؟

٢) ما معنى الإشارة السالبة في مقدار طاقة الإلكترون؟

٣) احسب تردد الفوتون المنبعث عندما يعود الإلكترون إلى مستوى الاستقرار.

٤) احسب الزخم الزّاوي للإلكترون في مستوى الاستقرار.

Home Work ٣

انتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثاني إلى مستوى طاقته (– ٠,٨٥) إلكترون فولت، احسب:

١) نصف قطر المدار الثاني في ذرة الهيدروجين.

٢) طاقة الفوتون الممتص عند انتقال الإلكترون بين المستويين السابقين.

Home Work ٤

أعطي إلكترون ذرة هيدروجين طاقة مقدارها (٢,٥٥) إلكترون فولت فانتقل إلى المستوى الرابع :

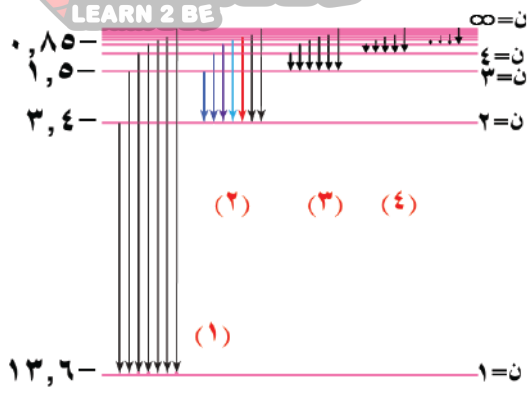
١) احسب تردد الفوتون الممتص.

٢) إذا عاد الإلكترون إلى المستوى الذي انتقل منه ، ما اسم المتسلسلة التي ينتمي إليها الإشعاع المنبعث؟ فسر إجابتك.

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٥

يوضّح الشكل المجاور مخططاً لمستويات الطاقة ومتسلسلات خطوط طيف ذرة الهيدروجين. معتمداً على الشكل وبياناته، أجب عما يأتي:



١) ما اسم المتسلسلة رقم (٣)؟

٢) احسب أقصر طول موجي في المتسلسلة رقم (٢). علمًا أن $R = ١ \times ١٠^{٧}$ م$^{-١}$

٣) إذا انتقل إلكترون من المستوى الذي طاقته – ١,٥ إلكترون فولت إلى المستوى الذي طاقته – ٣,٤ إلكترون فولت. فاحسب تردد الفوتون المنبعث.

Home Work ٦

ARSON

إذا كان أقل طول موجي لفوتون في إحدى متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين يساوي $\left(\frac{٩}{R_H}\right)$م حيث ($R_H$): ثابت ريدبيرغ

فأجب عما يأتي:

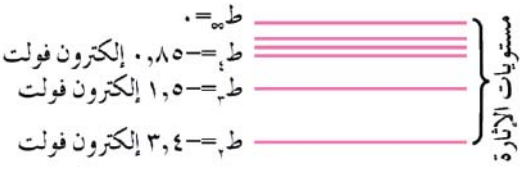
١) حدد المتسلسلة التي ينتمي إليها هذا الفوتون.

٢) احسب طاقة الفوتون.

٣) احسب أكبر طول موجي لفوتون ينتمي إلى هذه المتسلسلة. بدلالة ثابت ريدبيرغ.

Home Work ٧

يمثل الشكل الموضح رسم تخطيطي لمستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين تمعن الشكل ثم أجب عما يأتي:



١. احسب طاقة الفوتون اللازم امتصاصه لنقل الكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الاستقرار إلى مستوى الإثارة الثاني.

٢. إذا عاد الإلكترون إلى المستوى الأول. فاحسب قيم الطاقة للفوتونات التي يمكن أن تنبعث من الذرة.

٣. إذا علمت أن فوتوناً منبعثاً طول موجته $\frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٧}$ م ويقع ضمن متسلسلة ليمان انبعث عند عودة الإلكترون فحدد رقم المستوى الذي انتقل منه.

إجابة ورقة عمل (٣)

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ١

١) متسلسة بالمر.

٢) ثابت ريدبيرغ ويقاس بوحدة م$^{-١}$

Home Work ٢

١) $ط_ن = \frac{-١٣,٦}{ن^٢}$ ⇐ $-٣,٤ = \frac{-١٣,٦}{ن^٢}$ ⇦ ن = ٢

٢) يحتاج طاقة مقدارها ٣,٤ e.v لكي يتحرر من الذرة (طاقة التأين).

٣) $ط_{فوتون} = |ط - ط_٠| = |-١٣,٦ - -٣,٤| = ١٠,٢$ e.v

$ط = هـ ت_د$ لكن $ط = ١٠,٢ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}$

$ت_د = \frac{ط}{هـ} = \frac{١٠,٢ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ هيرتز

٤) $خ_ز = ن \frac{هـ}{\pi ٢} \times ١ = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٢ \times \frac{٢٢}{٧}}$ جول.ث $= ١٠٥ \times ١٠^{-٣٦}$ جول.ث

Home Work ٣

١) $نق_٢ = ن^٢ \times نق_ب = ٤ \times ٥,٢٩ \times ١٠^{-١١} = ٢١,١٦ \times ١٠^{-١١}$ م

٢) $ط_ن = \frac{-١٣,٦}{ن^٢} = \frac{-١٣,٦}{٤} = -٣,٤$ e.v

$ط = |ط - ط_٠|$

$= |-٣,٤ - -٠,٨٥| = ٢,٥٥$ e.v

إعداد: أمجد دودين

Home Work ٤

١) ط = هـ تـ$_د$ لكن ط = ٢,٥٥ × ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول

تـ$_د$ = $\frac{ط}{هـ}$ = $\frac{٢,٥٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ هيرتز

٢) ط$_{فوتون}$ = |ط − ط$_{\circ}$| ط$_{ن}$ = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ = $\frac{-١٣,٦}{١٦}$ = −٠,٨٥ e.v

٢,٥٥ = |−٠,٨٥ − ط$_{\circ}$| ⇦ ط$_{\circ}$ = −٣,٤ e.v

ط = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ ⇦ −٣,٤ = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ ⇦ ن = ٢ (متسلسلة بالمر).

Home Work ٥

١. متسلسلة باشن.

٢. $\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{\circ}^{٢}}$| أقصر λ من ∞ ← ٢

$\frac{١}{\lambda}$ = ١٠×١^{٧} |$\frac{١}{\infty} - \frac{١}{٤}$| ⇦ λ = ٤×١٠$^{-٧}$ م

٣. ط$_{فوتون}$ = |ط − ط$_{\circ}$|

ط$_{فوتون}$ = |−٣,٤ − −١,٥| = ١,٩ e.v

ط = هـ تـ$_د$ لكن ط = ١,٩ × ١,٦ × ١٠$^{-١٩}$ جول

تـ$_د$ = $\frac{ط}{هـ}$ = $\frac{١,٩ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}$ هيرتز

Home Work ٦

١) $\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{\circ}^{٢}}$|

R_H |$\frac{١}{\infty} - \frac{١}{ن^{٢}}$| = $\frac{١}{\frac{٩}{R_H}}$

$\frac{R_H}{٩}$ = $\frac{١}{ن^{٢}}$ × R_H ⇦ ن^{٢} = ٩ ⇦ ن = ٣ (متسلسلة باشن).

٢) ط$_{فوتون}$ = |ط − ط$_{\circ}$| ط = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$ = $\frac{-١٣,٦}{٩}$ = −١,٥ e.v

ط$_{فوتون}$ = |−١,٥ − صفر| = ١,٥ e.v

٣) $\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{ن^{٢}} - \frac{١}{ن_{\circ}^{٢}}$| ن$_{\circ}$ = ٤ (أقل تردد وطاقة)

$\frac{١}{\lambda}$ = R_H |$\frac{١}{١٦} - \frac{١}{٩}$| = $\frac{٧}{١٤٤}$ × R_H

λ = $\frac{١٤٤}{٧ \times R_H}$ م

إعداد: أمجد دودين

٧ Home Work

١) $ن_{\circ} = ١$ و $ن = ٣$ (المدار الثالث وهو الإثارة الثاني)

$ط_{فوتون} = |ط - ط_{\circ}| = |-١,٥ - -١٣,٦| = ١٢,١$ e.v

٢) هنالك احتمالات لعودة الإلكترون على النحو التالي

الاحتمال الأول: العودة مباشرة من $ن = ٣ \leftarrow ن = ١$ وبالتالي $ط_{فوتون} = |ط - ط_{\circ}| = ١٢,١$ e.v

الاحتمال الثاني: العودة من $ن = ٣ \leftarrow ن = ٢$ ثم $ن = ٢ \leftarrow ن = ١$

لذلك المرحلة الأولى $ط_{ا} = |ط_{٣} - ط_{٢}| = |-١,٥ - -٣,٤| = ١,٩$ e.v

المرحلة الثانية $ط_{ب} = |ط_{٢} - ط_{١}| = |-٣,٤ - -١٣,٦| = ١٠,٢$ e.v

نلاحظ عند جمع $ط_{ا} + ط_{ب} = ١,٩ + ١٠,٢ = ١٢,١$ e.v

وهذا يدل أن الطاقة مكماه ومحددة بمقادير ثابتة.

٣) $\frac{١}{\lambda} = R_H |\frac{١}{ن_{\circ}^{٢}} - \frac{١}{ن^{٢}}|$

$\frac{١}{\lambda} = ١٠ \times ١^{٧} \times |\frac{١}{ن_{\circ}^{٢}} - \frac{١}{١}| = \frac{١}{\frac{٤}{٣} \times ١٠^{-٧}}$

$\frac{٣}{٤} \times ١٠^{٧} = ١ \times ١٠^{٧} (١ - \frac{١}{ن_{\circ}^{٢}})$

$\frac{١}{ن_{\circ}^{٢}} = ١ - \frac{٣}{٤} = \frac{١}{٤} \Leftarrow ن_{\circ}^{٢} = ٤ \Leftarrow ن = ٢$

AWA2EL LEARN 2 BE

ثالثًا 3 الطبيعة المزدوجة للإشعاع (الضوء) والمادة (الأجسام)

سؤال (١) تبين أن الضوء يسلك سلوك الجسيمات المادية (يتصرف كجسيم) من خلال تفاعل (تصادم) الفوتون مع المادة (الإلكترونات) بطرق وتجارب مختلفة. أجب عما يلي:

١) على ماذا يعتمد هذا التفاعل (التصادم بين الفوتون والإلكترون).

٢) اذكر ثلاث تجارب (طرق) على هذا التفاعل موضح ماذا يحدث للفوتون في كل تجربة.

الحل

١) يعتمد هذا التفاعل (التصادم) على (مقدار طاقة الفوتون).

٢) أ) **الظاهرة الكهروضوئية**: بين آينشتين أن الإلكترون يحتاج كل طاقة الفوتون وبالتالي يختفي الفوتون.

ملغي وزارة ب) **ظاهرة كومتون**: بين كومتون أن الإلكترون يحتاج جزء من طاقة الفوتون وبالتالي يتشتت الفوتون.

ج) **ظاهرة امتصاص الذرة للإشعاع (ذرة الهيدروجين)**: حيث بين بور أن الإلكترون يحتاج كل طاقة الفوتون (وهي طاقة محددة وتساوي فرق طاقة بين مستويين) للانتقال إلى مستوى أعلى وهنا يختفي الفوتون.

AWA2EL

سؤال (٢) وضح المقصود بالطبيعة المزدوجة للضوء؟ ما الذي دعا العلماء إلى افتراض هذه الطبيعة؟ للضوء طبيعة مزدوجة (موجية – جسيمية) فسر هذه العبارة.

الحل

استطاع **النموذج الجسيمي** للضوء من تفسير الظاهرة **الكهروضوئية** وظاهرة **كومتون** وأطياف **ذرة الهيدروجين** لكن هنالك ظواهر لا يمكن معالجتها بافتراض الطبيعة الجسيمية للضوء مثل ظاهرة **الانكسار والتداخل والحيود** حيث يتصرف فيها الضوء كموجة وليس كجسيم لذلك افترض العلماء أن **للضوء طبيعة مزدوجة** وكلتاهما ملازمتان للضوء وتعني: أن الضوء يسلك في حالات معينة سلوك الجسيمات وفي حالات أخرى سلوك الموجات (ولا يسلك السلوكين معاً).

سؤال (٣) افترض العالم دي بروي أن للأجسام طبيعة مزدوجة (جسيمية – موجية). اجب عما يلي:

١. اذكر بالكلمات نص هذه الفرضية وإلى ماذا تشير؟

٢. اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن فرضية دي بروي للأجسام المتدفقة (تملك زخمًا).

الحل

١. **فرضية دي بروي**: "بما أن للفوتونات خواص موجية وجسيمية، فمن المحتمل أن يكون لأشكال المادة جميعها خواص موجية كما لها خواص جسيمية"، حيث تشير فرضيته أن للأجسام جميعها يصاحبها موجات في أثناء حركتها تسمى موجات المادة **(موجات دي بروي)** حيث لا تعتبر هذه الموجات كهرومغناطيسية ولا ميكانيكية مثل الصوت.

٢. $\lambda_{\text{دي بروي}} = \frac{هـ}{ك ع}$ حيث $\lambda_{\text{دي بروي}}$: طول الموجة المصاحبة لحركة الجسم (موجة دي بروي)

مستفيدين من علاقة آينشتين ($خ = \frac{هـ}{\lambda} \Leftarrow \lambda = \frac{هـ}{خ_{\text{جسم}}}$)

أمثلة متنوعة على دي بروي

مثال (١) احسب طول موجة دي بروي المصاحبة لكل من:

١. رصاصة كتلتها (٦,٦) غرام تتحرك بسرعة ١٠٠ م/ث.

٢. الكترون طاقته الحركية (٩,١) الكترون فولت.

الحل

١. $\lambda = \frac{هـ}{ك ع} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٦,٦ \times ١٠^{-٣} \times ١٠٠} = ١ \times ١٠^{-٣٥}$ م طول موجي صغير جدًا جدًا يصعب مشاهدته.

٢. $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$ لكن $ط_ح = \frac{١}{٢} ك ع^{٢} \Leftarrow ع^{٢} = \frac{٢ ط_ح}{ك} = \frac{٢ \times ٩,١ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١}}$ (e.v × $ن_e$ = جول إجباري)

$ع = \sqrt{٣,٢ \times ١٠^{١٢}} = \sqrt{٣,٢} \times ١٠^{٦}$ م/ث

$\lambda = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{٩,١ \times ١٠^{-٣١} \times \sqrt{٣,٢} \times ١٠^{٦}}$

$\lambda = \frac{٦,٦}{٩,١ \times \sqrt{٣,٢}} \times ١٠^{-٩}$ م طول موجي بالنانوميتر يمكن قياسه مخبريًا (المجهر الإلكتروني)

AWA2EL LEARN 2 BE

[لاحظ أن] : يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للجسيمات الصغيرة الذرية (المجهرية) (n, p, e) لكن يصعب ملاحظة الطبيعة الموجية للأجسام الكبيرة (الجاهرية) مثل الرصاصة

مثال (٢) يمكن ملاحظة الطبيعة الموجية للجسيمات الذرية ويصعب ملاحظتها للأجسام الكبيرة

الحل

وذلك لأن الطول الموجي للجسيمات الذرية يساوي مقدار كبير لصغر كتلتها وبالتالي يمكن قياسه عمليًا أما الأجسام الكبيرة كتلتها كبيرة لذلك الطول الموجي لها صغير جدًا ويصعب قياسه عمليًا ومشاهدته.

