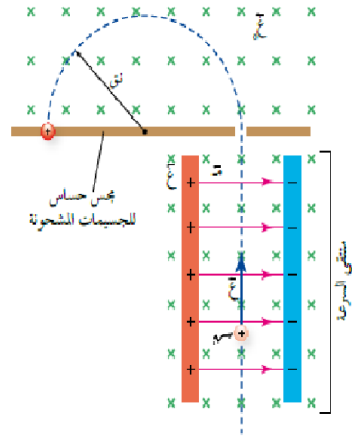
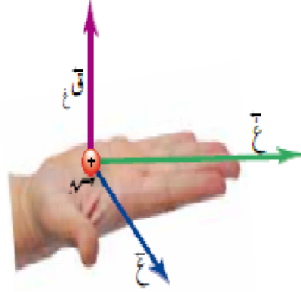
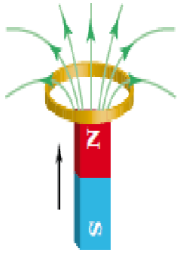


تم التحميل من الأوانل



الوحدة الثانية : المغناطيسية

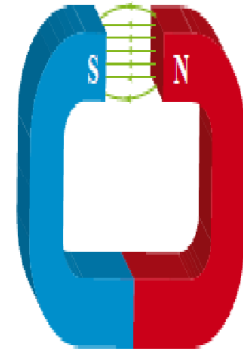
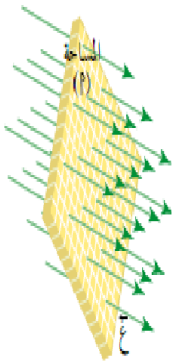
اعداد المعلم

صالح البشير

0772188635

ماجستير فيزياء

2019



مكتبة الصقر - مادبا - بجانب حلويات أبو جابر

مركز الدرب الثقافي سابقا

جمعية الهلال الأحمر - مادبا

مركز الأبداع - مادبا

المجال المغناطيسي

- ❖ المجال المغناطيسي: هي المنطقة التي تظهر فيها آثار القوى المغناطيسية .
- ❖ خطوط المجال المغناطيسي: هي خطوط وهمية تمثل المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد عند وضعه حرا في المجال المغناطيسي.

س: كيف يمكن تخطيط المجال المغناطيسي؟

✓ يتم التخطيط باستخدام برداة الحديد أو الابرّة المغناطيسية .

س: اذكر خصائص خطوط المجال المغناطيسي؟

- ✓ 1- اتجاه خطوط المجال خارجة من القطب الشمالي وداخلة في القطب الجنوبي خارج المغناطيس ومن الجنوب الى الشمال داخل المغناطيس .
- ✓ 2- خطوط المجال مغلقة (علل) بسبب عدم وجود قطب مغناطيسي مفرد .
- ✓ 3- اتجاه المجال عند نقطة هو اتجاه المماس عند تلك النقطة .
- ✓ 4- لا تتقاطع (علل) لأنها لو تقاطعت لأصبح لنقطة التقاطع اتجاهان وهذا غير ممكن .
- ✓ 5- تتناسب كثافة خطوط المجال طرديا مع مقدار المجال المغناطيسي (غ) في تلك المنطقة

س: كيف يمكن وصف أو تمثيل المجال المغناطيسي ؟

✓ يتم وصفه بخطوط وهمية تسمى خطوط المجال المغناطيسي

س: كيف نستدل على اتجاه القطب الشمالي للمغناطيس عمليا ؟

- ✓ باستخدام ابرة مغناطيسية توضع عند تلك النقطة حيث يشير القطب الشمالي للابرة المغناطيسية الى اتجاه المجال المغناطيسي.

س: ما الفرق بين خطوط المجال المغناطيسي والكهربائي؟

- ✓ في المجال المغناطيسي تكون الخطوط مغلقة لأنه لا يمكن أن يوجد قطب مفرد أما المجال الكهربائي فتكون الخطوط غير مغلقة لأنه يمكن أن تكون نفس الشحنات متشابهة أو مختلفة .

س: التدفق المغناطيسي عبر أي سطح مغلق يساوي صفرا ؟

- ✓ لعدم وجود قطب مغناطيسي مفرد في الطبيعة فتكون خطوط المجال على شكل منحنيات مغلقة وبالتالي فإن عدد الخطوط الداخلة تساوي عدد الخطوط الخارجة .

س: انحراف ابرة مغناطيسية عند وضعها بالقرب من سلك يمر فيه تيار كهربائي؟

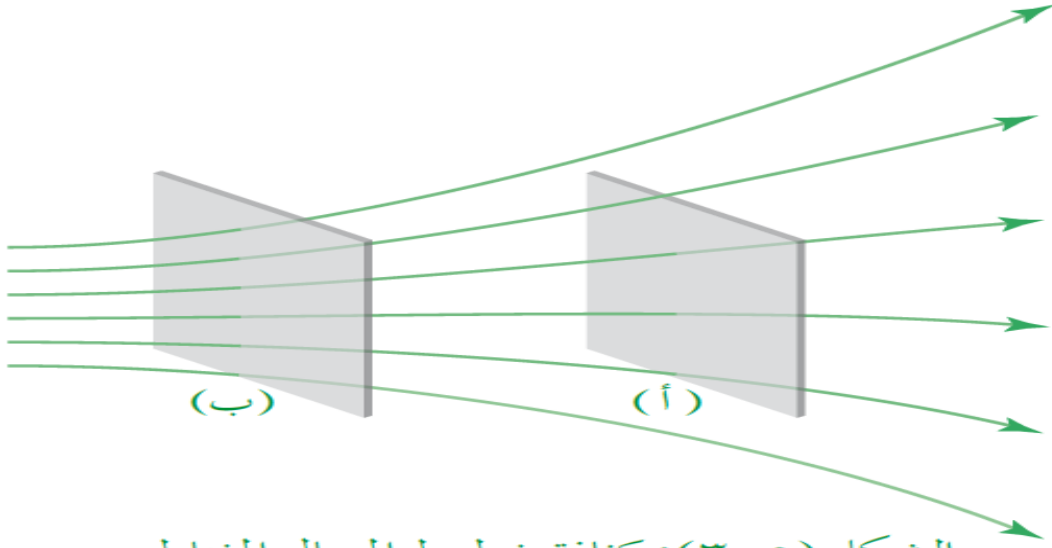
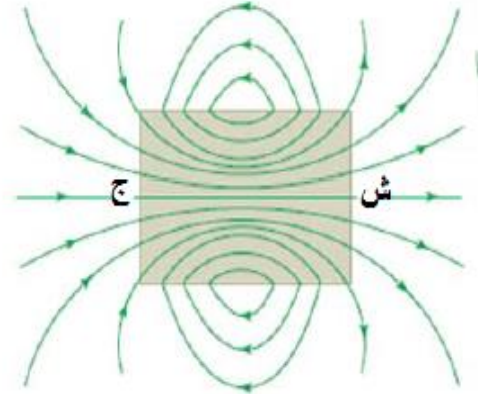
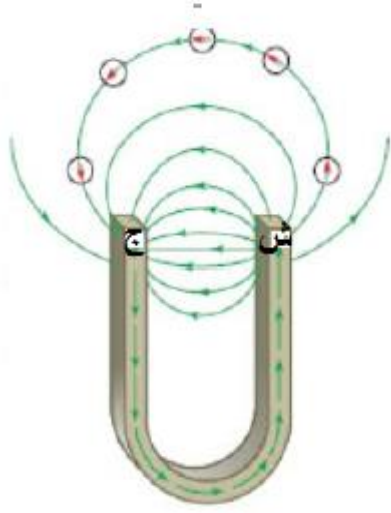
- ✓ لأنه عندما يمر تيار كهربائي في سلك يتولد مجال مغناطيسي يؤدي إلى انحراف الإبرة.

❖ تحيط المجالات المغناطيسية بالمغانط

❖ المجال المغناطيسي المنتظم : هو المجال الثابت في المقدار والاتجاه عند النقاط جميعها.

❖ يمثل المجال المغناطيسي المنتظم بخطوط مستقيمة ومتوازية والمسافات بينهما متساوية .

بعض أشكال خطوط المجال المغناطيسي



الشكل (٥-٣): كثافة خطوط المجال المغناطيسي .

مراجعة (٥-١)

- ١ اذكر ثلاثاً من خصائص خطوط المجال المغناطيسي .
- ٢ عرف كلاً من خط المجال المغناطيسي، والمجال المغناطيسي المنتظم.
- ٣ إذا علمت أن السطحين (أ، ب) في الشكل (٥-٣) لهما المساحة نفسها فأَي منهما يكون مقدار المجال المغناطيسي عنده أكبر؟ وضح إجابتك.
- ٤ فسر: تعد خطوط المجال المغناطيسي مقفلة.

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

ب. وهمية.

ج. لا تتقاطع.

د. تكون كثافتها أكبر كلما زاد المجال المغناطيسي في المنطقة.

2. خط المجال المغناطيسي: المسار الذي يسلكه قطب شمالي مفرد

(افتراضي) عند وضعه حرًا في أي نقطة داخل المجال المغناطيسي.

المجال المغناطيسي المنتظم: المجال المغناطيسي الثابت مقدارًا واتجاهًا

عند جميع نقاطه.

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

عند السطح (أ).

4. بسبب عدم وجود قطب مغناطيسي مفرد.

القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة كهربائية

س: وضح ماذا يحدث عند دخول أشعة الفا، بيتا، غاما مجالا مغناطيسيا؟

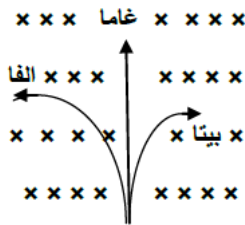
✓ تنحرف أشعة الفا الموجبة وأشعة بيتا السالبة عن مسارها بينما غاما لا تنحرف.

س: علل 1.. انحراف أشعة الفا وبيتا عن مسارها عند دخولها مجالا مغناطيسيا؟

✓ بسبب تأثرها بقوة مغناطيسية مصدرها هو المجال المغناطيسي.

2) عدم انحراف أشعة غاما عند دخولها مجال مغناطيسي؟

✓ لأن أشعة غاما لا تحمل شحنة (متعادلة كهربائيا)



يمكننا القول بأنه لو تحركت شحنة كهربائية داخل مجال مغناطيسي فأنها تتأثر بقوة من المجال المغناطيسي تسمى القوة المغناطيسية وتحسب من العلاقة :

$$|q \vec{v} \times \vec{B}| = q v B \sin \theta$$

حيث ش: مقدار الشحنة الكهربائية المتحركة داخل المجال وتقاس بوحدة (كولوم)
ع: سرعة الشحنة الكهربائية المتحركة داخل المجال وتقاس بوحدة (م/ث)
غ: مقدار المجال المغناطيسي المؤثر على الشحنة وتقاس بوحدة (تسلا)
θ: مقدار الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال المغناطيسي واتجاه السرعة للشحنة .

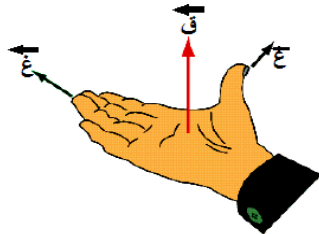
تسلا: هو المجال المغناطيسي الذي يؤثر بقوة مقدارها 1 نيوتن في شحنة مقدارها 1 كولوم تتحرك بداخله بسرعة 1م/ث وباتجاه يتعامد مع اتجاه المجال .

س: اذكر العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية ؟

✓ 1- مقدار الشحنة 2- مقدار سرعة الشحنة 3- مقدار المجال المغناطيسي
4- الزاوية بين اتجاه كل من (ع, غ)

- المجال المغناطيسي عند نقطة : القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الشحنات الموجبة لحظة مرورها بسرعة 1م/ث عموديا على اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة.
- وبما أن القوة كمية متجهة تحدد مقدارا واتجاها حيث يحدد الأتجاه حسب قاعدة اليد اليمنى كما في الشكل بحيث:

هام جدا



الأبهام يشير الى اتجاه السرعة .
الأصابع تشير الى اتجاه المجال المغناطيسي .
العمود الخارج من الكف يشير الى اتجاه القوة المؤثرة على الشحنة الموجبة .
وتعكس القوة إذا كانت الشحنة سالبة
(مع مراعاة أن تكون الكف ممدودة عند التطبيق)

س: ما هي الحالات التي تنعدم فيها القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم مشحون في مجال مغناطيسي؟

✓ إذا كان الجسيم المشحون ساكن (ع=صفر)
✓ إذا كان اتجاه السرعة موازي لاتجاه المجال المغناطيسي (θ= صفر, θ=180)

س: متى تكون القوة المغناطيسية أكبر ما يمكن ؟

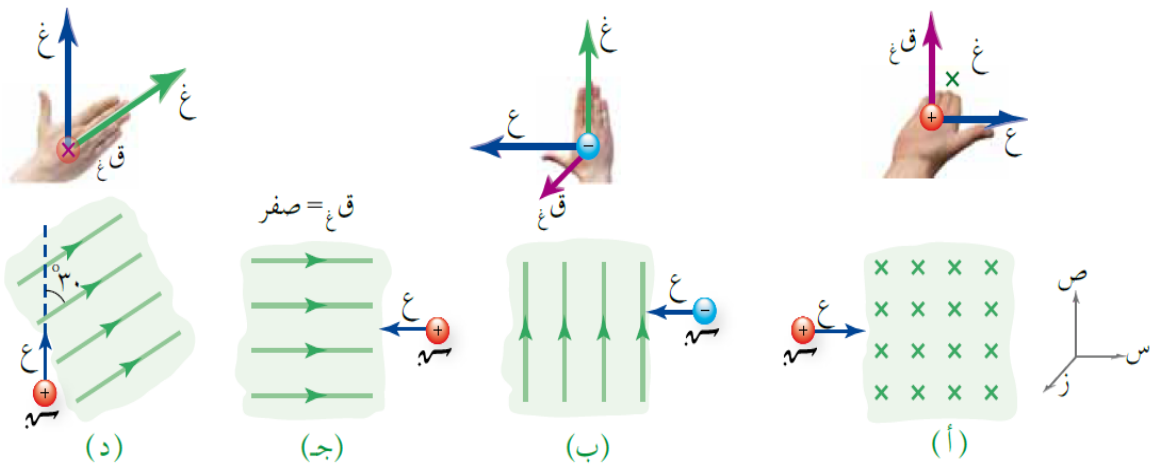
✓ عندما يكون اتجاه السرعة (ع) عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي (θ=90)

- ❖ المجال المغناطيسي لا يؤثر في الشحنة المتحركة الا اذا قطعت خطوطه.
- ❖ الوحدة التي تكافئ تسلا هي نيوتن .ث/كولوم.م

من الملاحظ أن القوة دائما تكون عمودية على كل من اتجاه السرعة واتجاه المجال وعليه فأن القوة لا تعمل على زيادة السرعة أو انقاصها وإنما تعمل على تغيير المسار كما في الشكل:

مثال (١-٥)

قذف جسيم شحنته (٤) ميكروكولوم، بسرعة (6×10^6) م/ث، داخل مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٠١) تسلا. جد القوة المغناطيسية مقدارًا واتجاهًا المؤثرة في الجسيم لحظة دخوله منطقة المجال المغناطيسي المنتظم في الحالات المبينة في الشكل (٥-٨).



الشكل (٥-٨): مثال (١-٥).

الحل:

بتطبيق العلاقة الرياضية $(F = qvB \sin \theta)$ ، نجد أن:

$$F = qvB \sin \theta = 4 \times 10^{-6} \times 6 \times 10^6 \times 0.01 \times 1 = 0.24 \text{ نيوتن}$$

وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى، يشير الإبهام إلى اتجاه السرعة نحو المحور السيني الموجب، وتشير باقي الأصابع إلى اتجاه المجال المغناطيسي نحو المحور الزيني السالب ويمكن أن نعبر عن اتجاهه بالرمز \otimes ، فيكون اتجاه القوة المغناطيسية باتجاه المحور الصادي الموجب (+ص). لاحظ اليد فوق الشكل (أ/٨-٥).

$$\text{ب} \text{ ق غ} = ٤ \times ٦^{-١٠} \times ٦ \times ٦^{١٠} \times ١ \times ١ \times ١٠^{-٢} \times ٩٠ \text{ جا} = ٠,٢٤ \text{ نيوتن}$$

وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى ومن ثم عكس الاتجاه الناتج لأن الشحنة سالبة نجد أن اتجاه (ق غ) يكون باتجاه المحور الزيني الموجب ويمكن أن نعبر عن اتجاهه بالرمز \odot . لاحظ اليد فوق الشكل (ب/٨-٥).

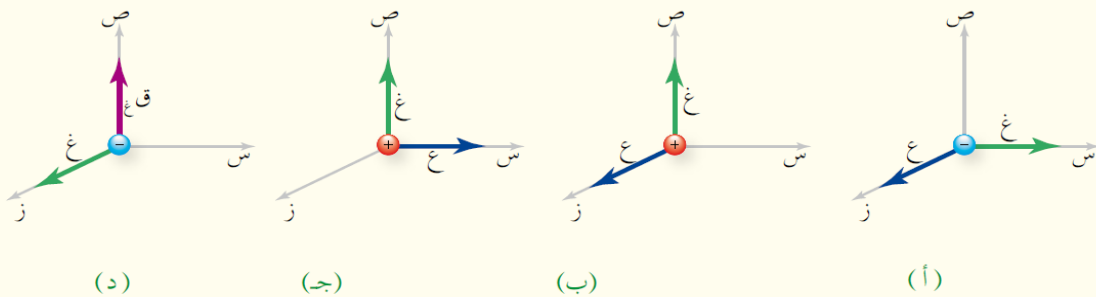
$$\text{ج} \text{ ق غ} = ٤ \times ٦^{-١٠} \times ٦ \times ٦^{١٠} \times ١ \times ١ \times ١٠^{-٢} \times ١٨٠ \text{ جا} = \text{صفر}$$

$$\text{د} \text{ ق غ} = ٤ \times ٦^{-١٠} \times ٦ \times ٦^{١٠} \times ١ \times ١ \times ١٠^{-٢} \times ٣٠ \text{ جا} = ٠,١٢ \text{ نيوتن باتجاه المحور}$$

الزيني السالب \otimes . لاحظ اليد فوق الشكل (د/٨-٥).

مراجعة (٥-٢)

- ١ كيف يمكن لشحنة كهربائية أن تتحرك في مجال مغناطيسي ولا تتأثر بقوة مغناطيسية؟
- ٢ فسر: عند قذف نيوترون في مجال مغناطيسي، فإنه لا يتأثر بقوة مغناطيسية.
- ٣ ماذا نعني بقولنا إن المجال المغناطيسي لمغناطيس يساوي (٥×١٠^{-٣}) تسلا؟
- ٤ باستخدام قاعدة اليد اليمنى حدد اتجاه الكمية الفيزيائية المجهولة في الشكل (٥-٩).

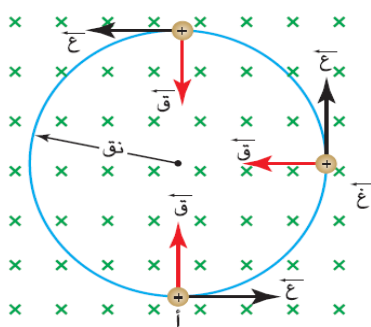


مراجعة (2-5) صفحة 129

مراجعة

1. إذا كانت الشحنة الكهربائية تتحرك واتجاه سرعتها موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي أي أن $(\theta=0, \theta=180)$.
2. النيوترون جسيم غير مشحون لذلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية عندما يكون في المجال المغناطيسي.
3. أن المجال المغناطيسي يؤثر بقوة مغناطيسية مقدارها 10×5 نيوتن في شحنة مقدارها 1 كولوم تتحرك بسرعة 1 م/ث عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي.
4. (أ) القوة المغناطيسية باتجاه (-ص)
(ب) القوة المغناطيسية باتجاه (-س)
(ج) القوة المغناطيسية باتجاه (+ز)
(د) السرعة باتجاه (+س)

حركة شحنة في مجال مغناطيسي



من خلال الشكل المجاور نجد أن القوة المغناطيسية المؤثرة على الشحنة (ش) تعامد دوماً اتجاه السرعة فيكتسب الجسيم المشحون تسارعاً ثابت المقدار وعمودياً دائماً على السرعة وبالتالي يسلك الجسيم المشحون مساراً دائرياً عند دخوله المجال المغناطيسي عمودياً عليه دون إحداث أي تغيير يذكر في مقدار سرعته وهذه القوة تسمى القوة المركزية التي تؤثر على الجسيم، وهي هنا القوة المغناطيسية.

س: وضح ماذا يحدث لجسيم مشحون عندما يدخل مجال مغناطيسي منتظم ؟
✓ سوف يتحرك الجسيم في مسار دائري.

س: علل .. يسلك الجسيم المشحون مساراً دائرياً عند دخوله في مجال مغناطيسي ؟
✓ بما أن القوة المغناطيسية تعامد دوماً اتجاه السرعة فإن الجسيم المشحون يكتسب تسارعاً ثابتاً المقدار وعمودياً دائماً على السرعة وهذا يؤدي إلى تغيير مستمر في اتجاه السرعة دون تغيير في مقدارها وبالتالي سوف يسلك الجسيم المشحون مساراً دائرياً .

س: ما هي القوى التي تؤثر على الجسيم المشحون عند دخوله مجالا مغناطيسيا منتظما؟ وما العلاقة بينهما؟

✓ 1- القوة المغناطيسية 2- القوة المركزية

✓ ق غ = ق مركزية

حيث : ق غ = ش ع غ , أيضا ق مركزية = ك ت مركزي

ومنها ق مركزية = ك $\frac{2ع}{نق}$

وبالتالي فإن نق = $\frac{ك.ع}{ش.غ}$

وتكمن أهمية العلاقة من خلا التحكم في مقدار نصف قطر المسار لجسيم مشحون يتحرك داخل مجال مغناطيسي عن طريق التحكم بالكميات الفيزيائية مثل السرعة المجال المغناطيسي او تحديد مثل الشحنة والكتلة.

س: اذكر العوامل التي يعتمد عليها نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم المشحون المقذوف عموديا على اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم؟

✓ 1- كتلة الجسيم المشحون (طردي) 2- سرعة الشحنة (طردي)
✓ 3- مقدار الشحنة (عكسي) 4- مقدار المجال المغناطيسي المؤثر على الشحنة (عكسي)

#هام جدا :

❖ يستخدم المجال المغناطيسي لتوجيه الجسيمات المشحونة والتحكم في مسارها دون تغيير مقدار سرعتها بينما يقوم المجال الكهربائي بتسريعها في المسارات النووية.

❖ القوة المغناطيسية لا تبذل شغلا على اتجاه الازاحة لانه عمودي باستمرار عليها وفق مبرهنة الشغل للطاقة الحركية وعليه فان الطاقة الحركية للجسم لا تتغير وبالتالي يبقى مقدار السرعة ثابت

س: بماذا يتساوى كل من الإلكترون والبروتون عند دخولهم المجال المغناطيسي بسرعة ثابتة وبماذا يختلفان؟

✓ يتساوى الإلكترون والبروتون في مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على كليهما ويختلفان في اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على كليهما وفي نصف قطر المسار الذي يدوران به.

مثال (1) يتحرك الكترون وبروتون باتجاه محور السينات الموجب بخط مستقيم وبسرعة ثابتة مقدارها (3 x 10⁷ م/ث) فدخلا مجال مغناطيسي مقداره 0,2 تسلا وباتجاه الناظر احسب :

1. مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على كل من الالكترن والبروتون؟

2. ما شكل المسار الذي يتحرك به كل من الألكترون والبروتون مع الرسم؟

3. احسب نصف قطر المسار الذي يتحرك به كل من الألكترون والبروتون؟

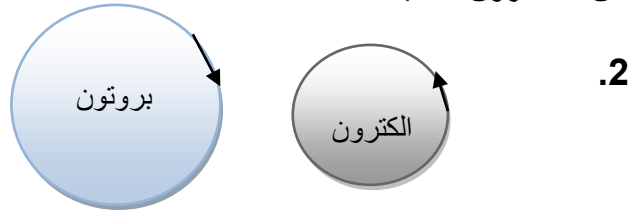
الحل:

1.

ق غ بروتون = ش ع جاθ = 3 x 10⁷ x 1.6 x 10⁻¹⁹ x 0,96 = 10⁻¹² ص-

ق غ الكترون = ش ع جاθ = 3 x 10⁷ x 1.6 x 10⁻¹⁹ x 0,96 = 10⁻¹² ص+

لأن الإلكترون سالب



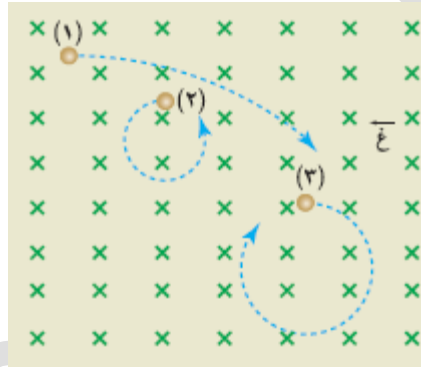
$$3. \text{ نق بروتون} = \frac{كع}{شغ} = 3 \times 10^7 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 0.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ م}$$

$$\text{نق الكترون} = \frac{كع}{شغ} = 3 \times 10^7 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 0.2 \times 1.6 \times 10^{-19} = 85.31 \times 10^{-5} \text{ م}$$

س: هل يمكنك تحريك الكترون ساكن بواسطة مجال مغناطيسي؟ فسر اجابتك ...

✓ لا لأن الإلكترون ساكن (سرعته = صفر) وبالتالي لا يتأثر بقوة مغناطيسية فيبقى ساكن.

مثال (2) أدخلت ثلاث جسيمات متماثلة الشحنة والكتلة وتتحرك بسرعات متفاوتة الى مجال مغناطيسي منتظم فتحررت كما في الشكل . رتب سرعتها تصاعديا وبين نوع كل شحنة مهما ففسرا إجابتك...



الحل:

2 ثم 3 ثم 1 لان نق أكبر اعتمادا على سرعتها الشحنة الأولى والثالثة سالبة والشحنة الثانية موجبة .

مثال (3)

دخل جسيم مشحون كتلته (2×10^{-10}) كغ وشحنته (2) ميكروكولوم مجالا مغناطيسيا مقداره $(0,2)$ تسلا بسرعة مقدارها (310) م/ث باتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي، احسب:

1 مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم.

2 التسارع المركزي الذي اكتسبه الجسيم.

3 نصف قطر مسار الجسيم.

4 مقدار سرعة الجسيم بعد مرور (3) ثوان على وجوده داخل المجال المغناطيسي.

الحل:

$$1 \text{ ق غ} = س \cdot ب \cdot غ \cdot ج ا \theta$$

$$= 2 \times 10^{-10} \times 310 \times 0,2 \times 9,0 \text{ جا} \Rightarrow \text{ق غ} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ نيوتن}$$

$$٢ \text{ ق مركزية} = \text{ق غ} = \text{ك ت مركزي}$$

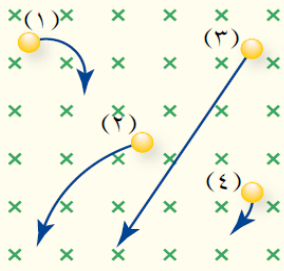
$$٢,٤ \times ١٠^{-١٠} \times ٢ = ١٠^{-١٠} \times ٢ \text{ ت مركزي} \leftarrow \text{ت مركزي} = ٠,٢ \times ١٠^{-١٠} \text{ م/ث}^٢$$

$$٣ \text{ نق} = \frac{\text{ك ع}}{\text{س غ}}$$

$$= \frac{٢ \times ١٠^{-١٠} \times ٣١٠}{٢ \times ١٠^{-١٠} \times ٠,٢} \text{ نق} = ٠,٥ \text{ م}$$

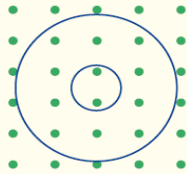
٤ القوة المغناطيسية لا تغير مقدار سرعة الجسيم، ولكن تغير اتجاه السرعة فقط، ولذلك فإن مقدار سرعة الجسيم سيبقى (٣١٠) م/ث.

مراجعة (٥-٣)



الشكل (٥-١١): سؤال (١).

١ أدخلت أربعة جسيمات متماثلة في الكتلة والسرعة بشكل عمودي على مجال مغناطيسي منتظم، فاتخذت المسارات الموضحة في الشكل (٥-١١)، أجب عما يأتي:
 أ حدد نوع شحنة كل من الجسيمات الأربعة، موضحاً ذلك.
 ب رتب الجسيمات تنازلياً وفق مقدار شحنة كل منها.



الشكل (٥-١٢): سؤال (٢).

٢ يمثل الشكل (٥-١٢) مساراً دائرياً لكل من إلكترون وبروتون، يتحركان داخل مجال مغناطيسي بالسرعة نفسها، إذا علمت أن كتلة البروتون أكبر من كتلة الإلكترون، فحدد أي المسارين للإلكترون وأيها للبروتون، ثم حدد على المسار اتجاه الحركة لكل منهما.

الحل:

1- (1) سالبة (2) موجبة (3) متعادلة (4) سالبة

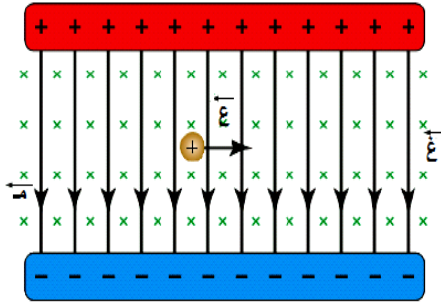
ب-تنازلياً 4-2-1-3

2-حسب علاقة نصف القطر الذي في الخارج يكون البروتون اتجاه مع عقارب الساعة والذي بالداخل يكون عكس عقارب الساعة.

إذا شعرت بكثرة الضغوط في حياتك فأعلم ..
 أن الله سيخرج أجمل ما فيك بعد أن يختبر صبرك ..

قوة لورنتز

من خلال الشكل المجاور يوضح شحنة كهربائية تدخل منطقة مجال ما متأثرة بمجالين



مجال: الأول كهربائي منتظم يؤثر على الشحنة بقوة

كهربائية تحسب من العلاقة : $Q = m \cdot v$

الثاني: مجال مغناطيسي منتظم يؤثر على الشحنة

بقوة مغناطيسية تحسب حسب العلاقة :

$$F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$$

وكون القوة كمية متجهة فإن الشحنة تتأثر بمحصلة هاتين القوتين وتسمى محصلتهما بـ ((قوة لورنتز))

$$\begin{aligned} \vec{F}_{\text{المحصلة}} &= \vec{F}_{\text{الكهربائية}} + \vec{F}_{\text{المغناطيسية}} \\ \vec{F}_{\text{المحصلة}} &= m \cdot \vec{v} + q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \\ \vec{F}_{\text{المحصلة}} &= m \cdot \vec{v} + (q \cdot \vec{v} \times \vec{B}) \end{aligned}$$

س: بناء على الرسم السابق أجب عن الأسئلة التالية :

- 1- ما اتجاه كل من القوتين ؟
✓ اتجاه القوة الكهربائية الى الأسفل (لأن الشحنة موجبة) بينما اتجاه القوة المغناطيسية نحو الأعلى (حسب قاعدة اليد اليمنى)
- 2- إذا كانت القوتين متساويتان في المقدار فما اتجاه الحركة للشحنة ؟
✓ إذا تساوت القوتان في المقدار فإن القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة تساوي صفرا ، فتصبح الشحنة حرة وتواصل سيرها فيخط مستقيم دون انحراف داخل منطقة المجالين تبعا لصورها الذاتي.
- 3- ماذا يحصل لو كانت الشحنة سالبة ؟
✓ يكون اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة فيها للأعلى ، بينما اتجاه القوة المغناطيسية للأسفل.
- 4- جد السرعة التي تتحرك بها الشحنة حتى تستمر في مسارها دون انحراف ؟
✓

$$\begin{aligned} \text{بما أن } Q &= q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta \quad \text{المغناطيسية} \\ m \cdot v &= q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta \quad (\theta = 90^\circ) \\ m &= q \cdot B \cdot \sin \theta \\ \frac{m}{q} &= B \cdot \sin \theta \end{aligned}$$

وبالتالي إذا كانت سرعة الشحنة تساوي $(\frac{m}{q})$ فإنها لا تنحرف.

مثال (1) دخلت شحنة كهربائية منطقة ما وكانت المنطقة تتأثر بمجالين الأول كهربائي مقداره $(2 \times 10^7 \text{ نيوتن/كولوم})$ وباتجاه الشرق والثاني مجال مغناطيسي مقداره 2 تسلا باتجاه داخل الى الصفحة فإذا كان مقدار الشحنة 2 ميكروكولوم وتتحرك بسرعة ثابتة مقدارها $2 \times 10^6 \text{ م/ث}$ وباتجاه الشرق أحسب قوة لورنتز .

الحل :

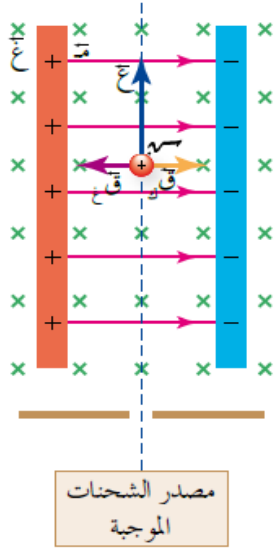
$$ق غ = ش ع غ \theta = 8 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-6} \times 2 = 8 \text{ نيوتن الصادي الموجب}$$

$$ق ك = م ش = 40 = 7 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-6} \times 2 \text{ نيوتن السيني الموجب}$$

$$ق لورنتز = \sqrt{(40)^2 + (8)^2} = 40.79 \text{ نيوتن}$$

$$\theta = \frac{8}{40} \text{ في الربع الاول} \#$$

مثال (2)



في الشكل (١٣-٥) صفيحتان متوازيتان مشحونتان، جهد الصفيحة الموجبة (٧,٥) فولت، وجهد الصفيحة السالبة (-٧,٥) فولت، والبعد بينهما (١٠) سم. ويمر بينهما جسيم مشحون شحنته (٤+) ميكروكولوم، وبسرعة مقدارها (٣٠٠) م/ث باتجاه المحور الصادي الموجب، والصفيحتان مغمورتان في مجال مغناطيسي منتظم (٠,٥) تسلا اتجاهه نحو المحور الزيني السالب (⊗).

١) جد القوة المحصلة (لورنتز) المؤثرة في الشحنة مقدارًا واتجاهًا، وصف حركة الجسيم.

٢) إذا كانت سرعة الجسيم أكبر من (٣٠٠) م/ث، فماذا سيحدث لحركته؟

الشكل (١٣-٥): مثال (٣-٥).

الحل:

١) لإيجاد القوة المحصلة فإننا نحسب القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية مقدارًا واتجاهًا:

■ نحسب المجال الكهربائي، بتطبيق العلاقة (٢-٩):

$$ج = م \times ف$$

$$٢^{-١٠} \times ١٠ \times م = ((٧,٥-) - ٧,٥)$$

$$م = ١٥٠ \text{ فولت/م}$$

■ نحسب القوة الكهربائية من العلاقة (١-٣):

$$ق ك = م \times ع$$

$$٢^{-١٠} \times ٤ \times ١٥٠ =$$

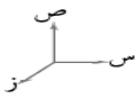
$$= ٠,٦ \times ٢^{-١٠} \text{ نيوتن باتجاه المحور السيني الموجب.}$$

■ نحسب القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم المشحون:

$$ق غ = م \times ع \times \theta$$

$$= ٩٠ جا \times ٠,٥ \times ٣٠٠ \times ٢^{-١٠} \times ٤ =$$

$$= ٠,٦ \times ٢^{-١٠} \text{ نيوتن باتجاه المحور السيني السالب.}$$



■ نجد القوة المحصلة (قوة لورنتز):

$$Q_{\text{لورنتز}} = Q_k - Q_g$$

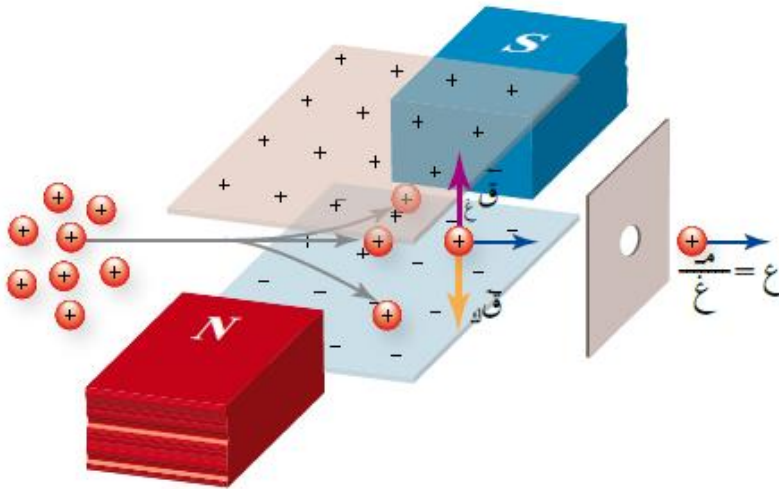
$$= 3^{-10} \times 0,6 - 3^{-10} \times 0,6 =$$

$$Q_{\text{لورنتز}} = \text{صفر}$$

بما أن القوة المحصلة المؤثرة في الجسم تساوي صفرًا؛ فإن الجسم يكمل حركته بسرعة ثابتة وفي خط مستقيم.