مثال (٣) جسيم متحرك بسرعة ٦,٦ × ١٠° م/ث وطول موجة دي بروي المصاحبة له (١ فيرمي) احسب كتلته

الحل

$\lambda = \frac{هـ}{ك ع} \Leftarrow ك = \frac{هـ}{ع \lambda} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤}}{١ \times ١٠^{-١٥} \times ٦,٦ \times ١٠^{°}}$

$= ١ \times ١٠^{-٢٤}$ كغ كتلة صغيرة جدًا

ورقة عمل

اختبر نفسك

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

١) يعتمد مبدأ عمل المجهر الإلكتروني على:

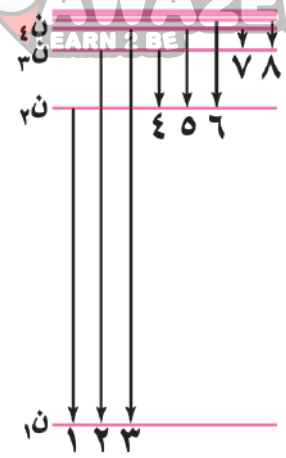
أ) التأثير الكهرضوئي

ب) تأثير كومتون

ج) الطبيعة الموجية للمادة

د) الطبيعة الجسيمية للإشعاع

يبين الشكل المجاور بعضاً من خطوط طيف ذرة الهيدروجين، مستعينًا بالشكل أجب عن الفقرات التالية:



٢) إلى أي المتسلسلات الطيفية الآتية ينتمي الخطان الطيفيان (٧، ٨):

أ) ليمان ب) باشن

ج) براكت د) فوند

٣) رقم الخط الطيفي ذي الطول الموجي الأقصر في متسلسلة بالمر هو:

أ) ١ ب) ٣

ج) ٤ د) ٦

٤) رقم الخط الطيفي ذي التردد الأكبر في الخطوط جميعها هو:

أ) ١ ب) ٣

ج) ٧ د) ٨

رقم الفقرة	الإجابة
١	ب
٢	ب
٣	د
٤	ب

إعداد: أمجد دودين

ملخص قوانين الفصل

	القانون	الاستخدامات
١	[ط فوتون = هـ ت د] جول ط فوتون = هـ $\frac{س}{\lambda}$ = $\frac{هـ}{\lambda}$ س = خ فوتون س	* حساب طاقة الفوتون (ضوء) ويستخدم في: – ذرة (H) حساب طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص. – الظاهرة الكهروضوئية وكومتون: طاقة الفوتون الساقط
٢	[ط فوتون = | ط نهاية − ط بداية |] e.v	* حساب طاقة الفوتون المنبعث أو الممتص في ذرة الهيدروجين (H) ذرة بور
٣	[ط فوتون = Φ فلز + ط ح(الكترون)] جول	* حساب طاقة الفوتون الساقط على سطح الفلز (في الظاهرة الكهروضوئية)
٤	[ط الكترون = $\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}$] e.v	* حساب طاقة الإلكترون في مداره في ذرة (H) وتذكر: الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون هي: ط = $\left\|\frac{-١٣,٦}{ن^{٢}}\right\|$ دون إكسابه طاقة حركية
٥	[ط ح = $e^{\sqrt{\ }}$ + Δجـ ق] جول = $\frac{١}{٢}$ ك e ع^{٢}	* حساب الطاقة الحركية للإلكترون المنبعث من سطح فلز في الظاهرة الكهروضوئية.
٦	[Φ = هـ ت د] جول	* حساب اقتران الشغل (طاقة ربط الإلكترون بالنواة) أقل طاقة لازمة للتحرير
٧	[نق المدار = ن^{٢} × نق ب (ثابت بور)] م	* حساب نصف قطر المدار (ذرة H حصريا) الذي يوجد فيه الإلكترون.
٨	[خ = ك ع] كغ.م/ث	* حساب الزخم الخطي لإلكترون أو أي جسم متحرك في خط مستقيم.
٩	[ح ز = ك ع نق = ن $\frac{هـ}{\pi ٢}$] جول.ث	* حساب الزخم الزاوي لإلكترون في ذرة الهيدرجين.

AWA2EL LEARN 2 BE

إعداد: أمجد دودين

ملخص قوانين الفصل

	القانون	الاستخدامات
١١	$[\lambda_{ع} = \frac{س}{ت_{د_{ه}}}]$	* حساب طول موجة العتبة أو أكبر طول موجي يلزم لتحرير الكترون من سطح فلز دون اكسابه طاقة حركية.
١٢	$[\lambda = \frac{س}{ت_{د}}]$	* حساب طول موجة الضوء إذا علم تردده.
١٣	$[\lambda = \frac{هـ}{خ_{ف}}]$	* حساب طول موجة الضوء إذا علم زخمه.
١٤	$[\frac{١}{\lambda} = R_H \left\| \frac{١}{ن_{٢}} - \frac{١}{ن_{٢_{ه}}} \right\|]$	* حساب طول موجة الفوتون المنبعث أو الممتص في ذرة الهيدروجين.
١٥	$[\lambda_{\text{دي بروي}} = \frac{هـ}{ك ع}]$ الفرض العام	* حساب طول موجة دي بروي المصاحبة (لأي جسم يتحرك)

AWA2EL LEARN 2 BE

همتي همة الملوك .... ونفسي نفس حر.... ترى المذلة كفراً

إعداد: أمجد دودين

امتحان نهاية الفصل

المبحث: (الفيزياء) الزمن: (ساعة وعشر دقائق)

الفرع: العلمي والصناعي العلامة: ٤٠

ملحوظة:

أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٢)، علمًا بأن عدد الصفحات (٢)

ثوابت فيزيائية:

هـ = ٦,٦×١٠$^{-٣٤}$ جول.ث س = ٣×١٠^{٨} م/ث $ش_e$ = ١,٦×١٠$^{-١٩}$ كولوم

$ط_١$ = -١٣,٦ e.v $ك_e$ = ٩,١×١٠$^{-٣١}$ كغ نق$_ب$ = ٥,٢٩×١٠$^{-١١}$ م

سؤال (١) (١٨ علامة)

أ) وضح المقصود بكل من: (٤ علامات)

١. اقتران الشغل

٢. طاقة الإثارة

AWA2EL LEARN 2 BE

ب) إحدى الفرضيات المهمة في فيزياء الكم "الطبيعة المزدوجة لكل من الإشعاع والمادة" (٤ علامات)

١) بين ما تعنيه هذه العبارة.

٢) اذكر دليلاً عملياً يدعم سلوك الإشعاع بوصفه جسيماً وآخر يدعم سلوك المادة بوصفها موجة.

ج) يبين الجدول المجاور اقتران الشغل لثلاثة فلزات اعتماداً على الجدول أجب عما يلي: (١٠ علامات)

العنصر	Φ (الكترون فولت)
صوديوم	٢,٨
المنيوم	٤,٢٨
نحاس	٤,٦٥

١) بين أي الفلزات ينبعث منها الكترونات عند سقوط ضوء طول موجته (٣×١٠$^{-٧}$م) على سطحها مفسراً إجابتك.

٢) احسب جهد القطع للنحاس عند سقوط ضوء عليه تردده (٢×١٠^{١٥} هيرتز).

٣) بين لماذا نجحت النظرية الجسيمية في تفسير وجود تردد عتبة للفلزات في الظاهرة الكهروضوئية في حين لم تنجح النظرية الموجية في ذلك

إعداد: أمجد دودين

سؤال (٢) (٢٢ علامة)

أ) أذكر نص فرضية كل من: (٤ علامات)

١) ماكس بلانك (تكمية الطاقة)

٢) دي بروي (الطبيعة المزدوجة للمادة)

ب) يشير بور في أحد فروضه المتعلقة بذرة الهيدروجين إلى أن الإلكترون يشع طاقة أو يمتصها إذا انتقل من مستوى طاقة (مدار) إلى مستوى طاقة آخر فقط، فإذا كان الإلكترون متواجد في مستوى الإثارة الثاني عند لحظة معينة فأجب عن الأسئلة الآتية: (١٤ علامة)

١) يمتص الكترون ذرة الهيدروجين أو يشع مقادير محددة من الطاقة. فسر ذلك.

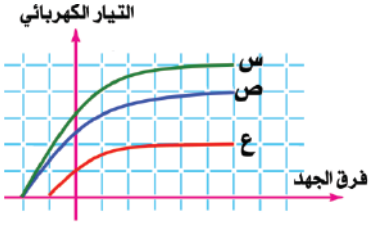
٢) ما أقل طاقة وما أكبر طاقة يمكن أن يشعها الإلكترون.

٣) احسب للإلكترون في هذا المدار كل من:

أ) نصف قطر المدار ب) الزخم الزاوي والزخم الخطي ج) السرعة

٤) هل يمكن لذرة الهيدروجين أن تبعث فوتوناً طاقته (١٥) الكترون فولت؟

ج) اختر رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يلي: (٤ علامات)

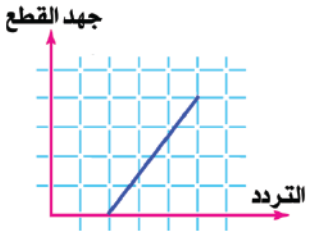


١) في تجربة لدراسة الظاهرة الكهروضوئية، استخدمت ثلاثة إشعاعات (س، ص، ع) إذا كانت المنحنيات البيانية تمثل نتائج العلاقة بين التيار الكهربائي وفرق الجهد. من الشكل نستنتج أن:

أ) تردد س > تردد ص > تردد ع ب) تردد س = تردد ص = تردد ع

ج) تردد س = تردد ص > تردد ع د) تردد س = تردد ص < تردد ع

٢) يمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين جهد القطع وتردد الضوء الساقط في الخلية الكهروضوئية، ميل هذه العلاقة يساوي:



أ) ثابت بلانك (هـ) ب) $\frac{\text{شحنة الإلكترون}}{\text{ثابت بلانك (هـ)}}$

ج) $\frac{\text{ثابت بلانك (هـ)}}{\text{شحنة الإلكترون}}$ د) $\frac{\text{اقتران الشغل } (\Phi)}{\text{شحنة الإلكترون}}$

انتهت الأسئلة

أهدي عملي المتواضع إلى أعداء النجاح

وأخص بالإهداء اللذين قابلوا الإحسان بالإساءة...

إتق شرّ من أحسنت إليه.

إجابة امتحان نهاية الفصل

سؤال (١) (١٨ علامة)

أ)

١. **اقتران الشغل:** أقل طاقة يمتلكها فوتون الضوء وتلزم لتحرير الكترون من سطح الفلز دون إكسابه طاقة حركية

٢. **طاقة الإثارة:** هي طاقة محددة تلزم لنقل الإلكترون من مستوى طاقة منخفض إلى مستوى عالي من الطاقة بحيث يبقى مرتبط بالذرة.

ب)

١) إن أي منهما يمكن أن يسلك سلوكاً موجياً أو سلوكاً جسيمياً.

٢) يسلك الإشعاع كجسيم (فوتون) عندما يتفاعل مع المادة (الإلكترون) مثل: الظاهرة الكهروضوئية أو ظاهرة كومتون وتسلك المادة (الإلكترونات) كموجة عند سقوطها من رقيقة معدنية حيث تشكل نمطاً من الحيود.

ج)

١) $ط = هـ ت_د = هـ \frac{س}{\lambda} = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٣ \times ١٠^{٨}}{١٠ \times ٣^{-٧}} = ٦,٦ \times ١٠^{-١٩}$ جول

$ط = \frac{٦,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = ٤,١٣$ e.v

لذلك $ط_{ضوء} > \Phi_{صوديوم}$ فقط يمارس الانبعاث والظاهرة.

٢) $ط = \Phi + ط_ح \Leftarrow ط_ح = ط - \Phi_{نحاس}$ $\Phi = ٤,٦٥ \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩} = ٧,٤٤ \times ١٠^{-١٩}$ جول

$ط_{جـ ق} = هـ ت_د - \Phi$

$١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times جـ_ق = ٦,٦ \times ١٠^{-٣٤} \times ٢ \times ١٠^{١٥} - ٧,٤٤ \times ١٠^{-١٩}$

$جـ_ق = \frac{١٣,٢ \times ١٠^{-١٩} - ٧,٤٤ \times ١٠^{-١٩}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}} = \frac{٥,٧٦}{١,٦}$ فولت

٣) لأن الضوء حسب النظرية الجسيمية حزم منفصلة على شكل فوتونات وعند سقوط الفوتون الواحد يتفاعل مع الكترون واحد فقط بحيث يمتص الإلكترون كل طاقة الفوتون كاملة وبالتالي يتحرر الإلكترون إذا كانت $ط_{فوتون} \geq \Phi$ وبما أن $\Phi = هـ ت_د$ وبالتالي يمكن القول هناك تردد أدنى للضوء يتمكن من تحرير الكترونات من سطح الفلز وهو ما يعرف باسم تردد العتبة للفلز.

أما النظرية الموجية فتفترض أن الضوء سيل متصل من الطاقة وتعتمد على شدته بصرف النظر عن تردده.

سؤال (٢) (٢٢ علامة)

أ)

١. **فرضية ماكس بلانك (تكمية الطاقة):**

الإشعاع هو وحدات منفصلة وتسمى كمات جمع لكلمة كمة ولكل منها طاقة محددة مكماه تتناسب طردياً مع تردد الإشعاع

٢. **فرضية دي بروي (الطبيعة المزدوجة للمادة):**

بما أن للفوتونات خواص موجية وجسمية فمن المحتمل أن يكون لأشكال المادة جميعها خواص موجية كما لها خواص جسمية.

ب)

١) لأن الطاقة مكماة فالطاقة الممتصة أو المشعة هي التي تنتقله بين مدارين.

٢) مستوى الإثارة الثاني (ن = ٣) هو متواجد في المدار الثالث

ط الأقل = |ط٢ − ط٣| عندما ينتقل من ن =٣ ← ن = ٢ أقل طاقة.

= |−٣,٤ − −١,٥| = ١,٩ e.v

ط الأكبر = |ط١ − ط٣| عندما ينتقل من ن =٣ ← ن = ١ أكبر طاقة.

= |−١٣,٦ − −١,٥| = ١٢,١ e.v

٣) احسب للإلكترون في هذا المدار كل من:

أ) نق = ت× نق$_{ب}$ = ٩×٥,٢٩×١٠$^{-١١}$ = ٤٧,٦١×١٠$^{-١١}$ م

ب) ح$_{ز}$ = ن $\frac{هـ}{\pi ٢}$ = ٣× $\frac{٦,٦\times١٠^{-٣٤}}{٢\times\frac{٢٢}{٧}}$ = ٣١٥×١٠$^{-٣٦}$ جول.ث

ح$_{ز}$ = خ$_{خطي}$× نق ⇦ خ$_{خطي}$ = $\frac{خ_{ز}}{نق}$ = $\frac{٣١٥\times١٠^{-٣٦}}{٤٧,٦١\times١٠^{-١١}}$ كغ.م/ث

ج) خ$_{ز}$ = ك ع نق ⇦ ع = $\frac{خ_{ز}}{ك\ نق}$ = $\frac{٣١٥\times١٠^{-٣٦}}{٩,١\times١٠^{-٣١}\times٤٧,٦١\times١٠^{-١١}}$ م/ث

٤) لا يمكن لأن الطاقة مكماه.

ج)

رقم الفقرة	الإجابة	رقم الفقرة	الإجابة
١	أ ب **ج** د	٢	أ ب **ج** د

انتهت الأسئلة

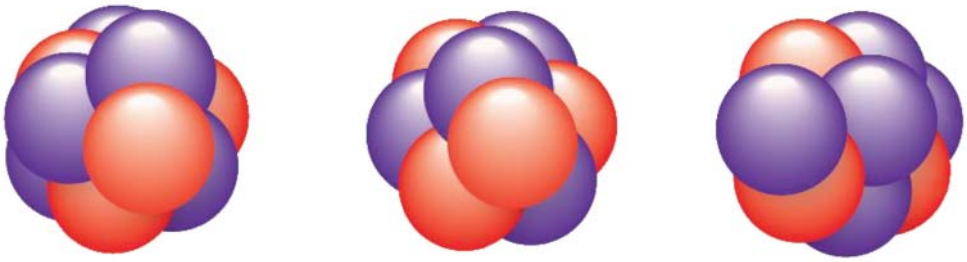
AWA2EL
LEARN 2 BE

الأولى
في الفيزياء من الألف إلى الياء

08 الفيزياء الحديثة

AWA2EL
LEARN 2 BE

الفيزياء النووية



إعداد

أمجد دودين

المنهاج الجديد

لا تجعل التاريخ يصنعك .. بل اصنع تاريخك بنفسك

شكر لفريق الطباعة والتصميم في مكتبة عالم الرياضة (٠٧٨٥١٩٤٨٩٤)

ويتوقع منك أن تكون قادرًا على أن:

- تبين تركيب النواة، وتذكر مكوناتها.
- تتعرف القوة النووية، وتذكر خصائصها.
- تحلل منحنى الاستقرار لنوى العناصر.
- تقارن بين دقائق ألفا ودقائق بيتا وأشعة غاما من حيث (الكتلة والشحنة والطبيعة والنفاذية والقدرة على التأيين والسرعة).
- تصف ما يحدث للنواة عندما تبعث دقائق ألفا أو دقائق بيتا.
- توازن معادلات تتضمن انبعاث دقائق ألفا أو دقائق بيتا أو كليهما.
- تفسر انبعاث أشعة غاما، وأثر ذلك في النواة الباعثة.
- توضح المقصود بطاقة الربط النووية، وتفاعل الانشطار النووي والتفاعل المتسلسل.
- تحلل المنحنى البياني لطاقة الربط النووية لكل نيوكليون.
- تحسب طاقة الربط النووية لنوى بعض العناصر، وتحسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون.
- تذكر مبادئ حفظ الكميات الفيزيائية في التفاعلات النووية.
- توضح المقصود بسلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي، وتحسب عدد دقائق ألفا وبيتا المنبعثة لكل سلسلة.
- تتعرف الإشعاعات النووية الصناعية واستخداماتها، والأخطار الناجمة عنها.
- تذكر شروط حدوث التفاعل النووي المتسلسل.
- توضح مبدأ عمل المفاعل النووي، وآلية التحكم في التفاعل المتسلسل فيه.
- تتعرف المفاعل النووي بوصفه مصدرًا للطاقة.
- توضح المقصود بتفاعل الاندماج، وتذكر أمثلة عليه.

AWA2EL LEARN BY

أولاً 1 بنية النواة وخصائصها [اكتشاف مكونات النواة]

سؤال (١) وضح المقصود بكل من: ١. النموذج النووي الحديث ٢. النيوكليونات

الحل

١. **النموذج النووي الحديث:** تتألف البنية النووية لنوى الذرات من بروتونات موجبة الشحنة يرمز لها (Z) ونيوترونات متعادلة كهربائيًا يرمز لها (N). باستثناء نواة الهيدروجين $_1^1H$ حيث تحتوي بروتون واحد وبدون نيوترون.

نيوكليونات

٢. **النيـــوكليونـــات:** هي مكونات النواة البروتونات والنيوترونات معاً. ويرمز لها بالرمز (A) حيث (N+Z=A) والذي يمثل العدد الكتلي لنواة الذرة.

سؤال (٢) يمثل الشكل المجاور الرمز الكيميائي للعنصر. أجب عما يلي:

١) ماذا يمثل كل من Z, A, X؟

٢) وضح كيف يمكن حساب عدد النيوترونات (N) لنواة عنصر ما.

الحل

١) **X: اسم العنصر** الكيميائي مثل (الصوديوم Na، اليورانيوم U، الليثيوم Li)

A: العدد الكتلي (مجموع البروتونات والنيوترونات)، لنواة الذرة وبالتالي يمثل (عدد النيوكليونات).

Z: العدد الذري : يمثل عدد البروتونات في نواة الذرة أو عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة حيث يحدد (Z) دائماً نوع العنصر لأن لكل عنصر عدد ذري خاص به (عدد بروتونات خاص به).

٢) يمكن حساب عدد النيوترونات (N) من العلاقة: N+Z=A حيث:

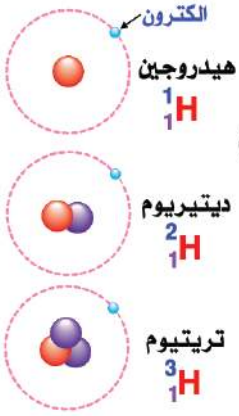
$N = A - Z$ ⇦ تذكر فكرة تكتك

(N = A − Z) مثال: $_{11}^{23}Na$ ⇦ ٢٣ − ١١ = ١٢ نيوترون ،

سؤال (٣) وضح المقصود بالنظائر؟ ذاكراً مثالاً عليها.

الحل

النظائر: ذرات للعنصر نفسه تتساوى أنويتها في **العدد الذري** (عدد البروتونات) وتختلف في **العدد الكتلي** (بسبب اختلاف عدد النيوترونات).



مثل نظائر الهيدروجين:

(الهيدروجين $_1^1H$) ، (الهيدروجين $_1^2H$ ويسمى ديتيروم) ، (الهيدروجين $_1^3H$ ويسمى تريتيوم)

ملاحظة تتفاوت النظائر في نسبة وجودها في الطبيعة، حيث وجد أن نظير الهيدروجين $_1^1H$ أكثر وجودًا في الطبيعة من نظيرية الآخرين $_1^2H$ ، $_1^3H$ كما أن العلماء استطاعوا انتاج نظائر لبعض العناصر (صناعياً: وذلك لأغراض سلمية أو أغراض حربية مثل القنابل).

صفحة تأسيس فقط، تدرس عند الحاجة

ثانيا 2 قياسات وحسابات نووية

١ قياس الكتل الذرية والنووية

- تقاس الجسيمات النووية والذرية بوحدة قياس (و.ك.ذ) والتي تسمى وحدة كتلة ذرية وهي ومناسبة أكثر من وحدة القياس (كغ) حيث: و.ك.ذ = $\frac{\text{كغ}}{١٠\times١,٦٦^{-٢٧}}$ ← الكتلة الأساسية؟

وبالتالي التحويل:

من كغ ← و.ك.ذ نقسم على الكتلة الأساسية $(١٠\times١,٦٦^{-٢٧})$

من و.ك.ذ ← كغ نضرب بالكتلة الأساسية $(١٠\times١,٦٦^{-٢٧})$

ما هي قصة الرقم $(١٠\times١,٦٦^{-٢٧})$ الكتلة الأساسية

يعتبر عنصر الكربون $^{12}_{6}C$ أكثر العناصر شيوعاً في الطبيعة ويسمى عنصر الحياة لذلك اتخذه العلماء مرجع أساسي لاستخراج الكتلة الأساسية وذلك لأن ك$_ب$ ≈ ك$_n$ حيث داخل نواة $^{12}_{6}C$ ١٢ كتلة ذرية.

بفضل جهاز مطياف الكتلة

١٢ ك.ذ = $١٠\times١,٩٩^{-٢٦}$ كغ

ك.ذ = $\frac{١٠\times١,٩٩^{-٢٦}}{١٢}$ = $١٠\times١,٦٦^{-٢٧}$ كغ ← متوسط كتلة (p و n)

سؤال إذا علمت أن ك$_ب$ = $١٠\times١,٦٧٢٦^{-٢٧}$ كغ احسب ك$_ب$ بوحدة (و.ك.ذ)

الحل

ك$_ب$ = $\frac{١٠\times١,٦٧٢٦^{-٢٧}}{١٠\times١,٦٦^{-٢٧}}$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ ≈ ١ و.ك.ذ

مش للحفظ للتوضيح أن (و.ك.ذ) مناسبة أكثر من (كغ)

الجسيم	الرمز	الكتلة (كغ)	الكتلة (و.ك.ذ)
البروتون	ك$_ب$	$١٠\times١,٦٧٢٦^{-٢٧}$	١,٠٠٧٣
النيوترون	ك$_n$	$١٠\times١,٦٧٤٩^{-٢٧}$	١,٠٠٨٧
الإلكترون	ك$_e$	$١٠\times٩,١٠٩٤^{-٣١}$	$١٠\times٥,٤٨٥٨^{-٤}$

وجد أن (ك$_ب$ ≈ ك$_n$ تعتمد عند الحاجة)

وجد أن (ك$_ب$ ≈ ك$_n$ >>> ك$_e$ تهمل) ١٨٤٠

لذلك تهمل ك$_e$ بالمقارنة مع ك$_ب$، ك$_n$

إرشاد: أسرار الرموز بالتعاون مع دودينكو

لذلك $^{1}_{0}n$ ، $^{1}_{1}p$ ، $^{0}_{-1}e$ تفهم ولا تحفظ (وشكرا عزيزي المستمع)

$^{1}_{0}n$ الكتلة، الشحنة، متعادل

$^{1}_{1}p$ موجب

$^{0}_{-1}e$ سالب، مهملة بالمقارنة

٢ قياس الطاقة الناتجة من الكتلة

- تقاس طاقة الجسيمات النووية والذرية بوحدة تسمى وحدة إلكترون فولت، يرمز لها (e.v) وهي مناسبة أكثر من وحدة القياس (جول) حيث (e.v) = $\frac{\text{جول}}{١٠\times١,٦^{-١٩}}$

للتحويل: من جول ← (e.v) نقسم على $(١٠\times١,٦^{-١٩})$ $(e\mathcal{W})$

من (e.v) ← جول نضرب بـ $(١٠\times١,٦^{-١٩})$ $(e\mathcal{W})$

لماذا الرقم $(١٠\times١,٦^{-١٩})$ $e\mathcal{W}$

يعتبر الإلكترون الشحنة الأساسية في الكون لذلك يتخذه العلماء لحساب الطاقة الجسيمية الصغيرة

حيث: ط = جـ $\mathcal{W}$

ط = جـ ن $e\mathcal{W}$ ن= الكترون واحد e

جول = e.v $e\mathcal{W}$ ⇦ e.v = $\frac{\text{جول}}{e\mathcal{W}}$

هذه الصفحة لا يوجد فيها ما يحفظ فقط إنما لتوضيح وحدات القياس (و.ك.ذ) (e.v) لذلك تقرأ فقط عند الحاجة إليها

إعداد: أمجد دودين

٣ قياس نصف قطر النواة (حجمها وكثافتها)

- أول من أشار إلى **شكل النواة** هو العالم **رذرفورد** عندما قذف في تجربته صفائح فلزية مختلفة بجسيمات ألفا، **وافترض** أن نوى ذرات الفلز كروية الشكل، **وتوالت التجارب** عقب رذرفورد التي أظهرت أن نوى الذرات شكلها **كروي**، وأن نصف قطرها (نق) يمكن أن يحسب من **العلاقة التجريبية** التالية:

$$\text{نق} = \text{نق}_{\circ} \sqrt[3]{A}$$ حيث $\text{نق}_{\circ}$: ثابت يساوي $١,٢ \times ١٠^{-١٥}$ م (ثابت رذرفورد) A: العدد الكتلي (النيوكليونات)

سؤال (١) **من خلال دراستك لبنية النواة وخصائصها أجب عما يلي:**

أولاً: اكتب صيغة رياضية تعبر فيها عن كل من:

أ) نصف قطر النواة

ب) حجم النواة

ج) كتلة النواة (التقريبية على اعتبار $\text{ك}_{ب} = \text{ك}_{ن}$)

ثانياً: كيف تفسر أن كثافة النواة ثابتة لجميع أنوية العناصر ثم أثبت أنها تعطى بالعلاقة: $\left(\text{ث}_{\text{نواة}} = \frac{\text{ك}_{ب}}{\frac{٤}{٣}\pi \text{نق}_{\circ}^{٣}}\right)$

AWAZEL LEARN 2 BE

الحل

أولاً: أ) $\text{نق} = \text{نق}_{\circ} \sqrt[3]{A}$

ب) $\text{ح} = \frac{٤}{٣}\pi \text{نق}^{٣}$ = $\frac{٤}{٣}\pi (\text{نق}_{\circ} A^{\frac{١}{٣}})^{٣}$ ⇦ $\text{ح} = \frac{٤}{٣}\pi \text{نق}_{\circ}^{٣} A$

ج) كتلة النواة التقريبية = كتلة أحدهم ($\text{ك}_{ب}$ أو $\text{ك}_{ن}$) × عددهم ⇦ $\text{ك} = \text{ك}_{ب} \times A$

تعتمد ($\text{ك}_{ب}$) (تم الاصطلاح $\text{ك}_{\text{أحدهم}} = \text{ك}_{ب}$)

ثانيا:

كثافة النواة ثابتة لجميع أنوية العناصر لأن مكونات النواة هي نفسها للعناصر جميعها وبالتالي نسبة (ك/ح) تبقى ثابتة حيث:

$$(\text{الكثافة})_{\text{النواة}} = \frac{\text{الكتلة}_{\text{النواة}}}{\text{الحجم}_{\text{النواة}}} \Leftarrow \text{ث}_{\text{النواة}} = \frac{\text{ك}_{ب} \times A}{A \times \frac{٤}{٣}\pi \text{نق}_{\circ}^{٣}} = \frac{\text{ك}_{ب}}{\frac{٤}{٣}\pi \text{نق}_{\circ}^{٣}} = \frac{\text{ثابت}}{\text{ثابت}} = \text{مقدار ثابت لجميع الأنوية مهما اختلف A}$$

سؤال (٢) **احسب نصف قطر نواة الليثيوم** $^{8}_{3}Li$ **علمًا أن** $\text{نق}_{\circ} = ١,٢ \times ١٠^{-١٥}$ م

الحل

$\text{نق} = \text{نق}_{\circ} \sqrt[3]{A} = ١,٢ \times ١٠^{-١٥} \times \sqrt[3]{٨} = ٢,٤ \times ١٠^{-١٥}$ م

سؤال (٣) **إذا علمت أن نصف قطر نواة العنصر (X) تساوي $٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$م، احسب عدد النيوكليونات في هذه النواة.**

الحل

تكعيب الطرفين

$\text{نق} = \text{نق}_{\circ} \sqrt[3]{A} \Leftarrow ٣,٦ \times ١٠^{-١٥} = ١,٢ \times ١٠^{-١٥} \times A^{\frac{١}{٣}} \Leftarrow A^{\frac{١}{٣}} = ٣ \Leftarrow A = ٢٧$ نيوكليون

سؤال (٤) **احسب كثافة كل من الأنوية التالية** ($^{4}_{2}He$ ، $^{56}_{26}Fe$ ، $^{12}_{5}B$) **علماً أن** $\text{ك}_{ب} = ١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}$ كغ

الحل

كثافة جميع أنوية العناصر ثابتة وتحسب من العلاقة: $\text{ث}_{\text{نواة}} = \frac{\text{ك}_{ب}}{\frac{٤}{٣}\pi \text{نق}_{\circ}^{٣}} = \frac{١,٦٧ \times ١٠^{-٢٧}}{\frac{٤}{٣}\pi (١,٢ \times ١٠^{-١٥})^{٣}}$ كغ/م^{٣}

إعداد: أمجد دودين

٤ قياس طاقة الربط النووية أو طاقة الفصل النووية

معادلة آينشتين في تكافؤ الكتلة الطاقة $E=mc^2$

سؤال (١) اكتب بالرموز المعادلة التي يمكن من خلالها حساب الطاقة المكافئة لمقدار من الكتلة (Δ ك) وما اسم هذه المعادلة.

الحل

$$ط = \Delta ك \times س^{٢}$$

حيث: (ط) الطاقة بالجول (Δ ك): كمية الكتلة بالكيلوغرام (س): سرعة الضوء (ثابت).

تسمى معادلة آينشتين في تكافؤ (الطاقة – الكتلة)

سؤال (٢) احسب الطاقة النووية الناتجة من تحول (١ كغ) ثم (١ و.ك.ذ) من الوقود النووي داخل المفاعل النووي.

الحل

ط = Δك × س^{٢} = (١) × (٣×١٠^{٨})^{٢} = ٩×١٠^{١٦} جول

ط = Δك × س^{٢} = (١ × ١,٦٦ ×١٠$^{-٢٧}$)×٩×١٠^{١٦} = ١٤,٩×١٠$^{-١١}$ جول

ولجعلها مناسبة أكثر نحسب بـ (e.v)

ط = $\frac{١٤,٩ \times ١٠^{-١١}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = ٩٣١,٥×١٠^{٦} (e.v) = ٩٣١,٥ m.e.v (مليون الكترون فولت) مناسبة أكثر

مليون

هـذا المثـال * الطاقة المكافئة لكتلة (١ و.ك.ذ) تساوي (٩٣١,٥) مليون الكترون فولت

للتوضيح فقـط وعليه يمكن حساب الطاقة المكافئة للكتلة المعطاه بوحدة (و.ك.ذ) حيث:

ملاحظة

(العامـة): [ط = Δ ك × س^{٢}] = عند إعطاء الكتلة بوحدة (كغ أو غرام) والطاقة الناتجة تكون بوحدة (الجول).

(الخاصة): [ط = Δ ك × ٩٣١,٥] = عند إعطاء الكتلة بوحدة (و.ك.ذ) والطاقة الناتجة تكون بوحدة (m.e.v).

هذا الرقم لا يحفظ دائما يكتب في ثوابت الوزارة على النحو التالي (١ و.ك.ذ= ٩٣١ m.e.v) من عندهم لتسهيل الحل

وصية أبدية

عند حساب الطاقة المكافئة للكتلة لا نهتم بوحدة قياس الطاقة المطلوبة في البداية لاختيار العلاقة المناسبة (العامة والخاصة) بل نهتم إلى وحدة قياس الكتلة المعطاه ثم نختار العلاقة المناسبة.

مثال (١) في تفاعل نووي استخدمت كمية من الوقود النووية مقدارها (٢ و.ك.ذ) احسب الطاقة المتولدة بوحدة الجول.

الحل

ط = Δك × ٩٣١ = ٩٣١×٢ = ١٨٦٢ m.e.v = ١٨٦٢×١٠^{٦} e.v = ١٠×١,٦×١٠^{٦}×١٠$^{-١٩}$ جول

مثال (٢) في تفاعل نووي نقصت كتلة الوقود النووي بمقدار (Δك=٤ غرام) احسب الطاقة النووية بوحدة e.v

الحل

ط = Δك ×س^{٢} = ٤×١٠$^{-٣}$ × (٣×١٠^{٨})^{٢} = ٣٦×١٠^{١٣} جول = $\frac{٣٦ \times ١٠^{١٣}}{١,٦ \times ١٠^{-١٩}}$ = $\frac{٣٦}{١٦}$×١٠^{٣٣} e.v

إعداد: أمجد دودين

طاقـة الربـط النوويـة

سؤال (١) وضـح المقصـود بطاقـة الـربط النوويـة (أو الفصـل). ثـم فسـر منشـأ هـذه الطاقـة.

الحل

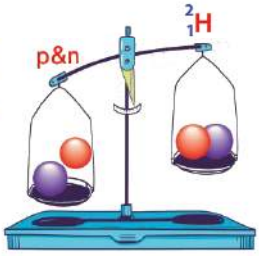
طاقة الربط النووية: هي مقدار الطاقة الخارجية التي يجب أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها عن بعضها نهائياً

منشأ طاقة الربط النووية:

وجد أن كتلة النواة (وهي مرتبطة) تكون دائماً أقل من مجموع كتل مكوناتها (وهي متباعدة) أي أن هنالك فرق في الكتلة* وهذا الفرق في الكتلة (Δك = ك المكونات − ك النواة) يتحول إلى طاقة تمسى طاقة الربط النووية حسب معادلة آينشتين بدليل استقرار الأنوية وتماسكها وعند إعطاء هذه النواة مقدار هذه الطاقة يتم مباشرة فصل مكوناتها عن بعضها.

*المنشأ

طر = Δك × ٩٣١ m.e.v



بعد اختراع جهاز مطياف الكتلة وجد أن:

ك ب + ك ن < ك نواة

$^{2}_{1}H < P + n$ ؟؟

سؤال (٢) علل كل من العبارات التالية:

نفس – **تكون كتلة النواة دائماً أقل من مجموع كتل مكوناتها.**

الفلم – **كتلة مكونات أي نواة وهي متباعدة تكون أكبر من كتلة النواة المكونة لها.**

الحل

لأن **الفرق في الكتلة** بين النواة ومكوناتها **يتحول إلى طاقة** حسب معادلة آينشتين في تكافؤ (الكتلة – الطاقة) وهذا المقدار من الطاقة يسمى **طاقة الربط النووية** والمسؤولة عن استقرار النواة وتماسكها. ويمثل مقدار **الطاقة الخارجية** التي **يجب** أن تزود بها النواة لفصل مكوناتها نهائياً.