٢ إذا كانت سرعة الجسم أكبر من (٣٠٠) م/ث فإن القوة المغناطيسية المؤثرة فيه ستكون أكبر من القوة الكهربائية؛ لذلك سينحرف الجسم باتجاه محور السينات السالب.

- ❖ تستخدم قوة لورنتز في الاجهزة البحثية مثل جهاز منتقي السرعة وجهاز مطياف الكتلة.
- ❖ جهاز منتقي السرعة: صمم الجهاز لاختيار جسيمات ذات سرعة محددة عندما تكون قوة لورنتز المؤثرة في جسيم مشحون يساوي صفرًا فيكمل حركته بسرعة ثابتة وبخط مستقيم .
- يستخدم جهاز منتقي السرعة في التجارب العلمية للحصول على حزمة من الجسيمات المشحونة المتحركة بسرعة ثابتة في خط مستقيم.
- يوجد بداخل الجهاز مجالان متعامدان كهربائي ومغناطيسي يؤثر كل منهما بوقفة في الجسيمات المشحونة المتحركة كما في الشكل الذي امامك.



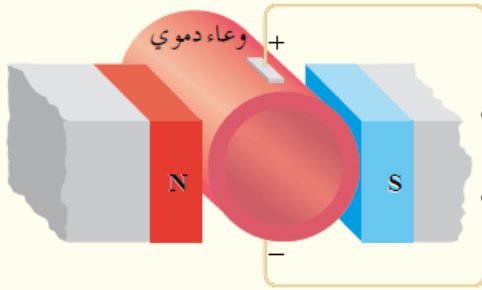
مراجعة (٥-٤)

١ ما الشرط اللازم لتحقيقه لكي يعمل المجالان الكهربائي والمغناطيسي معًا لانتقاء سرعة محددة للجسيمات المتحركة؟

٢ اذكر اثنين من استخدامات مطياف الكتلة.

٣ وضع دور كل من المجال المغناطيسي (غ)، والمجال المغناطيسي (غ) في جهاز مطياف الكتلة.

٤ يمثل الشكل (٥-٦) مبدأ عمل مضخة كهر مغناطيسية 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 عمودياً على كل من الوعاء الدموي



والمجال المغناطيسي المنتظم. اعتماداً على الشكل، حدد اتجاه حركة كل من الأيونات الموجبة والأيونات السالبة داخل الوعاء الدموي.

1. يجب أن تكون القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية الناتجة عنهما متساويتين في المقدار، ومتعاكستين في الاتجاه.

2.

أ. فصل الأيونات المشحونة عن بعضها وفق نسبة شحنة كل منها

إلى كتلتها، مما يتيح معرفة كتلتها ونوع شحنتها.

ب. دراسة مكونات بعض المركبات الكيميائية.

3. يعمل المجال المغناطيسي (غ) على توليد قوة مغناطيسية تساوي في

المقدار وتعاكس في الاتجاه القوة الكهربائية، لضمان بقاء الشحنة متحركة

في خط مستقيم. بينما يجبر المجال المغناطيسي (غ) الجسيمات

المشحونة على الحركة في مسار دائري يتناسب نصف قطره طردياً مع

كتلة هذه الجسيمات.

4. تتلخص فكرة الجهاز بجعل الأيونات الموجبة والسالبة تتدفق

باتجاه واحد مع اتجاه جريان الدم، فيعمل فرق الجهد على توليد مجال كهربائي اتجاهه نحو المحور الصادي السالب، حيث يعمل على تحريك

الشحنات الموجبة باتجاهه، والشحنات السالبة عكس اتجاهه نحو المحور الصادي الموجب. وبعد أن تتحرك هذه الشحنات، يؤثر عليها المجال المغناطيسي بقوة مغناطيسية يكون اتجاهها وفق قاعدة اليد اليمنى نحو المحور الزيني الموجب، حيث يشير الإبهام إلى اتجاه حركة الشحنات الموجبة، وباقي الأصابع تشير نحو اتجاه المجال المغناطيسي.

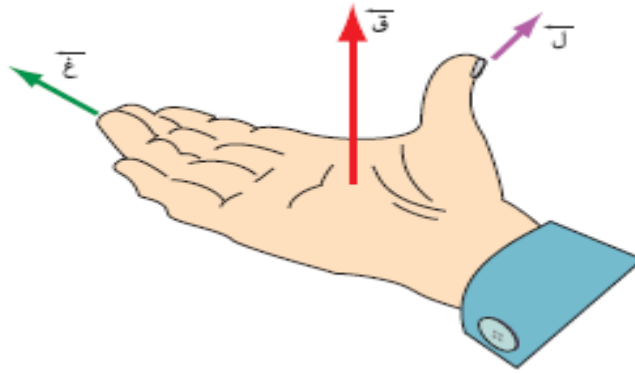
القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يسري فيه تيار كهربائي

إذا وضع سلك موصل يحمل تيار كهربائي داخل مجال مغناطيسي فإنه يتأثر بقوة من المجال المغناطيسي تسمى القوة المغناطيسية بحسب مقدارها من العلاقة التالية :

$$F = I L \sin \theta$$

- حيث : ق: القوة المغناطيسية المؤثرة على الموصل .
 ل: طول الموصل المتأثر بالقوة المغناطيسية .
 غ: مقدار المجال المغناطيسي المؤثر على الموصل .
 θ: مقدار الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال واتجاه وطول الموصل .

ويحدد اتجاه القوة المغناطيسية حسب قاعدة اليد اليمنى بحيث:
 الإبهام يشير الى اتجاه طول الموصل أو التيار
 الاصابع ممدودة تشير الى اتجاه المجال المغناطيسي
 العمود الخارج من الكف يشير الى اتجاه القوة المغناطيسية
 كما في الشكل :



- ❖ تكتب العلاقة السابقة بصورة اتجاهية بوضع اسهم على كل من الطول والمجال والقوة كما في الرسم السابق.
- ❖ يكون اتجاه القوة المغناطيسية عموديا على المستوى الذي يتشكل من المتجهين الطول والمجال المغناطيسي مهما كانت الزاوية بين اتجاهيهما.
- ❖ يستدل عمليا على اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يحمل تيار من اتجاه انحناء الموصل أو ازاحته اذا كان قابل للانزلاق أو الحركة.
- ❖ عند انعدام التيار في موصل لا يتأثر بقوة مغناطيسية من المجال المغناطيسي المغمور فيه .
- ❖ من الامثلة على القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يحمل تيار داخل مجال مغناطيسي:

1- مكبرات الصوت

- 2- الغلفانوميتر : المستخدم للكشف عن التيارات الكهربائية الصغيرة .
- 3- المحرك الكهربائي الذي يعتبر اساس في العديد من الاجهزة مثل المراوح والسيارات الهجينة

س: وضح ماذا يحدث عند وضع سلك يحمل تيار في مجال مغناطيسي ؟
 ✓ عند وضع سلك يحمل تيار في مجال مغناطيسي فإن المجال سيؤثر بقوة مغناطيسية في الشحنات المتحركة فيه فيتأثر السلك بالقوى المحصلة المؤثرة في هذه الشحنات المتحركة فيتحرك .

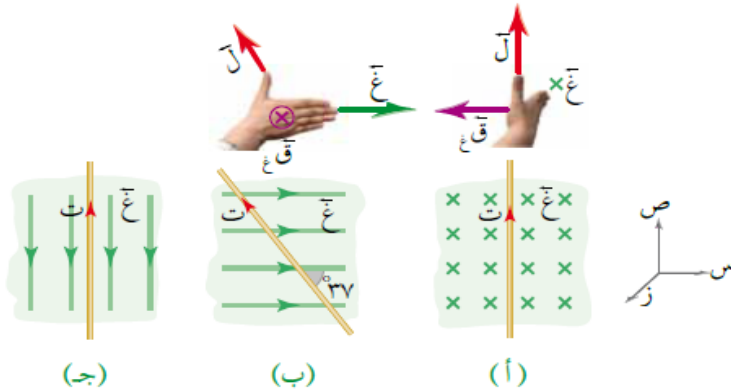
س: اذكر العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يحمل تيار؟

- ✓ 1- مقدار التيار المار في السلك
 - ✓ 2- طول السلك
 - ✓ 3- مقدار المجال المغناطيسي
 - ✓ 4- الزاوية المحصورة بين اتجاه التيار (طول السلك) والمجال المغناطيسي .
- س: علل عند وضع سلك يحمل تيار في مجال مغناطيسي ولم يتحرك ؟
 ✓ لأن اتجاه التيار يكون موازي لاتجاه المجال المغناطيسي ($\theta=180$)

س: متى تكون القوة المغناطيسية أكبر ما يمكن أصغر ما يمكن ؟
 ✓ عندما يكون اتجاه التيار متعامد مع المجال ($\theta=90$)
 ✓ عندما يكون اتجاه التيار موازي لاتجاه المجال ($\theta=180$)

مثال (1)

موصل مستقيم طوله (٢٠) سم يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٤) أمبير مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,١) تسلا. جد القوة المغناطيسية المؤثرة في هذا الموصل مقداراً واتجاهاً في الحالات المبينة في الشكل (٥-٢١).



الشكل (٥-٢١): مثال (٥-٤).

الحل:

نحسب القوة المغناطيسية

بتطبيق العلاقة:

$$F = I L B \sin \theta$$

$$F = 4 \times 20 \times 0,1 \times \sin 90^\circ = 0,8 \text{ نيوتن، باتجاه المحور السيني السالب.}$$

$$F = 0,8 \times 0,6 = 0,48 \text{ نيوتن، باتجاه المحور الزيني السالب.}$$

$$F = 0,8 \times 0,8 = 0,64 \text{ نيوتن، باتجاه المحور السيني السالب.}$$

$$F = 0,8 \times 1,8 = 1,44 \text{ نيوتن، باتجاه المحور الزيني السالب.}$$

$$F = 0,8 \times 1,8 = 1,44 \text{ نيوتن، باتجاه المحور السيني السالب.}$$

مراجعة (٥-٥)

١ اذكر العوامل التي تعتمد عليها القوة المغناطيسية المؤثرة في موصل يحمل تياراً كهربائياً، ومغمور في مجال مغناطيسي.

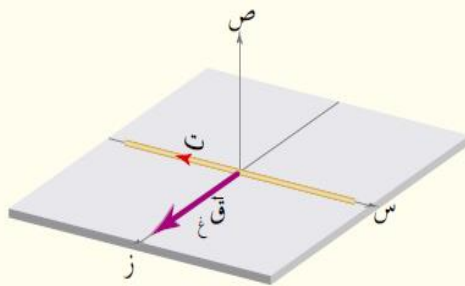
٢ يبين الشكل (٥-٢٢) موصلاً مستقيماً يمر فيه

تيار كهربائي باتجاه المحور السيني السالب، فإذا

كان الموصل مغموراً في مجال مغناطيسي منتظم

وأثر فيه بقوة مغناطيسية بالاتجاه المبين في الشكل.

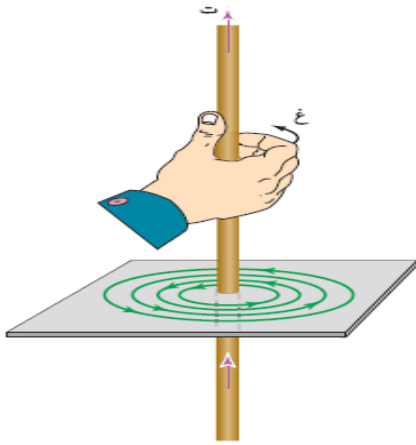
فحدد اتجاه المجال المغناطيسي.



الشكل (٥-٢٢): سؤال (٢).

1. مقدار التيار المار في الموصل، طول الموصل، مقدار المجال المغناطيسي الذي غمر فيه الموصل، جيب الزاوية المحصورة (θ) بين متجه طول الموصل ومتجه المجال المغناطيسي.
2. باستخدام قاعدة اليد اليمنى، يشير الإبهام إلى اتجاه التيار نحو (-س)، ويشير المتجه العمودي على باطن الكف إلى اتجاه القوة المغناطيسية نحو (+ز)، فيكون اتجاه الأصابع الأربعة باتجاه المجال المغناطيسي نحو (-ص).

المجال المغناطيسي الناشئ عن تيار في سلك طويل مستقيم



يكون شكل خطوط المجال المغناطيسي المتولد حول سلك الموصل مستقيم وطويل جدا يسري فيه تيار كهربائي على شكل دوائر متحدة تقع مراكزها على محور السلك وفي مستوى متعامد مع السلك

ولحساب المجال المغناطيسي

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

حيث تشير (μ) الى ثابت النفاذية المغناطيسية للوسط المحيط بالموصل فاذا كان الوسط هواء او فراغ فان :

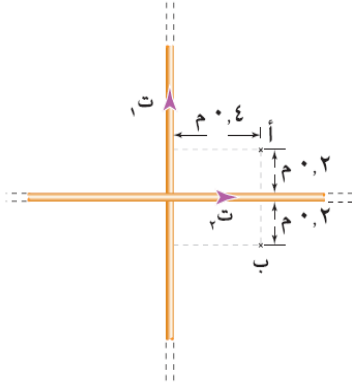
$$(\mu = \pi \times 10^{-7} \text{ تسلا} \cdot \text{م} / \text{أمبير})$$

ولتحديد الاتجاه :

- 1- الإبهام يشير إلى التيار (ت).
 - 2- انحاء الأصابع إلى اتجاه المجال المغناطيسي (غ).
- ويحدد المجال المغناطيسي عند نقطة ما حسب قاعدة اليد اليمنى:
- 1- الإبهام يشير إلى التيار
 - 2- الأصابع ممدودة تشير إلى موقع النقطة.
 - 3- العمود الخارج من باطن الكف يشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي عند تلك النقطة

❖ تبعا لقانون بيو-سافار فإن المجال المغناطيسي على امتداد الموصل المستقيم يساوي صفرا حيث تكون (θ) بين (Δl) و (f) تساوي صفرا.

مثال (1)



يبين الشكل سلكين معزولين طويلين جداً مستقيمين متعامدين في مستوى الصفحة، كل منهما يحمل تياراً مقداره $(5, 6)$ أمبير. بالاستعانة بالقيم الموجودة على الشكل، جد مقدار المجال المغناطيسي واتجاهه عند كل من النقطتين (أ) و (ب).

الحل:

عند النقطة (أ) يوجد مجالان، (G_1) الناشئ عن التيار الأول، (G_2) الناشئ عن التيار الثاني.

$$G_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5,6}{2\pi \times 0,2} = 5,6 \times 10^{-6} \text{ تيسلا}$$

$= 5,6 \times 10^{-6}$ تسلا، باتجاه عمودي على الصفحة بعيداً عن الناظر.

$$G_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5,6}{2\pi \times 0,4} = 2,8 \times 10^{-6} \text{ تيسلا}$$

$= 2,8 \times 10^{-6}$ تسلا، باتجاه عمودي على الصفحة نحو الناظر.

$\therefore G = G_1 - G_2 = 2,8 \times 10^{-6} \text{ تيسلا}$ ، باتجاه عمودي على الصفحة نحو الناظر.

وبالمثل عند النقطة (ب):

$$G_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5,6}{2\pi \times 0,4} = 2,8 \times 10^{-6} \text{ تيسلا}$$

$= 2,8 \times 10^{-6}$ تسلا، باتجاه عمودي على الصفحة بعيداً عن الناظر.

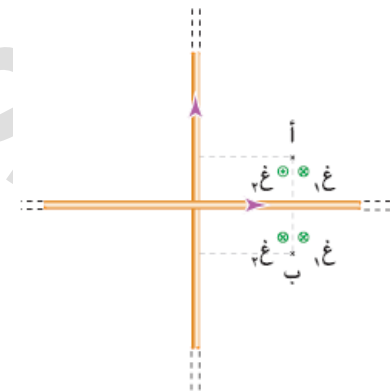
$$G_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5,6}{2\pi \times 0,2} = 5,6 \times 10^{-6} \text{ تيسلا}$$

$= 5,6 \times 10^{-6}$ تسلا، باتجاه عمودي على الصفحة

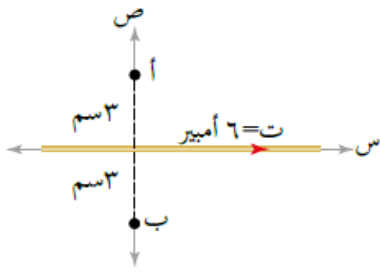
بعيداً عن الناظر.

$\therefore G = G_1 + G_2 = 8,4 \times 10^{-6} \text{ تيسلا}$ ، باتجاه

عمودي على الصفحة بعيداً عن الناظر



مثال(2)



الشكل (٢٥-٥): مثال (٥-٥).

يبين الشكل (٥-٢٥) موصلًا مستقيمًا طويلًا يحمل تيارًا كهربائيًا مقداره (٦) أمبير، جد المجال المغناطيسي الناشئ عن هذا التيار مقدارًا واتجاهًا عند النقطتين (أ) و(ب).

الحل:

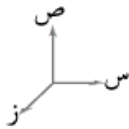
بما أن النقطتين (أ) و(ب) لهما البعد نفسه عن الموصل المستقيم فإن مقدار المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار في الموصل المستقيم عند كل منهما (غ_أ)، و(غ_ب) متساوٍ، ويحسب من العلاقة:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

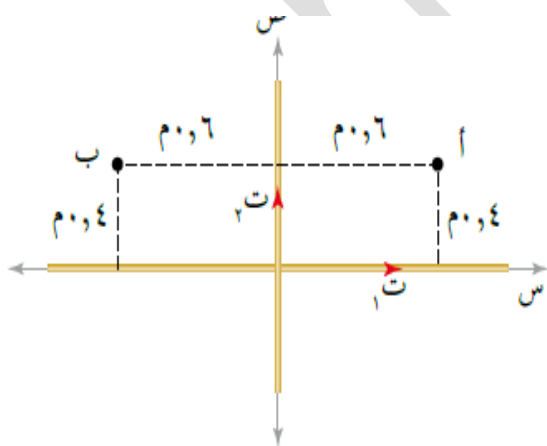
$$B_A = B_B = \frac{6 \times 10^{-7} \times \pi \times 4}{2 \times 10^{-2} \times 3 \times \pi \times 2}$$

$$= 4 \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

ولتحديد اتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة (أ) نطبق قاعدة اليد اليمنى، وبأخذ اتجاه المماس لخط المجال المغناطيسي عند النقطة (أ)، يكون اتجاهه نحو المحور الزيني الموجب ⊙. أما عند النقطة (ب) فيكون نحو المحور الزيني السالب ⊗.



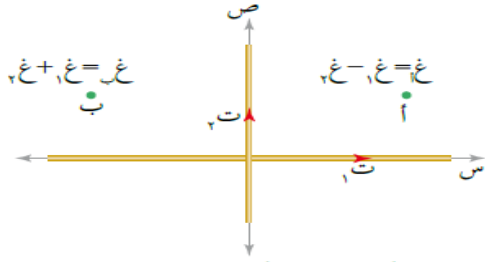
مثال(3):



الشكل (٥-٢٦): مثال (٥-٦).

يبين الشكل (٥-٢٦) موصلين مستقيمين طويلين متعامدين، يمر في كل منهما تيار مقداره (١٢) أمبير. اعتمادًا على القيم الميئة في الشكل، جد المجال المغناطيسي المحصل مقدارًا واتجاهًا عند كل من النقطتين (أ)، (ب).

الحل:



الشكل (٥-٢٦/ب): مثال (٥-٦).

■ يوجد عند النقطة (أ) مجالان مغناطيسيان كما يوضح الشكل (٥-٢٦/ب)، (غ_١) الناشئ عن التيار الأول، و(غ_٢) الناشئ عن التيار الثاني.

$$\vec{B}_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{12 \times 10^{-7} \times \pi 4}{0,4 \times \pi 2} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ ت}$$

$$\vec{B}_1 = 1,5 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني الموجب } \odot$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{12 \times 10^{-7} \times \pi 4}{0,6 \times \pi 2} = 1,33 \times 10^{-4} \text{ ت}$$

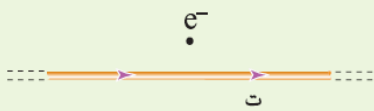
$$\vec{B}_2 = 1,33 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني السالب } \otimes$$

$$\vec{B} = \vec{B}_1 - \vec{B}_2 = 1,5 \times 10^{-4} - 1,33 \times 10^{-4} = 1,67 \times 10^{-5} \text{ ت (للحملة) } \odot$$

■ أما عند النقطة (ب) والتي لها بعد النقطة (أ) نفسه عن السلكين فإن المجالين بالاتجاه نفسه، ولهذا يكون المجال المغناطيسي المحصل:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = 1,5 \times 10^{-4} + 1,33 \times 10^{-4} = 2,83 \times 10^{-4} \text{ ت (للحملة) } \odot$$

مثال(4):



سلك طويل مستقيم لا نهائي، يحمل تياراً مقداره (٥،١) أمبير، فإذا تحرك إلكترون بسرعة (٥×١٠^٤) م/ث باتجاه يوازي السلك وبعيداً عنه (١،٠) م وفي اتجاه التيار نفسه، كما في الشكل (٣-٥١)، فما القوة التي يؤثر بها السلك في الإلكترون المتحرك؟
($v_e = 1,6 \times 10^{-19}$ كولوم).

القوة المؤثرة في الإلكترون = ق = $v_e e \times B$ جا θ

لكن المجال المغناطيسي الناشئ عن السلك عند النقطة (أ) التي يمر فيها الإلكترون يساوي:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1,5 \times 10^{-7} \times \pi 4}{0,1 \times \pi 2} = 3 \times 10^{-5} \text{ ت}$$

$$= 3 \times 10^{-5} \text{ تسلا (نحو الناظر).}$$

$$\text{وعليه فإن: } ق = v_e e \times B \text{ جا } \theta$$

$$= 1,6 \times 10^{-19} \times 1,6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^{-5} \times 5 \times 10^4 \times \cos 90^\circ = 0$$

$$= 240 \times 10^{-22} \text{ نيوتن، باتجاه الصادات الموجب.}$$

وبالتالي فإن الإلكترون سينحرف للأعلى.

اختبر نفسك

سلك مستقيم لا نهائي الطول يسري به تيار كهربائي مقداره 12 أمبير باتجاه محور السينات الموجب احسب مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة مقدارها -2 ميكروكولوم لحظة مرورها عند نقطة تبعد 2سم أعلى السلك تتحرك بسرعة ثابتة مقدارها $10 \times 3 \text{ م}^7$ بنفس اتجاه التيار. الاجابة: قغ = $10 \times 72 \text{ نيوتن صادي موجب}$

اختبر نفسك

سلك موصل تعبره الكترونات بمعدل $10 \times 150 \text{ x } e^{20}$ دقيقة باتجاه محور السينات السالب احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة مقدارها -2 ميكروكولوم لحظة مرورها من نقطة تبعد 2سم أعلى السلك باتجاه محور السينات السالب وبسرعة ثابتة مقدارها $10 \times 2 \text{ م}^7$. الاجابة: قغ = $10 \times 160 \text{ نيوتن صادي سالب}$

منطقة انعدام المجال

هي المنطقة التي يكون عندها محصلة المجال المغناطيسي تساوي صفر.

لتحديد موقع نقطة التعادل المتكونة من سلكين لا نهائي الطول ومتوازيين الأذرع:

- 1- اذا كان التيار بنفس الاتجاه فان منطقة التعادل تقع بينهما وأقرب الى التيار الأقل.
- 2- اذا كان التياران متعاكسان في الاتجاه فان منطقة التعادل تقع خارجهما واقرب الى التيار الاقل.

مثال (5):

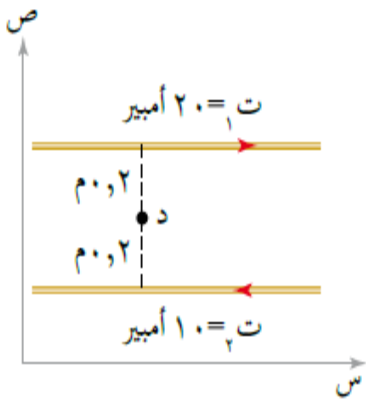
موصلا مستقيمان متوازيان طويلا يحملان تيارين

متعاكسين (I_1 ، I_2)، كما في الشكل (5-27/أ)، معتمداً

على الشكل أجب عما يأتي:

1- جد المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (د) مقداراً واتجاهاً.

2- حدد موقع النقطة أو النقاط التي ينعقد عندها المجال المغناطيسي.



الشكل (5-27/أ): مثال (5-7).

الحل:

1- يوجد عند النقطة (د) مجالان مغناطيسيان، (G_1) الناشئ عن (I_1)، و(G_2) الناشئ عن (I_2).

$$G_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 20}{2\pi \times 0.2} = 2 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني السالب.}$$

$$\vec{G}_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{10^{-7} \times 10 \times \pi 4}{0,2 \times \pi 2} = 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني السالب.}$$

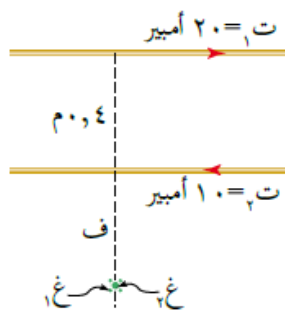
وعليه، يكون المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (د) حاصل جمع المجالين:

$$\vec{G}_{(المحصلة)} = \vec{G}_1 + \vec{G}_2 = 10^{-5} \times 3 = 3 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني السالب.}$$

٢ لكي ينعدم المجال المغناطيسي (غ محصلة = صفر)، يجب أن يكون المجالان الناشئان عن الموصلين

متساويين مقداراً ومتعاكسين اتجاهاً، ويتحقق ذلك في المنطقة الواقعة خارج الموصلين من

جهة التيار الأصغر، وعلى بعد (ف) منه كما في الشكل (٥-٢٧/ب):



$$\begin{aligned} \vec{G}_1 &= \vec{G}_2 \\ \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} &= \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} \\ \frac{10}{f} &= \frac{20}{(f+0,4)} \end{aligned}$$

الشكل (٥-٢٧/ب): مثال (٥-٧).

$$20 = 10 + 4f \Rightarrow f = 0,4 \text{ م}$$

ينعدم المجال المغناطيسي عند النقاط جميعها الواقعة على خط مستقيم يوازي الموصلين

وعلى بعد (٠,٤) م عن الموصل الثاني، و (٠,٨) م عن الموصل الأول.

مثال (6):

مجال مغناطيسي منتظم باتجاه المحور الزيني السالب مغمور فيه

موصل مستقيم طويل يمر فيه تيار كهربائي. إذا كانت النقطة (هـ)

تبعد عن الموصل (٨) سم كما يوضح الشكل (٥-٢٨/أ)، فجد:

١ المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ) مقداراً واتجاهاً.

٢ القوة المغناطيسية مقداراً واتجاهاً المؤثرة في شحنة كهربائية

مقدارها (٢) نانو كولوم في أثناء مرورها بالنقطة (هـ) بسرعة

مقدارها (٤٠٠) م/ث باتجاه المحور الصادي السالب.



الشكل (٥-٢٨/أ): مثال (٥-٨).

الحل:

١١ يوجد عند النقطة (هـ) مجالان مغناطيسيان، أحدهما المجال المنتظم باتجاه المحور الزيني السالب، والآخر المجال المغناطيسي الناشئ عن الموصل المستقيم الطويل، ولحسابه نطبق العلاقة:

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \bar{G}_{\text{منتظم}}$$

$$\frac{4 \times 10^{-7} \times \pi 4}{2 \times 10 \times 8 \times \pi 2} =$$

$$\bar{G}_{\text{منتظم}} = 1 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني الموجب.}$$

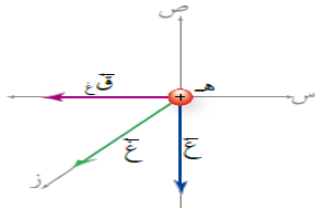
ولأن المجالين متعاكسان في الاتجاه عند النقطة (هـ):

$$\bar{G}_{\text{المحصلة}} = \bar{G}_{\text{منتظم}} - \bar{G}_{\text{منتظم}} = 1 \times 10^{-5} - 0,5 \times 10^{-5}$$

$$\bar{G}_{\text{المحصلة}} = 0,5 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه المحور الزيني الموجب.}$$

١٢ تمر الشحنة الكهربائية بالنقطة (هـ) فيؤثر فيها المجال المغناطيسي المحصل (غـ) بقوة مغناطيسية يمكن حسابها من العلاقة:

$$F = q v B \sin \theta \quad (\theta = 90^\circ)$$



$$F = 2 \times 10^{-9} \times 4 \times 10^{-10} \times 0,5 \times 10^{-5} \times \sin 90^\circ = 2 \times 10^{-19} \text{ نيوتن نحو المحور السيني السالب.}$$

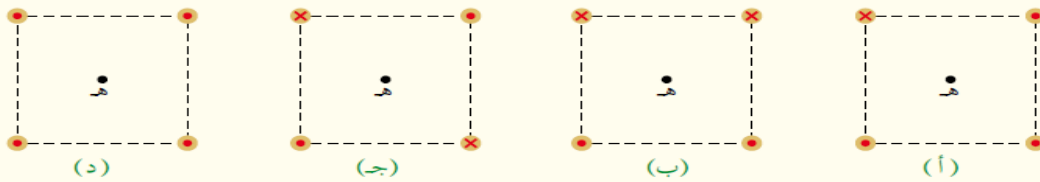
$$F = 4 \times 10^{-19} \text{ نيوتن نحو المحور السيني السالب.}$$

مراجعة (٥-٦-١)

١١ صف المجال المغناطيسي الناشئ حول موصل مستقيم طويل يمر فيه تيار كهربائي.

١٢ ما العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي عند نقطة قرب موصل مستقيم طويل يمر فيه تيار كهربائي؟

١٣ يمثل الشكل (٥-٢٩) أربعة توزيعات لموصلات مستقيمة طويلة يمر فيها تيار في اتجاه المحور الزيني موضوعة عند رؤوس مربع، إذا كانت قيم التيار في الموصلات متساوية، رتب هذه التوزيعات تصاعدياً وفق مقدار المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ).



الشكل (٥-٢٩): سؤال (٣).

١٤ في الشكل (٥-٣٠)، إذا انعدم المجال المغناطيسي عند النقطة (أ)، أجب عما يأتي:

أ) جد اتجاه التيار (ت).

ب) أيهما أكبر مقداراً التيار (ت) أم (ت)؟ فسر إجابتك.



الشكل (٥-٣٠): سؤال (٤).

المجال المغناطيسي لملف دائري

- ❖ تدخل الملفات الدائرية في تركيب بعض الاجهزة الكهربائية مثل المحول الكهربائي ويتولد في كل لفة من لفات الموصل النحاسي المعزول في المحول مجال مغناطيسي يمر فيه تيار .
- ❖ يكون المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري عمودي على مستوى الملف ويمكن تمثيله بخط مستقيم
- ❖ كلما ابتعدنا عن المركز يزداد انحناء الخطوط كما في الشكل الذي امامك

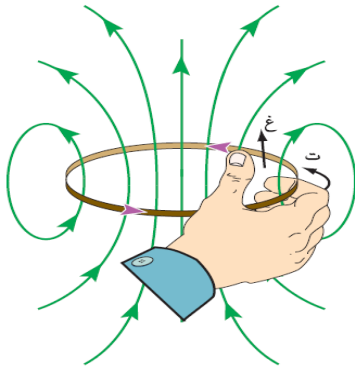
وقد وجد تجريبياً أن مقدار المجال المغناطيسي (غ) المتولد في مركز ملف دائري عدد لفاته (ن)، ونصف قطره (نق)، ويمر فيه تيار كهربائي (ت) يعطى بالعلاقة الرياضية الآتية التي يمكن اشتقاقها بسهولة من قانون بيو-سافار:

$$غ = \frac{\mu_0 I N}{2r}$$

ولتحديد اتجاه المجال عند مركز الملف الدائري حسب قاعدة اليد اليمنى كما في الشكل بحيث:

1

- تدور اصابع الكف بنفس اتجاه الدوران للتيار.
- 2- يكون اتجاه المجال عند المركز باتجاه الأبهام.



❖ العوامل التي يعتمد عليها المجال المغناطيسي في ملف دائري:

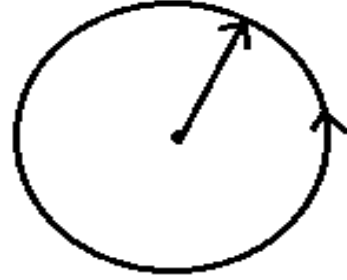
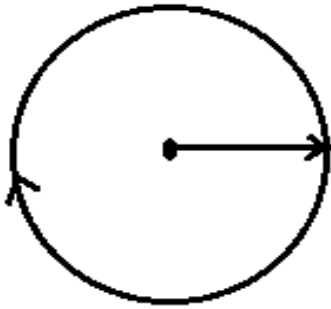
- 1- عدد لفات الملف 2- شدة التيار الكهربائي
- 3- نصف قطر الملف 4- النفاذية المغناطيسية للوسط

وإذا كان الملف الدائري مكوناً من لفة واحدة، فإن (ن=1)، أما إذا كان الموصل جزءاً من لفة دائرية، أي أن شكله قوس كما في الشكل فإن مقدار هذا الجزء من اللفة يُحسب من العلاقة الرياضية الآتية:

$$N = \frac{\theta}{360^\circ}$$

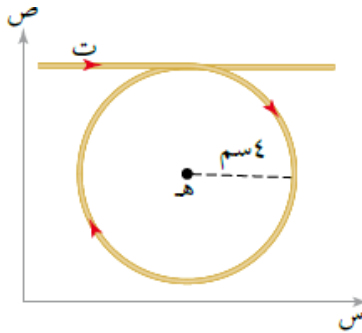
حيث (θ): الزاوية المركزية التي تقابل القوس بالدرجات.

مثال (1) حدد اتجاه المجال المغناطيسي عند مركز الملف في كل شكل :



الحل:

مثال (2)



يبين الشكل (٥-٣٤) موصلًا مستقيمًا طويلًا يمر فيه تيار كهربائي مقداره (١٢) أمبير، صنع من جزء منه ملف دائري مكون من (٧) لفات نصف قطره (٤) سم. جد المجال المغناطيسي المحصل في مركز الملف الدائري (هـ) مقدارًا واتجاهًا.

الشكل (٥-٣٤): مثال (٥-٩).

الحل:

تمثل النقطة (هـ) مركز الملف الدائري، ويوجد عندها مجالان مغناطيسيّان، أحدهما ناشئ عن التيار الكهربائي المار في الموصل المستقيم الطويل (غ_١)، والآخر عن التيار المار في الملف الدائري (غ_٢). التيار المار في الموصلين متساوٍ، وبعد النقطة (هـ) عن الموصل المستقيم يساوي نصف قطر الملف الدائري (ف=نق).

$$\frac{12 \times 7 \times 10^{-7} \times \pi \times 4}{2 \times 10^{-2} \times 4 \times \pi \times 2} = \frac{\mu_0 I}{\pi r} = \text{غ}_1$$

$$\text{غ}_1 = 6 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه (-ز).}$$

$$\left(\frac{22}{7} = \pi \text{ بتعويض قيمة } \pi\right) \quad \frac{7 \times 12 \times 7 \times 10^{-7} \times \pi \times 4}{2 \times 10^{-2} \times 4 \times 2} = \frac{\mu_0 I N}{2r} = \text{غ}_2$$

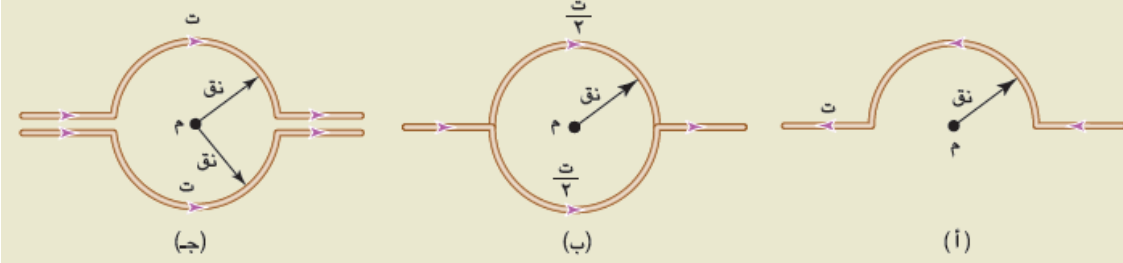
$$\text{غ}_2 = 132 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه (-ز).}$$

$$\text{غ}_\text{هـ} (\text{المحصلة}) = \text{غ}_1 + \text{غ}_2 = 138 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه (-ز).}$$

مثال (3)

احسب مقدار المجال المغناطيسي عند النقطة (م) بدلالة كل من (ت، نق) في الحالات المبينة في

الشكل



الحل:

$$أ - غ = \frac{\mu \cdot t \cdot \frac{1}{2}}{2 \text{ نق}} = \frac{\mu \cdot t \cdot \frac{1}{2}}{2 \text{ نق}}$$

$$= \frac{\mu \cdot t}{4 \text{ نق}} \text{ نحو الناظر.}$$

$$ب) من اللفة العليا: غ = \frac{\mu \cdot \frac{t}{2} \cdot \frac{1}{2}}{2 \text{ نق}}$$

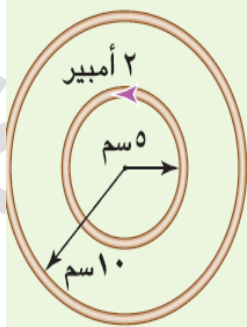
$$= \frac{\mu \cdot t}{8 \text{ نق}} \text{ بعيداً عن الناظر.}$$

$$\text{من اللفة السفلى: غ} = \frac{\mu \cdot t}{8 \text{ نق}} \text{ نحو الناظر.}$$

∴ غ المحصل = صفر.

$$ج) غ المحصل = صفر.$$

مثال (4)



ملفان دائريان متّحذان في المركز، ويقعان في مستوى الصفحة. إذا كان المجال المغناطيسي في مركز الملفين يساوي صفراً، وعلمت أن عدد لفات الملف الخارجي (٢٠٠ لفة) وعدد لفات الملف الداخلي (١٠٠ لفة)، فاحسب التيار الكهربائي المار في الملف الخارجي، ثم عيّن اتجاهه. انظر الشكل

الحل:

غ_٢ : غ من الملف الخارجي عند المركز ، غ_١ : غ من الملف الداخلي عند المركز

$$غ_١ = غ_٢$$

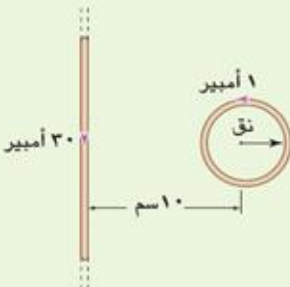
$$\frac{\mu \cdot ن_١ \cdot ت_١}{٢ \text{ نق}_١} = \frac{\mu \cdot ت_٢ \cdot ن_٢}{٢ \text{ نق}_٢}$$

$$\frac{ت_٢ \cdot ن_٢}{\text{نق}_٢} = \frac{ت_١ \cdot ن_١}{\text{نق}_١}$$

$$\frac{٢٠٠ \times ت_٢}{١٠} = \frac{١٠٠ \times ٢}{٥}$$

ت_٢ = ٢ أمبير، واتجاهه مع عقارب الساعة.

مثال (5)



سلك لا نهائي الطول، يحمل تيارًا كهربائيًا مقداره (٣٠) أمبير، يقع على يمينه وفي مستوى الصفحة ملف دائري يتكوّن من (٤) لفات، ومتوسط نصف قطره (π) سم، ويحمل تيارًا مقداره (١) أمبير، ويبعد مركزه (١٠) سم عن محور السلك، كما في الشكل احسب المجال المغناطيسي في مركز الملف.

الحل:

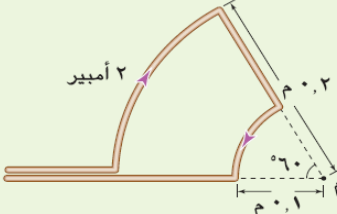
$$غ_{\text{السلك}} = \frac{\mu \cdot ت}{\pi \cdot ٢} = \frac{٣٠ \times ١٠ \times \pi \cdot ٤}{٢ \cdot ١٠ \times ١٠ \times \pi \cdot ٢} = ٦ \times ١٠^{-٥} \text{ تسلا (نحو الناظر).}$$

$$غ_{\text{الملف الدائري}} = \frac{\mu \cdot ت \cdot ن}{٢ \text{ نق}} = \frac{٤ \times ١ \times ١٠ \times \pi \cdot ٤}{٢ \cdot ١٠ \times \pi \times ٢} = ٨ \times ١٠^{-٥} \text{ تسلا (نحو الناظر).}$$

$$غ_{\text{المحصل}} = غ_{\text{السلك}} + غ_{\text{الملف الدائري}}$$

$$= ٦ \times ١٠^{-٥} + ٨ \times ١٠^{-٥} = ١٤ \times ١٠^{-٥} \text{ تسلا (نحو الناظر).}$$

مثال (6)



في الشكل جد المجال المغناطيسي عند النقطة (م) مستخدمًا المعلومات الموجودة في الشكل.

الحل:

$$A = 0,1 \text{ م، } B = 0,2 \text{ م، } C = 2 \text{ أمبير.}$$

$$N = \frac{60}{360} = \frac{1}{6}$$

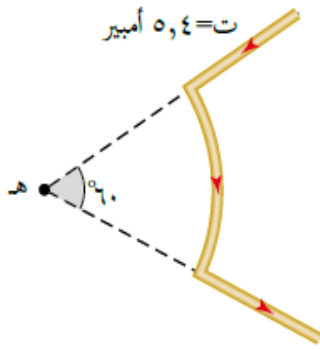
$$B_{\text{من اللفة الداخلية}} = \frac{\mu_0 N I}{2r} = \frac{\frac{1}{4} \times 2 \times 10^{-10} \times \pi \times 4}{0,1 \times 2} = \frac{\mu_0 N}{2r} = 10^{-10} \times \pi \times \frac{2}{3} \text{ تسلا (نحو الناظر).}$$

$$B_{\text{من اللفة الخارجية}} = \frac{\mu_0 N I}{2r} = \frac{\frac{1}{4} \times 2 \times 10^{-10} \times \pi \times 4}{0,2 \times 2} = \frac{\mu_0 N}{2r} = 10^{-10} \times \pi \times \frac{1}{3} \text{ تسلا (بعيداً عن الناظر).}$$

غ من القطعتين المستقيمتين = صفر

$$B_{\text{الحصل}} = 10^{-10} \times \pi \times \frac{2}{3} - 10^{-10} \times \pi \times \frac{1}{3} = 10^{-10} \times \pi \times \frac{1}{3} \text{ تسلا، نحو الناظر.}$$

مثال (7):



يمثل الشكل (5-35) موصلًا نصف قطر الجزء الدائري منه (9) سم، اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل جد المجال المغناطيسي مقدارًا واتجاهًا عند النقطة (ه).

الشكل (5-35): مثال (5-10).

الحل:

تقع النقطة (ه) على امتداد الموصلين المستقيمين، ولهذا يكون المجال المغناطيسي الناتج من كل موصل مستقيم عند النقطة (ه) يساوي صفرًا وفق قانون بيو-سافار. أما القوس فيمثل جزءًا من لفة دائرية، ولايجاد (ن) نستخدم العلاقة:

$$N = \frac{\theta}{360} = \frac{60}{360} = \frac{1}{6} \text{ لفة.}$$

وعليه، فإن المجال المغناطيسي عند النقطة (ه):

$$B_{\text{م}} = \frac{\mu_0 N I}{2r} = \frac{\frac{1}{6} \times 0,4 \times 10^{-10} \times \pi \times 4}{2 \times 10^{-10} \times 9 \times 2}$$

$$B_{\text{م}} = 10^{-10} \times \pi \times 0,2 \text{ تسلا، باتجاه (-ز).}$$

مراجعة (٥-٦-٢)

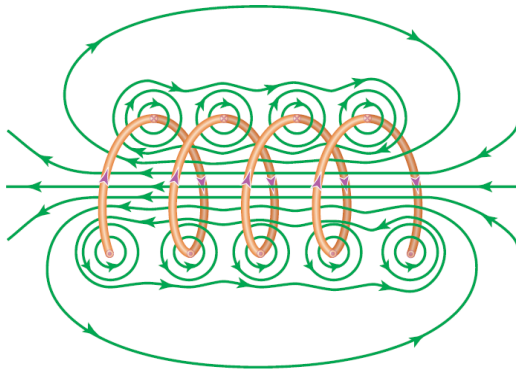
- ١ اذكر العوامل المؤثرة في المجال المغناطيسي الناشئ في مركز ملف دائري يمر فيه تيار كهربائي.
٢ هل المجال المغناطيسي المتولد في مركز ملف دائري يمر فيه تيار كهربائي، منتظم أم لا؟ فسر إجابتك.

1. النفاذية المغناطيسية للوسط المحيط بالملف، التيار المار فيه، نصف قطره، عدد لفاته.

2. بشكل عام، يكون المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار المار في الملف الدائري غير منتظم، لأن له اتجاهات عدة. أما في مركز الملف الدائري، فإن المجال المغناطيسي الناشئ هناك يكون منتظماً لأنه خط

مستقيم.

المجال المغناطيسي لملف لولبي



من خلال الشكل نجد أن خطوط المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي متوازية، ويكون كبيراً لأنه يمثل المجال الناجم عن كل تيار يمر في كل لفة من لفاته، وأن خطوط المجال المغناطيسي خارج اللفات تكون على شكل دوائر مركزها السلك، وتجمع داخل الملف لتعطي مجالاً منتظماً، وإذا قربت اللفات لتصبح متراصة يصبح المجال منتظماً.

يتم حساب المجال الناشئ عن الملف اللولبي (الحلزوني) من العلاقة :

حيث $n = \frac{N}{l}$ أي أنها عدد اللفات في وحدة الأطوال من الملف

$$B = \mu_0 n I$$

أما لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف الحلزوني بنفس طريقة الملف الدائري لقاعدة اليد اليمنى .

- ❖ يمتاز بإمكانية التحكم في مقداره واتجاهه عن طريق التحكم في التيار المار فيه
- ❖ يعد المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي بعيدا عن طرفي الملف مجالا مغناطيسي منتظم لان خطوط المجال المغناطيسي بداخله متوازية وبالاتجاه نفسه.
- ❖ يتم استخدام اسلاك رفيعة ومتراصة وذلك للحصول على مجال مغناطيسي منتظم بالداخل للملف اللولبي.

❖ يعتمد المجال المغناطيسي المتولد داخل ملف لولبي على :

1- التيار الكهربائي المار فيه.

2- عدد اللفات

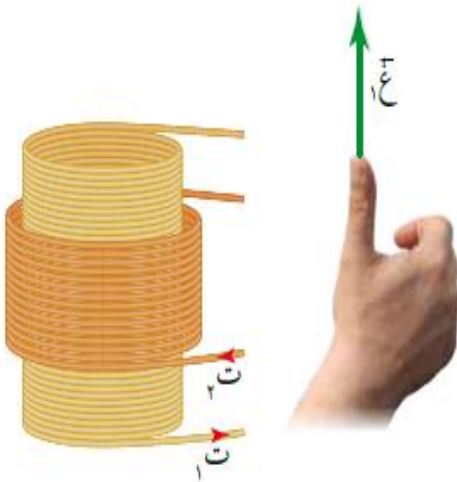
3- الطول

4- نوع مادة قلب الملف

❖ إذا ادخل قلبا من الحديد داخل ملف لولبي مثلا يزداد المجال المغناطيسي داخل الملف

بشكل كبير حيث ($\mu < \mu_0$)

مثال(1)



ملف لولبي طويل عدد لفاته (١٥) لفة لكل

(١) سم من طوله، يمر فيه تيار (ت) مقداره

(٨) أمبير، يحيط به ملف لولبي آخر عدد لفاته

(٢٠٠٠) لفة، وطوله (٢٤) سم، يمر فيه تيار

(ت) مقداره (٣) أمبير باتجاه معاكس لاتجاه تيار

الملف اللولبي الأول، إذا علمت أن الملفين متحدين

في المحور كما في الشكل (٥-٣٨)، فجد:

١ المجال المغناطيسي المحصل مقداراً واتجاهاً الناشئ في المحور المشترك.

٢ التيار الكهربائي المار في الملف اللولبي الخارجي لكي ينعقد المجال المغناطيسي في

المحور المشترك.

الشكل (٥-٣٨): مثال (٥-١١).

١ يوجد عند المحور المشترك مجالان مغناطيسيان، أحدهما ناشئ عن التيار المار في الملف اللولبي الأول (غ_١)، والآخر عن التيار المار في الملف اللولبي الثاني (غ_٢). بما أن عدد لفات الملف اللولبي الأول (١٥) لفة لكل (١) سم، فإن:

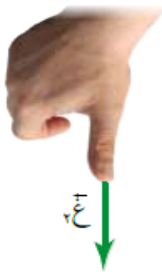
$$N_1 = \frac{15}{1} = 15 \text{ لفة/م.}$$

وعليه، فإن:

$$B_1 = \mu_0 N_1 I_1 = 4\pi \times 10^{-7} \times 15 \times 8 = 1.5 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه (+ص).}$$

$$B_2 = \mu_0 N_2 I_2 = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2000 \times 3}{24} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه (-ص).}$$

$$B_{\text{المحصلة}} = B_1 - B_2 = 1.5 \times 10^{-4} - 1.0 \times 10^{-4} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه (-ص).}$$



وعليه، فإن المجال المغناطيسي المحصل عند المحور المشترك:

$$B_{\text{المحصلة}} = B_1 - B_2 = 1.5 \times 10^{-4} - 1.0 \times 10^{-4} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه (-ص).}$$

$$B_{\text{المحصلة}} = 0.5 \times 10^{-4} \text{ تسلا، باتجاه (-ص).}$$

٢ لكي ينعدم المجال المغناطيسي في المحور، يجب أن يتساوى المجالان في المقدار، ويتعاكسا في الاتجاه، وبما أن اتجاهيهما متعاكسان، فإن:

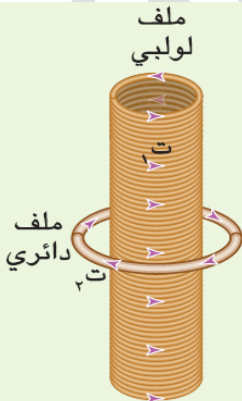
$$B_1 = B_2$$

$$\mu_0 N_1 I_1 = \mu_0 N_2 I_2$$

$$2000 \times I_2 = 15 \times 8 \times 24$$

$$I_2 = 1.44 \text{ أمبير}$$

مثال (2)



ملف لولبي طويل عدد لفاته (٣٥) لفة لكل (١) سم من طوله، يمرّ فيه تيار مقداره (٨) أمبير، لف حول وسطه ملف آخر دائري عدد لفاته (٢٥) لفة ونصف قطره (٦) سم ويمرّ فيه تيار مقداره (١٢) أمبير وباتجاه معاكس لاتجاه تيار الملف اللولبي، كما في الشكل احسب مقدار المجال المغناطيسي عند المركز.

الحل:

$$\begin{aligned} \text{غ الملف اللولبي} &= \mu \cdot \text{ت ن} \\ &= \left(\frac{30}{2^{-10} \times 1} \right) \times 8 \times 2^{-10} \times \pi \cdot 4 = 10^{-10} \times \pi \cdot 1120 \text{ تسلا باتجاه محور الصادات الموجب.} \\ \text{غ الملف الدائري} &= \frac{\mu \cdot \text{ت ن}}{2} \\ &= \frac{20 \times 12 \times 2^{-10} \times \pi \cdot 4}{2^{-10} \times 6 \times 2} = 10^{-10} \times \pi \cdot 100 \text{ تسلا باتجاه محور الصادات السالب.} \\ \text{غ المحصل} &= 10^{-10} \times \pi \cdot 1120 - 10^{-10} \times \pi \cdot 100 = 10^{-10} \times \pi \cdot 1020 \text{ تسلا باتجاه محور الصادات الموجب.} \end{aligned}$$

مراجعة (٥-٦-٣)

- ١ هل تتغير قيمة المجال المغناطيسي داخل الملف اللولبي عند الانتقال من منتصف محور الملف اللولبي نحو طرفيه؟ فسر إجابتك.
- ٢ ثلاثة ملفات لولبية، طول الأول (ل) وعدد لفاته (ن)، وطول الثاني (٢ل) وعدد لفاته (ن)، وطول الثالث (٥ل) وعدد لفاته (٢ن). يمر في كل منها التيار الكهربائي نفسه، رتب هذه الملفات تنازلياً وفق المجال المغناطيسي المتولد في محور كل منها.
- ٣ كيف سيتأثر المجال المغناطيسي المتولد عند نقطة تقع على محور الملف اللولبي وبعيداً عن طرفيه في الحالات الآتية:
 - أ زيادة قطر كل لفة إلى ضعف ما كان عليه.
 - ب تغيير مادة قلب الملف اللولبي لتصبح حديداً.
 - ج مضاعفة طول الملف اللولبي مرتين مع مضاعفة عدد لفاته مرتين أيضاً.
- ٤ ملف لولبي طوله (٠,٣١٤) م، نشأ داخله مجال مغناطيسي مقداره (٦) تسلا عندما مر فيه تيار كهربائي مقداره (٧٥) أمبير، احسب عدد لفاته.

1. 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.

$$2. \quad \begin{array}{l} \text{ل} = 1 \text{ ل} \\ \text{ن} = 1 \text{ ن} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ل} = 2 \text{ ل} \\ \text{ن} = 2 \text{ ن} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{ل} = 3 \text{ ل} \\ \text{ن} = 3 \text{ ن} \end{array}$$

$$\text{غ}_1 = \frac{\mu \cdot \text{ت ن}}{\text{ل}} = \frac{1 \cdot \text{ت ن}}{1 \text{ ل}} = 1 \text{ غ}$$

$$\text{غ}_2 = \frac{\mu \cdot \text{ت ن}}{2 \text{ ل}} = \frac{2 \cdot \text{ت ن}}{2 \text{ ل}} = 0,5 \text{ غ}$$

$$\text{غ}_3 = \frac{\mu \cdot \text{ت ن}}{3 \text{ ل}} = \frac{3 \cdot \text{ت ن}}{3 \text{ ل}} = 0,5 \text{ غ}$$

$$\therefore \text{غ}_3 < \text{غ}_1 < \text{غ}_2$$

3.

أ. زيادة قطر اللفة لا يؤثر على المجال المغناطيسي، لأنه ليس من العوامل المؤثرة فيه.

ب. تغيير مادة قلب الملف اللولبي لتصبح حديدًا يزيد من المجال المغناطيسي.

ت. مضاعفة الطول مرتين تعمل على تقليل مقدار المجال المغناطيسي إلى النصف، ومضاعفة عدد اللفات مرتين يعمل على مضاعفة المجال المغناطيسي إلى مرتين، فتكون النتيجة عدم تغير مقدار المجال المغناطيسي.

4.

$$\text{غ كولي} = \frac{\mu \cdot \text{ت} \cdot \text{ن}}{ل}$$

$$\frac{4 \times \pi \times 10^{-7} \times 75 \times \text{ن}}{0,314} = 6$$

باعتبار أن: $\pi = 3,14$

$$\frac{4 \times 3,14 \times 10^{-7} \times 75 \times \text{ن}}{1-10 \times 3,14} = 6$$

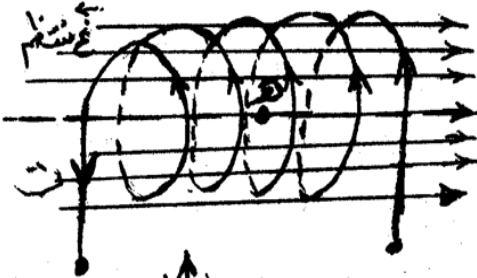
$$\text{ن} = 2 \times 10^4 \text{ لفة}$$

أسئلة وزارية سابقة :

مثال (1) صيفي 2007

ملف حلزوني مغمر كلياً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (9×10^{-3}) تسلا باتجاه يوازي

محور الملف كما في الشكل ، فإذا علمت أن عدد لفات الملف (50) لفة وطوله (0,11) م ، (11 علامة)



ويسري فيه تيار مقداره (7) أمبير ، فاحسب ما يأتي :

(1) مقدار واتجاه المجال المغناطيسي المحصل في النقطة (هـ)

الواقعة على محور الملف. (اعتبر $\pi = \frac{22}{7}$)

(2) مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في إلكترون يتحرك

في مستوى الورقة لحظة مروره في النقطة (هـ) بسرعة (5×10^6) م/ث نحو الشمال (أ).

الحل:

$$\text{1- } \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r}$$

$$\text{2- } \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r}$$

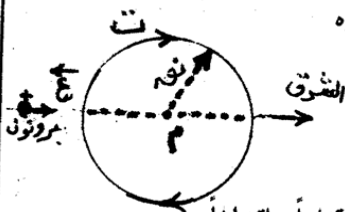
$$\text{3- } \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r}$$

$$\text{4- } \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r}$$

$$\text{5- } \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r} = \frac{G \cdot \mu}{r}$$

مثال (2) شبثوي 2007

(١٠ اعلامات)



ب) بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل، الذي يبين ملفاً دائرياً مستواً منطبق على سطح الورقة، ويسري فيه تيار مقداره (١٠) أمبير، ونصف قطره (11×10^{-2}) م، وعدد لفاته (٣٥٠٠) لفة. احسب ما يأتي:

١) المجال المغناطيسي في مركز الملف (م) مقداراً واتجاهاً.

٢) القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في بروتون يتحرك نحو الشرق بسرعة (5×10^6) م/ث لحظة مروره بمركز الملف (م) مقداراً واتجاهاً.

الحل:

$$\text{1- } B = \frac{\mu_0 I n}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 10 \times 3500}{2 \times 0.11} = 1.97 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$\text{2- } F = qvB \sin \theta = 1.6 \times 10^{-19} \times 5 \times 10^6 \times 1.97 \times 10^{-2} \times \sin 90^\circ = 1.58 \times 10^{-13} \text{ N}$$

مثال (3) صيفي 2008

ج- (س) سلك طويل مستقيم لا نهائي، يحمل تياراً كهربائياً مقداره (٨) أمبير باتجاه خارج من الصفحة ومغمور كلياً في مجال مغناطيسي خارجي مقداره (10×10^{-5}) تسلا كما في الشكل المجاور. بالاستعانة بالقيم المثبتة عليه احسب:

(٩ اعلامات)



- 1- القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال من السلك (س).
- 2- محصلة المجال المغناطيسي عند النقطة (ب).
- 3- وزن جسيم شحنته $(+4 \times 10^{-16})$ كولوم لحظة مروره من النقطة (ب) محافظاً على اتجاه حركته بسرعة (10^6) م/ث وبتجاه عمودي على الصفحة للأعلى.

الحل:

$$\text{د} - \text{ا} - \text{ب} = \text{د} = \text{ل} \times \text{ج} \times \text{ه} \quad (1)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ج} \times \text{ه}}{\text{ج}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (2)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (3)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (4)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (5)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (6)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (7)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (8)$$

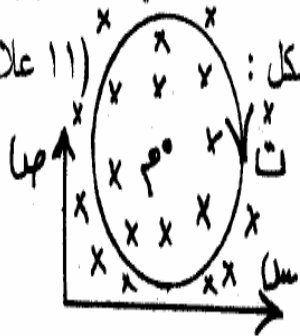
$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (9)$$

$$\text{د} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل} \times \text{ه}}{\text{ب}} \quad (10)$$

مثال (4) شتوي 2008

ملف دائري عدد لفاته (7) لفات، ونصف قطره (4 × 10⁻²) م يمر فيه تيار كهربائي مقداره (2) أمبير،

مغمور في مجال مغناطيسي خارجي مقداره (1 × 10⁻²) تسلا كما في الشكل: (11 علامة)



أولاً: (1) احسب مقدار واتجاه المجال المحصل في مركز الملف (م).

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

(3) احسب مقدار واتجاه القوة التي يؤثر بها المجال المحصل على شحنة مقدارها (-1 × 10⁻³) كولوم

تتحرك باتجاه يوزي محور السينات الموجب بسرعة (1 × 10³) م/ث.

ثانياً: يسلك الجسم المشحون مساراً دائرياً عند دخوله مجال مغناطيسي منتظم بشكل عمودي على مساره.

فسر ذلك.

الحل:

أولاً:

$$1 - \frac{E}{c} = \frac{B}{c} \quad \text{بمرتبة } 1 \quad \text{من } \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} = \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c}$$

$$1 \times 10^{-1} \times 1 = \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} \quad \text{داخل في الصفة } 1$$

$$\frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} = \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} \quad \text{عنه } 1$$

$$3 - 19 = \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} \quad \text{قضية اليد اليمنى } 1$$

$$1 \times 10^{-1} \times 1 = \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} \quad \text{و } 1$$

$$\frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} = \frac{1}{c} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{\pi \times 10^{-7}} \times \frac{1}{c} \quad \text{نيون باتجاه (-ص)}$$

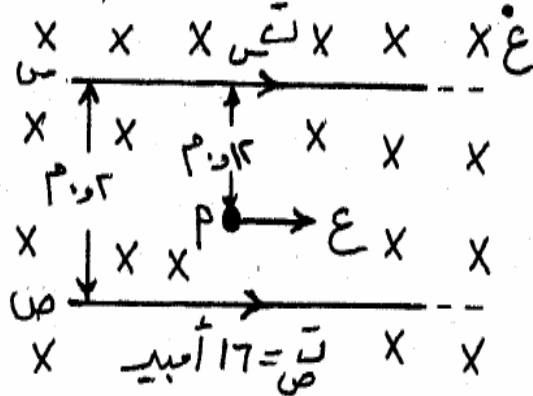
ثانياً: بما ان القوة المغناطيسية تصاعد دائماً اتجاه اليمين فان الجسم المشرف
 يتحرك تسارعاً ثابتاً المنحرف ويعود دائماً على السرعة مما يؤدي
 الى تغير مستمر في اتجاه السرعة دون تغير في مقدارها مما يعني
 حلول الجسم مساراً دائرياً.

مثال (5) صيفي 2009

يُمثل الشكل المجاور سلكتين مستقيمتين معزولين متوازيين لا نهائيين في الطول، ومغمورين في مجال مغناطيسي منتظم مقداره $(2 \times 10^{-1} \text{ تيسلا})$ يسري في كل منهما تيار كهربائي، فإذا علمت أن المجال المغناطيسي المؤثر في النقطة (أ) والناجم عن السلك (ب) يساوي $(2 \times 10^{-1} \text{ تيسلا})$ مستعيناً بالقيم المثبتة

(14 علامة)

على الشكل احسب :



(1) المجال المغناطيسي الكلي عند النقطة (أ).

(2) التيار الكهربائي المار في السلك (ب).

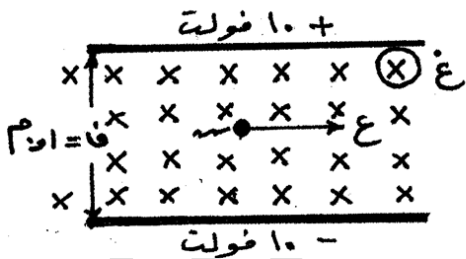
(3) القوة المغناطيسية المؤثرة في إلكترون يتحرك نحو الشرق بسرعة (10^6 م/ث) لحظة مروره بالنقطة (أ).

الحل:

$$\begin{aligned}
 & \text{① } \vec{E} = -\nabla \phi = -\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial \phi}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial \phi}{\partial z} \hat{k}\right) \\
 & \text{② } \vec{E} = -\left(\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{2} x^2\right) \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{2} y^2\right) \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{2} z^2\right) \hat{k}\right) \\
 & \text{③ } \vec{E} = -\left(x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}\right) \\
 & \text{④ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑤ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑥ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑦ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑧ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑨ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑩ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k}
 \end{aligned}$$

مثال (6) شتوي 2009

صفيحتان مشحونتان ومغمورتان في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0, 2) تسلا، تحرك جسيم مهمل الكتلة مشحون بشحنة موجبة مقدارها (2 × 10⁻¹⁰) كولوم بسرعة (1 × 10⁴) م/ث. بالاستعانة بالقيم والاتجاهات المثبتة على الشكل احسب :



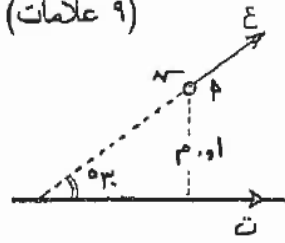
- 1) القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسيم مقداراً واتجاهاً.
- 2) القوة الكهربائية المؤثرة في الجسيم مقداراً واتجاهاً.
- 3) القوة المحصلة المؤثرة في الجسيم أثناء حركته، وماذا تسمى هذه القوة؟

الحل:

$$\begin{aligned}
 & \text{① } \vec{E} = -\nabla \phi = -\left(\frac{\partial \phi}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial \phi}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial \phi}{\partial z} \hat{k}\right) \\
 & \text{② } \vec{E} = -\left(\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{1}{2} x^2\right) \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{1}{2} y^2\right) \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{2} z^2\right) \hat{k}\right) \\
 & \text{③ } \vec{E} = -\left(x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}\right) \\
 & \text{④ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑤ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑥ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑦ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑧ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑨ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k} \\
 & \text{⑩ } \vec{E} = -x \hat{i} - y \hat{j} - z \hat{k}
 \end{aligned}$$

مثال (7) صيفي 2010

- سلك مستقيم لا نهائي الطول يحمل تياراً كهربائياً مقداره (1,0) أمبير. إذا تحرك جسيم مشحون بشحنة (4×10^{-10}) كولوم ومهمل الكتلة بسرعة (5×10^6) م/ث باتجاه "يصنع زاوية (30) مع اتجاه التيار" كما في الشكل، فاحسب:
- (1) مقدار واتجاه المجال المغناطيسي عند النقطة P.
- (2) مقدار القوة التي يؤثر بها السلك في الجسيم لحظة مروره في النقطة P.



الحل:

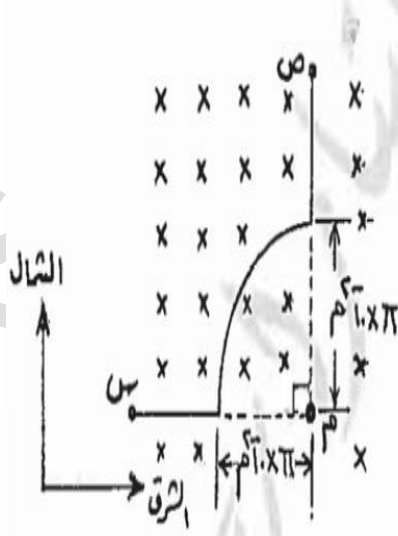
$$\text{المجال المغناطيسي} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad \text{باتجاه خارج الصفحة}$$

$$B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 1}{2\pi \times 1} = 2 \times 10^{-7} \text{ تيسلا}$$

$$F = qvB \sin \theta = 4 \times 10^{-10} \times 5 \times 10^6 \times 2 \times 10^{-7} \times \sin 30^\circ = 2 \times 10^{-10} \text{ نيوتن}$$

مثال (8) صيفي 2011

(ب) يمثل الشكل المجاور سلكاً (س ص) يحمل تياراً كهربائياً (ت) ومغمور في مجال مغناطيسي (9 علامات)



(6×10^{-5}) تسلا. تتحرك شحنة كهربائية نقطية (أ) (1×10^{-10}) كولوم

نحو الشرق بسرعة (4×10^6) م/ث. احسب مقدار واتجاه التيار (ت)

الذي يجعل تلك الشحنة عند مرورها بالنقطة (م) تتأثر

بقوة (4×10^{-10}) نيوتن نحو الجنوب.

الحل:

$$F = i l B \sin \theta$$

$$F = i l B$$

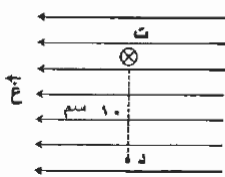
$$F = i l B$$

$$F = i l B$$

$$F = i l B$$

مثال (9) صيفي 2012

(12 علامة)



ج) سلك مستقيم لا نهائي الطول، يحمل تياراً كهربائياً (٤٠) أمبير، يتجه عمودياً على مستوى الورقة، وبعيداً عن الناظر، مغمور في مجال مغناطيسي منتظم (١٠٠٣) تسلا، كما في الشكل، احسب:
 ١- القوة المؤثرة في وحدة الأطوال من السلك مقداراً واتجاهاً.
 ٢- المجال المغناطيسي عند النقطة (د).

الحل:

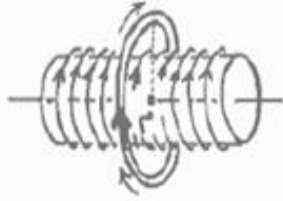
$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

$$F = i l B$$

$$F = i l B$$

مثال (10) شتوي 2012

ب) ملف لولبي عدد لفاته (25) لفة لكل (1) سم من طوله، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (1) أمبير، لف حول



وسطه ملف آخر دائري مركزه (م) ينطبق على محور الملف اللولبي. فإذا كان عدد لفات الملف الدائري (40) لفة، ونصف قطره (2) سم، ويمر فيه تيار كهربائي مقداره (2) أمبير بنفس اتجاه التيار في الملف اللولبي، كما في الشكل.

(7 علامات)

احسب المجال المغناطيسي عند النقطة (م).

128

AWAZEL LEARN 200

ب) $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot r}$

① $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 2 \cdot 40}{2 \cdot 0.02} = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$

② $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot r}$

122

ب) $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot r}$

① $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 1 \cdot 25}{2 \cdot 0.01} = 5 \times 10^{-4} \text{ T}$

② $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 2 \cdot 40}{2 \cdot 0.02} = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$

112

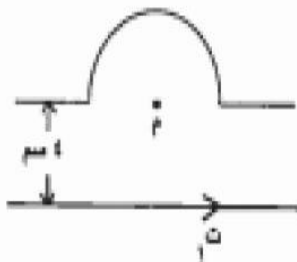
ب) $B = \frac{\mu_0 \cdot I \cdot N}{2 \cdot r}$

① $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 1 \cdot 25}{2 \cdot 0.01} = 5 \times 10^{-4} \text{ T}$

② $B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 2 \cdot 40}{2 \cdot 0.02} = 8 \times 10^{-4} \text{ T}$

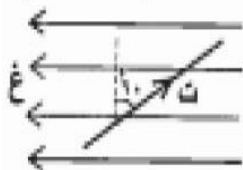
مثال (11) شتوي (2013)

(8 علامات)



ب) يمثل الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول يسري فيه تياراً كهربائياً (ت₁) = 8 أمبير) ويقع في مستوى الصفحة، وسلك آخر في نفس المستوى صنع منه نصف لفة نصف قطرها (2) سم ويسري فيه تياراً كهربائياً (ت₂)، احسب مقدار التيار (ت₂) وحدد اتجاهه في السلك الثاني بحيث يتعمق المجال المغناطيسي المحصل في مركز اللفة (م).

(6 علامات)



أ) سلك مستقيم طوله (20) سم يسري فيه تيار كهربائي مقداره (5) أمبير، موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.6) تسلا، وكلاهما يقع في مستوى الورقة كما في الشكل. احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في السلك وحدد اتجاهها.

الحل:

(ن) لكي نعرف المجال المغناطيسي المحصل عند م يكون

① $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $\vec{B} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

② $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

③ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

④ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

⑤ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

⑥ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

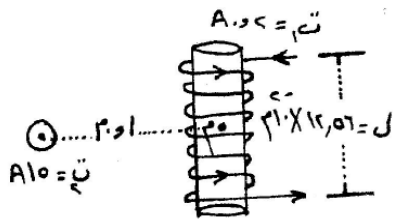
⑦ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

⑧ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

⑨ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

⑩ $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{1.256 \times 10^{-6} \times 10}{2\pi \times 0.1} = 10^{-4} \text{ T}$

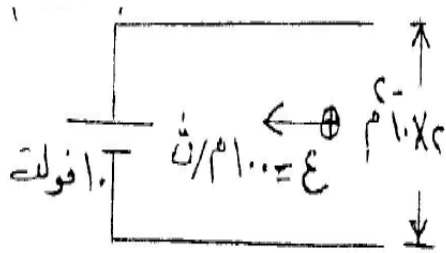
مثال (12) صيفي 2014



(أ) يُمثل الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول وملف لولبي عدد لفاته (20) لفة، معتمداً على الشكل وبياناته، احسب:

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

2- القوة المغناطيسية مقداراً واتجاهاً المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة كهربائية (4 × 10⁻¹⁰) كولوم ويتحرك بسرعة (10⁷) م/ث باتجاه الناظر لحظة مروره بالنقطة (م). (8 علامات)



(ب) يُمثل الشكل المجاور جسيم مشحون بشحنة موجبة يتحرك بسرعة ثابتة عمودياً على مجالين متعاملين كهربائي ومغناطيسي، معتمداً على الشكل المجاور وبياناته، احسب مقدار

وحدد اتجاه المجال المغناطيسي بين اللوحين بحيث يستمر الجسيم في حركته دون انحراف. (5 علامات)



(ج) يُمثل الشكل المجاور مسار جسيمان مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار ولهما نفس مقدار السرعة. أجب عما يأتي: 1- ما نوع شحنة كل منهما؟

2- أي الجسيمين أكبر كتلة، مفسراً إجابتك؟ (4 علامات)

الحل:

الاجل

(1) $\frac{10^{-6} \times 4}{10^{-6} \times 10^{-6}} = \frac{10^{-6} \times 4}{10^{-12}} = 4 \times 10^6 = 4000000$ ع/كوب
 تسلا للأعلى

(2) $\frac{10^{-6} \times 3}{10^{-6} \times 10^{-6}} = \frac{10^{-6} \times 3}{10^{-12}} = 3 \times 10^6 = 3000000$ ع/كوب
 تسلا للأعلى

(3) $\frac{10^{-6} \times 7}{10^{-6} \times 10^{-6}} = \frac{10^{-6} \times 7}{10^{-12}} = 7 \times 10^6 = 7000000$ ع/كوب
 تسلا للأعلى

(4) $1 \times 10^{-6} \times 7 \times 10^{-6} \times 10^{-6} \times 10^{-6} \times 10^{-6} \times 10^{-6} \times 10^{-6} \times 10^{-6} = 10^{-42}$ ع/كوب
 تسلا للأعلى

الاجل

(1) $\frac{10^{-6}}{10^{-6} \times 10^{-6}} = \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 10^6 = 1000000$ ع/كوب
 تسلا للأعلى

(2) $\frac{10^{-6}}{10^{-6} \times 10^{-6}} = \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 10^6 = 1000000$ ع/كوب
 تسلا للأعلى

العل

(1) من موجبة من موجبة

(2) من أكبر كتلة

لأن كتلتهم غير المتساوية يتناسب عكسياً مع كتلة الجسيم المشحون

نقطة = $\frac{10^{-6}}{10^{-6}}$

مثال (13) شتوي 2014

- ج) سلك مستقيم طويل جداً يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٤) أمبير متعمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٥ × ١٠^{-١٠}) تسلا كما في الشكل المجاور، احسب :
- ١- القوة المغناطيسية المؤثرة في جزء من السلك طوله (١) متر وحدد اتجاهها.
 - ٢- المجال المغناطيسي الكلي عند النقطة (د).
 - ٣- القوة المغناطيسية المؤثرة في إلكترون يتحرك بسرعة (٢ × ١٠^٦) م/ث لحظة مروره بالنقطة (د) بالاتجاه السيني الموجب.
- (٩ علامات)

- ب) ملف دائري نصف قطره (نق) وعدد لفاته (ن) ويمر به تيار كهربائي (ت). سحّب من طرفيه باتجاه عمودي على سطحه بحيث أصبح ملفاً لولبياً، احسب طول الملف اللولبي بدلالة (نق) اللازم لجعل المجال المغناطيسي على محوره بعيداً عن الأطراف مساوياً نصف المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري.
- (٤ علامات)

- ج) قذف جسم مشحون عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم، فانخذ مساراً دائرياً. أجب عما يأتي:

- ١- فسر اتخاذ الجسم مساراً دائرياً.
 - ٢- هل يبذل المجال المغناطيسي شغلاً على الجسم المشحون؟ فسر إجابتك.
 - ٣- ماذا يحدث لنصف قطر المسار الدائري في الحالتين الآتيتين :
 - أ- إذا أصبحت سرعة الجسم مثلي ما كانت عليه.
 - ب- إذا أصبح المجال المغناطيسي مثلي ما كان عليه.
- (٦ علامات)

الحل:

١- $F = I \times l \times B \times \sin \theta$
 $= 4 \times 1 \times 5 \times 10^{-10} \times \sin 90^\circ = 2 \times 10^{-9} \text{ ن}$

٢- $B_{\text{total}} = B_{\text{wire}} + B_{\text{loop}}$
 $B_{\text{wire}} = \frac{\mu_0 I}{2r}$
 $B_{\text{loop}} = \frac{\mu_0 N I}{2r}$

٣- أ- إذا أصبحت سرعة الجسم مثلي ما كانت عليه، فإن نصف قطر المسار الدائري يصبح نصفه.
 ب- إذا أصبح المجال المغناطيسي مثلي ما كان عليه، فإن نصف قطر المسار الدائري يصبح نصفه.