سؤال (٣) مـا اسـم القـوة التـي تـربط بـين النيوكليونـات؟ ثـم اذكـر خصائصـها.

الحل

تسمى (**القوة النووية**) وتمتاز بأنها:

١. قوة تجاذب. ٢. مقدارها كبير ٣. لا تعتمد على نوع النيوكليونات وشحنة النيوكليونين المتلاصقين.

٤. ذات مدى قصير ٥. تحافظ على تماسك النواة واستقرارها في العديد من الأنوية.

ماذا نعني بقولنا ذات مدى قصير؟

تنشأ بين أي نيوكليونين متجاورين (p , p)، (n , n) ، (p , n) عندما يكون البعد بينهما (١,٤ × ١٠$^{-١٥}$م) تقريباً

وتنعدم إذا زاد البعد بينهما إلى أربعة أضعاف المقدار (١,٤ × ١٠$^{-١٥}$م):

وهذا يحدث في الأنوية الثقيلة التي عددها الذري يساوي ٨٣ أو يزيد عنه (Z ≥ ٨٣) حيث هنا **تضعف القوة النووية وتزداد قوة التنافر الكهربائية** بين البروتونات وتكون أنوية هذه العناصر الثقيلة خارج السيطرة (غير مستقرة).

للتوضيح — تشرح لاحقا

سؤال (٤) تحـافظ النـواة علـى تماسـكها بـالرغم مـن وجـود قـوة تنـافر كهربائيـة بـين بروتوناتهـا. علـل ذلـك.

الحل

وذلك بسبب وجود نوع آخر من القوى تربط بين مكونات النواة معاً تسمى (**القوة النووية**) وهي قوة تجاذب ذات مدى قصير جداً تربط النيوكلونات المتجاورة في النواة بغض النظر عن شحنة أي فهم سواء أكانا (**بروتونين**) أم (**نيوترونين**) أم (**بروتون ونيوترون**) وهذا يعني أن البروتونات والنيوترونات تتجاذب بفعل القوة النووية بالإضافة إلى تنافر البروتونات بفعل القوة الكهربائية. (ق نووية >>> ق ك)

إعداد: أمجد دودين

سؤال (٢) يشـكل عـدد النيوترونـات فـي النـواة عـاملاً مهمـاً فـي اسـتقرارها. فكيـف تفسـر ذلـك.

الحل

وذلك لأن النيوترونات متعادلة كهربائياً فتتأثر بالقوة النووية فقط. فلا يمكن أن تتنافر وتفكك النواة.

مثال (١) احسب طاقة الربط لنواة $^{8}_{3}Li$ (بوحدة الإلكترون فولت) إذا علمت أن ك$_{Li}$ = ٨,٠٠٢٦ و.ك.ذ (كـ$_{ب}$ = ١,٠٠٨ و.ك.ذ ، ك$_{ن}$ = ١,٠٠٩ و.ك.ذ)

الحل

- تكتكة ● لنواة $^{8}_{3}Li$: Z = ٣ ، N = ٨ − ٣ = ٥
- منشأ ● Δك = ك$_{المكونات}$ − ك$_{النواة}$ = (Z× ك$_{ب}$ + N×ك$_{ن}$) − ك$_{النواة}$ ← معطاه من السؤال: لكن إذا لم تعطى يمكن حسابها من ك$_{نواة}$ = ك$_{ب}$ × A (الصيغة التقريبية)

= (٣×١,٠٠٨ + ٥×١,٠٠٩) − ٨,٠٠٢٦

Δك = ٣,٠٢٤ + ٥,٠٤٥ − ٨,٠٢٩ = ٨,٠٢٩ − ٨,٠٦٩ = ٠,٠٤ و.ك.ذ

- آينشتين ● ط$_{ر}$ = Δك × ٩٣١ = ٣٧,٢٤ m.e.v = ٣٧,٢٤ ×١٠^{٦} e.v ← تذكر (١٠^{٦} = m)

مثال (٢) احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ ، علماً أن كتلة نواة الحديد (٥٥,٩٢٠٦ و.ك.ذ) ، ك$_{n}$ = ١,٠٠٨٦٦ و.ك.ذ ، ك$_{p}$ = ١,٠٠٧٢٧ و.ك.ذ

الحل

- تكتكة ● لنواة $^{56}_{26}Fe$: Z = ٢٦ ، N = ٥٦ − ٢٦ = ٣٠
- منشأ ● Δك= ك$_{المكونات}$ − ك$_{النواة}$ =(Z× ك$_{ب}$ + N×ك$_{ن}$) − ك$_{النواة}$ =(٢٦×١,٠٠٧٢٧ + ٣٠×١,٠٠٨٦٦) − ٥٥,٩٢٠٦ و.ك.ذ
- آينشتين ● ط$_{ر}$ = Δك × ٩٣١ = {(٢٦×١,٠٠٧٢٧ + ٣٠×١,٠٠٨٦٦) − ٥٥,٩٢٠٦} × ٩٣١ m.e.v
- قسمة ونصيب ● طاقة الربط لكل نيوكليون = طاقة الربط النووية / العدد الكتلي A = {(٢٦×١,٠٠٧٢٧ + ٣٠×١,٠٠٨٦٦) − ٥٥,٩٢٠٦} × ٩٣١ / ٥٦ m.e.v/نيوكلون

← تعتبر المقياس الأساسي لمقارنة الأنوية أيها أكثر استقرار بحيث: كلما كانت طاقة الربط النووية لكل نيوكلون أكبر كانت النواة أكثر استقراراً (تابع الأمثلة التالية)

مثال (٣) إذا علمت أن طاقة ربط نواة العنصر $^{4}_{2}X$ = ١٦ m.e.v وطاقة ربط نواة العنصر $^{10}_{5}Y$ = ٢٠ m.e.v أي النواتين أكثر استقرارا؟ X أم Y وفسر إجابتك.

الحل

تحدد طاقة الربط لكل نيوكلون (معدل الطاقة) أي من الأنوية أكثر استقرار حيث نحسبها لكل منهما:

- طاقة الربط لكل نيوكلون = ط$_{ر}$ (X) / A = ١٦ / ٤ = ٤ m.e.v/نيوكلون
- طاقة الربط لكل نيوكلون = ط$_{ر}$ (Y) / A = ٢٠ / ١٠ = ٢ m.e.v/نيوكلون

وبالتالي نلاحظ أن الطاقة اللازمة لفصل أحد نيوكلونات نواة X أكبر من تلك اللازمة لفصل أحد نيوكلونات نواة Y وهذا يعني أن نواة (X) أكثر استقرار من نواة (Y).

إعداد: أمجد دودين

تصنف النوى حسب عدد نيوكلوناتها (العدد الكتلي A) إلى: متوسطة، خفيفة، ثقيلة حيث:

١ [النوى المتوسطة] العدد الكتلي لها بين ٥٠ ≤ A ≤ ٨٠

لها أعلى طاقة ربط نووية لكل نيوكلون، مما يجعلها أكثر استقرار من غيرها. وتفكيكها يتطلب طاقة خارجية كبيرة جداً لفصل نيوكلوناتها حيث يظهر في المنحنى الموضح القيمة العظمى لطاقة الربط النووية لكل نيوكلون تساوي (٨,٨) m.e.v/نيوكلون وهي نواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ مرجع الاستقرار (King)

٢ [النوى الخفيفة] العدد الكتلي أقل من A < ٥٠

تكون طاقة الربط النووية لكل نيوكلون فيها أقل بالنسبة إلى النواة المتوسطة وبالتالي تكون قليلة الاستقرار بالنسبة لها حيث النوى الخفيفة يمكنها الاندماج لتكوين نوى كتلتها أقرب إلى كتلة نواة الحديد لتصبح أكثر استقرار ويصاحب ذلك الاندماج تحرر قدر من الطاقة. مثال توضيحي A=٢٥ & A=٢٥ ⇦ ٢٥+٢٥=٥٠ (اكثر استقرار)

مثال افتراضي

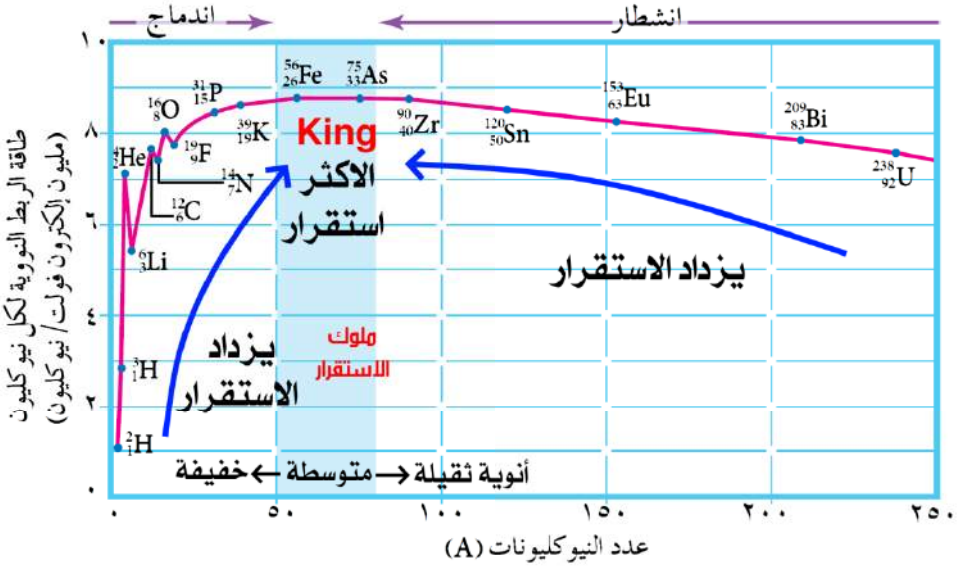
AWA2EL LEARN 2 BE

٣ [النوى الثقيلة] العدد الكتلي أكبر من A > ٨٠

تكون طاقة الربط النووية لكل نيوكلون فيها أقل بالنسبة إلى النواة المتوسطة وبالتالي تكون قليلة الاستقرار بالنسبة لها حيث النوى الثقيلة يمكنها الانشطار لتكوين نواتين كتل كل منهما أقرب إلى كتلة نواة الحديد لتصبح كل منهما أكثر استقرار ويصاحب الانشطار تحرر قدر من الطاقة. مثال توضيحي: A= ١٥٠ ← A= ٧٥ (اكثر استقرار)

A= ٧٥ (اكثر استقرار)

مثال افتراضي



مثال (٤) بدون استخدام المنحنى المجاور رتب تصاعديا نوى العناصر $^{56}_{26}Fe$ ، $^{238}_{92}U$ ، $^{209}_{83}Bi$ أيها أكثر استقرارا

الحل

($^{238}_{92}U$) ثم ($^{209}_{83}Bi$) ثم ($^{56}_{26}Fe$) الاكثر استقرار لأنه الأعلى طاقة ربط لكل نيوكليون بالنظر إلى العدد الكتلي A والمرجع ٥٦

Home Work ١

لنواة الألمنيوم ($^{27}_{13}AL$) اجب عما يلي علماً أن:

[(كـ = ١,٠٠٨ و.ك.ذ)، (كن = ١,٠٠٩ و.ك.ذ) ، (نق ₀ = ١,٢×١٠$^{-١٥}$ م)]

١) احسب نصف قطر نواة الألمنيوم.

٢) ما عدد مكونات النواة (N , Z).

٣) احسب كتلة النواة على اعتبار كتلة البروتون ك؟ (الكتلة التقريبية)

٤) احسب طاقة الربط النووية لهذه النواة (أو الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة).

أولا بوحدة (و.ك.ذ) استنتاجي المنشأ (تزويدي) فقط (Δك) ثانيا: بوحدة (m.e.v)

Home Work ٢

طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$. إذا علمت أن فرق الكتلة بين كتلة نواة الليثيوم ومجموع كتل مكوناتها يساوي (Δك = ٠,٠٦٢٨ و.ك.ذ).

Home Work ٣

احسب طاقة الربط النووية لكل نيوكليون في نواة الليثيوم $^{8}_{3}Li$.

(ك $_{Li}$ = ٨,٠٠٢٦ و.ك.ذ ، ك$_n$ = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ ، ك$_p$ = ١,٠٠٧٣ و.ك.ذ)

Home Work ٤

إذا علمت أن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون لنواة النيون $^{20}_{10}Ne$ تساوي (٨) مليون إلكترون فولت/ نيوكليون .

احسب: علماً بأن (كـ = ١,٠٠٨ و.ك.ذ ، كن = ١,٠٠٩ و.ك.ذ)

١) طاقة الربط النووية للنواة.

٢) كتلة النواة بوحدة الكتل الذرية.

Home Work ٥

احسب العدد الكتلي لعنصر إذا علمت أن: (قطر النواة له يساوي ٤,٨×١٠$^{-١٥}$م)

Home Work ٦

في الجدول المجاور طاقة الربط النووية لثلاث أنوية، اعتماداً على البيانات المبينة في الجدول. اجب عما يلي:

علماً بأن (كـ = ١,٠٠٨ و.ك.ذ ، كن = ١,٠٠٩ و.ك.ذ)

النواة	$^{4}_{2}X$	$^{6}_{3}Y$	$^{9}_{4}Z$
طاقة الربط بوحدة Mev	٢٨	٣٣	٥٨,٥

١) أي الأنوية الأكثر استقراراً؟ ولماذا؟

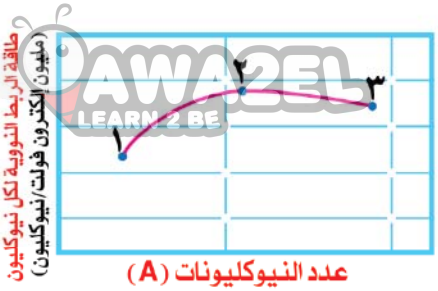
٢) احسب كتلة النواة ($^{4}_{2}X$)

Home Work ٧

(س، ص) نواتان ثقيلتان لهما العدد الكتلي نفسه، إذا علمت أن النواة (س) تمتلك طاقة ربط نووية أكبر من النواة (ص) فأي النواتين أكثر استقراراً؟ فسر إجابتك.

Home Work ٨

يوضح الشكل المجاور التمثيل البياني للعلاقة بين عدد النيوكليونات، وطاقة الربط النووي لكل نيوكليون، وتشير الأرقام (١، ٢، ٣) على المنحنى في الشكل إلى ثلاثة نظائر:

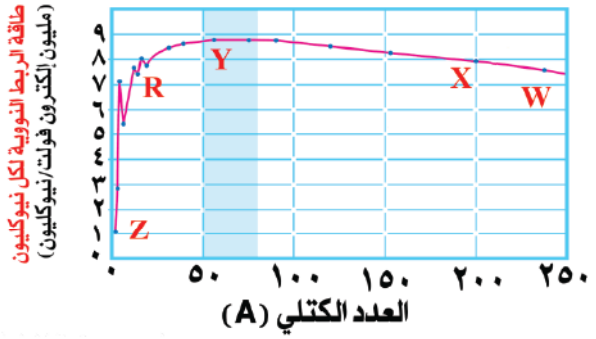


١) وضح المقصود بالنظائر.

٢) رتب تنازلياً هذه النظائر وفق الطاقة اللازمة لفصل نيوكليون واحد من نواة كل منها.

Home Work ٩

يمثل الشكل المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون والعدد الكتلي لمجموعة العناصر (Z, Y, W, X, R) اعتمادًا على المنحنى أجب عما يلي:



١) أي هذه العناصر اكثر استقراراً؟ ولماذا؟

٢) قارن بين العنصرين (W, X) أيهما أكثر استقرار؟

٣) قارن بين العنصرين (R, Z) أيهما أكثر استقرارا؟

٤) أي هذه العناصر أكثر قابلية للانشطار؟

٥) أي هذه العناصر أكثر قابلية للاندماج؟

٦) تفكيك النوى المتوسطة (انشطارها) يتطلب طاقة كبيرة. فسر ذلك.

٧) احسب طاقة الربط النووية لنواة العنصر (X).