ب- في اللولبي = انحنى الدائري (1) علامة

(1) علامة $\frac{1}{2} \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ علامة (1) علامة

ل = 6 نغمة (1) علامة

ج- لأن القوة المغناطيسية المؤثرة على الجسم المشحون دائماً عمودية على اتجاه سرعته (2) علامتان

لا يبذل الجهد المغناطيسي شغل على الجسم المشحون لأن القوة المغناطيسية عمودية على الإزاحة وبذلك لا تبدل شغل (1) علامة

3- نغمة له في ويندلي

4- نغمة نغمة القطر إلى المصنف له نغمة

5- نغمة نغمة القطر إلى المصنف له نغمة

مثال (14) شتوي 2015

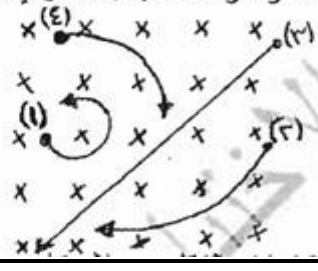
(ب) الشكل المجاور يمثل مجال كهربائي منتظم يؤثر نحو اليمين ومتعامداً مع مجال مغناطيسي منتظم (5 علامات) مبتعداً عن الناظر، تحركت شحنة كهربائية موجبة تحت تأثير المجالين بسرعة ثابتة نحو الأعلى.



اعتماداً على الرسم أجب عما يأتي:

1. ماذا تسمى محصلة القوى المؤثرة على هذه الشحنة؟
2. احسب سرعة الشحنة إذا كان مقدار المجال الكهربائي (400) فولت/م، والمجال المغناطيسي (0,8) تسلا.
3. صف حركة الشحنة الكهربائية إذا كانت الشحنة سالبة. فسر إجابتك.

ثانياً: أدخلت أربعة جسيمات (1)، (2)، (3)، (4) متساوية في الكتلة والسرعة فقط باتجاه عمودي على مجال



مغناطيسي منتظم متخذة للمسارات الموضحة بالرسم المجاور.

أجب عما يأتي:

١. حدد نوع الشحنة الكهربائية لكل من الجسيمات الأربعة.

٢. رتب الجسيمات تنازلياً حسب مقدار الشحنة الكهربائية.

الحل:

١- قوة لورنتز (1)

٢- $q = \frac{mv^2}{r} = \frac{4 \times 10^{-31} \times 10^6}{0.2} = 2 \times 10^{-18} \text{ C}$

٣- تتغير السرعة بنفس الاتجاه وتغير السرعة في الاتجاه المعاكس للسرعة

كل من الجسيمات (1) و (3) هما إلكترونات متساوية

ثانياً: الجسيم (1) موجب الجسيم (2) سالب الجسيم (3) سالب الجسيم (4) سالب

١-٩

٢- $q = \frac{mv^2}{r} = \frac{4 \times 10^{-31} \times 10^6}{0.2} = 2 \times 10^{-18} \text{ C}$

٣- $q = \frac{mv^2}{r} = \frac{4 \times 10^{-31} \times 10^6}{0.2} = 2 \times 10^{-18} \text{ C}$

٤- $q = \frac{mv^2}{r} = \frac{4 \times 10^{-31} \times 10^6}{0.2} = 2 \times 10^{-18} \text{ C}$

مثال (15) صيفي (2015)

د) دخل بروتون وإلكترون عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم وبنفس السرعة بناءً على ذلك.

أجب عما يأتي:

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

٢- أيهما يكون نصف قطر مداره أكبر؟ ولماذا؟

١- لا بد القوة المغناطيسية عمودية على اتجاه السرعة وبالتالي تغير اتجاه السرعة مع بقاء مقدارها ثابتاً ولا تتغير طاقة الحركة

٢- نصف قطر مدار البروتون أكبر

لا بد $r \propto \frac{1}{q}$

مثال (16) شتوي 2016

ج) يبين الشكل المجاور مجال كهربائي منتظم مقداره (٦٠٠) فولت/م متعامد مع مجال مغناطيسي منتظم (غ)، فإذا

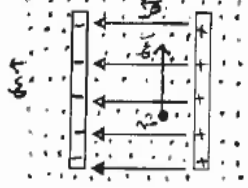
تحركت شحنة كهربائية موجبة (ش) تحت تأثير المجالين بسرعة ثابتة مقدارها (٥ × ١٠^٢) م/ث وللأعلى

(ص+)، وبالاتجاه على الشكل وبياناته، أجب عما يأتي:

(١) حدد اتجاه كل من القوتين المؤثرتين في الشحنة.

(٢) احسب مقدار المجال المغناطيسي المنتظم (غ).

(٣) متى تنحرف الشحنة في مسارها نحو اليمين؟



(٥ علامات)

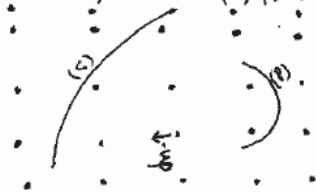
ب) يمثل الشكل المجاور مسار جسيمان (١، ٢) مشحونين بشحنتين متساويتين في المقدار ولهما نفس الكتلة في

مجال مغناطيسي منتظم (غ)، فإذا علمت أن شحنة الجسيم (١) موجبة وشحنة الجسيم (٢) سالبة، (٤ علامات)

أجب عما يأتي:

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

(٢) أي الجسيمين سرعته أكبر؟ مفسراً إجابتك.



ج) يبين الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول،

يمر به تيار كهربائي (ت)، ويقع أسفله وفي نفس

مستوى الصفحة ملف دائري نصف قطره (٢٢) سم،

وعدد لفاته (٤) لفة. فإذا علمت أن القوة المغناطيسية

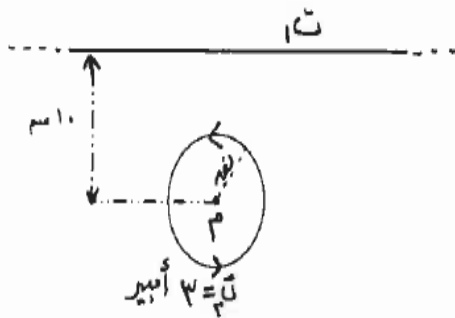
المؤثرة في جسيم شحنته (٢ × ١٠^{-٦}) كولوم يتحرك

بسرعة (٣ × ١٠) م/ث لحظة مروره بمركز الملف (م)

نحو اليمين كانت (١٢ × ١٠^{-٥}) نيوتن نحو الأسفل (ص-).

وبالاستعانة بالشكل وبياناته، احسب مقدار واتجاه التيار (ت).

(١١ علامة)



١.٧	١- اتجاه القوة الكهربائية المؤثرة على شحنة الجسيم (١) أو (٢) (٥)
	اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على شحنة الجسيم (١) أو (٢) (٥)
	٢- $\frac{F}{q} = \frac{E}{v} = \frac{600}{5 \times 10^2} = 1.2$ (٥)
١.٧	٣- عندما تكون القوة المغناطيسية المؤثرة أكبر من القوة الكهربائية أي عندما (حجم < مجال) (٥)

1.0

(ع) $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \vec{v}_4$ (السرعة)
 $\vec{v}_1 = 1.5\hat{i}$ (الخارج)
 $\vec{v}_2 = 1.5\hat{j}$ (الداخل)
 $\vec{v}_3 = 1.5\hat{k}$ (الداخل)
 $\vec{v}_4 = 1.5\hat{i}$ (الخارج)
 $\vec{v} = 1.5\hat{i} + 1.5\hat{j} + 1.5\hat{k} + 1.5\hat{i} = 3\hat{i} + 1.5\hat{j} + 1.5\hat{k}$
 $v = \sqrt{3^2 + 1.5^2 + 1.5^2} = \sqrt{13.5} = 3.67$
 اتجاه: $\tan^{-1}(\frac{1.5}{3}) = 26.5^\circ$ مع المحور x
 $\tan^{-1}(\frac{1.5}{3}) = 26.5^\circ$ مع المحور y
 $\tan^{-1}(\frac{1.5}{3}) = 26.5^\circ$ مع المحور z

1.9

(ب) 1- يتحرك الجسيم (أ) مع اتجاه حركته عمودياً على المجال المغناطيسي.
 يتحرك الجسيم (ب) مع اتجاه حركته عمودياً على المجال المغناطيسي.
 يتحرك الجسيم (ج) مع اتجاه حركته عمودياً على المجال المغناطيسي.
 يتحرك الجسيم (د) مع اتجاه حركته عمودياً على المجال المغناطيسي.

11.0

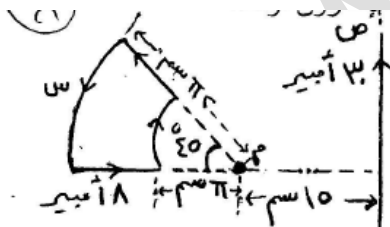
ج- الجسيم (د) أكبر سرعة لأنه يتحرك عمودياً على المجال المغناطيسي.
 الجسيم (ب) يتحرك عمودياً على المجال المغناطيسي.
 الجسيم (أ) يتحرك عمودياً على المجال المغناطيسي.
 الجسيم (ج) يتحرك عمودياً على المجال المغناطيسي.

مثال (17) 2016 صيفي

(4 علامات)

(أ) علل ما يأتي :

- 1- يتخذ الجسيم المشحون بشحنة كهربائية مساراً دائرياً عندما يدخل عمودياً مجالاً مغناطيسياً منتظماً.
- 2- يُستخدم المجال المغناطيسي في المسارعات النووية لتوجيه الجسيمات المشحونة وليس لتسريعها.



(ج) يُمثل الشكل المجاور سلك مستقيم لا نهائي الطول (ص) وسلك (س)، يحمل كل منهما تيار كهربائي. معتمداً على الشكل وبياناته، احسب مقدار واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في جسيم شحنته (4×10^{-10}) كولوم وسرعته (2×10^6) م/ث يتحرك باتجاه محور الصادات السالب وذلك لحظة مروره بالنقطة (م).

(10 علامات)

الحل:

- 1- لأن القوة المغناطيسية تكون عمودية دائماً على اتجاه السرعة مما يجعل الجسيم المشحون يكتسب تسارع ثابت المقدار وعمودي على اتجاه السرعة.
- 2- لأن القوة المغناطيسية لا تغير من مقدار السرعة للجسيم المشحون المتحرك خلال المجال المغناطيسي لأنها لا تبذل شغلاً بل تغير من اتجاهها فقط.

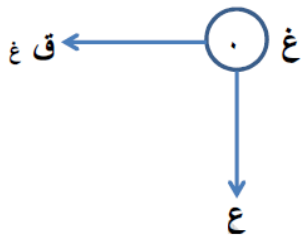
$$\textcircled{\cdot} \text{ (ج) غ سلك} = \frac{\mu \text{ ت}}{\chi \pi \chi^2} = \frac{3.0 \times 10^{-7} \times \pi \times 4}{1.0 \times 10^{-7} \times \pi \times 2^2} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ تسلا}$$

$$\text{غ ملف صغير} = \frac{\mu \text{ ت}}{\chi^2 \text{ نق 1}} \leftarrow \frac{1}{8} \frac{8 \times 10^{-7} \times \pi \times 4}{1.0 \times 10^{-7} \times \pi \times 2^2} = \text{غ ملف صغير}$$

$$\text{غ ملف صغير} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ تسلا} \textcircled{\times}$$

$$\text{غ ملف كبير} = \frac{\mu \text{ ت}}{\chi^2 \text{ نق 1}} \leftarrow \frac{1}{8} \frac{8 \times 10^{-7} \times \pi \times 4}{1.0 \times 10^{-7} \times \pi \times 2^2} = \text{غ ملف كبير}$$

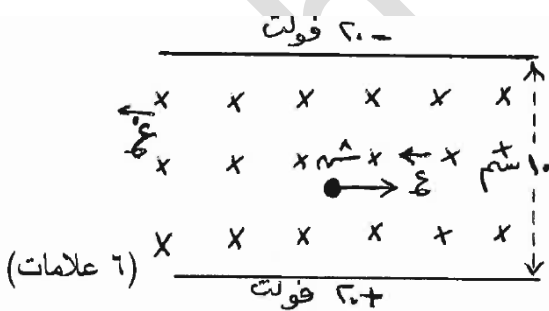
$$\text{غ ملف كبير} = 1.0 \times 10^{-4} \text{ تسلا} \textcircled{\cdot}$$



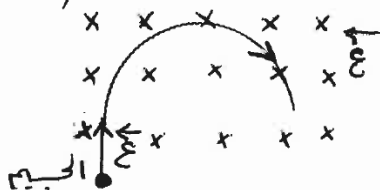
غ محصلة = غ ملف كبير + غ سلك - غ صغير
 غ محصلة = $1.0 \times 10^{-4} - 1.0 \times 10^{-4} + 1.0 \times 10^{-4}$
 غ محصلة = 1.0×10^{-4}
 ق ع = ش ع غ جا θ
 ق غ = $1.0 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1} \times 1.0 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-1} \times 90$ جا
 ق غ = $1.0 \times 10^{-4} \times 2 \times 10^{-1} \times 2 \times 10^{-1} \times 1.0 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-1} \times 90$ نحو س-

مثال (18) شتوي 2017

د) صفيحتان فلزيتان مشحونتان ومغمورتان في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (3, 0) تسلا، يتحرك داخله جسم شحنته (2 × 10⁻⁶) كولوم بسرعة ثابتة مقدارها (1 × 10²) م/ث، كما في الشكل، بإهمال كتلة الجسم احسب مقدار القوة المؤثرة فيه أثناء حركته.



ب) جسم مشحون بشحنة كهربائية كتلته (2 × 10⁻⁶) كغم يتحرك بسرعة (5 × 10²) م/ث، دخل عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم، واتخذ داخل المجال المغناطيسي مساراً دائرياً نصف قطره (2) سم، كما في الشكل المجاور، أجب عما يأتي :

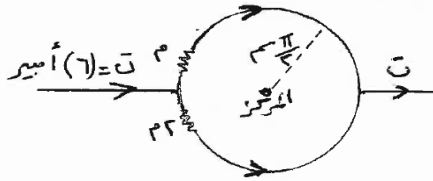


1- لماذا اتخذ الجسم مساراً دائرياً؟

2- ما نوع شحنة الجسم؟

3- احسب مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في الجسم.

(ب) يُمثل 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. وبالإعتماد على الشكل وبياناته، احسب : (٨ علامات)



- ١- المجال المغناطيسي عند مركز الحلقة.
- ٢- القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة كهربائية مقدارها (3×10^{-10}) كولوم تتحرك بسرعة (40) م/ث نحو الشرق لحظة مرورها بمركز الحلقة. وحدد اتجاهها.

① $v_1 + v_2 = 19$

① $v_1 = v_2 = 10.7$

① $v_1 = v_2 = 1.8$

① $v_1 = v_2 = 1.8$

(ب) ١- لفة شحنة نقطية محورية (π) كلفتها 1.9

نقل القوة مركزية ①

① $v_1 = v_2 = 1.9$

٢- شحنة سالبة ①

① $v_1 = v_2 = 1.9$

① $v_1 = v_2 = 1.9$

(ب) ١- وبإعتماد مقاومة لفة تاردي ميلر كقوة لعلوية

٢- تاردي ميلر لعل ميلر نصف التيار العلوي

① $v_1 = v_2 = 1.9$

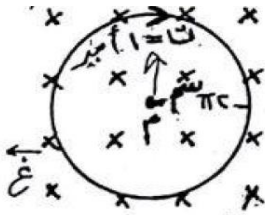
٣- أتيه $v_1 = v_2 = 1.9$

① $v_1 = v_2 = 1.9$

① $v_1 = v_2 = 1.9$

① $v_1 = v_2 = 1.9$

مثال (19) صيفي 2017



د/ ملف دائري ينطبق مستواه على الصفحة، وعدد لفاته (2) لفة،

ويؤثر عليه مجال مغناطيسي منتظم (غ) بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور، ولحظة مرور شحنة كهربائية نقطية مقدارها

(3 × 10⁻¹⁰) كولوم عند النقطة (م) وبسرعة (2 × 10¹⁰) م/ث نحو اليمين، تأثرت بقوة مغناطيسية مقدارها

(36 × 10⁻⁶) نيوتن باتجاه (ص)، احسب مقدار المجال المغناطيسي المنتظم (غ). (9 علامات)

الإجابة :

غ = 4 × 10⁻⁵ تسلا

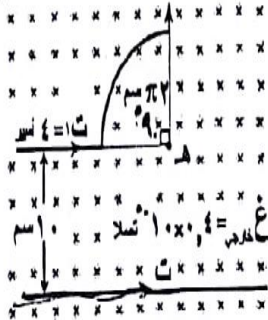
مثال (20) شتوي 2018

(2) يمتاز المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار الكهربائي المار في ملف لولبي عن المجال المغناطيسي

لمغناطيس مستقيم بإمكانية التحكم في:

■ المقدار فقط ■ كثافة خطوطه فقط ■ الاتجاه فقط ■ المقدار والاتجاه

(أ) اعتماداً على البيانات المثبتة في الشكل المجاور، إذا علمت أن المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ)



يساوي (1 × 10⁻⁶) تسلا باتجاه المحور الزيني السالب، احسب:

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

(2) القوة المغناطيسية مقداراً واتجاهاً المؤثرة في شحنة كهربائية (6) نانوكولوم

في أثناء مرورها بالنقطة (هـ) بسرعة (300) م/ث وباتجاه المحور السيني السالب. (12 علامة)

(ب) جسيم مشحون شحنته (6 × 10⁻¹⁰) كولوم، دخل بسرعة ثابتة إلى منطقة مجالين كهربائي ومغناطيسي متعامدين مقدار كل منهما (م = 300 نيوتن/كولوم)،

(غ = 1,5 × 10⁻³ تسلا) ثم دخل إلى منطقة مجال مغناطيسي منتظم

(غ = 3 تسلا) كما في الشكل، أجب عما يأتي:

(8 علامات)

(1) ما اسم الجهاز المبين في الشكل؟ (2) احسب السرعة (ع). (3) احسب كتلة الجسيم.

(1) (أ)

يوجد عند ه ثلاث مجالات ، مجال الملف الدائري والمجال الخارجي ومجال السلك المستقيم

$$\text{غ دائري} = \frac{\mu \text{ت}}{2\pi r} = \frac{\mu \text{ت}}{2\pi \times 2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \text{ت}}{4\pi} = 10^{-7} \times \text{ت} \text{ تسلا} \quad (\times)$$

$$\text{غ خارجي} = 10^{-4} \text{ تسلا} \quad (\times)$$

$$\text{غ مستقيم} = \frac{\mu \text{ت}}{2\pi r} = \frac{\mu \text{ت}}{2\pi \times 2} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times \text{ت}}{4\pi} = 10^{-7} \times \text{ت} \text{ تسلا} \quad (\circ)$$

$$\text{غ محصل} = \text{غ دائري} + \text{غ خارجي} - \text{غ مستقيم}$$

$$10^{-7} \times \text{ت} + 10^{-4} - 10^{-7} \times \text{ت} = 10^{-4} \text{ تسلا}$$

$$\text{ومنه } \text{ت} = 2 \text{ أمبير}$$

(2) ق غ = شد غ جا θ

$$90^\circ \text{ جا } = 10^{-4} \times 1 \times 1 \times 300 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

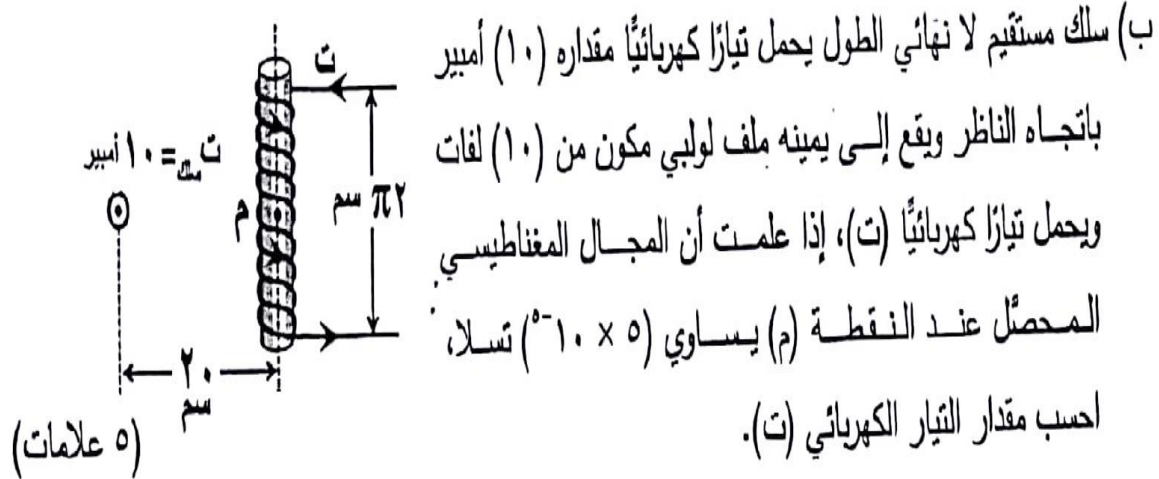
$$18^\circ \text{ جا } = 10^{-4} \times 1.8 = 1.8 \times 10^{-4} \text{ تسلا}$$

(ب) (1) جهاز المطياف

$$\text{ق ك} = \text{ق غ} \leftarrow \text{م} = \text{م} \leftarrow \text{غ} \leftarrow \text{ع} = \frac{3 \times 10^{-5}}{10^{-7}} = 300 \text{ م/ت}$$

$$\text{ق ك} = \text{ق غ} \leftarrow \text{م} = \text{م} \leftarrow \text{غ} \leftarrow \text{ع} = \frac{1.8 \times 10^{-4}}{10^{-7}} = 1800 \text{ م/ت}$$

1 - 1



(1) ملف دائري مكون من (ن) لفة ونصف قطره (نق) يمر فيه تيار كهربائي (ت) والمجال المغناطيسي الناشئ في مركزه (غ). إذا أصبح عدد لفاته مثلي ما كان عليه فإن مقدار المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري يساوي:

$$\text{غ} \quad \text{غ} \quad \text{غ} \quad \text{غ} \quad \frac{1}{2} \text{ غ}$$

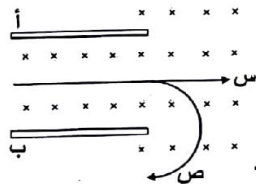
الإجابة : ت = 0.2 أمبير

مثال (21) صيفي 2018

١- يبين الشكل المجاور موصل مستقيم يحمل تيارًا كهربائيًا (ت)، يمر بروتون من النقطة (أ) بسرعة (١) بروتون آخر من النقطة (ب) بسرعة (٢) ع، أي العلاقات الآتية صحيحة فيما يتعلق بالقوة المغناطيسية المؤثرة في كل من البروتونين: ع

$$\square \text{ ق أ} = \frac{1}{4} \text{ ق ب} \quad \square \text{ ق أ} = \text{ق ب} \quad \square \text{ ق أ} = 2 \text{ ق ب} \quad \square \text{ ق أ} = 4 \text{ ق ب}$$

ج) أدخل الجسيمان (س، ص) إلى جهاز مطياف الكتلة، فاتخذ المسارين المبيين في الشكل المجاور، أجب عما يأتي:



١- حدّد نوع شحنة كل من الصفيحتين (أ) و (ب).

٢- حدّد نوع شحنة كل من الجسيمين (س) و (ص)، مفسّرًا ذلك.

ج) يبين الشكل المجاور ملف دائري عدد لفاته (٥٠٠) لفّة، ونصف قطره (٢٠) سم،

ينطبق مركزه مع محور ملف لولبي طوله (٤٠) سم وعدد لفاته (١٠٠) لفّة، إذا علمت

أن المجال المغناطيسي المُحصّل عند المركز (م) يساوي (٢٥ × π × ١٠^{-٤}) تسلا.

احسب التيار الكهربائي (ت) المار في الملف اللولبي.



١. م: موجبة ① ب: سالبة ①

٢. س: غير مشحون وذلك بسبب ثباته دون انحراف مع دخوله منطقة المجال المغناطيسي وحده ①

٣. م: مشحون بشحنة سالبة بسبب انحراف مساره في منطقة المجال المغناطيسي ويتطابق في قامة اليد اليمنى بسبب أنه سالبة الشحنة ①

٤. غ دائري = $\frac{I \cdot 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$ ①

٥. $\frac{I \cdot 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$ ①

٦. $\frac{I \cdot 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$ ①

٧. $\frac{I \cdot 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$ ①

٨. $\frac{I \cdot 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$ ①

٩. $\frac{I \cdot 2\pi r}{4\pi r^2} = \frac{I}{2r}$ ①

مثال (22) شتوي 2019

(١٢ علامة)



١- موصل نصف قطر الجزء الدائري منه (π) سم مغمور في مجال مغناطيسي منتظم (10×10^{-3}) تسلا بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور.

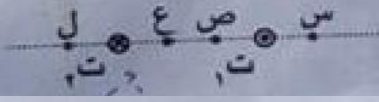
إذا كان المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (أ) يساوي (10×3) تسلا باتجاه (-z). حدد مقدار واتجاه كل مما يأتي:

- ١- التيار الكهربائي المار في الجزء الدائري.
- ٢- القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة (٢) ميكروكولوم تتحرك بسرعة (50) م/ث، وذلك لحظة مرورها بالنقطة (أ) باتجاه المحور السيني الموجب.

وذلك لحظة مرورها بالنقطة (أ) باتجاه المحور السيني الموجب.

(٦ علامات)

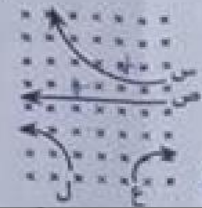
١- موصلان متوازيان يحملان تيارين متعاكسين كما في الشكل المجاور، إذا كان (ت) < (ب)،



ما النقطة المحتمل انهما المجال المغناطيسي عندها؟

- (ب) • (ص) • (ع) • (د) •

(٦ علامات)



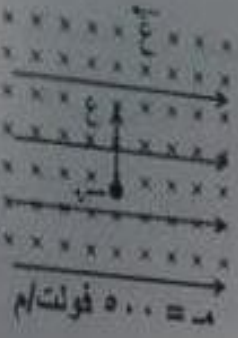
١- أربعة جسيمات متماثلة في السرعة والكتلة تتحرك بسرعة ثابتة باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم، أي هذه الجسيمات شحنته أكبر؟

- (ب) • (ص) • (ع) • (د) •

نظم = الجسيمات

٢- في أي اتجاه يتحرك المغناطيس عند انتقاله من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) في الشكل المجاور؟

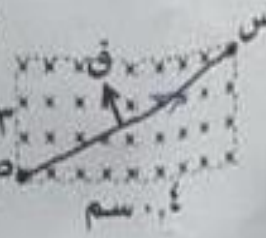
السؤال الخامس: (٢٢ علامة)



١- تحرك شحنة نقطية (٣) بسرعة (10×2) م/ث في خط مستقيم تحت تأثير مجالين متعامدين أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي كما في الشكل المجاور، معتمداً على الشكل وبياناته أجب عما يأتي:

- ١- احسب مقدار المجال المغناطيسي (ع).
- ٢- حدد اتجاه القوة الكهربائية واتجاه القوة المغناطيسية المؤثرتين في الشحنة.

(٤ علامات)

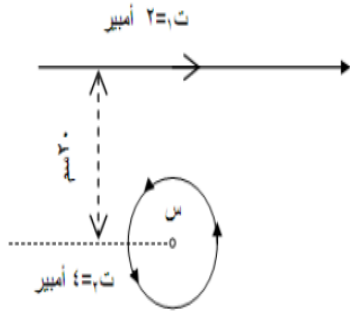


ب) موصل (س ص) يحمل تياراً كهربائياً متطابقاً على قطر منطقة مستطيلة الشكل تحوي مجالاً مغناطيسياً منتظماً (10×3) تسلا،

إذا كانت القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل (10×3) نيوتن بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور. حدد التيار المار في الموصل وحدد اتجاه مروره.

وزارة 1998

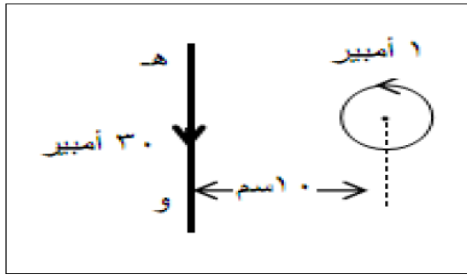
السؤال الاول: حلقة فلزية نصف قطرها (10 سم) واقعة أسفل سلك مستقيم لا نهائي الطول، كما في الشكل احسب (8 علامات)



- 1- المجال الكهربائي الناتج عن التيارين عند مركز الحلقة (س)
- 2- القوة المؤثرة في إلكترون لحظة مروره في مركز الحلقة (س) بسرعة $(4 \times 10^6 \text{ م/ث})$ وبالاتجاه البعيد عن الناظر.

صيفي 2001

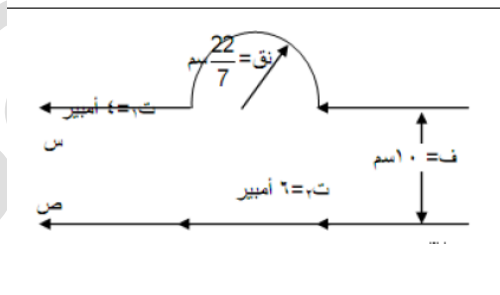
السؤال الاول: (هـ ، و) سلك لا نهائي الطول يحمل تيارا كهربائيا شدته (30 أمبير) يقع على يمينه (وفي مستوى الصفحة) ملف دائري يتكون من (4 لفات) متوسط نصف قطره $(\pi \text{ سم})$ و يحمل تيارا شدته (1 أمبير) و يبعد مركزه (10 سم) عن محور السلك كما في الشكل المجاور. احسب المجال المغناطيسي عند مركز الملف . (10 علامات)



شتوي 2003

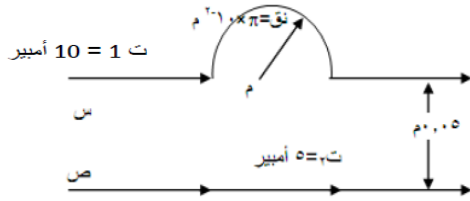
السؤال الاول: (س ، ص) سلكان لا نهائيان يقعان في مستوى الورقة، كما هو مبين في الشكل المجاور، اعتمادا على الشكل و المعلومات المثبتة عليه. اعتمادا على الشكل و المعلومات المثبتة عليه احسب المجال

المغناطيسي الناشئ عن التيارين مقدارا و اتجاها عند النقطة م (اعتبر ان $\pi = \frac{22}{7}$)



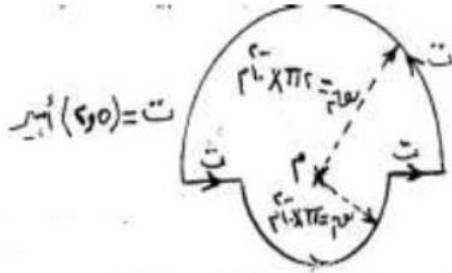
صيفي 2005

السؤال الاول: بالاعتماد على المعلومات المثبتة على الشكل المجاور، علما بان الاسلاك لا نهائية الطول و في مستوى الصفحة. فاحسب المجال المغناطيسي في النقطة (م) مقدارا واتجاها (7 علامات)

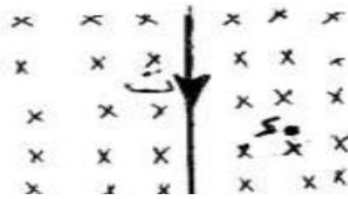


شتوي 2006

السؤال الاول: اعتمادا على البيانات في الشكل المجاور، احسب المجال المغناطيسي في النقطة (م) (7 علامات)



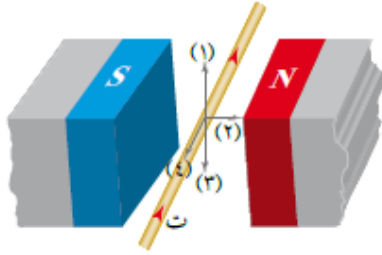
السؤال الثاني: سلك مستقيم لا نهائي الطول يحمل تيارا كهربائيا مقداره (5) امبير مغمور كليا في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (3 × 10⁻⁵) تسلا، متجه مبتعدا عن الناظر كما في الشكل، احسب ما يأتي



- 1- القوة المغناطيسية المؤثرة في قطعة من السلك طولها 1 م مقدارا و اتجاها
- 2- المجال المغناطيسي في النقطة (د) التي تبعد 0.1 م عن محور السلك مقدارا و اتجاها

اسئلة الفصل:

أسئلة الفصل الخامس



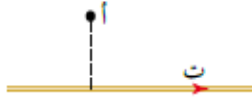
الشكل (٥-٤٨): سؤال (١) فقرة (١).

١ ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١ في الشكل (٥-٤٨)، السهم الذي يمثل اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل:

أ <input type="checkbox"/> (١) ب <input type="checkbox"/> (٢)

ج <input type="checkbox"/> (٣) د <input type="checkbox"/> (٤)



الشكل (٥-٤٩): سؤال (١) فقرة (٢).

٢ موصل مستقيم طويل يمر فيه تيار كهربائي باتجاه (+س)

كما في الشكل (٥-٤٩)، عند مرور بروتون بالنقطة (أ) باتجاه (-ص)، فإن اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في

البروتون سيكون باتجاه:

أ <input type="checkbox"/> (+ز) ب <input type="checkbox"/> (+س) ج <input type="checkbox"/> (-س) د <input type="checkbox"/> (-ص)

٣ جسيم مشحون يتحرك عمودياً على اتجاه مجال مغناطيسي منتظم، فيصنع مساراً دائرياً نصف قطره (نق). 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 (نق) يساوي:

أ <input type="checkbox"/> $\frac{1}{4}$ نق، ب <input type="checkbox"/> $\frac{3}{4}$ نق، ج <input type="checkbox"/> $\frac{2}{3}$ نق، د <input type="checkbox"/> ٢ نق،

٤ يعتمد مبدأ عمل جهاز منتقي السرعة على انعدام قوة لورنتز. وتنعقد 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 الكهربية للمصدر.
ج إنقاص عدد لفاته إلى النصف. د مضاعفة المقاومة المتصلة به.

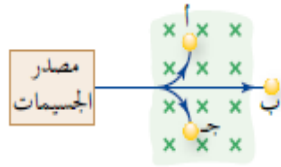
اعتمادًا على الشكل (٥-٥٠)، أجب عن الفقرتين (٦، ٧).

٦ إذا كانت (ق_١) هي القوة المؤثرة في وحدة الأطوال من الموصل الأول، و(ق_٢) هي القوة المؤثرة في وحدة الأطوال من الموصل الثاني، فإن العلاقة بين مقداريهما: الشكل (٥٠-٥٠): سؤال (١) فقرة (٦، ٧).

- أ $ق_١ = ١٢ ق_٢$ ب $ق_١ = ٣ ق_٢$ ج $ق_١ = ق_٢$ د $ق_١ = \frac{١}{٣} ق_٢$

٧ النقطة المحتمل أن ينعدم عندها المجال المغناطيسي المحصل هي:

- أ (ل) ب (هـ) ج (ص) د (س)

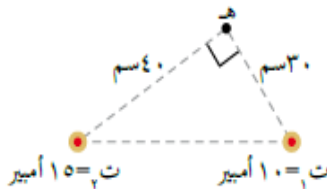


الشكل (٥١-٥١): سؤال (٢).

٢ بين الشكل (٥١-٥١)، مسار ثلاثة جسيمات (أ، ب، ج)

تعبّر مجالاً مغناطيسياً. فإذا كانت هذه الجسيمات تتحرك بالسرعة نفسها، فأجب عن الأسئلة الآتية:

- أ أي الجسيمات متعادل؟
ب أي الجسيمات سالب الشحنة؟
ج أيهما أكبر كتلة (أ) أم (ج)؟



الشكل (٥٢-٥٢): سؤال (٣).

٣ موصلان طويلان مستقيمان متوازيان كما في الشكل (٥٢-٥٢)،

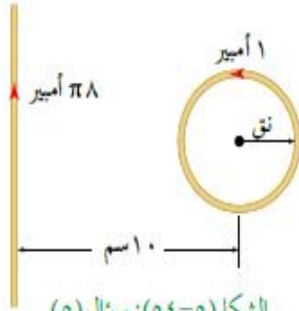
يمر في الأول تيار كهربائي (١٠) أمبير باتجاه (+)، ويمر في الثاني تيار كهربائي (١٥) أمبير بالاتجاه نفسه. جد:

- أ موقع النقطة أو النقاط التي ينعدم عندها المجال المغناطيسي المحصل.
ب المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ) مقدارًا واتجاهًا.



الشكل (٥-٥٣): سؤال (٤).

٤ في الشكل (٥-٥٣)، حدد مقدار التيار الكهربائي (ت) المار في الملف إذا كان مقدار المجال المغناطيسي المحصل في النقطة (م) يساوي $(\frac{11}{\sqrt{3}} \times 10^{-10})$ تسلا. وما اتجاه المجال المغناطيسي المحصل عند تلك النقطة؟



الشكل (٥-٥٤): سؤال (٥).

٥ في الشكل (٥-٥٤)، حدد نصف قطر الملف الدائري لكي ينعقد المجال المغناطيسي في مركزه، علمًا بأنه يتكون من لفتين اثنتين فقط.



الشكل (٥-٥٥): سؤال (٦).

٦ في الشكل (٥-٥٥)، أثرت قوة مغناطيسية مقدارها (١) ملي نيوتن نحو (+ص) في شحنة مقدارها (٢-) ميكروكولوم لحظة مرورها بالنقطة (هـ)، بسرعة مقدارها (10×5) م/ث باتجاه (-س). جد التيار الكهربائي المار في الموصل المستقيم مقدارًا واتجاهًا.

٧ قذف جسيم شحنته (١) بيكوكولوم، وكتلته (2×10^{-10}) كغ بسرعة مقدارها (9×10^6) م/ث نحو (+س) عموديًا على مجال مغناطيسي، فاكسب تسارعًا مركزيًا مقداره $(9, 0)$ م/ث^٢ نحو (ز) لحظة مروره بنقطة ما، جد المجال المغناطيسي عند تلك النقطة مقدارًا واتجاهًا.

٨ يتحرك بروتون بسرعة $(6, 1 \times 10^6)$ م/ث نحو محور السينات الموجب فيدخل إلى منطقة مجال كهربائي مقداره (2×10^3) 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 أدخل 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).

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



الشكل (٥٦-٥): سؤال (١٠).

١٠) اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل (٥٦-٥)، احسب:

أ) المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (د).

ب) القوة المغناطيسية المؤثرة في بروتون لحظة مروره بالنقطة

(د) باتجاه المحور الزيني الموجب.

ج) القوة المغناطيسية المؤثرة في وحدة الأطوال من الموصل.



الشكل (٥٧-٥): سؤال (١١).

١١) اعتمادًا على البيانات المثبتة في الشكل (٥٧-٥)، احسب:

ب) المجال المغناطيسي المحصل عند الموصل الثاني مقدارًا واتجاهًا.

ج) القوة المغناطيسية المحصلة المؤثرة في وحدة الأطوال من الموصل الثاني.

بلا

السؤال الأول:

رقم السؤال	1	2	3	4	5	6	7
رمز الإجابة	أ	ج	ج	د	ب	ج	ج

السؤال الثاني:

بتطبيق قاعدة اليد اليمنى بوضع الإبهام باتجاه السرعة نحو (+س)، وباقي الأصابع باتجاه المجال نحو (-ز)، يشير المتجه العمودي على اتجاه باطن الكف نحو اتجاه القوة المؤثرة في الشحنة الموجبة نحو (+ص)، وبعكس اتجاه القوة الناتجة، يكون اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة السالبة. وعليه تكون إجابة (أ، ب):

(أ) الجسم (ب) متبادل الشحنة.

(ب) الجسم (ج) سالب الشحنة.

(ج) نصف قطر الجسم (أ) مماثل لنصف قطر الجسم (ج)، ولأن لهما السرعة والشحنة نفسها، فهذا يعني أن لهما الكتلة نفسها.

السؤال الثالث:

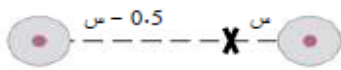
(أ) لتحديد البعد بين الموصلين، نطبق نظرية فيثاغورس، حيث تمثل المسافة بين الموصلين وتر المثلث قائم الزاوية، فتكون المسافة بين الموصلين: $50\text{سم} = 0.5\text{م}$.
وبما أن التيارين بالاتجاه نفسه، فإن نقطة انعدام المجال المغناطيسي تقع على الخط الواصل بينهما، وسنفرض أن بعدها عن التيار الأصغر (ت₁) هو (س)، فيكون بعدها عن التيار (ت₂) هو (0.5-س)، وبمساواة مقدار كل من المجالين الناتجين من تيارى الموصلين نجد أن:

$$G_2 = G_1$$

$$\frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1}$$

$$15 = 10$$

$$\text{Page 53} \quad 0,5 \text{ م}$$



ت₁=10 أمبير محفوظة لوزن=35 أربيقوالتعليم

ومنه نجد أن: $3س = 1 - 2س$

∴ $س = 0.2$ م. (ينعدم المجال المغناطيسي عند نقطة تبعد مسافة 0.2 م عن

الموصل الأول، و0.3 م عن الموصل الثاني).

(ب) يؤثر عند النقطة (هـ) مجالان، ($1غ$) الناشئ عن ($1ت$)، و($2غ$) الناشئ عن ($2ت$).

$$1غ = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{10^{-7} \times 10 \times \pi 4}{0.3 \times \pi 2} = \frac{2}{3} \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

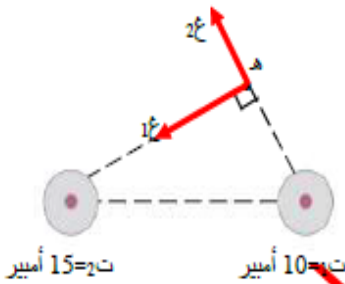
$$2غ = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{15 \times 10^{-7} \times \pi 4}{0.4 \times \pi 2} = \frac{2}{2} \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

واتجاه كل منهما باتجاه المماس عند النقطة هـ بعد تطبيق قاعدة اليد اليمنى كما في

الشكل المجاور، وعليه، يكون المجال المغناطيسي المحصل

عند النقطة (هـ) حاصل الجمع الإتجاهي للمجالين، وذلك

بتطبيق نظرية فيثاغورس:



$$1غ(المحصلة) = \frac{1}{2} (2غ^2 + 1غ^2) = 10^{-5} \text{ تسلا}$$

نفترض أن $2غ$ باتجاه محور الصادات الموجب و $1غ$ باتجاه المحور السني الموجب

فإن:

$$\frac{2غ}{1غ} = \frac{9}{8} = 1.125 \leftarrow \alpha = 48.4^\circ$$

السؤال الرابع:

يؤثر عند مركز الملف الدائري مجالان مغناطيسيان، أحدهما ناشئ عن التيار المار في الملف الصغير (G_1)، والآخر عن التيار المار في الملف الكبير (G_2). ويكون عدد اللغات لكل منهما هو (0.5). ووفق قاعدة اليد اليمنى فإن اتجاه (G_1) نحو (+z)، واتجاه (G_2) نحو (-z).

$$G_1 = \frac{\mu_0 I_1 N_1}{2r_1} = \frac{0,5 \times \pi \times 10^{-7} \times 4}{2 \times 10 \times 1 \times 2} = \frac{0,5 \times \pi \times 10^{-7}}{20} \text{ تسلا}$$

$$G_2 = \frac{\mu_0 I_2 N_2}{2r_2} = \frac{0,5 \times \pi \times 10^{-7} \times 4}{2 \times 10 \times 3 \times 2} = \frac{0,5 \times \pi \times 10^{-7}}{30} \text{ تسلا}$$

ويكون المجال المغناطيسي المحصل عند مركز الملفين هو حاصل طرح المجالين:

$$G_{\text{المحصل}} = G_1 - G_2 \quad (G_1 < G_2)$$

أي أن اتجاه المجال المغناطيسي المحصل يكون باتجاه G_2 أي نحو (+z).

ولكن قيمة المجال المغناطيسي المحصل معلومة:

$$5 \times 10^{-5} \times \frac{\pi}{3} - 5 \times 10^{-5} \times \pi = 5 \times 10^{-5} \times \frac{88}{7}$$

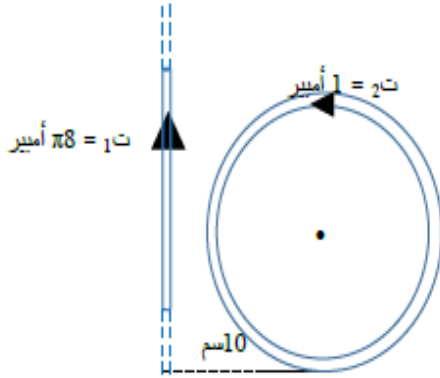
$$\text{وبتعويض قيمة } \left(\frac{22}{7} = \pi\right), \text{ فإن: } t \times \frac{22}{3 \times 7} - t \times \frac{22}{7} = \frac{88}{7}$$

فتكون قيمة التيار الكهربائي: $t = 6$ أمبير.

السؤال الخامس:

لكي ينعدم المجال المغناطيسي في مركز الملف الدائري، يجب أن يتساوى المجالان في المقدار، ويتعاكسا في الاتجاه.

ولحساب نصف قطر الملف الدائري، نطبق قانون الاتزان، حيث:



$$\begin{aligned} B_2 &= B_1 \\ \frac{\mu_0 I_2}{2r} &= \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r} \\ \frac{2 \times 1}{2r} &= \frac{8\pi}{10 \times \pi} \\ 4 &= r \end{aligned}$$

$$r = 2.5 \text{ سم}$$

السؤال السادس:

بالنظر إلى مصادر المجال المغناطيسي عند النقطة (هـ)، فإن اتجاه المجال المغناطيسي المحصل سيكون إما نحو (-z) أو (+z). وبتطبيق قاعدة اليد اليمنى على الشحنة المتحركة داخل المجال المغناطيسي لحظة مرورها بالنقطة (هـ)، حيث نضع الإبهام باتجاه حركة الشحنة (-س)، وباطن الكف باتجاه القوة المغناطيسية

(+ص)، فإن اتجاه الأصابع سيكون نحو (+ز)، ولأن الشحنة سالبة، سيكون اتجاه المجال المغناطيسي المحصل المؤثر على الشحنة عند النقطة (هـ) نحو (-ز). ولحسابه نستخدم العلاقة (5-1):

$$90 \text{ جا} \theta = 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^6 \text{ غ}$$

$$\text{المحصول غ} = 10^{-5} \times 10 \text{ تسلا، } (-ز).$$

$$(\theta = 90^\circ)$$

يوجد عند النقطة (هـ) مجالان، أحدهما المجال المنتظم (غمنتظم)، والآخر المجال المغناطيسي (غموصول مستقيم) الناتج من التيار المار في الموصل المستقيم. وبمقارنة مقدار واتجاه المجال المغناطيسي المحصل لهذين المجالين، مع المجال المغناطيسي المعلوم وهو المنتظم، نجد أن المجال (غموصول مستقيم) يجب أن يكون بنفس اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم.

وعليه فإن:

$$\text{غمالحصل} = \text{غممنتظم} + \text{غموصول مستقيم}$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi r} + 5 \times 10^{-5} = 10^{-5} \times 10$$

$$\frac{4\pi \times 10^{-7} \times I}{2 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-5} \times 2$$

$$\therefore I = 4 \text{ أمبير}$$

ولكي يكون اتجاه المجال المغناطيسي (ع موصل مستقيم) نحو (-ز)، يجب أن يكون اتجاه التيار الكهربائي نحو (+ص) وفق قاعدة اليد اليمنى.

السؤال السابع:

$$ق = ك \times ت$$

$$0,9 \times 10^{-7} \times 2 =$$

$$ق = 1,8 \times 10^{-7} \text{ نيوتن (يكون اتجاه القوة باتجاه التسارع نفسه نحو (+ز))}$$

وهذه القوة المؤثرة في الجسيم هي قوة مغناطيسية ناشئة عن المجال المغناطيسي الذي يتحرك الجسيم بداخله، وبالتالي يمكن استخدام العلاقة (5-1):

$$ق = ش \cdot ع \cdot ج \cdot \theta \quad (\theta = 90^\circ)$$

$$1,8 \times 10^{-7} = 9 \times 10^6 \times 1 \times 10^{-12} \times ع$$

$$ع = 2 \times 10^{-2} \text{ تسلا}$$

ووفق قاعدة اليد اليمنى، سيكون اتجاه المجال المغناطيسي نحو (+ص).

السؤال الثامن:

$$ق = م \cdot ش \quad (أ)$$

$$10 \times 2 = 10 \times 1,6 \times 10^{-19}$$

$$= 3.2 \times 10^{-16} \text{ نيوتن، نحو (ص).}$$

(ب) معنى أن البروتون لم ينحرف أن القوى المؤثرة فيه متزنة فإذا كانت القوة الكهربائية المؤثرة في البروتون نحو المحور الصادي السالب فإن القوة المغناطيسية تكون نحو المحور الصادي الموجب، لذا فإن اتجاه المجال المغناطيسي ووفق قاعدة اليد اليمنى سيكون نحو المحور الزيني السالب ومقداره يحسب من العلاقة:

$$F = qvB \sin \theta$$

$$m \cdot v = q \cdot r \cdot B \cdot \sin \theta$$

$$10 \times 2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 1 \times B \cdot \sin \theta$$

$$B = \frac{10 \times 2}{1.6 \times 10^{-19} \times 1} = 0.125 \text{ تسلا}$$

(ج) عند حساب قوة لورنتز نلاحظ أن الشحنة تضاعفت مرتين في كلا القوتين الكهربائية والمغناطيسية، والسرعة والمجالين الكهربائي والمغناطيسي لم يتغير أي منها لذلك لن ينحرف جسيم ألفا عن مساره.

السؤال التاسع:

لأن الشحنة موجبة، سيكون اتجاه القوة الكهربائية باتجاه المجال الكهربائي، وتحسب

من العلاقة:

$$F = qE$$

$$6^{-10} \times 0,4 \times 500 =$$

$$ق_ك = 4^{-10} \times 2 \text{ نيوتن نحو } (+\text{س}).$$

ويحدد اتجاه القوة المغناطيسية باستخدام قاعدة اليد اليمنى، حيث يوضع الإبهام باتجاه
(ع) نحو (+ص)، وباقي الأصابع باتجاه (ع) نحو (-ز)، فيكون اتجاه القوة
المغناطيسية عمودياً على باطن الكف نحو (-س). وتحسب من العلاقة:

$$ق_ع = ش_ع \sin \theta$$

$$90 \text{ جا } 2 \times 100 \times 6^{-10} \times 0,4 =$$

$$= 4^{-10} \times 0,8 \text{ نيوتن نحو } (-\text{س}).$$

قوة لورنتز هي محصلة القوتين الكهربائية والمغناطيسية، ولأنهما متعاكستان، فإن:

$$ق_ل(لورنتز) = ق_ك - ق_ع$$

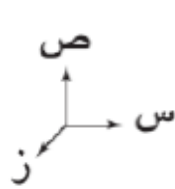
$$4^{-10} \times 0,8 - 4^{-10} \times 2 =$$

$$ق_ل(لورنتز) = 4^{-10} \times 1,2 \text{ نيوتن نحو } (+\text{س}).$$

السؤال العاشر:

(أ) يؤثر عند النقطة (د) مجالان مغناطيسيان، أحدهما المجال المنتظم اتجاهه (-) (ز)، والآخر المجال المغناطيسي الناشئ عن الموصل المستقيم الطويل،

ولحسابه نستخدم العلاقة (5-7):



$$\frac{\mu \cdot I}{2\pi r} = B_{\text{مستقيم}}$$

$$\frac{2,4 \times 10^{-7} \times \pi 4}{2 \times 10 \times 4 \times \pi 2} = B_{\text{مستقيم}}$$

$$B_{\text{مستقيم}} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه (-ز).}$$

ولأن المجالين بالاتجاه نفسه، تكون محصلتهما ناتج جمع مقداريهما:

$$B_{\text{المحصل}} = B_{\text{مستقيم}} + B_{\text{منتظم}} = 2 \times 10^{-5} \text{ تسلا، باتجاه (-ز).}$$

(ب) عندما يتحرك البروتون نحو (+ز)، فإن اتجاه حركته يصنع زاوية مقدارها

180° مع اتجاه المجال المغناطيسي، وعندها ستتعدم القوة المغناطيسية المؤثرة

فيه (ق = 0).

(ج) تعطى القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي على تيار كهربائي يمر في

موصل موجود بداخل المجال المغناطيسي من العلاقة:

$$F = I L B \sin \theta$$

وعند حساب القوة المؤثرة على وحدة الأطوال من الموصل فإن:

$$F = I B \sin \theta$$

$$90 \text{ جا } 5^{-10} \times 0,8 \times 2,4 =$$

$$= \frac{ق}{ل} = 1,92 \times 10^{-5} \text{ نيوتن/م}$$

السؤال العادي عشر :

$$(ب) \quad \frac{\mu \cdot ت}{\pi ف} = غ_1$$

$$= \frac{1,8 \times 10^{-7} \times \pi 4}{2^{-10} \times 8 \times \pi 2}$$

$$غ_1 = 0,45 \times 10^{-5} \text{ تسلا نحو (-ز)}$$

$$غ \text{ منهم} = 0,8 \times 10^{-5} \text{ تسلا نحو (-ز)}$$

$$غ \text{ محصل} = 10 \times (0,8 + 0,45) \times 10^{-5} \text{ تسلا نحو (-ز)}$$

(ج)

$$\frac{ق}{ل} = ت = \frac{غ}{2} \text{ محصل جا } \theta$$

$$90 \text{ جا } 5^{-10} \times 1,25 \times 0,6 =$$

$$= 0,75 \times 10^{-5} \text{ نيوتن/م}$$

الحث الكهرومغناطيسي

صالح البشيش

ماجستير فيزياء

2020

0772188635

التدفق المغناطيسي

التدفق المغناطيسي : هو عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً ما على نحو عمودي عليه.

رياضياً :

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$$

حيث :

B : المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح.

A : متجه مساحة السطح

θ : الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال

المغناطيسي

ومتجه المساحة (العمودي).

يقاس التدفق المغناطيسي بوحدة (تسلا.م²) أي تعادل

وحدة **ويبر**

س: اذكر العوامل التي يعتمد عليها التدفق

المغناطيسي؟

✓ 1- المجال المغناطيسي الذي يخترق السطح.

✓ 2- مساحة السطح الذي تخترقه خطوط المجال.

✓ 3- الزاوية بين متجه المساحة وخطوط المجال.

الويبر : هو التدفق المغناطيسي عبر وحدة المساحة من سطح ما عندما يخترقه عمودياً مجال مغناطيسي مقداره (1) تسلا.

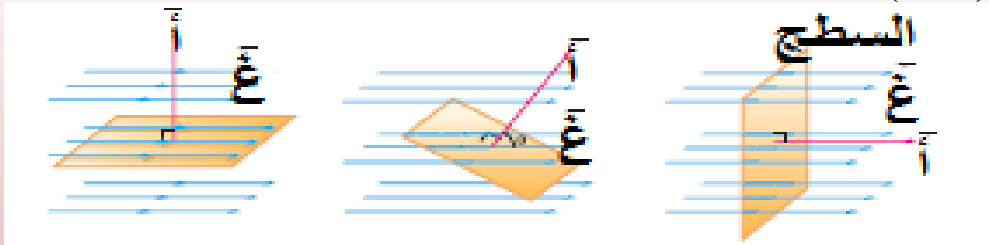
تذكر:

1- Φ أكبر ما يمكن عندما تكون خطوط المجال عمودية على السطح أي ($\theta=0$ صفر)

2- Φ أقل ما يمكن عندما تكون خطوط المجال موازية على السطح أي ($\theta=90$)

3- Φ نصف قيمته العظمى ما يمكن عندما تكون خطوط المجال تميل عن السطح

بزاوية ($\theta=30$).

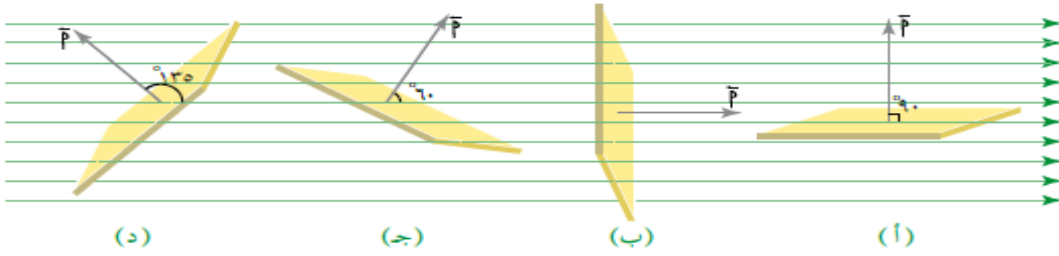


مثال (1)

احسب التدفق المغناطيسي عبر سطح مساحته $(0, 2)$ م² مغمور في مجال مغناطيسي مقداره $(0, 4)$ تسلا إذا كان متجه المساحة:

- ١ عمودياً على اتجاه المجال المغناطيسي.
- ٢ موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي.
- ٣ يصنع زاوية (60°) مع اتجاه المجال المغناطيسي.
- ٤ يصنع زاوية (135°) مع اتجاه المجال المغناطيسي.

الحل:



الشكل (٣-٦): مثال (١-٦).

نحسب التدفق المغناطيسي بتطبيق العلاقة:

$$\Phi = B \cos \theta$$

١ بما أن متجه المساحة عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي فإن $(\theta = 90^\circ)$ ، كما في الشكل (١/٣-٦)، لذا فإن:

$$\Phi = B \cos \theta = 4 \times 0,2 \times \cos 90^\circ = 0 \text{ صفر.}$$

٢ بما أن متجه المساحة مواز لاتجاه المجال المغناطيسي فإن $(\theta = 0^\circ)$ ، كما في الشكل (٢/٣-٦)، لذا فإن:

$$\Phi = B \cos \theta = 4 \times 0,2 \times \cos 0^\circ = 0,8 \text{ وير.}$$

٣ عندما تكون الزاوية بين متجه المساحة واتجاه المجال المغناطيسي $(\theta = 60^\circ)$ كما في الشكل (٣/٣-٦)، فإن:

$$\Phi = B \cos \theta = 4 \times 0,2 \times \cos 60^\circ = 0,4 \text{ وير.}$$

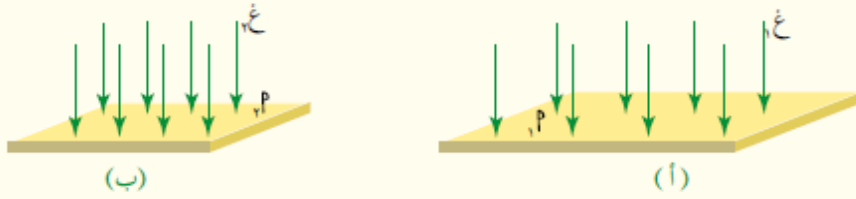
٤ عندما تكون الزاوية بين متجه المساحة واتجاه المجال المغناطيسي $(\theta = 135^\circ)$ كما في الشكل (٤/٣-٦)، فإن:

$$\Phi = B \cos \theta = 4 \times 0,2 \times \cos 135^\circ = -0,56 \text{ وير.}$$

لاحظ أن التدفق المغناطيسي سالب، وهذا يعني أن خطوط المجال المغناطيسي تخترق السطح داخلة فيه.

مراجعة (٦-١)

- ١ ما المقصود بالتدفق المغناطيسي؟ وما وحدة قياسه؟
- ٢ ماذا نعني بقولنا إن التدفق المغناطيسي عبر سطح مغموور في مجال مغناطيسي يساوي (٥) ويبر؟
- ٣ اذكر ثلاث طرائق لتغيير التدفق المغناطيسي عبر سطح ما مغموور في مجال مغناطيسي.
- ٤ سطحان (أ، ب) يخترق كل منهما مجال مغناطيسي كما في الشكل (٦-٤). في أي الحالتين يكون المجال المغناطيسي أكبر مقداراً؟ قارن بين التدفق المغناطيسي عبر السطحين.



الشكل (٦-٤): سؤال (٤).

مراجعة (٦-١) صفحة 168

- 1) التدفق المغناطيسي هو عدد خطوط المجال المغناطيسي التي تخترق سطحاً ما عمودياً عليه. ويقاس بوحده (تسلا. م²) أو ويبر.
- 2) أي أن المجال المغناطيسي الذي يخترق سطحاً مساحته 1 م² عمودياً عليه يساوي 5 تسلا.
- 3) يحسب التدفق المغناطيسي على سطح مغموور في مجال مغناطيسي من العلاقة الآتية: $\Phi = B \times A \times \cos \theta$ ويتناسب طردياً مع كل من المجال المغناطيسي المغموور فيه و مساحة السطح المغموور فيه، و جتا الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال المغناطيسي، و متجه المساحة، وعند تغيير (θ) سيتبعه تغيير في قيمة جتا θ وبالتالي تتغير قيمة (Φ) .
- 4) بالنظر إلى تقارب خطوط المجال المغناطيسي فإن الشكل (ب) كثافة خطوط المجال المغناطيسي أكبر من كثافتها في الشكل (أ) فالمجال المغناطيسي في الشكل (ب) أكبر منه في الشكل (أ). أما التدفق المغناطيسي فمن مفهوم التدفق فإن عدد خطوط المجال في الشكلين متساوي وعليه فإن التدفق متساوي.

قانون فارادي

س: يعبر عن قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي رياضياً بالعلاقة التالية :

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

أجب عما يلي:

- 1- عبر بالكلمات عن قانون فارادي؟
- 2- ما هي وحدة قياس كل من Φ , \mathcal{E} ؟
- 3- على ماذا تعتمد \mathcal{E} وهل تعتمد على كل من الدارة أو الملف؟
- 4- على ماذا تدل الإشارة السالبة (-) في العلاقة السابقة؟

الحل:

- 1- أن متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة تتناسب طردياً مع المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الدارة الكهربائية.
- 2- يقاس بوحدة وبيبر أو تسلا.م² وتقاس القوة الدافعة بوحدة فولت .
- 3- تعتمد على كل من:
 - ✓ عدد اللفات
 - ✓ المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي .

ولا تعتمد على شكل الدارة أو الملف .

- 4- تدل الإشارة السالبة على أن التيار الحثي المتولد في الموصل أو الملف يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه وهذا ما يسمى بقانون لنز.

- ❖ حركة مؤشر الغلفانوميتر تدل على مرور تيار كهربائي في الملف فقط اثناء حركة المغناطيس بالنسبة للملف أو حركة الملف بالنسبة الى المغناطيس وبالتالي يتغير التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف ويتغير التيار بتغير اتجاه الحركة.
- ❖ عند انعدام التيار يبقى التدفق المغناطيسي ثابت وبالتالي ينحرف مؤشر الغلفانوميتر بحيث يكون اكبر بزيادة سرعة الحركة من حيث تقرب أو الإبعاد وزيادة عدد اللفات.
- ❖ التيار الحثي: هو التيار المتولد في الملف نتيجة التغير في التدفق المغناطيسي عبره.
- ❖ ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي: ظاهرة توليد التيار الحثي بسبب تغير التدفق المغناطيسي عبر ملف.

مثال (1)

يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٢, ٠ تسلا) عمودياً في مستوى لفات ملف لولبي عدد لفاته (٥٠٠ لفة) ومساحة اللفة الواحدة (١٠٠ سم^٢)، احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولدة عندما:

- ١- ينعدم المجال المغناطيسي في أثناء فترة زمنية = ٠,١ ث.
- ٢- ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي في أثناء فترة زمنية = ٠,١ ث.

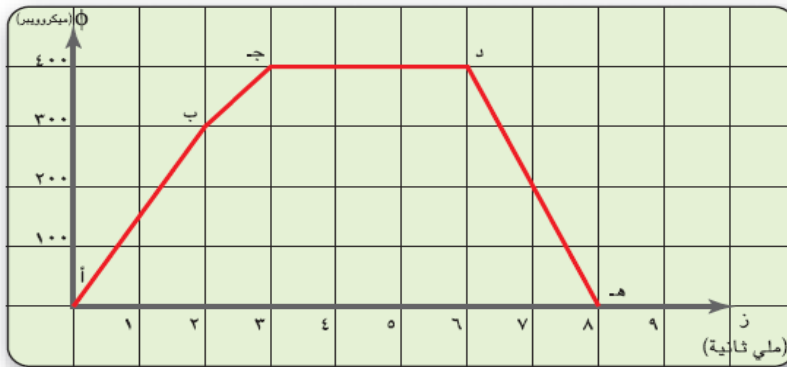
الحل:

$$\begin{aligned} \text{نحسب التدفق بداية من المعادلة } \phi = \mu_0 n I A \Rightarrow \phi = 4\pi \times 10^{-7} \times 210 \times 0,2 = 0,002 \text{ ويبر} \\ \text{١- عندما ينعدم المجال، فإن: } \phi = 0 \text{ صفرًا} \Rightarrow \Delta \phi = \phi_1 - \phi_2 = 0,002 - 0 \text{ ويبر} \\ \text{لحساب } \mathcal{E} \text{ نطبق قانون فارادي } \mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \Rightarrow \mathcal{E} = -10 \times \frac{0,002}{0,1} = -0,2 \text{ فولت.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{٢- عندما ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي، فإن } \phi = -0,002 \text{ ويبر} \\ \Delta \phi = \phi_1 - \phi_2 = -0,002 - 0,002 = -0,004 \text{ ويبر} \\ \text{بالتعويض في قانون فارادي } \mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -10 \times \frac{-0,004}{0,1} = 0,4 \text{ فولت.} \end{aligned}$$

مثال (2)

يتغير التدفق المغناطيسي خلال ملف عدد لفاته (١٠٠٠ لفة)، حسب المنحنى البياني الموضح في الشكل مستعيناً بالرسم:



- ١- احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة في كل مرحلة من مراحل تغير التدفق.
- ٢- ارسم خطاً بيانياً يوضح العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية الحثية والزمن.

الحل:

$$\begin{aligned} \text{١- في المرحلة (أ) } \mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -10 \times \frac{300 - 0}{0,002} = -150000 \text{ فولت} \\ \text{ميل الخط البياني} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{300 - 0}{0,002} = 150000 \text{ ويبر/ث} \\ \mathcal{E} = -N \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = -10 \times 150000 = -1500000 \text{ فولت.} \end{aligned}$$

المرحلة (ب ← ج):

$$\text{ميل الخط البياني} = \frac{\phi \Delta}{z \Delta} = \frac{300 - 400}{0,001} = 10^{-1} \times 0,1 = 0,1 \text{ ويبر/ث.}$$

$$\Leftarrow \text{قَر} = 0,1 \times 1000 = 100 \text{ فولت.}$$

$$\text{المرحلة (ج ← د): ميل الخط البياني} = \frac{\phi \Delta}{z \Delta} = \text{صفر} \Rightarrow \text{قَر} = \text{صفرًا.}$$

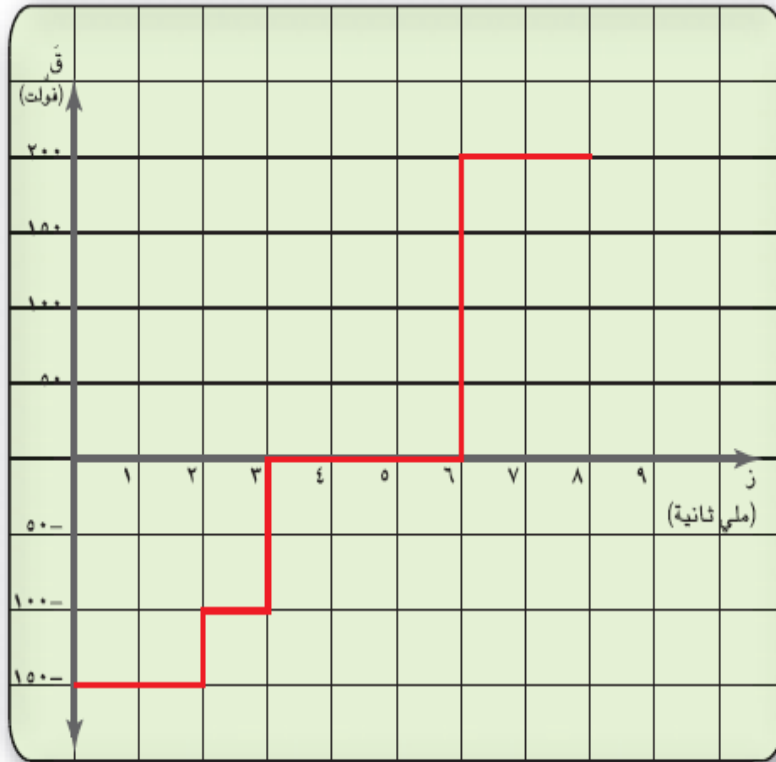
$$\text{المرحلة (د ← هـ): ميل الخط البياني} = \frac{\phi \Delta}{z \Delta} = \frac{\text{صفر} - 400}{0,002} = 10^{-1} \times 0,2 = 0,2 \text{ ويبر/ث.}$$

$$\Leftarrow \text{قَر} = 0,2 \times 1000 = 200 \text{ فولت.}$$

$$= 200 \text{ فولت.}$$

٢- من الحسابات السابقة نرسم العلاقة (قَر، الزمن)، حيث تكون قيمة (قَر) ثابتة لكل فترة زمنية،

كما في الشكل



مثال (3)

عُمر ملف عدد لفاته (٥٠٠٠) لفة في مجال مغناطيسي منتظم، كما في الشكل (٦-٦/أ)، فكان التدفق المغناطيسي عبره (٠,٦) ويبر، احسب:

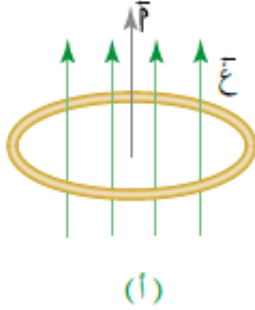
١ متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في الملف عندما ينعكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر فيه خلال (٠,٢) ثانية.

٢ متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في الملف إذا تلاشى المجال المغناطيسي خلال (٠,١) ثانية.

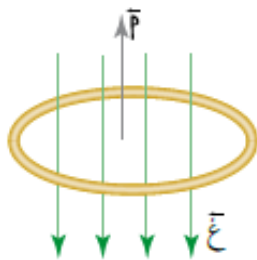
٣ المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي عندما يصبح متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية (-١٠٠٠) فولت.