إجابة ورقة عمل (١)

Home Work ١

١) $نق_{AL} = نق_{\circ} \sqrt[3]{A} = ١,٢ \times ١٠^{-١٥} \times \sqrt[3]{٢٧} = ٣,٦ \times ١٠^{-١٥}$ م

٢) $Z = ١٣$ ، $N = ٢٧ - ١٣ = ١٤$

٣) $ك_{AL} = ك_{ب} \times A = ١,٠٠٨ \times ٢٧ = ٢٧,٢١٦$ (و.ك.ذ)

٤) $\Delta ك = (Z ك_{ب} + N ك_{ن}) - ك_{AL}$ ← مش من السؤال احنا حسبناها

أولا : $= [(١٣ \times ١,٠٠٨) + (١٤ \times ١,٠٠٩)] - ٢٧,٢١٦$

$\Delta ك = ٢٧,٢٣٠ - ٢٧,٢١٦ = ٠,٠١٤$ و.ك.ذ

هذا الرقم يصطلح عليه في المنهاج القديم باسم (ط) بوحدة لأنه المنشأ و.ك.ذ

ثانيا: $= (Z ك_{ب} + N ك_{ن}) - ك_{نواة}$

$= (١٣ \times ١,٠٠٨ + ١٤ \times ١,٠٠٩) - ٢٧,٢١٦$ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١$

$= (١٣ \times ١,٠٠٨ + ١٤ \times ١,٠٠٩) - ٢٧,٢١٦) \times ٩٣١$ m.e.v

Home Work ٢

$ط_{ر} = \underline{\Delta ك} \times ٩٣١ = (٠,٦٢٨) \times ٩٣١$ m.e.v

جاهزة

طاقة الربط النووية لكل نيوكليون $= \frac{ط_{ر}}{A} = \frac{٠,٦٢٨ \times ٩٣١}{٨}$ m.e.v/نيوكليون

Home Work ٣

$Z = ٣$ ، $N = ٨ - ٣ = ٥$ ، $A = ٨$

$\Delta ك = (Z ك_{ب} + N ك_{ن})_{المكونات} - ك_{نواة}$

$= (٣ \times ١,٠٠٧٣ + ٥ \times ١,٠٠٨٧) - ٨,٠٠٢٦$

$= (٣,٠٢١٩ + ٥,٠٤٣٥) - ٨,٠٠٢٦ = ٠,٠٦٢٨$ و.ك.ذ

$ط_{ر} = \Delta ك \times ٩٣١$

$= (٠,٠٦٢٨) \times ٩٣١$ m.e.v

الآن طاقة الربط النووية لكل نيوكليون $= \frac{ط_{ر}}{A} = \frac{٠,٠٦٢٨ \times ٩٣١}{٨}$ m.e.v/نيوكليون

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٤

١) طاقة الربط لكل نيوكليون = $\frac{\text{ط}_\text{ر}}{A}$ ، Z = ١٠ ، N = ٢٠ − ١٠ = ١٠

$\frac{\text{ط}_\text{ر}}{٢٠}$ = ٨ ⇦ ط$_\text{ر}$ = ١٦٠ m.e.v

٢) ط$_\text{ر}$ = Δك × ٩٣١ ⇦ ١٦٠ = Δك × ٩٣١ ⇦ Δك = $\frac{١٦٠}{٩٣١}$ و.ك.ذ

Δك = (Zك$_\text{ب}$ + Nك$_\text{ن}$) − ك$_\text{نواة}$

$\frac{١٦٠}{٩٣١}$ = (١٠ × ١٫٠٠٨ + ١٠ × ١٫٠٠٩) − ك$_\text{نواة}$

$\frac{١٦٠}{٩٣١}$ = ٢٠٫١٧ − ك$_\text{نواة}$ ⇦ ك$_\text{نواة}$ = (٢٠٫١٧ − $\frac{١٦٠}{٩٣١}$) و.ك.ذ

لا يمكـــن اســـتخدام ك$_\text{تقريبية}$ = ك$_\text{ب}$ × A عـددهم إلا إذا طلـب السـؤال ذلـك بشكل صريح صيغة تقريبية

Home Work ٥

قطرة النواة: ٤٫٨ × ١٠$^{-١٥}$م ⇦ نق = ٢٫٤ × ١٠$^{-١٥}$م

نق = = نق $\sqrt[٣]{A}$ ⇦ ٢٫٤ × ١٠$^{-١٥}$ = ١٫٢ × ١٠$^{-١٥}$ × $A^{\frac{١}{٣}}$ ⇦ $A^{\frac{١}{٣}}$ = ٢ بالتكعيب ⇦ A = ٨

Home Work ٦

١) العنصر X لأنه أعلى طاقة ربط لكل نيوكليون = $\frac{\text{ط}_\text{ر}}{A}$ = $\frac{٢٨}{٤}$ = ٧ m.e.v/نيوكليون

٢) ط$_\text{ر}$ = Δك × ٩٣١ ⇦ ٢٨ = Δك × ٩٣١ ⇦ Δك = $\frac{٢٨}{٩٣١}$ و.ك.ذ

Δك = (Zك$_\text{ب}$ + Nك$_\text{ن}$) − ك$_\text{نواة}$ Z = ٢ N = ٤ − ٢ = ٢

$\frac{٢٨}{٩٣١}$ = (٢ × ١٫٠٠٨ + ٢ × ١٫٠٠٩) − ك$_\text{نواة}$

$\frac{٢٨}{٩٣١}$ = ٤٫٣٤ − ك$_\text{نواة}$ ⇦ ك$_\text{نواة}$ = (٤٫٠٣٤ − $\frac{٢٨}{٩٣١}$) و.ك.ذ

Home Work ٧

بما أن A$_\text{س}$ = A$_\text{ص}$ و (ط$_\text{ر}$)$_\text{س}$ > (ط$_\text{ر}$)$_\text{ص}$ فأن:

ط$_\text{ر}$ لكل نيوكليون $\frac{(\text{ط}_\text{ر})_\text{س}}{A_\text{س}}$ > ط$_\text{ر}$ لكل نيوكليون $\frac{(\text{ط}_\text{ر})_\text{ص}}{A_\text{ص}}$

وبالتالي النواة (س) أكثر استقراراً من (ص).

Home Work ٨

١) ذرات للعنصر نفسه تتساوى أنويتها في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي

٢) ٢ > ٣ > ١ حيث (٢) أعلى المنحنى أكبر ط ر لكل نيوكليون و(١) أسفل المنحنى أقل ط ر لكل نيوكليون

Home Work ٩

١) العنصر Y: أعلى معدل طاقة (ط ر لكل نيوكليون) الأكبر.

٢) العنصر X: لأن ط ر لكل نيوكليون له < W وهو أقرب للعنصر Y

٣) العنصر R: لأن ط ر لكل نيوكليون له < Z وهو أقرب للعنصر Y

٤) العنصر W: لأنه أبعد عن Y وبالتالي أقل استقرار وبحاجة اكثر من X للاستقرار.

٥) العنصر Z: لأنه أبعد عن Y وبالتالي أقل استقرار وبحاجة اكثر من R للاستقرار.

٦) لأن ط ر لكل نيوكليون لها كبيرة فتحتاج طاقة خارجية كبيرة لفصل مكوناتها.

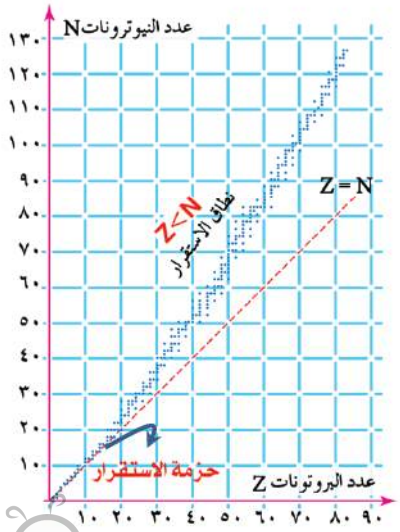
٧) (ط ر)محورص لكل نيوكليون = $\frac{(\text{ط ر})_{\text{النواة}}}{A_{\text{محور س}}}$ ⇦ ط ر = (ط ر لكل نيوكليون)× A

= ٨×٢٠٠ = ١٦٠٠ m.e.v

انتهت الإجابة

استقرار وعدم استقرار النواة

سؤال يمثل الشكل الموضح العلاقة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات لنوى العناصر جميعها. تمعن الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية:



١) ما اسم هذا المنحنى؟ وما هي الغاية منه؟

٢) ما هي العوامل المسؤولة عن استقرار النواة؟ فسر إجابتك.

٣) وضح من الشكل استقرار وعم استقرار الأنوية (الخفيفة، المتوسطة، الثقيلة).

٤) نلاحظ انحراف نطاق الاستقرار نحو الأعلى مع زيادة العدد الذري (Z).

٥) تعد نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ من النوى غير المستقرة رغم احتوائها عدد كبير من نيوترونات.

الحل

١) يسمى (**منحنى الاستقرار**) ويمكن من خلاله تفسير استقرار عدم استقرار الأنوية.

٢) أ) **القوة النووية**: مسؤولة عن استقرار وتماسك النواة من خلال (طـ لكل نيوكليون)

ب) **عدد النيوترونات**: مسؤول عن الاستقرار لأنها متعادلة وتتأثر فقط بقوة تجاذب نووية.

٣) **النـوى الخفيفـة**: (منها مستقرة ومنها غير مستقرة) مثل $^{16}_{8}O$: يكون فيها أغلب الأنوية (Z=N) عدد البروتونات يساوي عدد النيوترونات هذا يحقق لها استقرار عالي وتسمى **حزمة الاستقرار** وهناك عدد قليل من هذه الأنوية فوق الخط بقليل (Z<N) وعدد قليل جداً جداً تحت الخط بقليل (N<Z) فتكون أقل استقرار.

النوى المتوسطة: (ملوك الاستقرار) جميعها مستقرة وتقع فوق الخط وتكون أنويتها في منطقة (نطاق الاستقرار) مثل: $^{90}_{40}Zr$ ، $^{197}_{79}Au$ لا حظ (Z<N) للحفاظ على الاستقرار.

النوى الثقيلة: (Z>٨٣) جميعها خارج السيطرة لان حجم النواة فيها كبير جدا.

٤) لأن زيادة عدد البروتونات في هذه الانوية يعني وجود زيادة كبيرة في قوى التنافر الكهربائية بينها، لذلك يكون عدد النيوترونات (N) في هذه النوى يفوق دائماً عدد البروتونات لكي تبقى قوى التجاذب النووية سائدة ومسيطرة على قوى التنافر الكهربائية حيث النيوترونات ينشأ بينها قوة ربط نووية فقط ولا يمكن أن تتنافر مثل البروتونات وتفكك النواة.

٥) وذلك لأن حجم النواة كبير جداً، فتتباعد النيوكليونات عن بعضها البعض وتكون المسافات بينها أكثر من أربع أضعاف المقدار ($١,٤\times١٠^{-١٥}$) فيضعف تأثير القوى النووية وتتعاظم قوى التنافر الكهربائية بين بروتونات النواة. وبالتالي لا تستطيع القوى النووية أن تتغلب وتسيطر على قوى التنافر الكهربائية أو تجاريها مهما بلغ عدد النيوترونات فيها ولذلك تكون غير مستقرة وتبدأ بالتفكك والاضمحلال (الإشعاع والتحول للوصول إلى أكثر استقرار).

لاحظ أن **توجد في الطبيعة نوى مستقرة ونوى غير مستقرة لذلك:**

النوى المستقرة: لا تشع ولا تتحول **النوى غير المستقرة: تشع وتتحول**

الإشعاعات النووية (الفا α ، بيتا β ، غاما γ)

A ظاهرة الإشعاع الطبيعي

سؤال (١) ما هو مصدر الإشعاع في ظاهرة النشاط الإشعاعي؟ ثم وضح المقصود بالنشاط الإشعاعي.

الحل

- تبين أن مصدر الإشعاع النووي هو نوى **غير مستقرة** ولكي تصبح النوى أكثر استقرار تقوم بالاضمحلال (**التحول**) من نوى إلى أخرى يصاحب هذا الاضمحلال **انبعاث إشعاع** (ألفا، بيتا، غاما).
- **النشاط الإشعاعي**: عملية الانبعاث **التلقائي** للإشعاع من النوى **غير المستقرة**.

سؤال (٢) في اضمحلال الأنوية يجب أن تتحقق أربعة مبادئ لحفظ الكميات الفيزيائية: اذكرها موضح المقصود بكل منها.

الحل

١. **مبدأ حفظ العدد الكتلي**: مجموع الأعداد الكتلية للنواتج يساوي العدد الكتلي للنواة الأم (المادة الداخلة).

٢. **مبدأ حفظ العدد الذري**: مجموع الأعداد الذرية للنواتج يساوي العدد الذري للنواة الأم (المادة الداخلة).

٣. **مبدأ حفظ (الطاقة – الكتلة)**: مجموع الطاقة والكتلة للنوى والجسيمات المتفاعلة أو المضمحلة يساوي مجموع الطاقة والكتلة للنوى والجسيمات الناتجة من التفاعل أو الاضمحلال.

٤. **مبدأ حفظ الزخم الخطي**: الزخم الخطي للنوى والجسيمات المتفاعلة أو المضمحلة يساوي الزخم الخطي للنوى والجسيمات الناتجة من التفاعل والاضمحلال.

سؤال (٣) ما هي طبيعة الإشعاعات الصادرة من اضمحلال الأنوية غير المستقرة؟

الحل

١. **أشعة ألفا** (α): هي **جسيمات موجبة** الشحنة يتكون الواحد منها من بروتونين ونيوترونين لذا فهي نوى ذرات هيليوم ^4_2He إشعاعي

٢. **أشعة بيتا** (β): هي **الكترونات سالبة** الشحنة يعبر عنها بالرمز $^0_{-1}e$ وتسمى بيتا السالبة($-\beta$) وهنالك حالة شاذة ($+\beta$) بيتا الموجبة ستشرح لاحقا

٣. **أشعة غاما** (γ): هي **أشعة كهرومغناطيسية** (فوتونات) ليس لها شحنة وليس لها كتلة.

سؤال (٤) قارن بين الإشعاعات النووية من حيث:

نوع الإشعاع / أوجه المقارنة	دقائق ألفا	دقائق بيتا	أشعة غاما
١) الطبيعة.	جسيمات	جسيمات	فوتونات (أشعة كهرومغناطيسية)
٢) الشحنة.	موجبة	إما سالبة (الإلكترون) $^0_{-1}\beta$ أو موجبة (البوزيترون) $^0_{+1}\beta$	لا شحنة لها
٣) الكتلة.	كبيرة جداً	تساوي كتلة الإلكترون وأقل من كتلة ألفا	لا كتلة لها (الأقل)
٤) الاختراق (النفاذ).	قليلة/ الأقل	كبيرة/ أكبر من ألفا لكن أقل من غاما	كبيرة جداً (هائلة)
٥) السرعة.	قليلة/ الأقل	عالية/ أسرع من ألفا لكن أبطأ من غاما	الأسرع/ سرعة الضوء
٦) التأين (التصادم).	كبيرة نسبياً ← الأكبر	متوسطة/ أقل من ألفا لكن أكبر من غاما	منخفضة جداً/ الأقل تأين

للتوضيح

النفاذ: (**القدرة على الاختراق**): كتلة صغيرة ← اختراق عالي (عكسي مع ك)

التأين: (**التصادم مع المادة**): كتلة كبيرة ← تصادم أكبر (طردي مع ك) ، لذلك نلاحظ النفاذ والسرعة علاقة **عكسية** (مع التأين)

اضمحلال (ألفا، بيتا، غاما)

أولا أضمحلال ألفا

سؤال (١) وضـــح المقصـــود باضـــمحلال ألفـــا؟ وعبـــر عنـــه بمعادلـــة نوويـــة عامـــة.

الحل

في **النوى الثقيلة** يكون عدد النيوكليونات كبير جداً وللتخلص منها تقوم النواة بالانشطار (الانقسام) وتبعث دقيقة (جسيم) ألفا (^4_2He) فيقل عددها الذري (٢) والكتلي (٤) حيث فقدت بروتونين ونيوترونين وينتج نواة جديدة اكثر استقراراً ويقال هنا **اضمحلت النواة** وشعت ألفا لتصبح أكثر استقراراً.

$$^A_ZX \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He \quad (\ {}^4_2\alpha\ )$$

حيث X: النواة الأصلية Y: النواة الناتجة الاكثر استقرار

سؤال (٢) مـاذا يصـاحب اضـمحلال ألفـا للأنويـة المشـعة؟ وأكمـل المعادلـة التاليـة: $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots\cdots$

الحل

١) اضمحلال ألفا للنواة الأصلية يعمل على: ١. انقاص لعدد Z بمقدار (٢) ٢. انقاص لعدد A بمقدار (٤)

٢) وجود فرق في الكتلة (Δ ك) بين المواد الداخلة والناتجة يتحول حسب معادلة آينشتين إلى طاقة حركية للنواتج بدليل حدوث إشعاع

ك$_x$ > ك$_z$ + ك$_\alpha$ Δ ك ← ط(حركية) إشعاع.

$$(^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2\alpha) \text{ OR } (^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + He)$$

سؤال (٣) أكمل المعادلات التالية:

١) $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \cdots\cdots$

٢) $^{234}_{90}Th \longrightarrow \cdots\cdots + {}^4_2\alpha$

الحل

نستخدم التكتكة باتجاه السهم للطرح

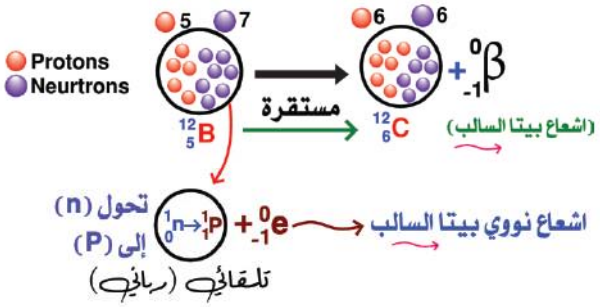
١) $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$ لذلك المناسب هو (^4_2He) أو ($^4_2\alpha$)

٢) $^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{228}_{88}Y + {}^4_2\alpha$ نرمز له بالرمز (Y) بشكل عام دون معرفة اسم ورمز العنصر.

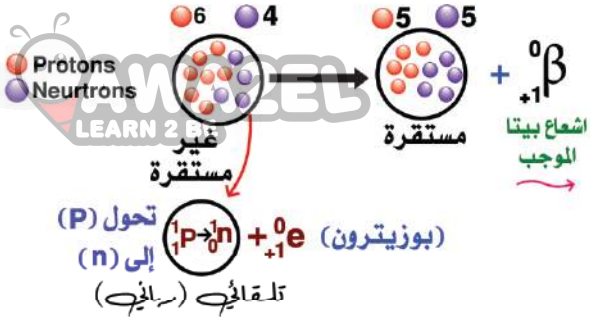
ثانيا اضمحلال بيتا

سؤال (١) فسر اضمحلال بيتا السالب (الإلكترون) وكذلك بيتا الموجب (البوزيترون) من الأنوية غير المستقرة.