الحل:

١ لاحظ الشكل (٦-٦/أ) والشكل (٦-٦/ب)، إن خطوط المجال المغناطيسي كانت تخترق سطح الملف خارجة منه، ولما انعكس اتجاه المجال المغناطيسي أصبحت خطوط المجال المغناطيسي داخلية فيه، وبهذا فإن التدفق المغناطيسي الذي كان يعبر الملف (٠,٦ = Φ) ويبر، أصبح (٠,٦ = - Φ) ويبر، أي أن متجه المساحة أصبح بعكس اتجاه المجال المغناطيسي، لذا فإن:



(أ)



(ب)

الشكل (٦-٦): مثال (٢-٦).

$$\Phi_1 - \Phi_2 = \Delta\Phi$$

$$0,6 - (-0,6) = 1,2 \text{ ويبر}$$

$$Q_1 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \times N = \frac{1,2 \times 5000}{0,2}$$

$$Q_1 = 30000 \text{ فولت}$$

$$\Phi_2 = 0 \text{ صفر} = 0,6 - 0,6 \text{ ويبر}$$

$$Q_2 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \times N = \frac{0,6 \times 5000}{0,1}$$

$$Q_2 = 30000 \text{ فولت}$$

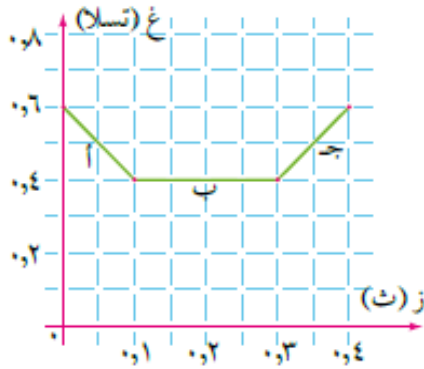
$$\frac{Q_3}{N} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$0,2 \text{ ويبر/ث} = \frac{1000 - 0}{5000} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

مثال (4)

عند تحريك مغناطيس داخل ملف، يتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف بالنسبة إلى الزمن وفق الرسم البياني في الشكل (٦-٧). إذا علمت أن عدد لفات الملف (٢٠٠٠) لفة، ومساحة مقطع اللفة الواحدة (٨٠) سم^٢، واتجاه المجال المغناطيسي يوازي متجه المساحة، فأجب عن الأسئلة الآتية:

- ١ احسب التغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف في الفترات الزمنية (أ، ب، ج).
- ٢ احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف في الفترات الزمنية (أ، ب، ج).
- ٣ مثل بيانيًا العلاقة بين متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية والزمن في كل من الفترات الزمنية (أ، ب، ج).



الشكل (٦-٧): مثال (٦-٣).

الحل:

- ١ نحسب التغير في التدفق المغناطيسي بمعرفة التغير في مقدار المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف في كل فترة.

الفترة (أ)

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$= \Phi_2 \cos \theta - \Phi_1 \cos \theta$$

$$= (\Phi_2 - \Phi_1) \cos \theta$$

$$\Delta \Phi = (\cos \theta) (\Phi_2 - \Phi_1) = (\cos \theta) (0.6 - 0.4) = 0.2 \cos \theta$$

الفترة (ب)

لا يوجد تغير في المجال المغناطيسي في الفترة الزمنية (ب)؛ لذا فإن $\Delta \Phi = 0$ صفر.

$$\Delta \Phi = 0 \text{ صفر.}$$

الفترة (ج)

$$\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

$$= \Phi_2 \cos \theta - \Phi_1 \cos \theta$$

$$= (\Phi_2 - \Phi_1) \cos \theta$$

$$\Delta \Phi = (\cos \theta) (\Phi_2 - \Phi_1) = (\cos \theta) (0.6 - 0.4) = 0.2 \cos \theta$$

٢ نحسب متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية بتطبيق قانون فارادي:

الفترة (أ)

$$Q_1 = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{3 \times 10 \times 1,6}{0,1} \times 2000 = 960000 \text{ فولت}$$

$$Q_1 = 32 \text{ فولت}$$

الفترة (ب)

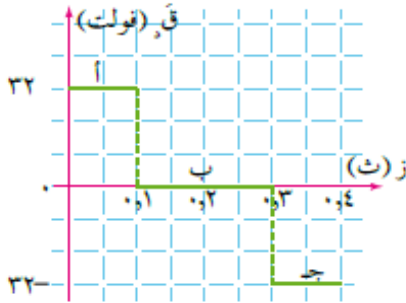
$$Q_2 = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{3 \times 10 \times 1,6}{0,2} \times 2000 = 480000 \text{ فولت}$$

$$Q_2 = 0 \text{ فولت}$$

الفترة (ج)

$$Q_3 = N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{3 \times 10 \times 1,6}{0,1} \times 2000 = 960000 \text{ فولت}$$

$$Q_3 = -32 \text{ فولت}$$



الشكل (٦-٨): التمثيل البياني للعلاقة بين متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية والزمن.

٣ التمثيل البياني: يبين الشكل (٦-٨) التمثيل

البياني للعلاقة بين متوسط القوة الدافعة

الكهربية الحثية والزمن في كل من الفترات

الزمنية (أ، ب، ج).

مراجعة (٦-٢)

١ اذكر نص قانون فارادي في الحث الكهربي مغناطيسي.

٢ وضع مغناطيس مقابل ملف على سطح مستو، ثم حركاً معاً بحيث بقيا في المستوى نفسه في

أثناء حركتهما، وبقي البعد بينهما ثابتاً. هل تتولد في الملف قوة دافعة كهربية حثية؟ لماذا؟

٣ ملف عدد لفاته (ن) لفة، ومساحة اللفة الواحدة (P) سم² مغمور في مجال مغناطيسي منتظم

مقداره (غ) تسلا مواز لمتجه المساحة. إذا زاد المجال المغناطيسي عبر الملف إلى ضعف ما كان

عليه في الفترة الزمنية (Δز) ثانية، فما متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في الملف؟

(1) ينص قانون فارادي على أن: القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في ملف تتناسب طرديًا مع المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي الذي يخترقه.
(2) لا تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية؛ لأن المجال المغناطيسي لم يتغير وعليه لم يحدث تغير في التدفق المغناطيسي.

(3) $(\Phi = 1 \text{ غ أ جتا } \theta)$ $(\Phi = 2 \text{ غ أ جتا } \theta)$ وبالتالي يكون متوسط القوة الدافعة

الكهربائية الحثية:

$$ق_{د1} = - \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$$

$$ق_{د2} = - \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t}$$

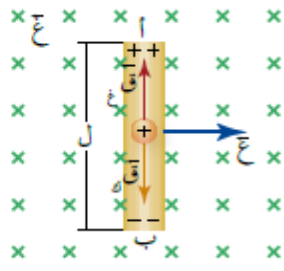
$$ق_{د} = - \frac{\Delta \Phi_2 - \Delta \Phi_1}{\Delta t}$$

$$ق_{د} = - \frac{\Delta \Phi_2}{\Delta t}$$

القوة الدافعة الكهربائية الحثية

عند غمر

موصل مستقيم طوله (ل) في مجال مغناطيسي منتظم (\vec{B}) اتجاهه نحو المحور الزيني السالب، ويسحب بسرعة ثابتة (\vec{v}) باتجاه محور السينات الموجب كما في الشكل (٦-٩) بتأثير قوة خارجية، فإن الشحنات الموجبة (q_+) الموجودة في الموصل ستتأثر بقوة مغناطيسية ($q_+ \vec{v} \times \vec{B}$)، اتجاهها عمودي على اتجاه كل من (\vec{v}) و(\vec{B})؛ ما يجعل هذه الشحنات تتحرك داخل الموصل من (ب) إلى (أ) وفقًا لقاعدة اليد اليمنى، فتتراكم الشحنات الموجبة عند الطرف (أ)، وعند الطرف (ب) للموصل تتراكم الشحنات السالبة، وتبعًا لذلك ينشأ مجال كهربائي (\vec{E}) داخل الموصل يؤثر في الشحنات الموجبة بقوة كهربائية باتجاه محور الصادات السالب؛ أي بعكس اتجاه القوة المغناطيسية، وباستمرار حركة الموصل يستمر تراكم الشحنات الكهربائية على طرفي الموصل؛ ما يزيد المجال



الشكل (٦-٩): حركة موصل مستقيم بسرعة ثابتة في مجال مغناطيسي منتظم بتأثير قوة خارجية.

الكهربائي، ومن ثم تزداد القوة الكهربائية، وهكذا حتى تتساوى القوة المغناطيسية باتجاه محور الصادات الموجب مع القوة الكهربائية باتجاه محور الصادات السالب كما هو موضح في الشكل (٦-٩).

نتيجة لذلك يتولد فرق جهد كهربائي بين طرفي الموصل؛ ما يعني نشوء قوة دافعة كهربائية حثية (Induced electromotive force). عند انتقال الشحنة

الكهربائية الموجبة من الطرف (ب) إلى الطرف (أ) للموصل فإن القوة المغناطيسية تبذل عليها شغلاً، وبما أن الشغل = القوة. الإزاحة، فإن الشغل الذي تبذله القوة المغناطيسية يعطى بالعلاقة الرياضية:

$$ش = (س هـ ع غ) \times ل \times جتا صفر$$

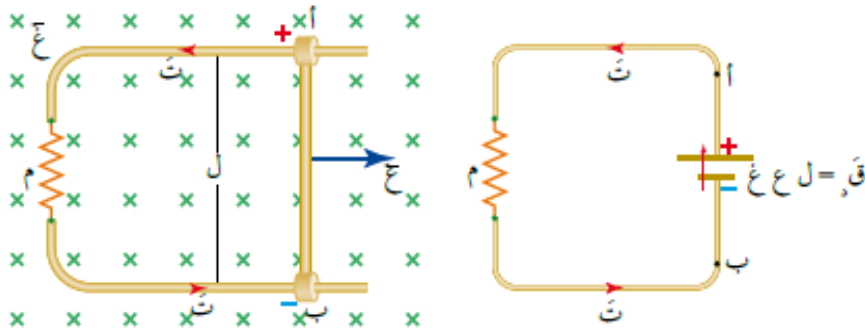
وبقسمة الطرفين على (س هـ) وبمعرفة أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة (ق ح) = $\frac{ش}{س هـ}$ ، فإن:

$$ق ح = ل ع غ$$

وإذا كان الموصل (ل) جزءاً من مسار مغلق وموصول بمقاومة (م)، فإن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة تصبح مصدراً للطاقة الكهربائية، فيمر عبر مقاومة الدارة تيار كهربائي حثي كما في الشكل (٦-١٠)، ويمكن حساب التيار الحثي من العلاقة الرياضية الآتية: $ق ح = \frac{ق ح}{م}$

$$ق ح = \frac{ل ع غ}{م}$$

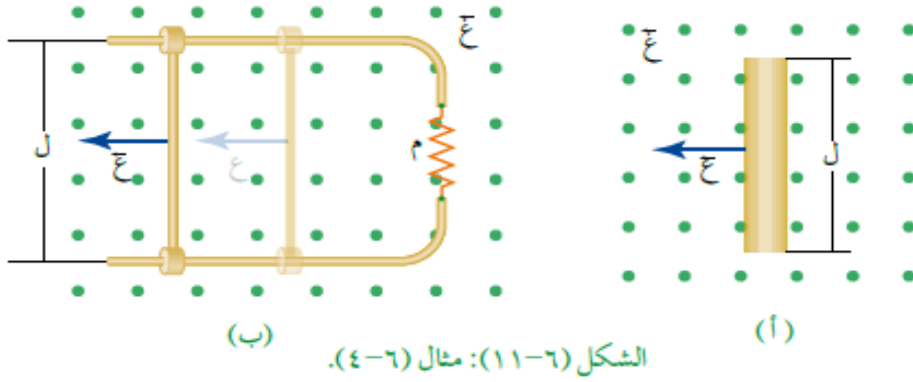
كيف نحدد اتجاه التيار الحثي في الدارة الكهربائية في الشكل (٦-١٠)؟ بما أن الطرف (أ) اكتسب شحنة موجبة، والطرف (ب) اكتسب شحنة سالبة، فإن اتجاه التيار عبر الدارة في المسار المغلق من الطرف الموجب إلى الطرف السالب؛ أي بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة.



الشكل (٦-١٠): القوة الدافعة الكهربائية الحثية واتجاه التيار الحثي.

(1) مثال

يوضح الشكل (٦-١١/أ) 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:



الشكل (٦-١١): مثال (٦-٤). (ب)

- ١ احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الموصل.
- ٢ احسب التيار الكهربائي الحثي المار في الموصل إذا كان جزءًا من دائرة كهربائية مقاومتها (٨,٠) أوم كما في الشكل (٦-١١/ب).
- ٣ هل يتغير متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية إذا كان طول الموصل موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي؟ وضح إجابتك.

الحل:

١ نحسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية في موصل مستقيم من العلاقة:

$$ق_3 = l \cdot v \cdot B$$

$$ق_3 = 2 \times 0,8 \times 0,4 = 0,64 \text{ فولت}$$

$$٢ \quad ت_3 = \frac{ق_3}{R}$$

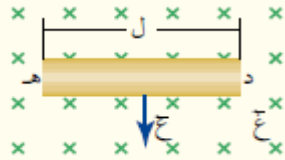
$$ت_3 = \frac{0,64}{0,8} = 0,8 \text{ أمبير}$$

- ٣ نعم يصبح صفرًا، لأن الموصل في هذه الحالة لا يقطع خطوط المجال المغناطيسي فلا يحدث أي تغير في التدفق المغناطيسي عبره، أي أن (ق₃ = صفر).

مراجعة (٦-٣)

١) عندما يتحرك موصل مستقيم بسرعة محددة في مجال مغناطيسي منتظم، قد تتولد في الملف قوة دافعة كهربائية حثية وقد لا تتولد. وضح كيف يتم ذلك.

٢) ما العوامل التي يعتمد عليها متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في موصل مستقيم يتحرك في مجال مغناطيسي منتظم، موضِّحًا العلاقة بين متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة وكل عامل من تلك العوامل.



٣) يتحرك موصل مستقيم في مجال مغناطيسي منتظم كما هو موضح في الشكل (٦-١٢)، 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.
 ب) حدد اتجاه المجال الكهربائي داخل الموصل.

الشكل (٦-١٢): سؤال (٣).

1) إذا تحرك الموصل في مجال مغناطيسي وكان طولُه موازيًا لاتجاه المجال

المغناطيسي فإن متوسط القوة الدافعة سيكون صفرًا وذلك لعدم قطع خطوط المجال المغناطيسي أما في حالة كان طول الموصل عمودي على اتجاه المجال فستتولد فيه قوة دافعة حثية تولد تيارًا حثيًا يسري فيه عندما يكون جزء من ملف في دارة مغلقة.

2) تعتمد القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في موصل يتحرك في مجال

مغناطيسي على كل من:

- طول الموصل حيث تتناسب Q طرديًا مع الطول.

- سرعة حركة الموصل في المجال المغناطيسي حيث تتناسب Q طرديًا مع السرعة.

- جيب تمام الزاوية المحصورة بين متجه المساحة والمجال المغناطيسي حيث تتناسب Q طرديًا مع θ .

3) أ) الطرف (د) يكون موجبًا لذلك فهو أعلى جهدًا من الطرف هـ.

ب) من القطب الموجب إلى القطب السالب. أي من الطرف (د) إلى الطرف (هـ).

قانون لنز

س: على ماذا ينص قانون لنز؟
 ✓ اتجاه التيار الحثي في ملف يكون بحيث ينتج مه مجال مغناطيسي حثي يقاوم التغيير في التدفق المغناطيسي الذي كان سببا في توليدها .

س: ما أهمية قانون لنز؟
 تكمن أهمية قانون لنز في تحديد اتجاه التيار الحثي :
 1- إذا كان التغيير في التدفق موجبا تكون القوة الدافعة سالبة فيتولد تيار حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي معاكس للمجال الأصلي يعمل على إنقاص التدفق المغناطيسي عبر الدارة ..لماذا؟
 لمقاومة الزيادة في التدفق ولأن الطاقة محفوظة .



حالات الزيادة :

تقريب مغناطيس, دخول ملف منطقة مجال مغناطيسي, اغلاق مفتاح دارة , زيادة تيار الدارة , نقصان مقاومة الدارة

2- إذا كان التغيير في التدفق سالبا تكون القوة الدافعة موجبة فيتولد تيار حثي ينشأ عنه مجال مغناطيسي حثي مشابه للمجال الأصلي يعمل على زيادة التدفق المغناطيسي عبر الدارة ..لماذا؟
 لمقاومة النقصان في التدفق ولأن الطاقة محفوظة.

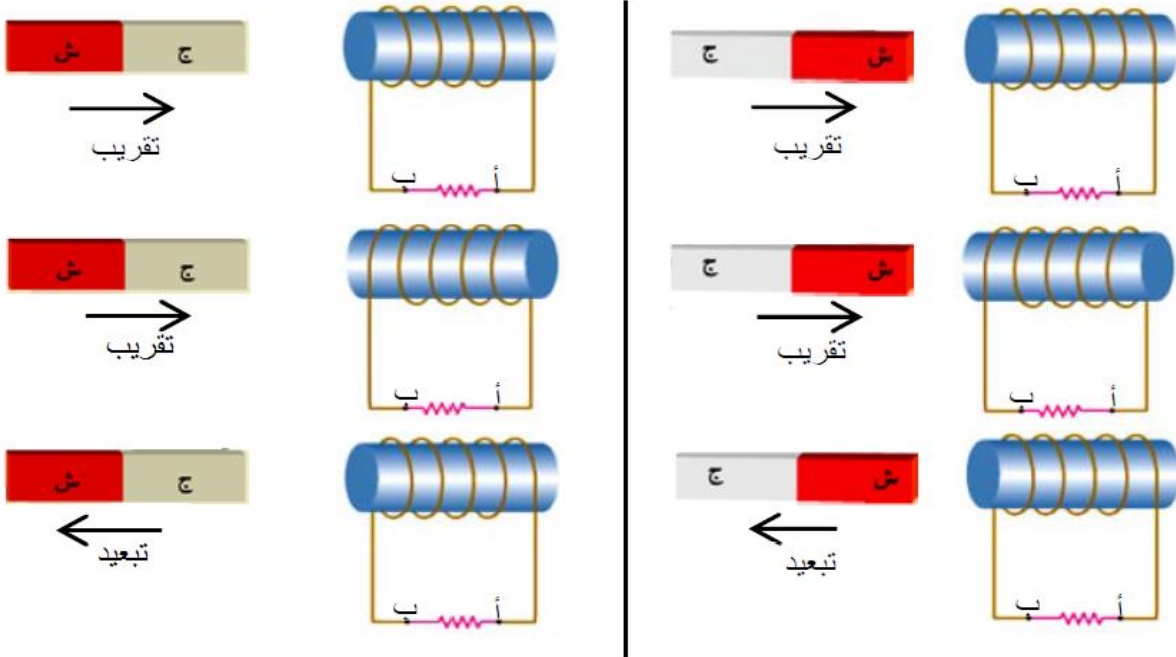


حالات النقصان:

ابتعاد مغناطيس, خروج ملف منطقة مجال مغناطيسي, فتح مفتاح دارة , نقصان تيار الدارة , زيادة مقاومة الدارة

اصنع لنفسك تحد مع الحياة ...
 وجدد التحدي كل يوم لكي تصل لمرادك...

مثال (1) حدد اتجاه التيار الحثي في المقاومة المتصلة بملف لولبي في كل من الحالات التالية:

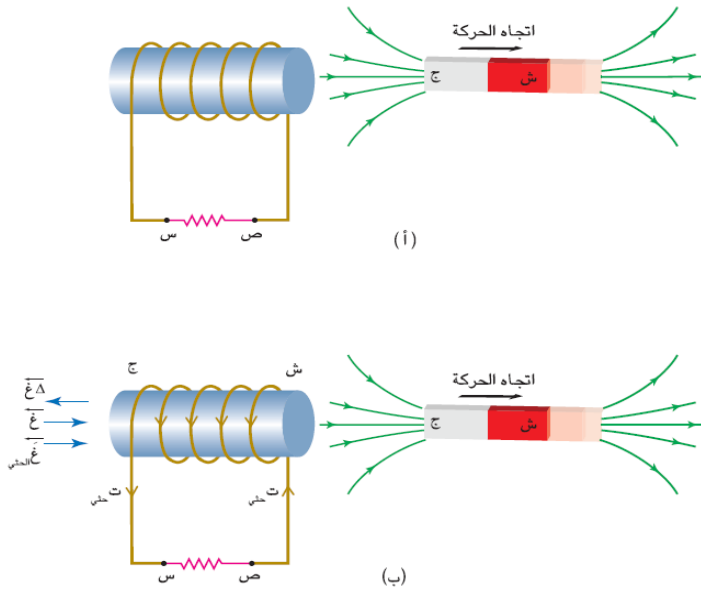


مثال (2)

حدد اتجاه التيار الحثي في المقاومة المتصلة بملف لولبي في الشكل عندما يبتعد القطب الجنوبي للمغناطيس عنه، مع بيان السبب.

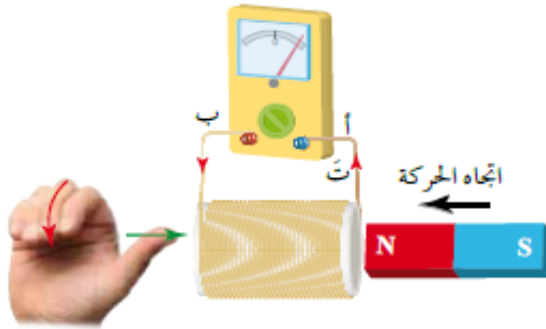
الحل

عند ابتعاد القطب الجنوبي للمغناطيس عن الملف، يقل التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف فيسري فيه تيار حثي، يتولد عنه مجال مغناطيسي باتجاه المجال المغناطيسي الذي سببه؛ ليقاوم النقص في التدفق. وتبعاً لقاعدة قبضة اليد اليمنى



لتحديد أقطاب الملف اللولبي يكون اتجاه التيار الحثي في المقاومة من (س) إلى (ص)، كما في الشكل ويبدو كذلك اتجاه المجال المغناطيسي (غ) الذي يخترق الملف نحو اليمين وذلك تبعاً للمجال المغناطيسي المؤثر، فيكون اتجاه التغيير في المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف نحو اليسار وذلك نتيجة لابتعاد المغناطيس عنه، فيكون اتجاه المجال المغناطيسي الحثي (غ الحثي) عكس اتجاه (Δ غ) ليقاوم النقص في التدفق المغناطيسي الذي يخترق الملف.

مثال(3)



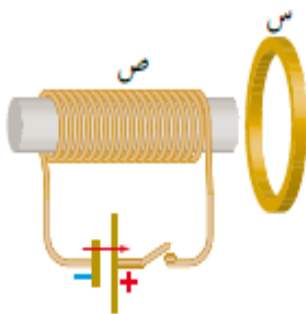
حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في لفات الملف نتيجة حركة المغناطيس بالاتجاه الموضح في الشكل (٦-١٤).

الحل:

الشكل (٦-١٤): مثال (٦-٥).

لاحظ حركة المغناطيس بالنسبة إلى الملف، فأتثناء اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس من الملف يزداد التدفق المغناطيسي عبره، ووفقاً لقانون لنز فإن قوة دافعة كهربائية حثية تنشأ في الملف تولد تياراً حثياً ينتج منه مجال مغناطيسي حثي اتجاهه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي المسبب للتغير في التدفق المغناطيسي يقاوم الزيادة فيه، ما يجعل طرف الملف المقابل للقطب الشمالي للمغناطيس قطباً مغناطيسياً شمالياً. وباستخدام قاعدة اليد اليمنى، يشير الإبهام إلى اتجاه المجال المغناطيسي داخل الملف، وتشير باقي الأصابع إلى اتجاه التيار الحثي في لفات الملف على النحو المبين في الشكل (٦-١٤) أي من النقطة (أ) إلى النقطة (ب) عبر الغلفانوميتر.

مثال(4):



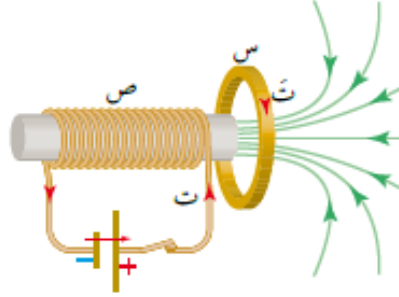
حدد اتجاه التيار الحثي المتولد في لفات الملف الدائري لحظة إغلاق المفتاح في دائرة المغناطيس الكهربائي (ص) كما في الشكل (٦-١٥/أ).

الشكل (٦-١٥/أ): مثال (٦-٦).

الحل:

لحظة إغلاق مفتاح دائرة المغناطيس الكهربائي (ص) يتولد في لفاته تيار كهربائي في الاتجاه المبين، وينتج منه مجال مغناطيسي يخترق الملف (س)، فيزداد التدفق المغناطيسي داخل الملف (س)، ووفق قانون لنز تنشأ قوة دافعة كهربائية حثية في الملف (س) تولد تياراً حثياً ينتج منه مجال مغناطيسي حثي يعاكس اتجاه المجال المغناطيسي المسبب للتغير في التدفق المغناطيسي، بحيث

يقاوم الزيادة فيه ما يجعل طرف الملف (س) المقابل للقطب الجنوبي للمغناطيس الكهربي قطبًا مغناطيسيًا جنوبيًا. وتطبيق قاعدة اليد اليمنى، يشير الإبهام إلى اتجاه المجال المغناطيسي وتشير باقي الأصابع إلى اتجاه التيار الحثي في الملف حيث يكون مع اتجاه دوران عقارب الساعة عند النظر للملف الدائري من اليسار كما في الشكل (٦-١٥/ب).



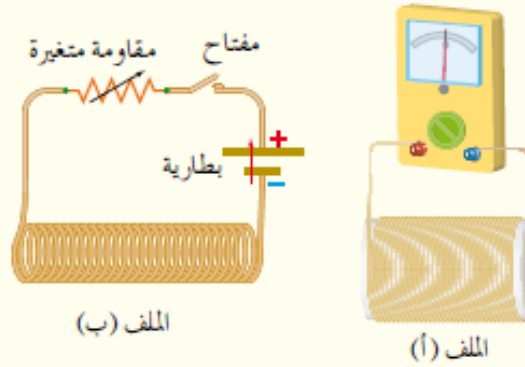
الشكل (٦-١٥/ب): مثال (٦-٦).

مراجعة (٦-٤)

١ اذكر نص قانون لنز، وبين أهميته؟

٢ حدد نوع كل من القطبين المتقابلين، واتجاه التيار الحثي في الملف (أ) في الشكل (٦-١٦) في

الحالات الآتية:



الشكل (٦-١٦): سؤال (٢).

أ لحظة إغلاق دائرة الملف (ب).

ب في أثناء زيادة المقاومة المتغيرة في دائرة الملف (ب).

ج في أثناء إدخال قلب حديد في الملف (ب).

٣ إذا حرّكت مغناطيس داخل ملف، فستشعر بمقاومة لهذه الحركة. لماذا تكون هذه المقاومة أكبر في ملف عدد لفاته أكبر؟

1) قانون لنز ينص على أن اتجاه التيار الحثي في الملف يكون بحيث ينتج عنه

مجال مغناطيسي حثي يقاوم التغير في التدفق المغناطيسي المسبب له.

وتكمن أهميته أنه يحدد العلاقة بين اتجاهي المجال المغناطيسي الحثي والمجال المغناطيسي المسبب له، أي أنه يحدد اتجاه المجال المغناطيسي الحثي في الملف فنحدد اتجاه التيار الحثي فيه.

2) 1. الملف (أ) جنوبي والملف (ب) جنوبي، واتجاه التيار الحثي عبر اللفات عند النظر إليها من الأمام نحو الأسفل.

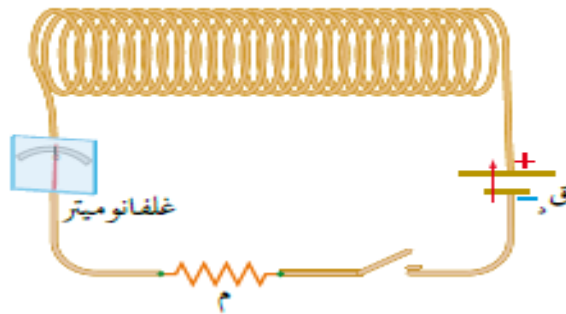
2. الملف (أ) شمالي والملف (ب) جنوبي، واتجاه التيار الحثي عبر اللفات عند النظر إليها من الأمام نحو الأعلى.

3. الملف (أ) جنوبي والملف (ب) جنوبي، واتجاه التيار الحثي عبر اللفات عند النظر إليها من الأمام نحو الأسفل.

3) عندما تدفع المغناطيس داخل الملف يتولد في الملف تيار كهربائي حثي ينتج عنه مجال مغناطيسي في اتجاه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس المندفعة فتتولد قوة تنافر مغناطيسي بينهما تعيق تقدم المغناطيس باتجاه الملف.

وكما زاد عدد لفات الملف يزداد المجال المغناطيسي المتولد فتزداد قوة التنافر بينهما.

الحث الذاتي



نلاحظ من خلال الشكل السابق تركيب دائرة كهربائية تحوي ملفا وتوصيلها مع غلفانوميتر
الحالات التالية :

أولاً: لحظة اغلاق الدارة الكهربائية يلاحظ من حركة مؤشر الغلفانوميتر أن التيار الكهربائي لا يصل لحظياً من الصفر الى قيمته العظمى على سبيل المثال (لو تم ايصال مصباح في هذه الدارة وراقبته لرأيت أن شدة اضاءته تبدأ قليلاً ثم تزداد ثم تثبت عندما يصل التيار الى قيمته العظمى ويعزى ذلك الى ظاهرة الحث الذاتي) أي أن المجال المغناطيسي الناتج من تيار كهربائي الذي يمر في ملف لولبي يزيد التدفق المغناطيسي فتنشأ قوة دافعة حثية ذاتية حسب قانون لنز لتقاوم الزيادة في التيار تسمى قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية .

ثانياً: لحظة فتح الدارة فإن التيار في الدارة لا يصل لحظياً الى الصفر (على سبيل المثال لو راقبت مصباح مضيء في الدارة فإن شدة اضاءته تتناقص حتى تختفي بعد مدة زمنية بسبب تناقص المجال المغناطيسي الناتج من التيار تدريجياً في المحث فيسبب تناقص في التدفق المغناطيسي عبره وتنشأ فيه قوة دافعة حثية ذاتية وفقاً لقانون لنز تقاوم النقصان في التيار تسمى قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية طردية.

ظاهرة الحث الذاتي : عبارة عن تولد قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية في ملف بسبب تغير التدفق المغناطيسي من الملف ذاته .

ويمكن تمثيل علاقة التيار الكهربائي المار في دائرة تحوي مث مع الزمن بيانياً كما في الشكل



وقد وجد عملياً أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تتناسب طردياً مع معدل التغير في التيار للدائرة ويعبر عنه رياضياً :

$$ق_{ح} = - ح \frac{دت}{دز}$$

حيث (ح) ثابت يعتمد على شكل الدارة وأبعادها الهندسية ويسمى بمعامل الحث الذاتي للدائرة أو المحاثة .

تقاس وحدة المحاثة (فولت . ث/أمبير) = هنري
معامل الحث الذاتي للملف أو محاثة المحث : هو النسبة بين القوة الدافعة الحثية المتولدة فيه والمعدل الزمني لتغير التيار.

هنري: محاثة محث تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها فولت واحد عندما يتغير التيار فيه بمعدل أمبير واحد في الثانية .

س: على ماذا تدل الإشارة السالبة في العلاقة السابقة للقوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية.
 ❖ تعني إن القوة الدافعة الحثية تنشأ بحيث تقاوم التغير في التدفق المغناطيسي المسبب له في الدارة حسب قانون لنز.

اثبات#

وقد أثبت التجارب أن التغير في التدفق المغناطيسي الناشئ في لفة واحدة من المحث ($\Delta\Phi$)

يتناسب طردياً مع التغير في التيار الكهربائي المسبب له (ΔI) أي أن: $\Delta\Phi \propto \Delta I$

$$\Delta\Phi = \text{ثابت} \times \Delta I$$

ويسمى الثابت في الطرف الأيسر محاثة المحث، ويرمز له بالرمز (ح)، أي أن:

$$\Delta\Phi = \text{ح} \times \Delta I$$

ولعدد (ن) من لفات المحث، يكون التغير في التدفق المغناطيسي الناتج من اللفات جميعها:

$$\Delta\Phi_{\text{ن}} = \text{ح} \times \Delta I$$

وبقسمة الطرفين على الفترة الزمنية (Δt) التي حصل فيها التغير في التدفق نجد أن:

$$\frac{\Delta\Phi_{\text{ن}}}{\Delta t} = \text{ح} \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

يمثل الطرف الأيمن سالب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية من قانون فارادي، وبما أنها

متولدة في المحث فإنها تمثل متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية (\mathcal{E}) الذي يمكن حسابه

من العلاقة الرياضية الآتية:

$$\mathcal{E} = -\text{ح} \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

س: وضح المقصود بـ: 5 هنري .
 هو محاثة محث تتولد فيه قوة دافعة حثية مقدارها 5 فولت عندما يتغير التيار فيه بمعدل (1 أمبير /ث).

#اثبات

ما مقدار محاثة محثٌ لولبي طول محوره (ل)، ومساحة مقطعه (أ) وعدد لفاته (ن) لفة؟

الحل

من قانون فارادي، القوة الدافعة الكهربائية الحثية بين طرفي ملف لولبي تساوي:

$$\text{قَر} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \text{ ، وبمساواتها مع المعادلة قَر} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \text{ ينتج:}$$

$$\text{ن} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \text{ ح} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \text{ ن}$$

فإذا افترضنا أنه خلال الفترة الزمنية (Δt)، كان $\Delta \phi = \phi - \phi = \text{صفر}$.

وكذلك: $\Delta t = t - t = \text{صفر}$ ، فإن: $\text{ن} = \phi - \text{ح}$

ومن الفصل السابق، علمنا أن المجال المغناطيسي الناشئ في ملف لولبي، وبإهمال تأثيره

في الأطراف، يساوي: $\text{غ} = \frac{\mu \cdot \text{ن} \cdot \text{ح}}{ل}$ ، وبما أن: $\phi = \text{غ} \cdot \text{أ} \cdot \theta = \text{غ} \cdot \text{أ}$ ،

$$\text{ح} = \frac{\phi \cdot \text{ن}}{\text{ت}} = \frac{\mu \cdot \text{ن}^2 \cdot \text{أ}}{ل} \leftarrow$$

وتعتمد محاثة المحث (ح) على: 1- الطول (ل) 2- مساحة المقطع (أ) 3- عدد لفاته (ن) 5- النفاذية المغناطيسية لمادة قلب المحث فإذا كان هواء يرمز له (μ). ❖ تعد المحاثة ثابتة للمحث الواحد

مثال(1)

تناقص التيار في ملف من (٦ أمبير) إلى (١ أمبير) خلال (٠,١ ث). إذا كانت القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتوسطة الناتجة تساوي (٢٠٠ فولت)، فاحسب محاثة المحث في هذه الحالة.

الحل

$$\text{نحسب أولاً } \frac{\Delta \phi}{\Delta t} : \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\text{ت} - \text{ت}}{\text{ز} - \text{ز}} = \frac{١ - ٦}{٠,١} = -٥٠ \text{ أمبير / ث}$$

وبالتعويض في معادلة، قَر = $\frac{\Delta \phi}{\Delta t} \text{ ح} = -٢٠٠ = \text{ح} \times (-٥٠) \Rightarrow \text{ح} = ٤ \text{ هنري}$.

مثال (2)

محث محاثته (٠,٤) هنري وعدد لفاته (٢٠٠) لفه، أغلقت دارته فاستغرق التيار زمناً مقداره (٠,٠٤) ثانية للوصول إلى قيمته العظمى، وخلال هذه المدة الزمنية تولدت قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية عكسية مقدارها (٢) فولت.

١ احسب القيمة العظمى للتيار الذي يمر فيه.

٢ المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي خلال تلك المدة.

الحل:

$$١ \text{ ق د عكسية} = - \text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}}$$

$$٢- = - \text{ح} \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ز}} \times ٠,٤$$

(لاحظ أن متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية العكسية تكون إشارتها سالبة)

$$\Delta \text{ت} = \frac{٢}{٠,٤} = ٥ \text{ أمبير}$$

$$\Delta \text{ت} = \text{ت} - \text{ت}_٠$$

$$٥ = \text{ت} - ٠ \Rightarrow \text{ت} = ٥ \text{ أمبير}$$

$$٢ \text{ ق د} = - \text{ن} \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}}$$

$$\frac{\text{ق د}}{\text{ن}} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}}$$

$$\frac{٥}{٢٠٠} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta \text{ز}} \Rightarrow \Delta \Phi = - ٠,٠٢٥ \text{ وبيير/ث}$$

مثال (3)

يتغير التيار الكهربائي في دائرة محث محاثته (٠,٢) هنري من لحظة غلق دارته حتى تلاشي التيار

فيها بعد فتح الدارة وفق المنحنى في الشكل

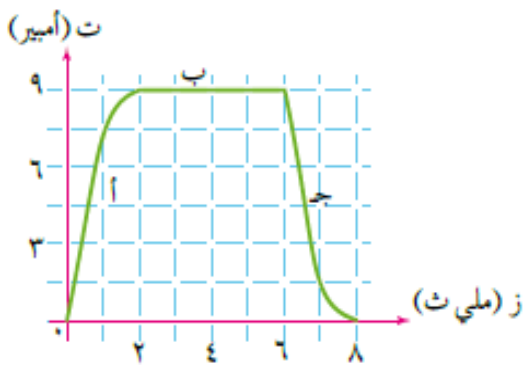
(٦-٢٤). مستعيناً بالشكل أجب عن الأسئلة

الآتية:

١ ماذا تمثل كل فترة من الفترات (أ، ب، ج)؟

٢ احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية

الذاتية المتولدة في كل من الفترات (أ، ب، ج).