الحل



١. انبعاث بيتا السالب ($_{-1}^{0}\beta = {}_{-1}^{0}e$) يكون في الأنوية غير المستقرة فوق خط منحنى الاستقرار والتي يكون فيها Z<N حيث يزيد عدد النيوترونات عن البروتونات بعدد قليل جداً لذلك يتحلل النيوترون داخل النواة ويتحول إلى بروتون والإلكترون يغادر النواة وبالتالي تصبح النواة مستقرة عندما يصبح (N=Z) ويقال اضمحلال بيتا السالب.



٢. انبعاث بيتا الموجب ($_{+1}^{0}\beta = {}_{+1}^{0}e$) يكون في الأنوية غير المستقرة تحت خط منحنى الاستقرار حالات قليلة جدًا جداً والتي يكون فيها N<Z لذلك: يتحلل البروتون $B_{(ب)}$ داخل النواة ملقط حرف الباء ويتحول إلى نيوترون وبوزيترون $B_{(ب)}$ يغادر النواة. ويقال اضمحلال بيتا الموجب. (البوزترون $_{+1}^{0}e$)

سؤال (٢) وضح المقصود بالبوزيترون

الحل

positive
+ بوز ترون
الكترون

هو جسيم مشابه للإلكترون في جميع خصائص عدا أن شحنته موجبة

وصية إرشادية

وجد في التفاعلات السابقة (تحلل البروتون أو النيترون) وجود خلل في تحقق مبدأ كل من حفظ الزخم الخطي و(الطاقة– الكتلة) حيث هنالك جزء يبدو لنا مفقود؟ ولذلك

قام العالم باولي بافتراض وجود جسيمات صغيرة جدًا لا شحنة ولا كتلة لها تحمل هذا الجزء المفقود ولاحقاً أثبتت التجارب وجود ذلك حيث تم الكشف مخبرياً عن انبعاث دائم لجسميات متناهية في الصغر سميت:

متلازمان مع بعض دائما

١. الاول (النيوترينو) ورمزه ν ويصاحب دائماً انبعاث البوزترون (بيتا الموجب) ($_{+1}^{0}\beta + \nu$)
٢. الثاني (ضديد النيوترينو) ورمزه $\bar{\nu}$ ويصاحب دائماً انبعاث الإلكترون (بيتا السالب) ($_{-1}^{0}\beta + \bar{\nu}$)

سؤال (٣) وضح المقصو بكل من: (النيوترينو، ضديد النيوترينو) وما سبب تواجدهم الدائم في اضمحلال بيتا.

الحل

(**النيوترينـو أو ضـديد النيوترينـو** عكسه): جسيم صغير مهمل الكتلة وغير مشحون وتتبعث دائماً لأنها تحمل جزء من الطاقة والزخم التي كانت تبدو لنا مفقودة. لكن يجب أن تحقق جميع مبادئ الحفظ في جميع التفاعلات.

سؤال (٤) فسر العبارة التالية: تنبعث دقائق بيتا السالبة (الإلكترونات) أو الموجبة (البوزترونات) من النواة رغم أنها ليست من مكونات النواة.

الحل

لأنه عند تحلل نيوترون مثلاً إلى بروتون وإلكترون ذو كتلة صغيرة وطول موجي كبير حسب فرضية دي بروي أكبر من أبعاد النواة ويُبعث فوراً خارج حيز النواة ويبقى البروتون ذو الكتلة الكبيرة داخل النواة. وكذلك عند تحلل بروتون إلى نيوترون وبوزترون ذو كتلة صغيرة وطول موجي أكبر من أبعاد النواة ويبعث فوراً خارجها ويبقى n ذو كتلة كبيرة $\lambda = \frac{هـ}{ك ع}$

سؤال (٥) اكتب معادلة تحلل النيوترون وكذلك معادلة تحلل البروتون.

الحل

١) معادلة تحلل النيوترون (ن ← الكترون): $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ (حيز النواة / خارج حيز النواة) OR $^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}\beta + \bar{\nu}$

٢) معادلة تحلل البروتون (ب ← بوزترون): $^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \nu$ OR $^{1}_{1}p \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}\beta + \nu$

AWA2EL LEARN 2 BE

سؤال (٦) أكمل المعادلات التالية:

١) $^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + \ldots\ldots + \ldots\ldots$

٢) $^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + \ldots\ldots + \ldots\ldots$

الحل

١) $^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ (إجباري)

٢) $^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e + \nu$

سؤال (٧) اكتب معادلة عامة تعبر فيها عن اضمحلال بيتا السالب وبيتا الموجب ووضح التغيرات الحادثة في كل من العدد الذري (Z) أو العدد الكتلي (A)

الحل

١) انبعاث بيتا السالب: $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$ — بيتا السالب (مجاكرة) — نلاحظ Z: يزداد بمقدار (١) و A: يبقى ثابت

٢) انبعاث بيتا الموجب: $^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e + \nu$ — نلاحظ Z: يقل بمقدار (١) و A: يبقى ثابت — بيتا الموجب (مجاكرة)

ثالثا اضمحلال غاما

سؤال (١) وضـح المقصـود باضـمحلال (غامـا) مفسـرًا منشـأها وكاتبـاً معادلـة نوويـة عامـة علـى ذلـك.

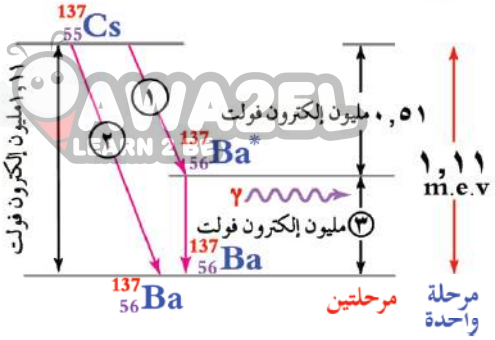
الحل

ستار/مثار

عندما **تبعث** نواة غير مستقرة **دقائق ألفا أو دقائق بيتا** فإن النواة الناتجة **غالباً** (أكثر الحالات) تبقى مثارة. (**علل**) X^* وذلك **لامتلاكها طاقة تفاعل** (من الانشطار أو الانحلال) زائدة عن الوضع الطبيعي لها. أي وجود **فائض طاقة وليس كتل** ولكي **تستقر النواة** تتخلص من هذه الطاقة **باعثة أشعة غاما** (التي تحمل هذه الطاقة الزائدة على هيئة فوتونات) لذلك لن يحدث تغير في العدد الكتلي أو الذري للنواة الأصل ويعبر عن ذلك حسب المعادلة التالية:

انبعاث غاما $^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$ **لاحظ العنصر الناتج هو نفسه الداخل لم يتغير لكن استقر**

سؤال (٢) يمثـل الشـكل المجـاور اشـعاع نـواة عنصـر السـيزيوم $^{137}_{55}Cs$ لجسـيم بيتـا بطـريقتين مختلفتـين. تمعن الشكل ثم أجب:



١) مـا نـوع الإشـعاعات المنبعثـة والمشـار إليهـا بـالرقم (١) والـرقم (٢) مفسر إجابتك بكتابة معادلة نووية موزونة.

٢) فسر انبعاث أشعة غاما في الطريقة الأولى (١) بالكلمات والمعادلات.

٣) احسب طاقة الفوتون المنبعث والمشار إليها بالرقم (٣).

٤) كيف تفسر عدم انبعاث أشعة غاما في الطريقة الثانية (٢).

الحل

١) ينبعث في الرقم (١) كل من بيتا السالب وضديد النيوترينو $\bar{\nu}$ ، $^{0}_{-1}e$ حيث: $^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba^{*} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

وينبعث في الرقم (٢) كل من بيتا السالب وضديد النيوترينو $\bar{\nu}$ ، $^{0}_{-1}e$ حيث: $^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba^{*} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

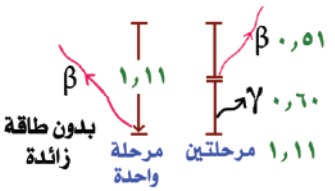
٢) تتحول نواة ($^{137}_{55}Cs$) إلى نواة عنصر جديد غير مستقر والمثار ($^{137}_{56}Ba^{*}$) والتي تحتوي نواته على طاقة زائدة وحتى تصل إلى حالة الاستقرار تبعث أشعة غاما (γ) على هيئة فوتون يحمل مقدار الطاقة الزائدة ويسمى إشعاع غاما

$$^{137}_{55}Cs \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba^{*} + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$$
$$^{137}_{56}Ba^{*} \longrightarrow {}^{137}_{56}Ba + {}^{0}_{0}\gamma$$

٣) $ط_{(التفاعل)(الكلية)} = ط_{(\beta)} + ط_{(\gamma)}$

$١,١١ = ٠,٥١ + ط_{(\gamma)}$

$ط_{(\gamma)} = ١,١١ - ٠,٥١ = ٠,٦$ m.e.v



٤) في حالة قليلة جداً تتحول النواة غير مستقرة $^{137}_{55}Cs$ باعثة جسيم بيتا بطاقة (١,١١ m.e.v) فلا يتبقى داخل النواة طاقة زائدة لذلك لا تكون مثارة ولا تحتاج إلى بعث إشعاع غاما لعدم وجود طاقة زائدة فيها.

إعداد: أمجد دودين

سلاسل الاضمحلال الإشعاعية

سؤال (١) وضح المقصود بسلسلة الاضمحلال الإشعاعي، واذكر ثلاث من أسماء سلاسل الاضمحلال. وبناء على ماذا يسمى هذا الاسم.

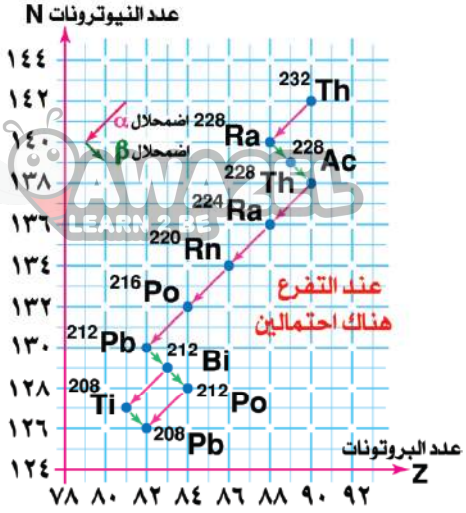
الحل

سلسلة الاضمحلال الإشعاعي: هي مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.

تسمى السلسلة نسبة إلى اسم العنصر **الأطول عمراً** فيها (بدايتها: أول عنصر يبدأ بالتحول) مثل:

* سلسلة اليورانيوم: $^{238}_{92}U$ (البداية) * سلسلة الاكتينيوم: $^{235}_{92}U$ (البداية) * سلسلة الثوريوم: $^{232}_{90}T$ (البداية)

سؤال (٢) يوضح الشكل المجاور سلسلة اضمحلال إشعاعي، تمعن الشكل ثم أجب عما يلي:



١) ما اسم هذه السلسلة؟

٢) ما عدد جسيمات ألفا وبيتا المنبعثة من هذه السلسلة؟

٣) اكتب معادلة موزنة تعبر فيها عن بداية ونهاية السلسلة وما هي مبادئ الحفظ التي تحقق في هذه المعادلة.

الحل

١) سلسلة الثوريوم.

٢) نستخدم نظام العد وعند وجود تفرع (مفترق في المسار) نختار مسار واحد فقط ولا نمشي ونعد على المسار الثاني مثل تفرع نواة $^{212}_{83}Bi$

عدد جسيمات ألفا (α) = ٦ جسيمات

عدد جسيمات بيتا (β) = ٤ جسيمات ويصاحبها ٤ ضديد النيوترينو $\bar{\nu}$

٣) $^{232}_{90}Th \longrightarrow {}^{208}_{82}Pb + 6\,{}^{4}_{2}He + \underbrace{4\,{}^{0}_{-1}e + 4\bar{\nu}}_{\text{متلازمان}}$ يحقق مبدأ حفظ العدد الذري العدد الكتلي والزخم الخطي (الطاقة – الكتلة)

سؤال (٣) تضمحل نواة اليورانيوم بسلسلة اضمحلالات وفق المعادلة $^{A}_{Z}U \longrightarrow {}^{207}_{82}Pb + 7\,{}^{4}_{2}\alpha + 4\,{}^{0}_{-1}\beta + 4\bar{\nu}$

احسب كل من العدد الكتلي والذري (A, Z) وما اسم هذه السلسلة.

الحل

$\bar{\nu}$ ليس له كتلة

- وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}} \Leftarrow A = ٢٠٧ + ٤(٧) + \text{صفر}\ (٤) \Leftarrow A = ٢٠٧ + ٢٨ = ٢٣٥$
- وفق مبدأ حفظ العدد الذري $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}} \Leftarrow Z = ٨٢ + ٢(٧) + (-١)(٤) \Leftarrow Z = ٨٢ + ١٤ - ٤ = ٩٢$

$\bar{\nu}$ ليس له شحنة

تسمى سلسلة الأكتينيوم لأنها بدأت بنظير اليورانيوم $^{235}_{92}U$

سؤال (٤) تمثل المعادلة سلسلة اضمحلال اليورانيوم $(^{238}_{92}U)$ $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + س\,{}^{4}_{2}He + ص\,{}^{0}_{-1}e + ص\bar{\nu}$

ما عدد جسيمات ألفا (س) وبيتا (ص) في هذه السلسلة.

الحل

- وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}} \Leftarrow ٢٣٨ = ٢٠٦ + ٤س + \text{صفر} \Leftarrow$ س = ٨ جسيمات ألفا
- وفق مبدأ حفظ العدد الذري $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}} \Leftarrow ٩٢ = ٨٢ + ٢(٨) - ص \Leftarrow$ ص = ٦ جسيمات بيتا

إعداد: أمجد دودين

ورقة عمل ٢

اختبر نفسك

Home Work ١

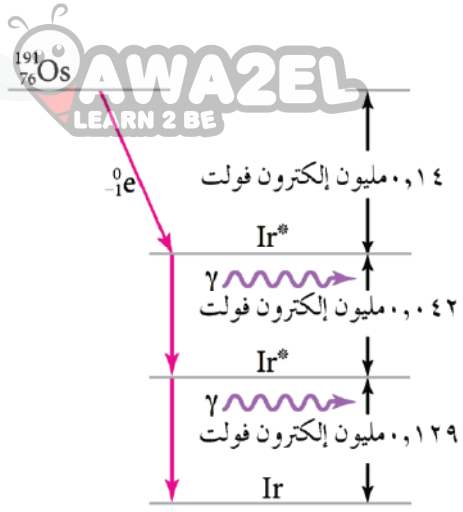
أي النـوى الآتيـة تنـتج عنـدما تضـمحل نـواة البولونيـوم $^{210}_{84}Po$ باعثـة دقيقـة ألفـا: ($^{206}_{82}Pb$ ، $^{208}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$)؟ مفسراً إجابتك مستخدماً مبدأ حفظ العدد الذري والكتلي.

Home Work ٢

اكتب معادلة تحلل البروتون موزونة مستخدماً الرموز الفيزيائية الصحيحة.

Home Work ٣

تضمحل نواة أوزميوم $^{191}_{76}Os$ باعثة دقيقة بيتا سالبة طاقتها (٠,١٤) مليون إلكترون فولت في المرحلة الأولى لاحظ الشكل، ثم أشعة غاما طاقتها (٠,٠٤٢) مليون الكترون فولت في المرحلة الثانية، ثم أشعة غاما طاقتها (٠,١٢٩) مليون الكترون فولت في المرحلة الثالثة لكي تصل إلى حالة الاستقرار. تأمل الشكل ثم أجب عما يلي:



١) جد العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة المستقرة وفق المعادلة الآتية: $^{191}_{76}Os \longrightarrow \cdots\cdots Ir + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

٢) ما الطاقة التي يجب أن تبعثها نواة OS في مرحلة واحدة حتى تستقر؟

Home Work ٤

أي الإشعاعات النووية (α ، β ، γ) هي الأخطر في الحالتين التاليتين مع بيان السبب:

١) عند تعرض جسم الإنسان للإشعاعات من المواد المشعة المحيطة به.

٢) عند تناول طعام ملوث بالمواد المشعة.

Home Work ٥

علل كل مما يلي:

١) تمتاز دقائق ألفا بقدرتها العالية على التأين لكن قدرتها على النفاذ ضعيفة.

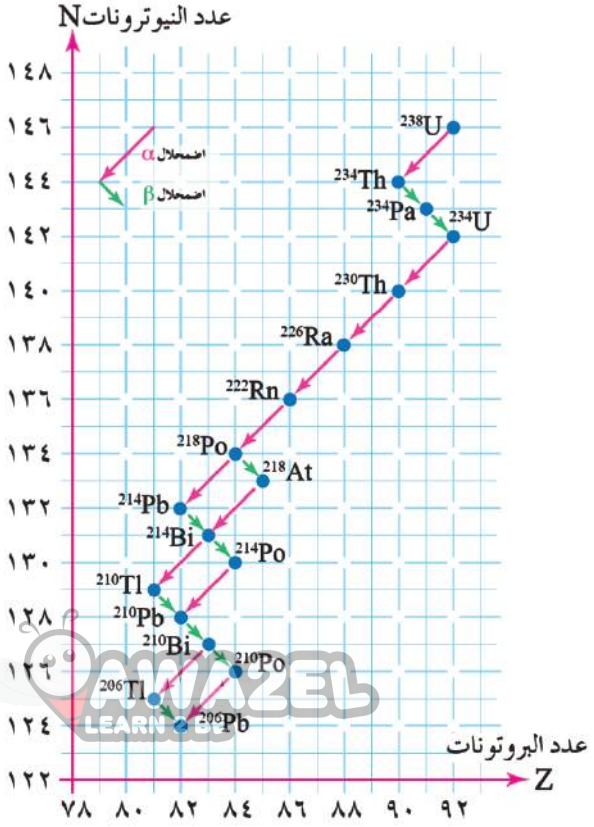
٢) تمتاز دقائق بيتا بنفاذية كبيرة لكن قدرتها على التأين قليلة.