١٠٠ ١١٠ ١٢٠ ١٣٠ ١٤٠ ١٥٠ ١٦٠ ١٧٠ ١٨٠ ١٩٠ ٢٠٠

الحل:

١ الفترة (أ) تمثل مرحلة نمو التيار، والفترة (ب) تمثل مرحلة ثبات التيار، بينما الفترة (ج) تمثل مرحلة تلاشي التيار.

٢ نحسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الذاتية المتولدة في المحث بتطبيق العلاقة:

$$ق_3 = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \times ح$$

الفترة (أ)

$$ق_3 = - \frac{(0 - 9)}{(0 - 3 - 1.0 \times 2)} \times 0,2 =$$

$$ق_3 = - 900 \text{ فولت}$$

الفترة (ب)

$$ق_3 = - \frac{(9 - 9)}{(3 - 1.0 \times 2 - 3 - 1.0 \times 6)} \times 0,2 = \text{صفر}$$

الفترة (ج)

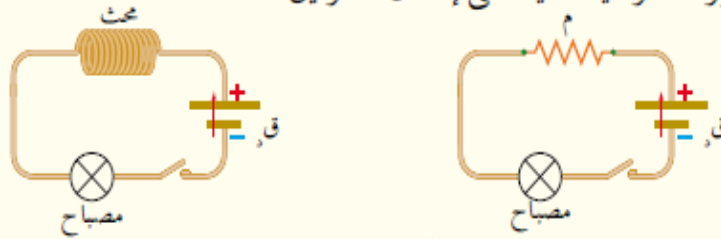
$$ق_3 = - \frac{(9 - 0)}{(3 - 1.0 \times 6 - 3 - 1.0 \times 8)} \times 0,2 =$$

$$ق_3 = 900 \text{ فولت}$$

مراجعة (٦-٥)

١) ماذا نعني بقولنا إن محاثة محث تساوي (٢) هنري؟

٢) بين الشكل (٦-٢٠) دارتين كهربائيتين، اعتماداً على مكونات كل دائرة، صف إضاءة المصباح في كل من الدارتين، مفسراً إجابتك، في الحالات الآتية:
 أ) لحظة إغلاق الدارتين.
 ب) بعد مرور مدة زمنية كافية على إغلاق الدارتين.



الشكل (٦-٢٠): سؤال (٢).

٣) فسر: عدم وصول التيار إلى قيمته العظمى فور إغلاق الدارة التي تحوي محثاً، وعدم تلاشيه لحظياً فور فتحها.



٤) لديك ملفان لولبيان متماثلان، لفات أحدهما لفت

حول قلب من الحديد، انظر الشكل (٦-٢١)، بين

أثر نوع مادة القلب في مقدار محاثة المحث علماً بأن

($\mu_{\text{الحديد}} = 5000 \mu_0$) تقريباً.



الشكل (٦-٢١): سؤال (٤).

٥) بين الشكل (٦-٢٢) تمثيلاً بيانياً لتغير التيار الكهربائي بالنسبة إلى الزمن في دارتين تحوي كل منهما محثاً، بين أثر محاثة المحث في المعدل الزمني لتغير التيار فيه.



(٢)

(١)

الشكل (٦-٢٢): سؤال (٥).

(1) أي تتولد بين طرفي المحث قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية مقدارها (2) فولت عندما يكون المعدل الزمني لتغير التيار المار فيه 1 أمبير/ث.

(2) (أ) لحظة إغلاق الدارة يضيء مصباح دارة المقاومة بشكل لحظي أما مصباح الدارة التي تحتوي على المحث فإن إضاءة المصباح تكون خافتة جدًا بسبب ظاهرة الحث الذاتي.

(ب) بعد مرور مدة زمنية كافية على إغلاق الدارتين تتساوى إضاءة المصباحين لأن التغير في التدفق عبر المحث يصبح صفرًا فتندم ظاهرة الحث الذاتي.

(3) يعزى ذلك إلى ظاهرة الحث الذاتي؛ إذ إن المجال المغناطيسي الناتج عن التيار الكهربائي الذي يمر في الملف اللولبي يزيد التدفق المغناطيسي عبر الملف اللولبي، فتنشأ قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية في الملف تقاوم الزيادة في التيار لحظة إغلاق الدارة، وعند فتح الدارة ينقص المجال المغناطيسي الناتج عن التيار تدريجيًا، فيسبب تناقصًا في التدفق المغناطيسي عبر المحث، وتنشأ قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية في المحث تقاوم النقصان في التدفق المغناطيسي الناشئ عن تناقص التيار فيه.

(4) تحسب محاثة المحث من العلاقة الآتية:

$$ح = \frac{\mu \times \pi \times r^2 \times N^2}{l} \quad \text{و لكل مادة نفاذية مغناطيسية } (\mu) \text{ خاصة بها. وكلما زاد}$$

مقدار (μ) يزداد مقدار المحاثة (ح). وحيث أن نفاذية الحديد المغناطيسية أكبر

من نفاذية الهواء ($\mu_{\text{الحديد}} = 5000\mu_0$)، فإن المحاثة تكون أكبر في حالة وجود

قلب الحديد.

(5) في الشكل الأيمن محاثة المحث = 2 ملي هنري فاستغرق التيار (20 ثانية) للوصول إلى قيمته العظمى، لكن عندما نقصت المحاثة إلى نصف قيمتها (كما في الشكل الأيسر) استغرق التيار نصف المدة الزمنية (10 ثانية) للوصول إلى قيمته العظمى، وهذا ينسجم مع العلاقة:

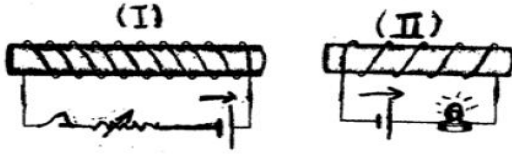
$$ح = \frac{\mu \times \pi \times r^2 \times N^2}{l}$$

أسئلة وزارية :

مثال (1) شتوي 2007

- ب) يعبر عن قانون فارادي في الحث الكهرومغناطيسي رياضياً بالعلاقة : $\text{ق د} = - \text{ن} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ (٥ علامات)
- أجب عما يأتي : (١) عبّر بالكلمات عن قانون فارادي.
- (٢) ما وحدة قياس كل من : $(\Delta \Phi, \text{ق د})$ ؟
- (٣) على ماذا تدل الإشارة (-) في العلاقة السابقة ؟

- ج) وضح مع التعليل ما يحدث لإضاءة المصباح في الدارة (II) ، وذلك عند انقاص المقاومة المتغيرة في الدارة (I) تدريجياً وهي مغلقة.



١- القوة الدافعة الكهربائية تتغير بتغير

في التدفق المغناطيسي بالنسبة للزمن بصرفنا عن عدد اللفات

٢- $\Delta \Phi \leftarrow$ ديار أو (تساوي) (١)

ق د \leftarrow فولت (١)

٣- الإشارة السالبة تعني أن القوة الدافعة الكهربائية الحثية تتجه بحيث تقاوم التغير في التدفق المغناطيسي الذي كان سبباً في توليدها.

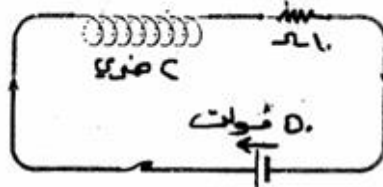
ج) تزداد إضاءة المصباح ^(١) بعد انقاص المقاومة المتغيرة في الدارة I يزداد التيار الكلي في الدارة ^(٢) ويتولد التدفق المغناطيسي الذي يعبر عن القوة الدافعة الحثية في الدارة II حيث يتولد تيار حثي يعاكس هذه الزيادة فتولد مجالاً مغناطيسياً يعطونه

التريب من الملف (١) هبوطاً وبذلك تكون اتجاه التيار الحثي باتجاه التيار الأصلي في الملف

مثال (2) شتوي 2008

- ج- اعتماداً على البيانات المبينة على الشكل، وإذا كانت القوة الدافعة الحثية المتولدة في المحث في لحظة ما تساوي (-٣٠) فولت.

(١٠ علامات)



أولاً : احسب عند تلك اللحظة :

(١) معدل نمو تيار الدارة.

(٢) معدل التغير في التدفق خلال الملف، إذا كان عدد لفاته (١٠٠) لفة.

ثانياً : ماذا تعني الإشارة السالبة في القوة الدافعة الحثية المتولدة في المحث ؟

$$\text{د - ١ - فرد} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \leftarrow \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

ت - ١٥ - ١٥ - ١٥ - ١٥

$$\text{٣ - فرد} = \text{د} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

٣ - ٣ - ٣ - ٣ - ٣ - ٣

ثانياً: نضي ان الزيادة في التناقص يجب ان تليها زيادة في المتدنية، مما يؤدي الى تولد قوة دافعة تعاكس تواليار

١ - علامة

مثال (3) شتوي 2009

ب- ملف لولبي مكون من (10^3) لفة ومساحة مقطع العرضي (1×10^{-2}) م وطوله $(4 \times \pi \times 10^{-2})$ م
 مغنور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره $(0,2)$ تسلا باتجاه عمودي على مستواه، فإذا عكس اتجاه المجال
 المغناطيسي خلال $(0,1)$ ث فاحسب :
 (٩ علامات)
 (١) محاذة الملف.

(٢) القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف أثناء تغير المجال المغناطيسي.
 (٣) معدل نمو التيار في الملف أثناء عكس اتجاه المجال المغناطيسي.

$$\text{١ - ١ - ١} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

$$\text{١ - ١ - ١} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

$$\text{١ - ١ - ١} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

$$\text{١ - ١ - ١} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

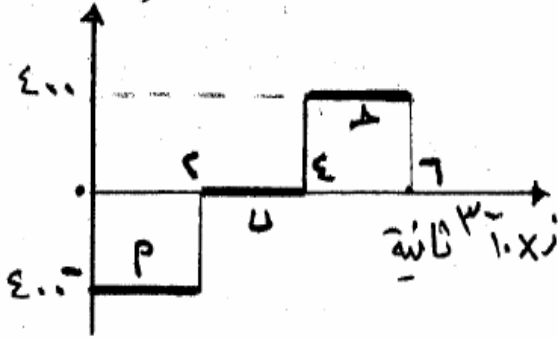
$$\text{١ - ١ - ١} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

$$\text{١ - ١ - ١} = \text{ج} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ب} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{ع} = \frac{\Delta \text{ت}}{\Delta \text{ر}} \text{د} \quad \text{١}$$

مثال (4) صيفي 2009

أ) يُمثل الرسم البياني المجاور العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية الحثية والزمن، لملف دائري عدد لفاته (10) لفة مستواه يتغير باستمرار من وضع يكون فيه مواز لخطوط المجال المغناطيسي إلى وضع يكون مستواه عمودي على خطوط المجال المغناطيسي.

وتنزل (12 علامة)



مستعيناً بالقيم المثبتة على الرسم أجب عما يلي :

(1) احسب التغير في التدفق المغناطيسي

في كل مرحلة من المراحل (أ، ب، ج).

(2) ارسم خطأ بيانياً يوضح العلاقة

بين التغير في التدفق المغناطيسي والزمن.

السؤال الرابع: 12 علامة

5

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

5

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

5

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

1

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

1

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

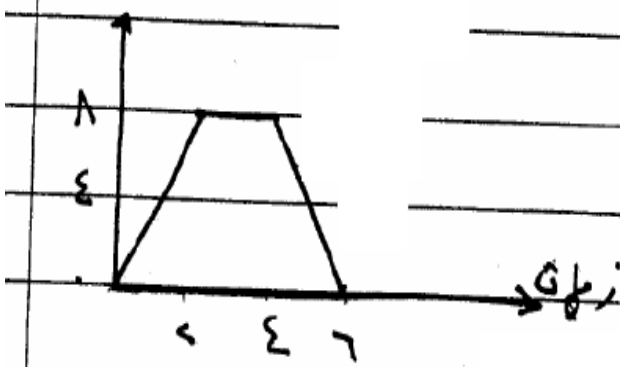
5

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

1

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt} = \frac{d(\int \vec{J} \cdot \vec{A})}{dt}$$

ميكرو متر



علامة 1 للماور

علامة 1 للماور البياني

مثال (5) شتوي 2010

ب) يؤثر مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٤) تسلا على ملف مكون من (٦٠٠) لفة، مساحة اللفة الواحدة (١٢ × ١٠) 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 صفراً. احسب متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف أثناء تلك الفترة الزمنية. (٧ علامات)

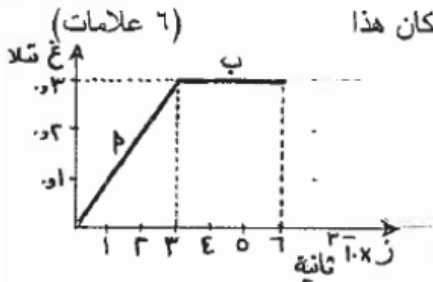
$$\begin{aligned} \Delta \Phi &= \Phi_2 - \Phi_1 \\ \Delta \Phi &= P \cos \theta_2 - P \cos \theta_1 \\ \Delta \Phi &= (12 \times 10) \cos 0 - (12 \times 10) \cos 60 \\ \Delta \Phi &= 120 - 60 = 60 \text{ Wb} \\ \text{وإذن } \mathcal{E} &= \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{60}{0.1} = 600 \text{ فولت} \end{aligned}$$

مثال (6) شتوي 2011

ب) يمثل الرسم البياني المجاور تغير مجال مغناطيسي بالنسبة للزمن. إذا كان هذا المجال يخترق ملفاً عدد لفاته (٦٠٠) لفة ومساحة اللفة الواحدة (٢ × ١٠) م^٢ بحيث يكون مستوي الملف عمودي على المجال. احسب:

(١) التغير في التدفق المغناطيسي عبر الملف في المرحلتين (أ، ب)

(٢) القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولدة في المرحلتين (أ، ب)

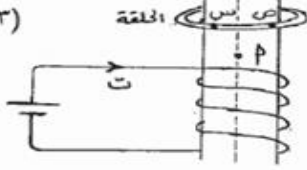


$$\begin{aligned} \Delta \Phi &= \Phi_2 - \Phi_1 \\ \Delta \Phi &= P \cos \theta_2 - P \cos \theta_1 \\ \Delta \Phi &= (2 \times 10) \cos 0 - (2 \times 10) \cos 0 \\ \Delta \Phi &= 20 - 20 = 0 \text{ Wb} \\ \text{وإذن } \mathcal{E} &= \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{0}{3-0} = 0 \text{ فولت} \end{aligned}$$

مثال (7) صيفي 2011

ب) أسقطت حلقة فلزية وهي في وضع أفقي باتجاه محور ملف لولبي كما هو مبين في الشكل، أجب عما يأتي:

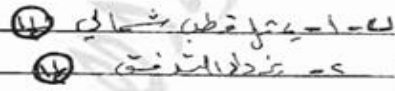
(3 علامات)



(1) ما القطب المغناطيسي الذي يمثله الرمز (P) ؟

(2) كيف يتغير التدفق المغناطيسي المتولد في الحلقة

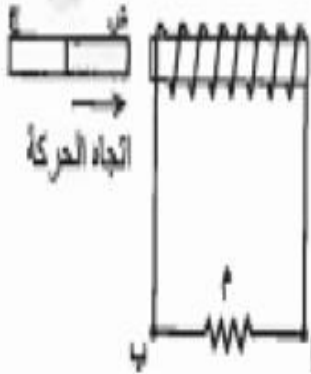
عبر الجزء القريب من الناظر (س ص)؟



مثال (8) شتوي 2013

(6 علامات)

ج) عند تقريب مغناطيس من ملف كما في الشكل، حدد كل من:



(1) أقطاب الملف.

(2) اتجاه التيار الحثي في المقاومة (د) مفسراً سبب تولد التيار الحثي.

ص - 1 - الطرف القريب من المغناطيس شمالياً والعيد جنوبياً

2 - اتجاه التيار الحثي في المقاومة م يكون من $P \leftarrow N$

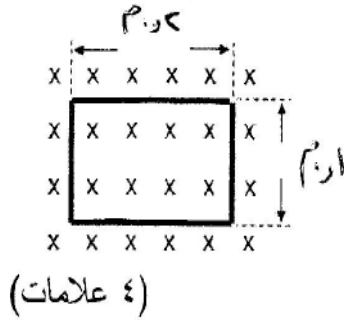
عند اقتراب القطب الشمالي للمغناطيس من الملف

يزداد التدفق المغناطيسي الذي يمر به الملف فيسري

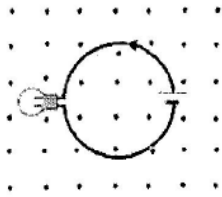
فيه تيار حثي يتولد عنه مجال مغناطيسي يعاكس المجال المغناطيسي

الذي سببه ليقادم الزيادة في التدفق المغناطيسي

مثال (9)



ملف مستطيل الشكل عدد لفاته (١٠) لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٠,٢) تسلا عمودياً على مستواه كما في الشكل المجاور. احسب القوة الدافعة الحثية المتوسطة المتولدة في الملف عندما يدور ربع دورة بحيث يصبح مستواه موازياً لخطوط المجال في زمن قدره (٠,٢) ثانية.



(٤ علامات)

مصباح مضيء يتصل مع حلقة دائرية مغمورة في مجال مغناطيسي منتظم عمودياً على مستوى الحلقة كما في الشكل المجاور.

ماذا يحدث لإضاءة المصباح مفسراً إجابتك في الحالتين الآتيتين:

١- عند حركة الحلقة داخل المجال بحيث يبقى مستواها عمودياً على المجال.

٢- أثناء خروج الحلقة من منطقة المجال.

الحل:

٤- عند دوران ربع دورة يتغير التدفق المغناطيسي

١٤٤

$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$

١٤٧

$\Phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$

$\Phi = 0.2 \cdot 0.2 \cdot \cos 90^\circ = 0$

$\Phi = 0.2 \cdot 0.2 \cdot \cos 0^\circ = 0.08$

$\Delta \Phi = 0.08 - 0 = 0.08$

$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{0.08}{0.2} = 0.4$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{0.4}{10} = 0.04$

عند ذلك إذا لم يجب إضاءة المصباح (٧)

١٤٥	١- لا تتغير اضاءة المصباح ، لأن الدفعة ثابتة
١٤٩	٢- تردد الاضاءة ، لأنه يقل الدفع الذي يحفز الحثية فيؤدي الى اضعاف التيار المقدم للتيار في الدفعة حثية قانون لenz تنبئ باتجاه التيار الاضطراري في حثية متضبة اليه العكس

مثال (10) صيفي 2015

سؤال
ما المقصود بأن معامل الحثية الذاتية لملف يساوي (٤) هنري؟

الاجابة

معاملية حثية تتولد فيه قوة دافعة كهربية حثية ذاتية مقدارها ٤ فولت عند تغير التيار المار فيه بمعدل ١ أمبير لكل ثانية.

(٦ علامات)

د) ملف عند لفاته (١٠٠) لفة سقط من الموضع (أ) إلى الموضع (ب) محافظاً

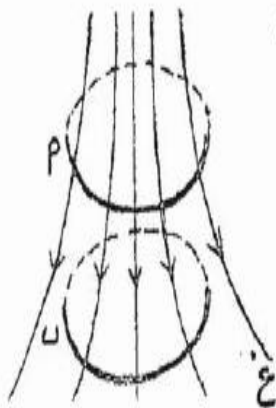
على مستواه الأفقي كما في الشكل خلال (٠,١) ثانية، فكان متوسط القوة الدافعة

الكهربائية الحثية المتولدة فيه تساوي (٠,٢) فولت، فإذا كان التدفق المغناطيسي

عند الموضع (أ) يساوي (5×10^{-6}) ويبر ، احسب:

١- التدفق المغناطيسي عند الموضع (ب).

٢- فسر تولد القوة الدافعة الكهربائية الحثية في الملف.

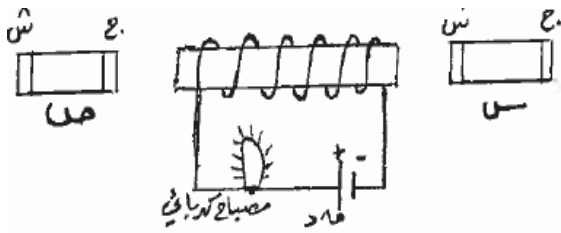


$$\Phi = \frac{N \cdot I \cdot \mu_0 \mu_r}{l} \Rightarrow \frac{1 \times 3 \times 10^{-3}}{0.1} = \frac{1 \times 2 \times 10^{-3}}{0.1} \Rightarrow \frac{3}{1} = \frac{2}{1} \Rightarrow 3 = 2$$

$$\Phi = 1 \times 3 \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3} \text{ و } \Phi = 1 \times 2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3}$$

عند تحريك الملف نحو الدائرة المغناطيسية الذي
 كثرت فيه القوة دافعة حثية (ع) او يتغير لتيار
 او يتغير المجال المغناطيسي

مثال (11) شتوي 2016



(أ) يبين الشكل المجاور ملف لولبي موصول ببطارية ومصباح كهربائي، ويوجد على جانبيه وبنفس البعد عنه مغناطيسين متماثلين (س، ص). بين مع التفسير ماذا يحدث لإضاءة المصباح في الحالات الآتية:

- 1) إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة نحو الملف.
- 2) إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة بعيداً عن الملف.
- 3) إذا تحرك المغناطيسان بنفس اللحظة وبنفس السرعة بحيث (س) مقرباً و(ص) مبتعداً عن الملف.

(6 علامات)

الحل:

1- لنقل (ع) زيادة الحثية / يصح طرف الملف اقرب منه (ص)

2- لنقل (س) زيادة الحثية / يصح طرف الملف اقرب منه (ص)

3- لنقل (ص) زيادة الحثية / يصح طرف الملف اقرب منه (ص)

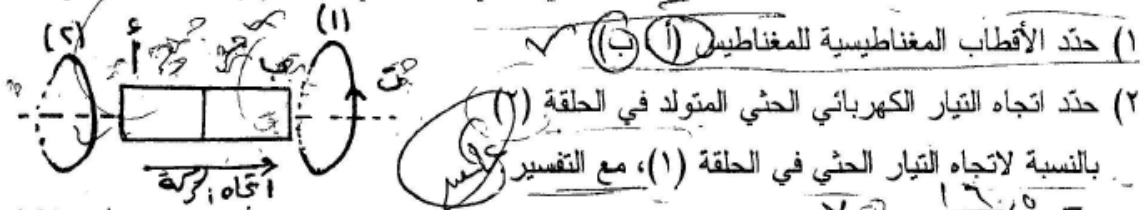
4- لنقل (ع) زيادة الحثية / يصح طرف الملف اقرب منه (ص)

5- لنقل (س) زيادة الحثية / يصح طرف الملف اقرب منه (ص)

6- لنقل (ع) زيادة الحثية / يصح طرف الملف اقرب منه (ص)

مثال (12) صيفي 2016

أ) يبين الشكل المجاور مغناطيس (أ ب) يتحرك نحو اليمين بين حلقتي فلزيتين (1)، (2) متوازيتين وعلى الخط الواصل بين مركزيهما. اعتماداً على اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في الحلقة (1)، أجب عما يأتي:



(4 علامات)

د) يؤثر مجال مغناطيسي منتظم عمودياً على مستوى ملف مربع الشكل طول ضلعه (6 سم) وعدد لفاته (400) لفة، فإذا كانت القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتوسطة المتولدة في الملف عندما يدور إلى وضع يكون فيه مستواه موازياً لخطوط المجال خلال (0,2) ثانية تساوي (36) فولت، احسب مقدار المجال المغناطيسي المنتظم. (4 علامات)

الحل:

1- أ (جنوبي)

2- اتجاه التيار في الحلقة 2



والسبب في ذلك انه عند ابتعاد المغناطيس عن الحلقة 2 فإن التدفق المغناطيسي عبر الحلقة يقل فتتولد قوة دافعة حثية والتيار حثي ينتج عنه مجال مغناطيسي بنفس اتجاه المجال المؤثر لمقاومة النقص في التدفق. (حسب قاعدة لينز)

$$\Phi \Delta = \text{غ أ} \Delta \text{ جتا } (\theta)$$

لكن $\Phi \Delta$ غير موجودة نجدها من قانون فاراداي

$$\text{ق د} = - \text{ن} \times \frac{\Phi \Delta}{\Delta z} = -36 = -400 \times \frac{\Phi \Delta}{0,2}$$

$$-10 \times 18 = -400 \times 6 \times (\text{جتا } 0 - \text{جتا } 90)$$

$$\text{غ} = 0,5 \text{ تسلا}$$

مثال (13) شتوي 2017

أ) ملف لولبي طوله $(2 \times \pi \times 10^{-2})$ م، ومساحة مقطعه العرضي (2×10^{-3}) م²، ومحاطته (4) هنري مغمور في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (0.4) تسلا باتجاه عمودي على مستواه، فإذا تلاشى المجال المغناطيسي خلال (0.1) ثانية، احسب :

1- عدد لفات الملف.

2- القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في الملف خلال فترة تلاشي المجال.

معدل نمو التيار الكهربائي في الملف خلال فترة تلاشي التيار.

① $P \cdot \mu = \epsilon$

② $\frac{d\phi}{dt} = \epsilon$

③ $\frac{d(4\pi \times 10^{-7} \times N^2 \times 2 \times 10^{-3})}{dt} = 0.4$

④ $4\pi \times 10^{-7} \times N^2 \times 2 \times 10^{-3} = 0.4 \times 0.1$

⑤ $N^2 = \frac{0.4 \times 0.1}{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-3}}$

⑥ $N = \sqrt{\frac{0.4 \times 0.1}{4\pi \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-3}}}$

⑦ $N = 100$

⑧ $\epsilon = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(4\pi \times 10^{-7} \times N^2 \times 2 \times 10^{-3})}{dt}$

⑨ $\epsilon = \frac{d(4\pi \times 10^{-7} \times 100^2 \times 2 \times 10^{-3})}{dt}$

⑩ $\epsilon = \frac{d(4\pi \times 10^{-7} \times 10000 \times 2 \times 10^{-3})}{dt}$

⑪ $\epsilon = \frac{d(8\pi \times 10^{-3})}{dt}$

⑫ $\epsilon = \frac{8\pi \times 10^{-3}}{0.1}$

⑬ $\epsilon = 8\pi \times 10^{-2}$

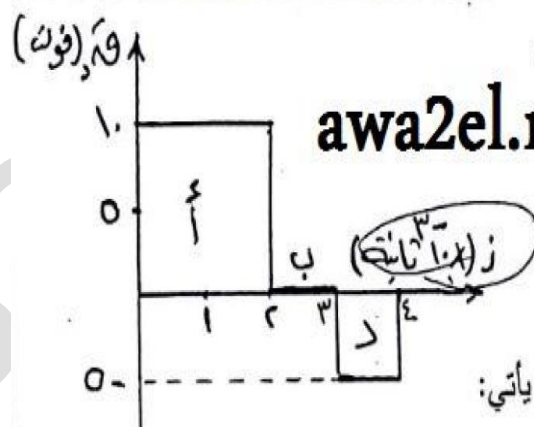
⑭ $\epsilon = 0.2512$

مثال (14) صيفي 2017

أ) عند مرور تيار كهربائي في ملف لولبي تولدت قوة دافعة كهربية حثية بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور. اذكر حالتين تصف فيهما التيار المار في الملف ليسبب القوة الدافعة الكهربية الحثية الذاتية فيه.

ب) ملف دائري عدد لفاته (100) لفة مغمور في مجال مغناطيسي. يمثل الشكل المجاور العلاقة البيانية بين القوة الدافعة الكهربية الحثية (ق.د) المتولدة في الملف والزمن. اعتمادًا على البيانات المثبتة على الشكل، أجب عما يأتي:

أ) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي خلال المرحلة (أ).
 ب) في أي من المراحل الثلاث (أ، ب، د) كان التدفق المغناطيسي متزايدًا؟ ولماذا؟



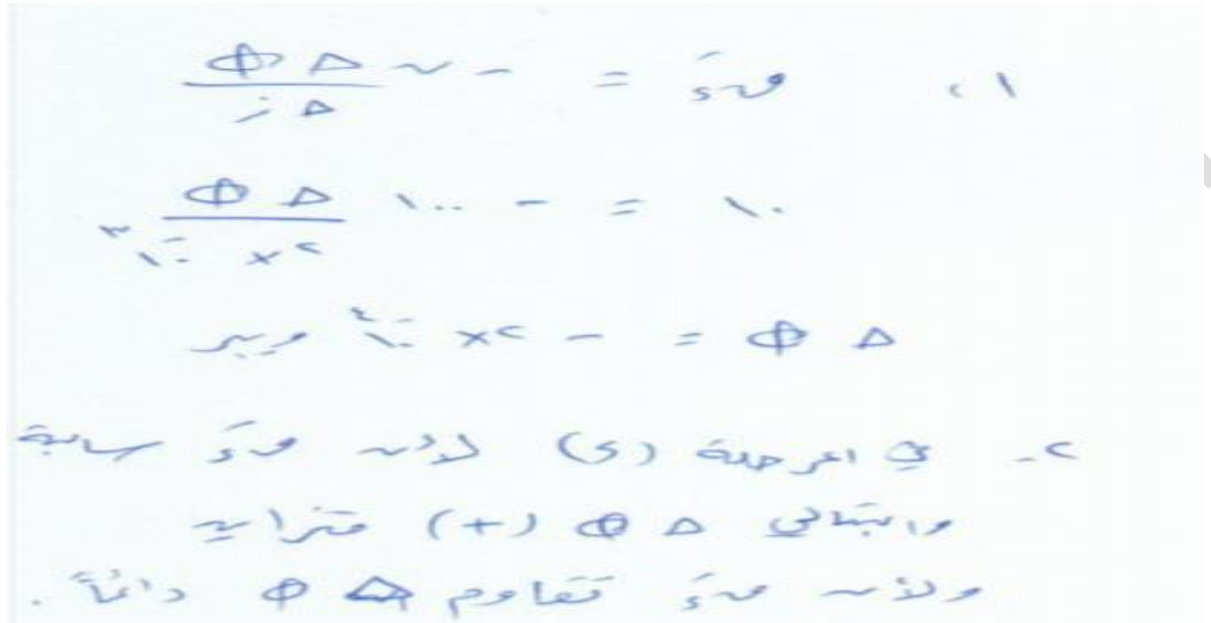
الزمن. اعتمادًا على البيانات المثبتة على الشكل، أجب عما يأتي:

أ) احسب مقدار التغير في التدفق المغناطيسي خلال المرحلة (أ).
 ب) في أي من المراحل الثلاث (أ، ب، د) كان التدفق المغناطيسي متزايدًا؟ ولماذا؟

(4 علامات)

الإجابة :

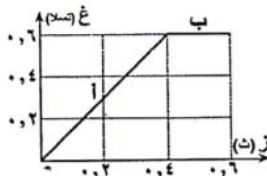
1. عند مرور تيار نحو اليمين في المحث و متناقص
2. عند مرور تيار نحو اليسار في المحث و متزايد



مثال (15) شتوي 2018

(أ) محث مكون من (٤٠٠) لفة، معامل الحث الذاتي له (٠,٢) هنري، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٠,٥) أمبير، فإذا تناقص التيار الكهربائي حتى انقطع خلال (٠,٠٨) ثانية، احسب:

- (١) مقدار التغير في التدفق المغناطيسي عبر المحث.
- (٢) متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في المحث.

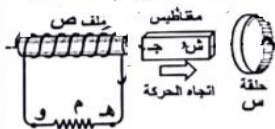


(١١ علامة)

(أ) عند تحريك مغناطيس داخل ملف، يتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق الملف بالنسبة إلى الزمن وفق الرسم البياني المجاور، إذا علمت أن عدد لفات الملف (١٠٠٠) لفة ومساحة مقطع اللفة الواحدة (١٠^{-٣} م^٢)، واتجاه المجال المغناطيسي يوازي متجه المساحة، أجب عما يأتي:

- (١) احسب متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في الملف في الفترتين الزمنيتين (أ، ب).
- (٢) مثل بيانياً العلاقة بين متوسط القوة الدافعة الكهربية الحثية والزمن في الفترتين الزمنيتين (أ، ب).

(١) عند تحريك المغناطيس المستقيم بالاتجاه المبين في الشكل المجاور، فإن اتجاه التيار الحثي المتولد في



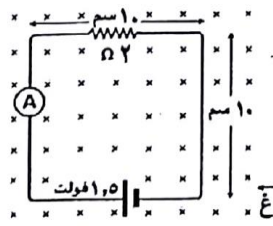
الحلقة (س) والملف (ص) على الترتيب، عند النظر إلى الحلقة من اليمين:
 مع عقارب الساعة، من ه إلى و ■ عكس عقارب الساعة، من ه إلى و
 مع عقارب الساعة، من و إلى ه ■ عكس عقارب الساعة، من و إلى ه

(ج) محث محاثته (٥) هنري، وعدد لفاته (٤٠٠) لفة، أغلقت دارته وبعد (٠,٢) ثانية وصل التيار إلى قيمته العظمى، وكان المعدل الزمني للتغير في التدفق المغناطيسي عبر المحث (٠,٠٨) وبيبر/ث، احسب التغير في التيار الكهربائي في هذه المدة الزمنية.

(٥ علامات)

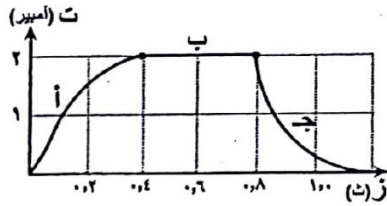
مثال (16) صيفي 2018

(13 علامة)



(ب) يبيّن الشكل المجاور دارة كهربائية بسيطة مغمورة كلياً في مجال مغناطيسي منتظم (غ)، إذا تناقص المجال المغناطيسي بمعدّل (٢٠٠) تسلا/ث، ومعتمداً على الشكل وبياناته، احسب قراءة الأميتر (A).

(8 علامات)



(ب) معتمداً على الشكل المجاور الذي يمثّل العلاقة البيانيّة بين التيار والزمن

لدارة كهربائيّة تحتوي على محثّ محادثته (٤) هنري، ومصباح وبطارية،

موصولة معاً على التوالي، أجب عن الآتي:

١- ما القيمة العظمى للتيار؟

٢- صف إضاءة المصباح في كل من الفترتين (أ) و (ب).

٤- ماذا يحدث للقوة الدافعة الكهربائيّة الحثيّة المتولّدة في المحثّ إذا أنقصت المحادثّة إلى ربع قيمتها الأصليّة؟

(ج) ملف مستطيل الشكل أبعاده (٢٠ ، ١٠) سم، يتكون من (٢٠٠) لفّة وضع بحيث يكون مستواه (٦ علامات)

عموديّاً على مجال مغناطيسي منتظم (غ). عندما يدور الملف ربع دورة خلال فترة زمنية مقدارها (٠,٢) ثانية

تتولد فيه قوة دافعة كهربائيّة حثيّة مقدارها (٠,٤) فولت. احسب مقدار المجال المغناطيسي (غ).

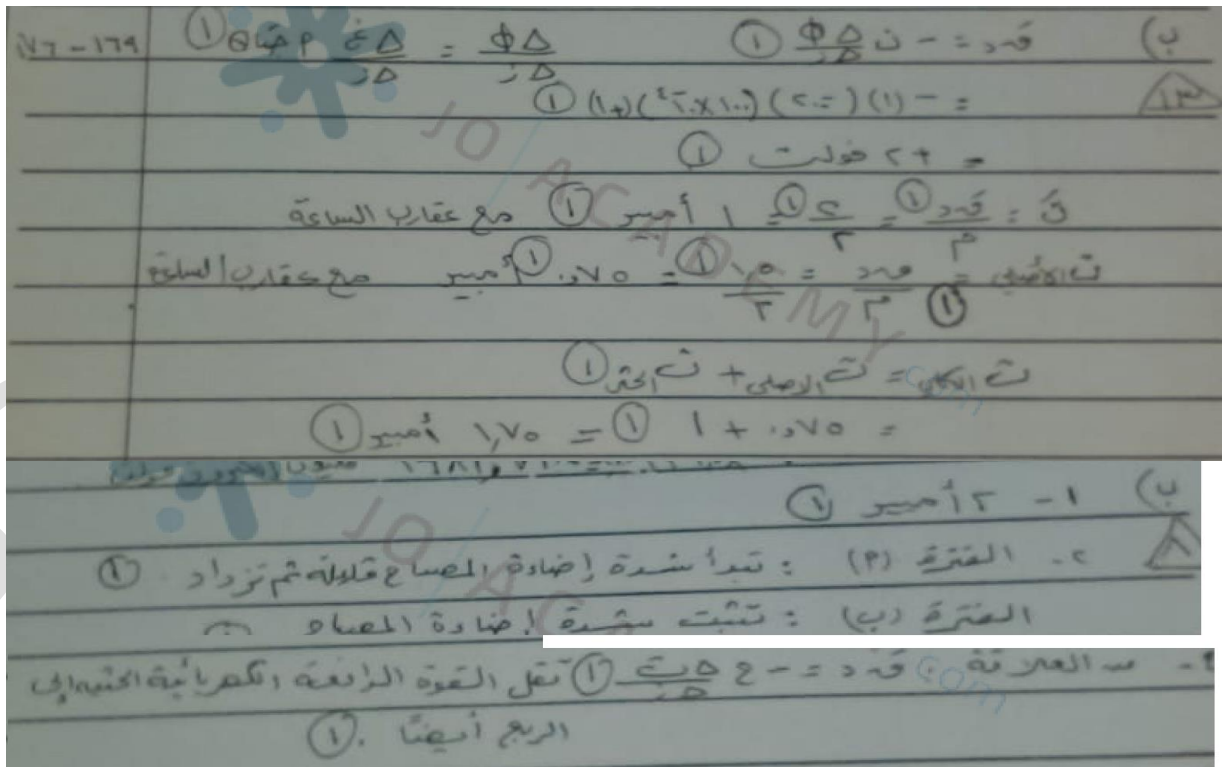
وحدة الوبير تكافئ:

■ تسلا/م^٢

■ تسلا/م

■ تسلا.م^٢

■ تسلا.متر



(ج) $0.02 = \text{غ}$ تسلا

مثال (16) شتوي 2019

ب) ملف مكون من (1×10^3) لفة، محالته (2) هنري، مساحة مقطعه (4×10^{-1}) م²، مغمور في مجال مغناطيسي منظم (0.2) تسلا عمودي على مستوى الملف. فإذا عكس اتجاه المجال المغناطيسي خلال زمن مقداره (1) ثانية، احسب:

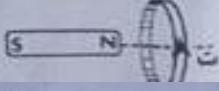
1- القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف.

2- معدل نمو التيار في الملف.

2- في أي اتجاه يتحرك المغناطيس حتى يتولد تيار حثي في الحلقة بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور؟

(+) = (ص) =

(-) = (ص) =

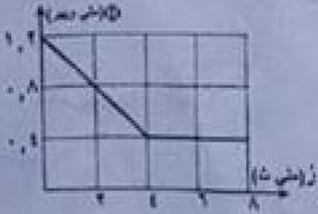


ب) يمثل الرسم البياني المجاور التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة إلى الزمن عبر ملف عدد لفاته (100) لفة ومساحة اللفة الواحدة (3×10^{-1}) م²، ومقاومته (5) Ω، إذا كان متجه المساحة للملف موازيا لاتجاه المجال المغناطيسي المسبب للتدفق، احسب:

1- أكبر قيمة للمجال المغناطيسي.

2- التيار الحثي المتولد في الملف.

بتبع الصفحة الرابعة



1) اعتمادًا على دراستك للحث الذاتي، أجب عما يأتي:

1- ما المقصود بأن محاثة المحث تساوي (3) هنري؟

2- متى يتولد في المحث قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية طردية؟

3- اذكر ثلاثة عوامل تعتمد عليها محاثة المحث.

أسئلة الفصل السادس

1 ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

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 وير

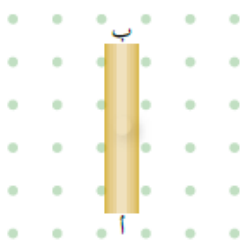
٢ لحظة فتح دارة تحتوي على محث تنشأ قوة دافعة كهربائية حثية ذاتية في الملف تكون:

أ طردية، فينمو التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.

ب عكسية، فيتلاشى التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.

ج طردية، فيتلاشى التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.

د عكسية، فينمو التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.



٣ موصل مستقيم (أب) موضوع في مجال مغناطيسي منتظم

كما في الشكل (٦-٢٦)، إذا أردنا أن يكون الطرف (أ)

أعلى جهداً 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

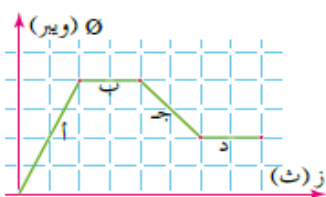
الملف تيار كهربائي حثي ينتج منه مجال مغناطيسي حثي يقاوم:

أ زيادة التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطباً مغناطيسياً شمالياً.

ب نقصان التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطباً مغناطيسياً شمالياً.

ج زيادة التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطباً مغناطيسياً جنوبياً.

د نقصان التدفق المغناطيسي؛ ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطباً مغناطيسياً جنوبياً.



الشكل (٦-٢٧): سؤال (١) فقرة (٦).

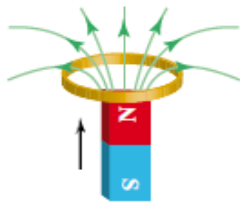
٦ مُثل التدفق المغناطيسي مع الزمن بيانياً كما في الشكل

(٦-٢٧)، لحركة مغناطيس بالنسبة إلى ملف. نستنتج من

التمثيل البياني أن قوة دافعة كهربائية حثية ستولد في أثناء:

أ الفترتين (أ) و(ب). ب الفترتين (ب) و(د).

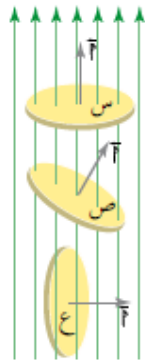
ج الفترتين (أ) و(ج). د الفترتين (ج) و(د).



الشكل (٦-٢٨): سؤال (٣).

٢ حدد اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في الحلقة المبينة في الشكل

(٦-٢٨) في أثناء اقتراب المغناطيس منها. موضحاً ذلك.



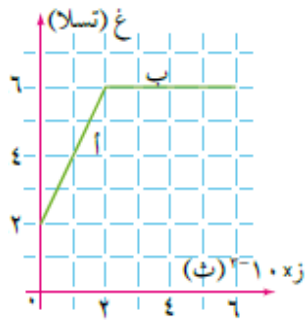
٤ ثلاثة سطوح (س، ص، ع) متماثلة، مساحة كل منها (٦، ٠) سم^٢ مغمورة في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٨، ٠) تسلا، لاحظ الشكل (٦-٢٩)، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

- أ) أي السطوح الثلاثة يكون التدفق المغناطيسي عبره أكبر؟ فسر إجابتك.
 ب) أي السطوح الثلاثة يكون التدفق المغناطيسي عبره صفرًا؟ فسر إجابتك.
 ج) احسب التدفق المغناطيسي الذي يخترق السطح (ص) إذا كانت الزاوية بين متجه المساحة واتجاه المجال المغناطيسي (٣٧°).

الشكل (٦-٢٩): سؤال (٤).

٥ موصل مستقيم طوله (٥، ٠) م، في وضع أفقي، يتحرك باتجاه المحور الصادي السالب بسرعة (٢٠) سم/ث في مجال مغناطيسي منتظم مقداره (٨، ٠) تسلا باتجاه المحور الزيني الموجب. احسب:

- أ) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه.
 ب) إذا كان الموصل جزءًا من دائرة كهربائية مغلقة مقاومتها (٢) أوم. فاحسب التيار الحثي الذي يمر فيها.



الشكل (٦-٣٠): سؤال (٦).

٦ يمثل الشكل (٦-٣٠) 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).



الشكل (٦-٣١): سؤال (٧).

٧ أسقط طالب مغناطيسًا داخل ملف كما في الشكل (٦-٣١)، 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.

٨ تغير التيار المار في دائرة محث من (٣) أمبير إلى (٧) أمبير خلال (٠,٢) ثانية. فإذا كانت محاثة المحث (٢٠) هنري، وعدد لفاته (١٠٠٠) لفة. فاحسب في أثناء المدة الزمنية التي تغير فيها التيار الكهربائي:

أ) القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية العكسية المتولدة في المحث.

ب) التغير في التدفق المغناطيسي عبر المحث.

٩ ملف عدد لفاته (٢٠٠) لفة، ومساحة مقطع كل لفة من لفاته (٠,٨) سم^٢، موضوع في مجال مغناطيسي مقداره (٢٠) تسلا، فإذا كان متجه مساحة الملف باتجاه المجال المغناطيسي فاحسب:

أ) التدفق المغناطيسي عبره.

ب) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية الطردية المتولدة فيه إذا تلاشى المجال المغناطيسي في مدة زمنية مقدارها (٠,٢) ثانية.

السؤال الأول

رقم الفقرة	1	2	3	4	6
رمز الإجابة	ب	ج	أ	ج	ج
الإجابة	هنري	طردية فيتلاشى التيار الكهربائي في الدارة تدريجيًا.	(+س).	زيادة التدفق المغناطيسي ولذا يصبح طرف الملف المقابل للمغناطيس قطبًا مغناطيسيًا جنوبيًا.	الفترتين (أ) و (ج).

السؤال الثالث:

يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثي المتولد في الحلقة مع اتجاه حركة عقارب الساعة عند النظر إلى الحلقة من الأمام فيكون اتجاه التيار نحو (س)

السؤال الرابع:

أ- س لأن متجه المساحة موازيًا لاتجاه المجال المغناطيسي.

ب- ع لأن متجه المساحة عموديًا على اتجاه المجال المغناطيسي.

$$ج- \emptyset = غ \times أ \text{ جتا } \theta$$

$$\emptyset = 10 \times 0.6 \times 0.8 \times 4 \text{ جتا } 37$$

$$\emptyset = 10 \times 0.6 \times 0.8 \times 4$$

$$\emptyset = 10 \times 0.384 \times 4 \text{ ويبر}$$

السؤال الخامس:

$$\text{أ) } \text{ق} = \text{ل} \text{ع} = 0.8 \times 0.2 \times 0.5 = 0.08 \text{ فولت.}$$

$$\text{ق} = 0.08 \text{ فولت.}$$

$$\text{ب) ت} = \text{ق} / \text{د} / \text{م}$$

$$\text{ت} = 2 / 0.08 = 0.04 \text{ أمبير.}$$

السؤال السادس:

أ) الفترة (أ):

$$\Delta \text{ع} = 0.2 - 0.6 = -0.4 \text{ تسلا}$$

$$\Delta \text{ع} = \Delta \text{ع} \times \text{أ} = 0.4 \times 4 \times 10^{-2} = 1.6 \times 10^{-2} \text{ فولت}$$

الفترة (ب):

$$\Delta \text{ع} = 0 \text{؛ لأن } \Delta \text{ع} = \text{صفر (المجال ثابت لم يتغير).}$$

$$\text{ب) ق} = - \text{ن} \Delta / \Delta$$

الفترة (أ):

$$\text{ق} = - 200 \times 1.6 \times 10^{-2} / 2 \times 10^{-3} = - 1600 \text{ فولت}$$

$$\text{ق} = - 1600 \text{ فولت}$$

الفترة (ب):

$$\text{ق} = \text{صفر؛ لأن } \Delta \text{ع} = \text{صفر}$$

السؤال السابع:

تتولد في الملف قوة دافعة كهربائية تولد تيار كهربائي حتي ينشأ عنه مجال مغناطيسي في اتجاه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس يعمل على إبطاء سرعة سقوط المغناطيس.

ج) من (أ) إلى (ب).

السؤال الثامن:

$$(أ) \text{ قَد} = - \text{ح} \Delta / \Delta z$$

$$\text{قَد} = - (3-7) \times 20 = 0.02 / \Delta z$$

$$\text{قَد} = - 4000 \text{ فولت}$$

$$(ج) \text{ قَد} = - \text{ن} \Delta / \Delta r$$

$$4000 = - \Delta / \Delta r \times 1000$$

$$\Delta = 1000 / 0.02 \times 4000 = 0.08 \text{ ويبر}$$

السؤال التاسع:

$$(أ) \text{ ع} = \text{أ جتا} \theta$$

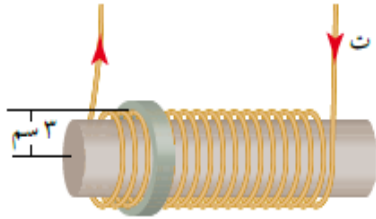
$$\text{ع} = 1 \times 10^{-4} \times 0.8 \times 20 = 16 \times 10^{-4} \text{ ويبر}$$

$$(ب) \text{ قَد} = - \text{ن} \Delta / \Delta z$$

$$\text{قَد} = - (صفر - 16 \times 10^{-4}) / 0.02 = 16 \text{ فولت}$$

أسئلة الوحدة الثانية

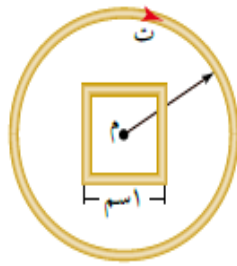
١ حلقة من الألمنيوم نصف قطرها (٣) سم ومقاومتها (٣,٠) ملي أوم، موضوعة حول أحد طرفي ملف لولبي يحتوي على (١٠٠٠) لفة/م كما في الشكل. يمر فيه تيار كهربائي فيتولد



بجال مغناطيسي عند أحد طرفي الملف اللولبي مقداره نصف مقدار المجال المغناطيسي المتولد داخله، إذا كان المعدل الزمني لتغير التيار الكهربائي عبر الملف اللولبي (٢٧٠) أمبير/ث، فجد:

أ) التيار الحثي المتولد في الحلقة مقدارًا واتجاهًا.

ب) المجال المغناطيسي الناشئ عن التيار الحثي في مركز الحلقة مقدارًا واتجاهًا.



٢ بين 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، وُضع في مركزه ملف مربع الشكل طول ضلعه (١) سم وعدد لفاته لفه واحدة. جد:

أ) المجال المغناطيسي الناشئ داخل الملف اللولبي، مقدارًا واتجاهًا.

ب) التدفق المغناطيسي عبر الملف المربع.

ج) متوسط القوة الدافعة الكهربائية الحثية الذاتية المتولدة في الملف المربع، إذا تلاشى التيار الكهربائي في الملف اللولبي خلال (٣) ثوان.

د) التيار الكهربائي الحثي المتولد في الملف المربع مقدارًا واتجاهًا، إذا كانت مقاومته (٢,٠) أوم.

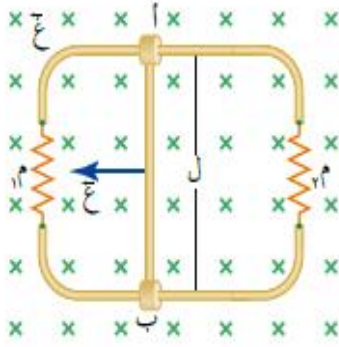
٣ ملف لولبي يتكون من (٤٥٠) لفة، ومساحة مقطعه (١٥٠) سم^٢، وطوله (٢٠) سم، يمر فيه تيار كهربائي مقداره (٤٠) ملي أمبير.

أولًا: احسب:

أ) مقدار المجال المغناطيسي الناشئ داخل الملف اللولبي.

ب) مقدار التدفق المغناطيسي عبر إحدى لفات الملف.

ج) محاطة الملف اللولبي.



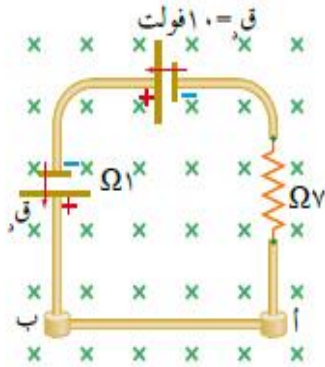
٤ في الشكل المجاور، موصل مستقيم (أ ب) طوله (٣٥)

سم، قابل للانزلاق دون احتكاك على مجرى فلزي، مغمور داخل مجال مغناطيسي مقداره (٥, ٢) تسلا باتجاه المحور الزيني السالب فإذا كان طرفا المجرى متصلين بمقاومتين (٢ ملي أوم، ٥ ملي أوم)، وسُحب الموصل باتجاه (-س) بسرعة ثابتة مقدارها (٨) مم/ث، فاحسب:

أ) فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الموصل (أ ب). ما علاقته بجهد كل من المقاومتين؟

ب) التيار الحثي في كل من المقاومتين.

ج) القدرة الكهربائية المستهلكة في كل من المقاومتين.



٥ مجال مغناطيسي منتظم مقداره (١٠) تسلا، يخترق دائرة

كهربائية باتجاه المحور الزيني السالب كما في الشكل، فإذا كان الموصل (أ ب) في الدارة قابلاً للانزلاق على امتداد محور الصادات دون احتكاك، وكتلة وحدة الأطوال منه (٢٠) غ/سم، فاحسب القوة الدافعة الكهربائية (ق) التي تجعل الموصل (أ ب) متزنًا.

السؤال الأول:

أ. بما أن المعدل الزمني للتيار داخل الملف اللولبي موجب، فهذا يعني أن التدفق المغناطيسي عبر حلقة الألمنيوم يزداد، ووفق قاعدة لنز، سيتولد في الحلقة تيار حتى باتجاه معاكس لاتجاه التيار في الملف اللولبي يعمل على مقاومة هذه الزيادة في التدفق.
القوة الدافعة الحثية المتولدة في حلقة الألمنيوم ناتجة عن تغير التيار الكهربائي في الملف، والذي بدوره يؤدي إلى تغير المجال المغناطيسي فيه، وتحسب من العلاقة:

$$Q = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta (B \cdot A \cdot \cos \theta)}{\Delta t} = -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$= -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \frac{\Delta (\mu \cdot N \cdot I)}{\Delta t} = -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$= -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$= -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = -N \cdot A \cdot \cos \theta \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$= -10 \times 4,8 \times 10^{-4} \text{ فولت}$$

ويحسب متوسط التيار المتولد في الحلقة من العلاقة: $I = \frac{Q}{t} = \frac{1,6}{0,1} = 16 \text{ أمبير}$

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 10 \cdot 16}{2 \cdot 0,1} = 1,01 \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

$$= \frac{1 \times 1,6 \times 10^{-4} \times \pi \cdot 4}{2 \cdot 10^{-2} \times 5 \times 2}$$

$$= 1,01 \times 10^{-5} \text{ تسلا، نحو المحور السيني السالب.}$$

السؤال الثاني:

أ. وفق قاعدة اليد اليمنى، سيكون اتجاه دوران الأصابع مع اتجاه التيار الكهربائي مع عقارب الساعة، فيشير الإبهام إلى اتجاه المجال المغناطيسي نحو المحور الزيني السالب، ويحسب كما يأتي:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 n I}{2r}$$

$$= \frac{100 \times 3 \times 10^{-7} \times \pi 4}{2 \times 10 \times 20}$$

$$= 1,88 \times 10^{-3} \text{ تسلا.}$$

ب. $\theta = 0^\circ$ أجتا

$$= 1,88 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-4} \text{ جتا}$$

$$= 1,88 \times 10^{-7} \text{ تسلا م}^2$$

ج. عندما ينعدم التيار الكهربائي، سينعدم المجال المغناطيسي المتولد عنه، ما يؤدي إلى انعدام التدفق المغناطيسي عبر الملف المربع ($\Delta = 0$):

$$\Phi = \frac{\mu_0 n I \Delta}{4}$$

$$= \frac{(1,88 \times 10^{-3} - 0) \times 3}{4}$$

$$= 6,28 \times 10^{-8} \text{ تسلا.}$$

د. انعدام التدفق المغناطيسي عبر الملف المربع يؤدي إلى تولد قوة دافعة حثية والتيار الكهربائي حثي، ووفق قاعدة لنز سيتولد تيار كهربائي في المربع بحيث يقاوم النقصان في التدفق المغناطيسي، وعليه يكون اتجاه التيار الكهربائي الحثي بحيث ينتج مجال مغناطيسي مع اتجاه المجال الذي يتناقص أي يكون التيار الكهربائي مع اتجاه دوران عقارب الساعة. ويحسب هذا التيار الحثي من العلاقة:

$$\mathcal{E} = \frac{d\Phi}{dt} = 3,14 \times 10^{-7} \text{ أمبير}$$

السؤال الثالث:

أولاً:

أ.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 n I}{2r}$$

$$= \frac{450 \times 3 \times 10^{-7} \times 40 \times \pi 4}{2 \times 10 \times 20}$$

$$= 113 \times 10^{-6} \text{ تسلا.}$$

ب.

$$\theta = 0^\circ \text{ أجتا}$$

$$= 113 \times 10^{-6} \times 150 \times 10^{-4} \text{ جتا } 0$$

$$= 170 \times 10^{-8} \text{ تسلا م}^2$$

$$H = \frac{\mu \cdot n \cdot I}{L}$$

$$= 0,02 \text{ هنري} = \frac{4 \times 10^{-10} \times 150 \times 2 \times (450) \times 7 \times 10 \times \pi \times 4}{2 \times 10 \times 20}$$

أ.

$$\text{موصل } C = E \cdot G$$

$$= 8 \times 2,5 \times 35 \times 10^{-2} \times 10^{-3} =$$

$$\text{موصل } = 7 \times 10^{-3} \text{ فولت}.$$

جهد الموصل المستقيم يساوي جهد كل من المقاومتين لأنهما متصلتان مع الموصل على التوازي.

ب.

$$I_1 = I_1 \times 1 \text{ م}$$

$$I_1 = \frac{I_1}{1}$$

$$I_1 = 3,5 \text{ أمبير}$$

وبالطريقة نفسها:

$$I_2 = 1,4 \text{ أمبير}$$

ج. تحسب قدرة المقاومة من العلاقة الآتية:

$$P_1 = I_1^2 \times R_1$$

$$= (3,5)^2 \times 2 \times 10^{-3} =$$

$$P_1 = 24,5 \times 10^{-3} \text{ واط}$$

وبالطريقة نفسها نجد أن:

$$\text{قدرة } 2 = 9,8 \text{ واط} \times 10^{-3}$$

السؤال الخامس:

بما أن السلك المستقيم (أب) متزن، فإن:

$$ق = ت ل غ ج ا = \theta = ك ج$$

$$ت \times 10 \times ج ا = 90 \times \frac{ك}{ل}$$

$$10 \times \frac{3-10 \times 20}{2-10} = 10 ت$$

$$ت = 2 \text{ أمبير.}$$

بعد معرفة قيمة التيار، نطبق في قانون الدارة البسيطة، حيث:

$$\text{مجموع } ق = ت \times \text{مجموع م}$$

$$10 + ق = 2(1 + 7)$$

$$ق = 6 \text{ فولت}$$

وزاري 2019 شتوي



1- أربعة جسيمات متماثلة في السرعة والكتلة تتحرك بسرعة ثابتة باتجاه عمودي على مجال مغناطيسي منتظم، أي هذه الجسيمات شحنته أكبر؟

ص

س

ل

ع

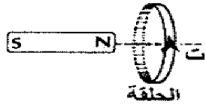
2- في أي اتجاه يتحرك المغناطيس حتى يتولد تيار حثي في الحلقة بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور؟

(س-)

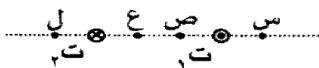
(س+)

(ص-)

(ص+)



1- موصلان متوازيان يحملان تيارين متعاكسين كما في الشكل المجاور، إذا كان ($t_1 < t_2$)



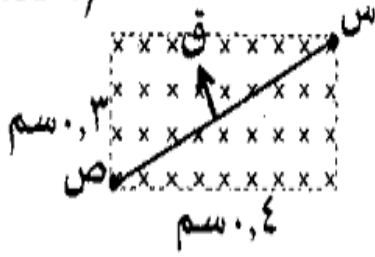
(ل)

(ع)

(ص)

(س)

(٤ علامات)



ب) موصل (س ص) يحمل تياراً كهربائياً منطبقاً على قطر منطقة مستطيلة الشكل تحوي مجالاً مغناطيسياً منتظماً $(0,3)$ تسلا، إذا كانت القوة المغناطيسية المؤثرة في الموصل (3×10^{-1}) نيوتن بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور. جد التيار المار في الموصل وحدد اتجاه مروره.

(٦ علامات)

أ) اعتماداً على دراستك للحث الذاتي، أجب عما يأتي:

- ١- ما المقصود بأن محاثّة المحثّ تساوي (٣) هنري؟
- ٢- متى يتولّد في المحثّ قوّة دافعة كهربائية حثية ذاتية طردية؟
- ٣- اذكر ثلاثة عوامل تعتمد عليها محاثّة المحثّ.

(١٢ علامة)

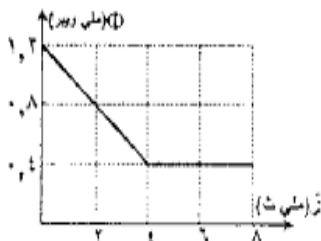
أ) موصل نصف قطر الجزء الدائري منه (π) سم، مغموور في مجال مغناطيسي منتظم (7×10^{-3}) تسلا بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور.



إذا كان المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ) يساوي (3×10^{-3}) تسلا باتجاه $(-z)$. جد مقدار واتجاه كل مما يأتي:

- ١- التيار الكهربائي المار في الجزء الدائري.
- ٢- القوة المغناطيسية المؤثرة في شحنة (٢) ميكروكولوم تتحرك بسرعة (50) م/ث، وذلك لحظة مرورها بالنقطة (هـ) باتجاه المحور السيني الموجب.

(١٢ علامة)



ب) يمثل الرسم البياني المجاور التغير في التدفق المغناطيسي بالنسبة إلى الزمن

عبر ملف عدد لفاته (١٠٠) لفة ومساحة اللفة الواحدة (3×10^{-3}) م^٢، ومقاومته $(5) \Omega$ ، إذا كان متجه المساحة للملف موازياً لاتجاه المجال المغناطيسي المسبب للتدفق، احسب:

- ١- أكبر قيمة للمجال المغناطيسي.
- ٢- التيار الحثي المتولّد في الملف.

$$L = \sqrt{I^2 R} = \sqrt{(2.0)^2 + (3.0)^2} = 3.6$$

$$\theta = 30^\circ \text{ غ جا } \theta \quad (1)$$

(ب)

$$I^2 R = I^2 \times 3.0 = 3.6^2 \Rightarrow I = 1.2 \text{ أمبير} \quad (1)$$

(4)

(م) ١- محارة هي تسمى بتوليد تيار حثية حثية دائرة كهربية dwa2el.net (٢)
(٣) فولت عندما يكون المعدل الزمني لتغير التيار فيه (١) أمبير/ث

$$٢ - \text{عندما يتناقص التيار المار فيه تدريجياً مع الزمن} \quad (1)$$

(7)

٣- مساحة المقطع (P) ، عدد اللفات ، طول الموصل (L) ، النفاذية
(المغناطيسية) (٣) أجب ثلاثة عوامل

dwa2el.net

$$١ - \text{غ} = \text{غ} - \text{غ} \quad (1)$$

(ف)

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

(12)

$$\frac{1}{2} = \frac{9}{36} = \frac{\theta}{36} \Rightarrow \theta = 18^\circ$$

$$\text{غ دائري} = \text{لوتن} \quad (1)$$

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

ت = ١ أمبير (من ٢ الى ٥) أو عكس عقارب الساعة

$$٢ - \text{غ} = \text{غ} - \text{غ} \quad (1)$$

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

$$\theta = 30^\circ \quad (1)$$

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

$$\theta = 30^\circ \quad (1)$$

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

$$I^2 R = 1.0 \times 3.0 = 3.0 \Rightarrow I = 1.0 \text{ أمبير} \quad (1)$$

$$\theta = 30^\circ \quad (1)$$

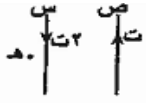
٣. فولت =

$$\theta = 30^\circ \quad (1)$$

$$\theta = 30^\circ \quad (1)$$

$$\theta = 30^\circ \quad (1)$$

وزاري 2019 صيفي



٢- في الشكل المجاور، عند تحريك الموصل (ص) مبتعدًا عن الموصل (س)، فإن المجال المغناطيسي المحصل عند النقطة (هـ):

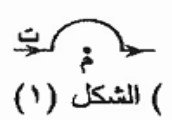
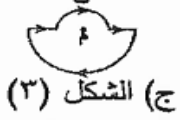
(د) لا يتغير

(ج) ينعدم

(ب) يزداد

(أ) يقل

٣- الشكل الذي يمثل الملف الذي ينعدم في مركزه المجال المغناطيسي هو:



٤- جسيم مشحون بشحنة سالبة، يتحرك في مجال مغناطيسي منتظم باتجاه يوازي اتجاه المجال، فإذا أصبح المجال المغناطيسي مثلي ما كان عليه، فإن مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة في هذا الجسيم:

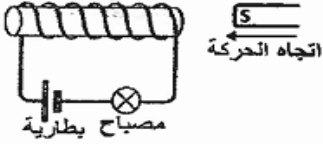
(د) صفرًا

(ج) يتضاعف مرتين

(ب) يتضاعف أربع مرات

(أ) يقل إلى النصف

١- عند تحريك المغناطيس بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور فإن التيار الكهربائي الحثي يكون:



(أ) باتجاه التيار الأصلي فتزداد شدة إضاءة المصباح.

(ب) باتجاه التيار الأصلي فتقل شدة إضاءة المصباح.

(ج) عكس اتجاه التيار الأصلي فتزداد شدة إضاءة المصباح.

(د) عكس اتجاه التيار الأصلي فتقل شدة إضاءة المصباح.

٢- موصل مستقيم طوله (٠,٤) م ومقاومته (٠,٢) Ω، يتحرك عموديًا على مجال مغناطيسي منتظم (٠,٥) تسلا ينزلق على مجرى فلزي دون احتكاك، فيتولد تيار حثي (٤) أمبير، فإن الموصل يتحرك بسرعة مقدارها:

(د) ٨ م/ث

(ج) ٦ م/ث

(ب) ٤ م/ث

(أ) ٢ م/ث

٣- ملف لولبي مادة قلبه من الحديد، ومحادثه (ح)، إذا أزيل القلب الحديدي من داخله فإن محادثه:

(د) لا تتغير

(ج) تزداد

(ب) تقل

(أ) تصبح صفرًا

١ (أ) تتحرك إلكترونات عددها (٠,٥ × ١٠^{١٠}) إلكترون في موصل مستقيم خلال (٣) ثوانٍ فيتولد فيه تيار.

إذا وُضع الموصل على بُعد (٨) سم من موصل مستقيم آخر مواز له، ويمر فيه تيار كهربائي (٤٠) أمبير،

والتياران في الموصلين في اتجاهين متعاكسين، وإذا علمت أن شحنة الإلكترون (١,٦ × ١٠^{-١٩}) كولوم،

جد مقدار المجال المغناطيسي المحصل عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين الموصلين. (١٢ علامة)

(ب) ملف دائري قطره (١٢) سم، يمر فيه تيار كهربائي (ت)، يولد مجالًا مغناطيسيًا عند مركزه، أبعدت لفته عن

بعضها بانتظام في اتجاه محوره ليصبح ملفًا لولبيًا يمر فيه التيار الكهربائي نفسه، فأصبح المجال المغناطيسي

عند نقطة تقع داخل الملف اللولبي على محوره يساوي نصف مقدار المجال المغناطيسي عند مركز الملف

الدائري. احسب طول الملف اللولبي. (٧ علامات)

(ج) دخل جسيم مشحون شحنته (٢ × ١٠^{-١٩}) كولوم، وكتلته (١,٦ × ١٠^{-٢٦}) كغ، بشكل عمودي على مجال

مغناطيسي منتظم (٠,٤) تسلا وبسرعة ثابتة (٢ × ١٠^٦) م/ث. احسب: (٩ علامات)

١- نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه الجسيم.

٢- القوة المغناطيسية التي يؤثر بها المجال المغناطيسي في الجسيم أثناء حركته.

٣- إذا أدخل نيوترون بالسرعة نفسها وبشكل عمودي على المجال المغناطيسي، فاحسب مقدار القوة

المغناطيسية المؤثرة في النيوترون.

(١٣ علامة)

- أ) محث عدد لفاته (٢٠٠) لفة، يمر فيه تيار كهربائي (٢) أمبير، فيتولد مجال مغناطيسي تدفقه (١٠ × ٢,٥) وبيير. أجب عما يأتي:
- ١- احسب القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في المحث إذا انعدم مرور التيار الكهربائي في المحث خلال (٠,٢) ثانية.
- ٢- احسب معامل الحث الذاتي للمحث. ٣- ما تفسير الإشارة السالبة في قانون فارادي؟

$$\Phi = N \cdot I \cdot \mu_0 \cdot \mu_r \cdot \frac{N}{l} = 200 \cdot 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot \frac{200}{0.2} = 2.51 \cdot 10^{-2} \text{ Wb}$$

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt} = -200 \frac{2.51 \cdot 10^{-2}}{0.2} = -251 \text{ V}$$

$$L = \frac{N^2 \mu_0 \mu_r}{l} = \frac{200^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{0.2} = 2.51 \cdot 10^{-2} \text{ H}$$

$$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt} = -2.51 \cdot 10^{-2} \frac{2}{0.2} = -251 \text{ V}$$

٣- تفسير الإشارة السالبة في قانون فارادي:
 الإشارة السالبة تعني أن القوة الدافعة الحثية تتولد في اتجاه يعارض التغير في التدفق المغناطيسي (قانون ليندبيرغ).

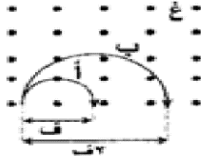
وزارة 2019 تكميلي

- ٢- يبين الشكل المجاور موصلًا (أ ب) موضوع في مجال مغناطيسي منتظم، لكي يصبح الطرف (أ) موجب الجهد بالنسبة إلى الطرف (ب) فإنه يجب تحريك الموصل باتجاه:
- (أ) (+س) (ب) (+ص) (ج) (-س) (د) (-ص)

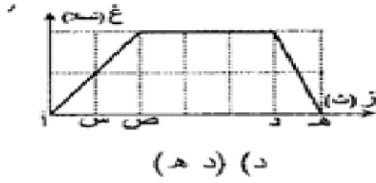
٣- ملف لولبي طوله (٠,٣١٤) م، نشأ فيه مجال مغناطيسي مقداره (٦) تسلا، عندما مر فيه تيار كهربائي (٣٠) أمبير فإن عدد لفاته:

- (أ) 1.0×10^5 (ب) 1.0×10^2 (ج) 1.0×10^5 (د) 1.0×10^2

٤- (أ، ب) جسيمان مشحونان أدخلتا بالسرعة نفسها بشكل عمودي على مجال مغناطيسي منتظم، فاتخذتا المسارين الموضحين في الشكل المجاور، نستنتج أن:

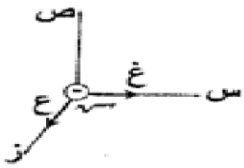


- (أ) $\left(\frac{v_1}{r_1}\right) = \left(\frac{v_2}{r_2}\right)$ (ب) $\left(\frac{v_1}{r_1}\right) = \left(\frac{v_2}{r_2}\right)$
 (ج) $\left(\frac{v_1}{r_1}\right) = \left(\frac{v_2}{r_2}\right)$ (د) $\left(\frac{v_1}{r_1}\right) = \left(\frac{v_2}{r_2}\right)$



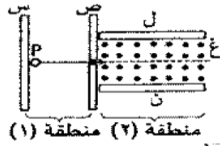
١- يتغير المجال المغناطيسي الذي يخترق ملفًا بالنسبة للزمن، كما هو موضح في الشكل المجاور. الفترة الزمنية التي يكون عندها التدفق المغناطيسي أكبر ما يمكن هي:

- (أ) (١ س) (ب) (١ ص) (ج) (١ ص) (د) (١ ص)



٢- في الشكل المجاور القوة المغناطيسية المؤثرة في الشحنة (ص) تكون نحو:

- (أ) (-ن) (ب) (-ص) (ج) (+ص) (د) (-س)

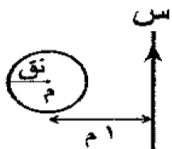


٢- وضح أي الصفيحتين (ل، ن) في المنطقة (٢) أعلى جهذاً.

(١٧ علامة)



(أ) (ب) موصل مستقيم طوله (٢٠) سم، ومساحة مقطعه (1.0×10^{-3}) م^٢، ومقاومته (4.5×10^{-1}) Ω. وصُلِّ في دارة مغلقة مع بطارية قوتها الدافعة الكهربائية (ق_١)، وعلّق في ميزان نابضي فكانت قراءته (٠,١) نيوتن. وعندما غُمِر في مجال مغناطيسي منتظم (٠,٥) تسلا بالاتجاه الموضح في الشكل المجاور، أصبحت قراءة الميزان النابضي صفراً. احسب القوة الدافعة الكهربائية (ق_٢).



(ب) (س) موصل مستقيم يمر فيه تيار كهربائي (٩) أمبير كما في الشكل المجاور، وُضِعَ ملف دائري مكون من لفة واحدة، ونصف قطره $(\pi 10)$ سم، حيث يبعد مركزه (م) عن الموصل المستقيم (١) م، إذا علمت أن المجال المغناطيسي المحصل عند مركز الملف الدائري (م) يساوي صفراً.

(١١ علامة)

احسب مقدار التيار الكهربائي المار في الملف الدائري وحدد اتجاه عبوره.

أ) ملف يتكوّن من (10) لفّة، ومساحة سطحه (10 X 10) م²، يخترقه مجال مغناطيسي منتظم (0,6) تسلا باتجاهه مع اتجاه متجه المساحة. احسب القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة في الملف إذا عكس اتجاه المجال المغناطيسي خلال (1,2) ثانية. (16 علامة)

3- جيب $\theta < \text{جيب } \phi$ ، بتطبيق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه (دخول) باتجاه (دخول) ، و (دخول) ، و (دخول) باتجاه (دخول) ، و (دخول) باتجاه (دخول) ، وعليه اتجاه (دخول) نحو (دخول) يتجه من الصفيحة ذات الجهد الأعلى إلى الجهد الأقل .

دخول = و $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)

تسليغ = اذ $\phi = 0$ (17)