٣) تمتاز أشعة غاما بقدرتها الهائلة على النفاذ لكن قدرتها على التأين تكون منخفضة.

إعداد: أمجد دودين

Home Work ٦

يوضح الشكل المجاور إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي الطبيعي، مستعيناً بالشكل أجب عما يأتي:



١. ما اسم هذه السلسلة؟ ولماذا؟

٢. أي نظائر الرصاص الناتجة الآتية مستقر ($^{214}_{82}Pb$ ، $^{210}_{82}Pb$ ، $^{206}_{82}Pb$). ولماذا؟

٣. كم عدد كل من دقائق ألفا ودقائق بيتا السالبة المنبعثة نتيجة اضمحلال نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى نواة بولونيوم $^{218}_{84}Po$؟

٤. اكتب معادلة نووية موزونة تعبر عن الاضمحلالات المذكورة في الفرع السابق.

٥. ما العدد الكتلي والعدد الذري للنواة الناتجة من سلسلة تحولات تبدأ بنواة الراديوم $^{226}_{88}Ra$ تنبعث فيها (٥) دقائق ألفا، و(٣) دقائق بيتا السالبة.

Home Work ٧

تمر نواة اليورانيوم $^{235}_{92}U$ في الطبيعة بسلسلة اضمحلالات، فإذا كانت أول خمسة اضمحلالات على الترتيب لها: (α ، β^- ، α ، β^- ، α) ، جد العدد الذري والعدد الكتلي للنواة الناتجة في نهاية هذه الاضمحلالات.

Home Work ٨

مُثلت إحدى سلاسل الاضمحلال الإشعاعي كالآتي:

$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}Pa^{234} \longrightarrow \underbrace{{}_{92}U^{234} \ldots}_{(١)} \longrightarrow {}_{82}Pb^{206}$$

١. ما اسم السلسلة المبينة؟

٢. اذكر استخدامين من استخدامات الأشعة النووية والنظائر المشعة.

٣. احسب كل من:

أ) عدد جسيمات ألفا وعدد جسيمات بيتا المنبعثة في الاضمحلالات رقم (١)

ب) الكتلة التقريبية لنواة العنصر (Pb) بوحدة الكتل الذرية. علماً أن ك ب = ١,٠٠٨ و.ك.ذ

Home Work ٩

اضمحلت نواة العنصر ($^{A}_{Z}X$) إلى نواة العنصر ($^{A-4}_{Z}X$). أوجد كل من عدد جسيمات ألفا وجسيمات بيتا المنبعثة.

إجابة ورقة عمل (٢)

Home Work ١

نصنع معادلة $^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{A}_{Z}Pb + {}^{4}_{2}He$

وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي: $\sum A_{قبل} = \sum A_{بعد} \Leftarrow ٢١٠ = A + ٤ \Leftarrow A = ٢٠٦$

وفق مبدأ حفظ العدد الذري: $\sum Z_{قبل} = \sum Z_{بعد} \Leftarrow ٨٤ = Z + ٢ \Leftarrow Z = ٨٢$

لذلك يكون $(^{206}_{82}Pb)$

لاحظ A يقل ٤ عن الأصل ، Z يقل ٢ عن الأصل (لو لم يطلب حسب المبادئ نحل مباشرة).

Home Work ٢

$^{1}_{1}P \xrightarrow{-} {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + \nu$

Home Work ٣

١) أكمل المعادلة؟ $^{191}_{76}Os \xrightarrow{-} {}^{191}_{77}Ir + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

٢) $ط = ط_{\beta} + ط_{\gamma} + ط_{\gamma} = ٠,١٤ + ٠,٠٤٢ + ٠,١٢٩ = ٠,٣١١$ m.e.v

Home Work ٤

١) أشعة غاما: لأنها أكثر قدرة على النفاذ

٢) أشعة ألفا: لأنها أكثر قدرة على التأين.

Home Work ٥

١. بسبب كبر كتلتها وكبر شحنتها مما يجعل احتمال تصادمها مع ذرات المادة كبيراً عند مرورها في المادة وعليه تفقد معظم طاقتها في التأين (التصادم) فتكون قدرتها على النفاذ ضعيفة.

٢. بسبب صغر كتلتها وشحنتها فإن قدرتها على التأين قليلة في الأوساط التي تعبرها ولذلك تكون نفاذيتها كبيرة.

٣. لأن ليس لها كتلة ولا شحنة مما يجعل قدرتها على التأين منخفضة وبالتالي قدرتها على النفاذ هائلة.

Home Work ٦

١. سلسلة اليورانيوم لأن السلسلة بدأت به.

٢. ($^{206}_{82}Pb$). لأن السلسلة انتهت به.

٣. نستخدم نظام العد لأن السلسلة معطاه ومرسومة. عدد ألفا: ٥ عدد بيتا: ٢

٤. $^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{218}_{84}Po + 5\,{}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{-1}e + 2\bar{\nu}$

٥. نكتب المعادلة أولا: $^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + 5\,{}^{4}_{2}He + 3\,{}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي: $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}}$ ⇦ ٢٢٦ = A + ٤(٥) + ٣(صفر) ⇦ A = ٢٠٦

وفق مبدأ حفظ العدد الذري: $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}}$ ⇦ ٨٨ = Z + ٢(٥) + (-١×٣) ⇦ Z = ٨١

وبالعودة إلى الرسمة السلسلة يكون $^{206}_{81}TL$

AWA2EL LEARN 2 BE

Home Work ٧

نصنع معادلة $^{235}_{92}U \longrightarrow 3\,{}^{4}_{2}\alpha + 2\,{}^{0}_{-1}e + 2\bar{\nu} + {}^{A}_{Z}X$.

وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي: $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}}$ ⇦ ٢٣٥ = ٤(٣) + صفر (٢) + A ⇦ A = ٢٢٣

وفق مبدأ حفظ العدد الذري: $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}}$ ⇦ ٩٢ = ٢(٣) + -١×٢ + Z ⇦ Z = ٨٨

Home Work ٨

١. سلسلة اليورانيوم.

٢. أ) تعقب الإشعاع في الطب ب) العلاج بالإشعاع

٣. نصنع معادلة: $_{92}U^{234} \longrightarrow {}_{82}Pb^{206} + س\,{}_{2}He^{4} + ص\,{}_{-1}e^{0} + \bar{\nu}$

أ) وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي: $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}}$ ⇦ ٢٣٤ = ٢٠٦ + ٤س + صفر ⇦ س = ٧ ألفا

وفق مبدأ حفظ العدد الذري: $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}}$ ⇦ ٩٢ = ٨٢ + ٢(٧) - ص ⇦ ص = ٤ بيتا

ب) ك$_{\text{التقريبية}}$ = A × ك$_{ب}$ = ٢٠٦×١,٠٠٨ = ٢٠٧,٦٤٨ و.ك.ذ

Home Work ٩

$_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z}X^{A-4} + س\,{}_{2}\alpha^{4} + ص\,{}_{-1}e^{0}$

وفق مبدأ حفظ العدد الكتلي: $\sum A_{\text{قبل}} = \sum A_{\text{بعد}}$ ⇦ A = (A-٤) + ٤س + صفر ⇦ س = ١ ألفا

وفق مبدأ حفظ العدد الذري: $\sum Z_{\text{قبل}} = \sum Z_{\text{بعد}}$ ⇦ Z = Z + ٢(١) - ص ⇦ ص = ٢ بيتا

انتهت الإجابة

B ظاهرة النشاط الإشعاعي الصناعي

سؤال (١) وضح المقصود بالتفاعل النووي؟

الحل

التفاعل النووي: عملية يتم فيها إحداث تغيير في مكونات نواة ما.

سؤال (٢) عبر عن التفاعل النووي الصناعي بمعادلة نووية موضح دلالة كل رمز فيها.

الحل

$$(X)^* \quad a + X \longrightarrow (CN)^* \longrightarrow Y + b$$

حيث : (a): الجسيم القذيفة (X): النواة الهدف (Y): النواة الناتجة

(b): جسيم ناتج $((CN)^*)$: النواة المركبة (Compound Nucleus)

سؤال (٣) تمثل المعادلة النوية الآتية مثال على التفاعلات النووية المستخدمة لإنتاج اشعاعات نووية صناعية

تمعن المعادلة ثم أجب: $^{1}_{0}n + {}^{14}_{7}N \longrightarrow \left({}^{15*}_{7}N\right) \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$ (نواة مركبة)

١) ما هو المطلوب عملياً لإحداث تفاعل نووي.

٢) ما التغيرات التي تطرأ على النواة الهدف عند التحامها بقذيفة لإنتاج إشعاع نووي صناعي.

٣) يعتبر النيوترون من أفضل القذائف المستخدمة في التفاعلات النووية. علل ذلك.

٤) اذكر ثلاثة أمثلة غير النيوترون على القذائف النووية.

٥) ما هي أهمية التفاعلات النووية الصناعية. اذكر ثلاث تطبيقات عملية عليها.

٦) اتسع نطاق استخدام الأشعة النووية الصناعية والنظائر المشعة في مجالات الحياة المختلفة وخصوصاً في المجال الطبي اذكر استخدامين في المجال الطبي لها.

الحل

١) لإحداث تفاعل نووي بين نواة وجسيم يتم **تسريع الجسيم** (القذيفة) باستخدام أجهزة خاصة يطلق عليها اسم (**المسارعات النووية**) تكسب القذيفة طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة وإحداث التحولات النووية.

٢) تمتص النواة الهدف $\left({}^{14}_{7}N\right)$ القذيفة $\left({}^{1}_{0}n\right)$ وتشكل نواة مركبة $\left({}^{15*}_{7}N\right)$ تكون في حالة **إثارة وعدم استقرار** ثم ما تلبث النواة المركبة أن **تضمحل** في مدة زمنية قصيرة جدا؛ لذلك تعتبر النواة المركبة حالة انتقالية مؤقتة **تتحلل سريعا** في التفاعل النووي منتجة إشعاعاً صادراً عنها يسمى **الإشعاع النووي الصناعي**.

٣) لأن النيوترون متعادل كهربائياً فلا يتفاعل مع النواة تجاذباً أو تنافراً.

٤) من الأمثلة على القذائف النووية: البروتون $\left({}^{1}_{1}H\right)$، الديتريوم $\left({}^{2}_{1}H\right)$ ، دقائق ألفا $\left({}^{4}_{2}He\right)$

٥) أ) إمكانية تحويل عنصر معين إلى عنصر آخر. ب) انتاج النظائر المشعة.
ج) الحصول على جسيمات وأشعة ذات طاقة عالية.

ومن التطبيقات العملية: ١. الإنشطار النووي (أهمها) ٢. المفاعل النووي ٣. الاندماج النووي

٦) أ) التعقب ب) العلاج بالإشعاع

سؤال (٤) **يمكن صناعة النظائر من خلال إحداث تفاعلات نووية وإنتاج نظائر منها عادة ما يكون مشع بإشعاعات نووية صناعية. اذكر استخدامين في الحياة العملية (فوائد) لهذه الإشعاعات النووية موضحاً دورها.**

الحل

١. **التعقب في المجال الطبي**: يتم الكشف عن وجود الانسدادات في الأوعية الدموية أو غيابها عن طريق حقن المريض في وريد الساق بمحلول الصوديوم المشع وتعقب إشعاعه في جسم المريض لمعرفة نشاط الدورة الدموية لديه.

توضيح في الشكل الجانبي الموضح يستخدم الطبيب أجهزة خاصة يتتبع بها أثر المادة المشعة ويعرف ما إذا كان دم المريض ينساب بشكل طبيعي في الأوعية الدموية أم لا، ليحدد موقع الانسداد ووصف العلاج.

٢. **العلاج بالإشعاع في مجال الطب**: يتم توجيه حزمة ضيقة عالية التركيز من أشعة غاما نحو النسيج السرطاني لقتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة عندما يتركز الورم السرطاني في منطقة محددة من الجسم ليتم القضاء عليه.

لاحظ أن: حيث هنا تستخدم أشعة غاما الصناعية المنبعثة من أحد النظائر المشعة مثل الكوبالت ويمكن استخدام الأشعة السينية أو البروتونات أو النيوترونات لهذا الأمر من خلال استخدام أجهزة خاصة.

سؤال (٥) **بالرغم من المنافع الكثيرة التي نجنيها من الأشعة النووية عند العلاج بها؛ إلا أن لها أضرار يصعب تجاهلها، لذلك هنالك مجموعة من العوامل يجب معرفتها؛ لكي يكون الضرر أقل ما يمكن. اذكرها.**

الحل

أ) تحديد نوع الإشعاع وطاقته

ب) تحديد العضو المعرض للإشعاع (الجلد، العظام، الكبد، ...)

ج) تحديد زمن التعرض للإشعاع ومدى قرب الجسم من مصدر الإشعاع.

سؤال (٦) **يعد الإشعاع مصدر خطر حقيقي على الإنسان تبعاً لقدرة الإشعاع على التأين فكيف تفسر ذلك؟**

الحل

مثلا لو كان مصدر الإشعاع **داخل الجسم** كأن يتناول الشخص طعاماً ملوثاً بالإشعاع، تكون جسيمات ألفا في هذه الحالة أكثر خطورة من غيرها، حيث لها **قدرة هائلة على التأيين** وإحداث تفاعلات كيميائية تؤدي إلى اتلاف خلايا الجسم وأنسجته وتحويل الخلايا السليمة إلى خلايا سرطانية. وبالتالي حدوث طفرات وتغيرات قد تؤدي إلى ولادة أطفال مشوهين.

توضيح لكن إذا كان مصدر الإشعاع خارج الجسم فإن أشعة ألفا يصعب اختراق لجلد الإنسان لكن هنا تكون أشعة غاما هي الأخطر لقدرتها العالية على النفاذ لذلك

لاحظ أن

- مصدر الإشعاع داخل الجسم (ألفا الأخطر لتأينها ثم بيتا ثم غاما).
- مصدر الإشعاع خارج الجسم (غاما الأخطر لاختراقها الهائل ثم بيتا ثم ألفا)

الإنشطار النووي

سؤال (١) يعد الانشطار النووي أهم التفاعلات النووية الصناعية. وضح المقصود بالانشطار النووي.

الحل

الانشطار النووي: تفاعل نووي يحدث فيه انقسام نواة ثقيلة، عند قذفها بنيوترون إلى نواتين متوسطي الكتلة، ويصاحب ذلك نقص في الكتلة يتحول هذا النقص في الكتلة إلى طاقة عالية. (حسب نظرية آينشتين في تكافئ الطاقة والكتلة)

سؤال (٢) تمثل المعادلة النووية التالية تفاعل انشطار نووي لنواة اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) أجب عما يلي:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{236*}_{92}U \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n$$

١) أشرح آلية حدوث هذا التفاعل.

٢) ما هي أهمية هذا التفاعل لدى العلماء؟

٣) كيف يمكن لهذا التفاعل أن يستمر؟

الحل

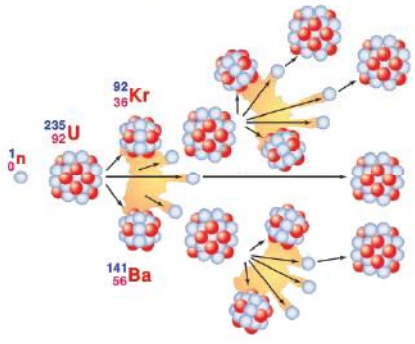
١) يبدأ الانشطار النووي عندما تقذف نواة اليورانيوم الثقيلة ($^{235}_{92}U$) بنيوترون بطيء نسبياً. فتصبح بحالة إثارة لزمن قصير جداً مما يجعلها نشطة إشعاعياً، وحتى تستقر تنشطر إلى نواتين مختلفتين مثل (Kr , Ba) منتجة ثلاثة نيوترونات سريعة مع كمية هائلة من الطاقة.

٢) تكمن أهمية هذا التفاعل في الطاقة الكبيرة المتحررة منه وهذا ما دفع العلماء للاستفادة من هذه الطاقة في النواحي المختلفة من الحياة .

توضيح ١ كغ من ($^{235}_{92}U$) ينتج طاقة ٥,٣٢×١٠^{٢٦} m.e.v وهذه الطاقة مثلا تكفي لتشغيل مصباح قدرته (١٠٠ واط) لمدة (٣٠٠٠٠ سنة تقريباً). تحيل رعاك الله ☺

٣) نعم إذا تمكنت النيوترونات الناتجة من هذا الانشطار من شطر نوى أخرى من اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) في كتلة مجمعة لأنوية يورانيوم $^{235}_{92}U$ أخرى (مثل ما يحدث في المفاعل النووي لاحقاً) وبذلك يقود كل تفاعل انشطار نووي إلى انشطارات نووية ويستمر بذلك ويسمى **تفاعل نووي متسلسل**.

سؤال (٣) يوضح الشكل المجاور التفاعل المتسلسل الذي يحدث عند قذف كتلة من اليورانيوم $^{235}_{92}U$ بنيوترون بطيء. أجب عما يلي:



١) وضح المقصود بالتفاعل المتسلسل. واذكر شرطيّ حدوثه.

٢) وضح المقصود بالكتلة الحرجة، وما هي أهميتها؟

الحل

١) **التفاعـل المتسلسـل:** تتابع انشطار النوى الثقيلة مثل اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) نتيجة قذفها بنيوترونات تنبعث من نوى يورانيوم انشطرت سابقاً.

شرطي حدوثها: ١) ابطاء سرعة النيوترونات الناتجة من كل انشطار حتى تتمكن من شطر نوى اليورانيوم الأخرى.

٢) منع تسرب النيوترونات الناتجة من الانشطار خارجة كتلة اليورانيوم وبالتالي تحضير الكتلة الحرجة.

٢) **الكتلة الحرجة:** الحد الأدنى من كتلة اليورانيوم اللازم لمنع تسرب النيوترونات، **وإدامة التفاعل المتسلسل.**

أهميتها

الاندماج النـووي

سؤال (١) وضح المقصود بالاندماج النووي؟ وما شرط حدوثه.

الحل

الاندماج النووي: عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما (حيث نقص الكتلة يظهر على شكل طاقة عالية جداً وفق معادلة آينشتين للطاقة والحركة)

شروط حدوث الاندماج: أن تكون **سرعة النوى المتفاعلة كبيرة** لتقترب كثيراً من بعضها ويتم **التغلب على قوة التنافر الكهربائية** بين الأنوية واندماجها وهذا يتطلب **رفع درجة حرارة** المواد الداخلة في التفاعل إلى ما يقارب (10^7) كلفن

سؤال (٢) يمثل التفاعل الآتي تفاعلاً نووياً يعرف باسم دورة (بروتون – بروتون) أجب عما يلي:

$$4\,{}^{1}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + 2\,{}^{0}_{+1}e + 2\nu$$

١) أين يمكن لهذا التفاعل أن يحدث. ولماذا؟

٢) يسمى التفاعل النووي بالتفاعل النووي الحراري. علل ذلك.

٣) يصعب حالياً إجراء تفاعلات الاندماج النووي في المختبرات العلمية. ومع ذلك يسعى العلماء لانتاج الطاقة على سطح الأرض من دمج نظيري الهيدروجين (${}^{2}_{1}H$ ، ${}^{3}_{1}H$)؟ كيف تفسر ذلك؟

AWA2EL LEARN 2 BE

٤) أكمل المعادلة ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow \cdots\cdots + {}^{1}_{0}n$ وقارن بين مجموع كتل النوى الداخلة والخارجة.

٥) قارن بين تفاعلي الانشطار النووي والاندماج النووي من حيث:

أ) الوقود المستخدم ب) الطاقة الناتجة ج) شرط حدوث كل تفاعل

الحل

اللازمات لحدوث تفاعل اندماج نووي

١) يمكن لهذا التفاعل أن يحدث في باطن الشمس والنجوم حيث تتوافر **درجات الحرارة العالية والضغط الهائل**.

٢) لأن النوى الداخلة في تفاعل الاندماج **موجبة الشحنة وصغيرة الحجم** فإن رفع درجة حرارتها إلى ما يقارب (10^7) كلفن **تحت ضغط هائل** شرط أساسي لاندماجها حيث تزيد درجة الحرارة من سرعة النوى فتزداد طاقتها الحركية وتمكنها من الاقتراب كثيرا من بعضها والتغلب على قوة التنافر الكهربائية فيتم الاندماج النووي لذلك يسمى الحراري

٣) لأن الطاقة لكل نيوكليون الناتجة من تفاعلات الاندماج **هائلة جدًا** ومقدارها أضعاف مضاعفة لتفاعلات الانشطار يسعى العلماء لإنتاج لكن السيطرة عليها أمر صعب جدًا يحتاج توفير **مفاعل نووي حراري** لم يخرج عن حيز التجريب.

٤) ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$ حيث يكون مجموع كل النوى الداخلة في التفاعل أكبر من مجموع كتل النواة والجسيم الخارج منها.

٥)	الوقود المستخدم	الطاقة الناتجة	شرط حدوث التفاعل
تفاعل الانشطار	يورانيوم ${}^{235}_{92}U$ أو أحياناً بلوتونيوم ${}^{239}_{94}Pu$	كبيرة جداً	وجود نيوترونات وبطيئة وكتلة حرجة
تفاعل الاندماج	الهيدروجين في الشمس والديتيريوم والتريتيوم على الأرض	أضعاف مضاعفة لطاقة الانشطار	توفير درجة حرارة هائلة جداً

إعداد: أمجد دودين

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

١) أي العبارات الآتية تصف الذرتين ($^{63}_{29}X$) ، ($^{67}_{33}Y$) وصفاً صحيحاً.

أ) $N_Y < N_X$ ب) $N_Y > N_X$ ج) $N_Y = N_X$ د) $Z_Y = Z_X$

٢) أكمل المعادلة النووية الآتية: ($^{76}_{33}As \longrightarrow {}^{76}_{34}Se + {}^{0}_{-1}e + \cdots\cdots$) بملء الفراغ بأحد الإشعاعات الآتية:

أ) نيوترينو ب) ضديد النيوترينو ج) غاما د) ألفا

٣) لكي يتحول العنصر $^{A}_{Z}X$ إلى العنصر $^{A}_{Z+1}Y$ تلقائيًا لا بد للعنصر X من أن:

أ) يكتسب نيوتروناً ب) يبعث دقيقة ألفا

ج) يبعث أشعة غاما د) يبعث دقيقة بيتا السالب وضديد النيوترينو

٤) القوى التي تنشأ بين بروتون وبروتون داخل النواة هي:

أ) جذب نووي فقط. ب) تنافر كهربائي فقط

ج) جذب نوي وتنافر كهربائي د) تنافر نووي وجذب كهربائي

٥) في المعادلة الآتية ($^{208}_{84}Po \longrightarrow {}^{204}_{82}Pb + {}^{A}_{Z}X$) القيم الصحيحة لكل من (Z , A) على الترتيب:

أ) (٢ ، ٤) ب) (٤ ، ٢) ج) (٤ ، ٤) د) (٢ ، ٢)

٦) يعد البوزيترون المنبعث في المعادلة النووية الآتية ($^{64}_{29}Cu \longrightarrow {}^{64}_{28}Ni + {}^{0}_{+1}e + \nu$) ناتج تحلل:

أ) نيوترون من نواة النيكل ($^{64}_{28}Ni$) ب) بروتون من نواة النيكل ($^{64}_{28}Ni$)

ج) نيوترون من نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$) د) بروتون من نواة النحاس ($^{64}_{29}Cu$)

رقم الفقرة	الإجابة	رقم الفقرة	الإجابة
١	ج	٤	ج
٢	ب	٥	ب
٣	د	٦	د

ملخص قوانين الفصل

	القانون	التفسير
١	التكتكة [$N = \frac{A}{Z}$ X]	* A: العدد الكتلي (النيوكليونات) * Z: البروتونات * $N = A - Z$: النيوترونات
٢	الكتلة التقريبية: [ك نواة = A × ك ب]	* عددهم في كتلة أحدهم (إذا طلب السؤال الكتلة التقريبية)
٣	نصف قطر النواة: [نق = نق ° × $A^{\frac{1}{3}}$]	* حيث ق ° = ١,٢ × ١٠$^{-١٥}$م ثابت رذفورد
٤	حجم النواة: [ح = $\frac{4}{3}\pi$ نق ° ^{3} A^{3}]	* يعتمد على عدد النيوكليونات
٥	كثافة النواة: [ث = $\frac{ك_{ب}}{\frac{4}{3}\pi نق_{°}^{3}}$]	* مقدار ثابت لجميع أنوية العناصر
٦	الطاقة النووية: [ط = Δك × س^{٢}] [ط = Δك × ٩٣١]	* صورة عامة Δك = كغ/غرام * صورة خاصة Δك = و.ك.ذ
٧	**طاقة الربط النووية (أو الطاقة اللازمة لفصل مكونات النواة)** طاقة ١ المنشأ: Δك = (Z ك ب + N ك ن)المكونات − ك نواة = رقم (و.ك.ذ) إذا موجودة في السؤال شكراً نعتمدها إذا لم تعطى في السؤال بنجهزها بالتقريبية (ك نواة = A × ك ب) شطارة شخصية طاقة ٢ آينشتين: [ط ر = Δك × ٩٣١] = عدد m.e.v طاقة ٣ قسمة ونصيب: [طاقة الربط لكل نيوكليون = $\frac{ط_{ر}}{A}$] (m.e.v/نيوكليون)	

AWA2EL LEARN 2 BE

إعداد: أمجد دودين

امتحان نهاية الفصل

المبحث: (الفيزياء) الزمن: (ساعة)

الفرع العلمي والصناعي العلامة: ٤٥

ملحوظة:

أجب عن الأسئلة الآتية جميعها وعددها (٢)، علمًا بأن عدد الصفحات (٢)

ثوابت فيزيائية:

و.ك.ذ = ٩٣١ m.e.v

سؤال (١) (٢٢ علامة)

أ) وضح المقصود بكل من: (٤ علامات)

١. سلسلة الاضمحلال الإشعاعي

٢. الاندماج النووي

AWA2EL LEARN 2 BE

ب) أذكر أهمية واحدة لكل من: (٤ علامات)

١) مقدار طاقة الربط النووية لكل نيوكليون

٢) عملية التعقب في الأوعية الدموية في المجال الطبي.

٣) نظير الكوبالت المشع $^{60}_{27}Co$

٤) الكتلة الحرجة.

٥) المسارعات النووية.

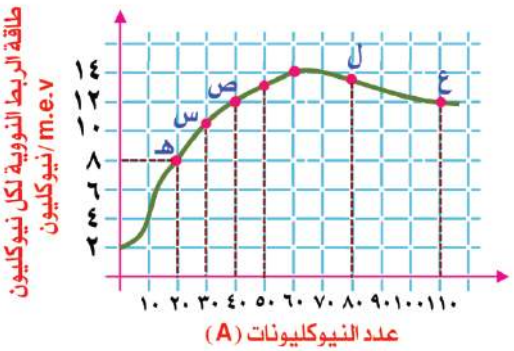
ج) (س ، ص) نواتان، إذا علمت أن العدد الكتلي للنواة (س) يساي ثلاثة أمثال العدد الكتلي للنواة (ص) فجد نسبة: (٥ علامات)

١) كثافة النواة (س) إلى كثافة النواة (ص).

٢) قطر النواة (س) إلى قطر النواة (ص).

٣) حجم النواة (س) إلى حجم النواة (ص).

د) يمثل الشكل المجاور العلاقة بين طاقة الربط النووية لكل نيوكليون وعدد النيوكليونات لبعض النوى، معتمدًا على الشكل وبياناته أجب عما يلي:



١) أي النواتين (س ،ص) اكثر استقراراً، ولماذا؟

٢) تميل النواة (ع) إلى الانشطار إذا توفرت لها الظروف المناسبة. علل ذلك.

٣) احسب طاقة الربط النووية للنواة (هـ).

إعداد: أمجد دودين

سؤال (٢) (٢٣ علامة)

أ) في تفاعل نووي حدث اندماج نووي لنظيري الهيدروجين الديتريوم ($_{1}^{2}H$) والتريتيوم ($_{1}^{3}H$) ونتج عن ذلك نواة الهيليوم وانبعاث نيوترون. أجب عما يأتي: (٩ علامات)

١) عبّر عن هذا التفاعل بمعادلة نووية موزونة.

٢) كيف تم التغلب على قوة التنافر الكهربائية بين النوى موجبة الشحنة للنظيرين؟

٣) احسب مقدار الطاقة التي يجب أن تزوّد بها نواة الديتريوم ($_{1}^{2}H$) لفصل مكوّناتها.

(علما بأن: كتلة نواة الديتريوم = ٢,٠١٤١ و.ك.ذ ، كتلة البروتون = ١,٠٠٧٢ و.ك.ذ،
كتلة النيوترون = ١,٠٠٨٧ و.ك.ذ ، (١) و.ك.ذ = ٩٣١ مليون الكترون فولت)

ب) في التفاعل الآتي: $_{2}^{4}He + _{7}^{14}N \longrightarrow _{9}^{18}F^{*} \longrightarrow _{8}^{17}O + _{1}^{1}H$ (٧ علامة)

AWA2EL LEARN 2 BE

١) ما القذيفة المستخدمة؟

٢) حدد النواة المركبة في التفاعل.

٣) أي النواتج يمتلك طاقة حركية أكبر ما يمكن؟

٤) ما مبادئ حفظ الكميات الفيزياء التي يجب أن تتحقق في هذا التفاعل.

ج) اكمل المعادلات النووية الآتية بكتابة الرموز والأرقام المناسبة في كل فراغ:

1) $_{13}^{27}Al^{*} \longrightarrow _{13}^{27}Al + \cdots\cdots$

2) $_{90}^{230}Th \longrightarrow _{88}^{226}Ra + \cdots\cdots$

3) $_{13}^{27}Al + _{0}^{1}n \longrightarrow \cdots\cdots \longrightarrow _{13}^{28}Al + \gamma$

4) $_{33}^{76}Pb \longrightarrow _{34}^{76}Bi + \cdots\cdots + \cdots\cdots$

5) $_{13}^{26}Al \longrightarrow _{12}^{26}Mg + \cdots\cdots + \cdots\cdots$

انتهت الأسئلة

أهدي عملي المتواضع إلى أعداء النجاح
وأخص بالإهداء اللذين قابلوا الإحسان بالإساءة...
إتق شرّ من أحسنت إليه.

إجابة امتحان نهاية الفصل

سؤال (١) (٢٢ علامة)

أ)

١. **سلسلة الاضمحلال الإشعاعي:** هي مجموعة التحولات المتتالية التلقائية التي تبدأ بنواة نظير مشع لعنصر ثقيل وتنتهي بنواة نظير مستقر لعنصر آخر.

٢. **الاندماج النووي:** عملية اتحاد نواتين خفيفتين لتكوين نواة جديدة كتلتها أقل من مجموع كتلتيهما.

ب)

١) تحدد أي الأنوية أكثر استقرار.

٢) الكشف عن وجود أو غياب الانسدادات في الأوعية الدموية.

٣) يتم توجيه أشعة غاما عالية التركيز المنبعثة من نظير الكوبالت المشع نحو النسيج السرطاني في منطقة الورم وقتل الخلايا السرطانية ذات الانقسامات السريعة.

٤) إدامة حدوث تفاعل متسلسل.

٥) تسريع الجسيم (القذيفة) وإكسابها طاقة حركية كافية تمكنها من اختراق النواة وإحداث التحولات النووية.

ج)

١) $\frac{ث_س}{ث_ص} = ١$ لأنها ثابتة لجميع الأنوية

٢) $\frac{نو_س}{نو_ص} = \frac{\sqrt[٣]{A_س^{٢}}}{\sqrt[٣]{A_ص^{٢}}} = \sqrt[٣]{\left(\frac{A_ص ٣}{A_ص}\right)^{٢}} = \sqrt[٣]{٣^{٢}}$ $(A_س = A_ص ٣)$

٣) $\frac{ح_س}{ح_ص} = \frac{\frac{٤}{٣}\pi نو_س A_س^{٣}}{\frac{٤}{٣}\pi نو_ص A_ص^{٣}} = \frac{A_ص ٣}{A_ص} = ٣$

د)

١) ص أكثر استقرار لأن طاقة الربط لكل نيوكليون لها أكبر.

٢) لأنها نواة ثقيلة غير مستقرة ينتج عن انشطارها نواتان متوسطتان لكل منها طاقة ربط لكل نيوكليون أكبر من النواة الأصلية.

٣) ط لكل نيوكليون = $\frac{ط_ر}{A}$ ⇐ $\frac{ط_ر}{٢٠}$ = ٨ ⇐ ط ر = ١٦٠ m.e.v

سؤال (٢) (٢٣ علامة)

أ)

١) $_{1}^{2}H + _{1}^{3}H \longrightarrow _{2}^{4}He + _{0}^{1}n$

٢) يتطلب رفع درجة حرارة المواد الداخلة في التفاعل حتى يزيد من سرعة النوى وتصبح السرعة كبيرة فتقترب النوى من بعضها ويتم التغلب على قوة التنافر الكهربائية.

٣) Z = ١ N = ١

Δ ك = (Z ك ب + N ك ن) – ك النواة

= (١×١,٠٠٧٢ + ١×١,٠٠٨٧) – ٢,٠١٤١ = ٠,٠٠١٨ و.ك.ذ

ط = Δ ك × ٩٣١ = ٠,٠٠١٨ × ٩٣١ m.e.v

ب)

١) دقائق ألفا ($_{2}^{4}He$) ٢) $_{9}^{18*}F$ ٣) الهيدروجين لأن كتلته أقل

٤) أ) مبدأ حفظ العدد الذري ب) مبدأ حفظ العدد الكتلي

ج) مبدأ حفظ الزخم الخطي د) مبدأ حفظ (الكتلة – الطاقة).

ج) ١. (γ)

٢. ($_{2}^{4}He$)

٣. ($_{13}^{28*}Al$)

٤. ($_{-1}^{0}e + \bar{\nu}$)

٥. ($_{+1}^{0}e + \nu$)

انتهت الأسئلة