الملاحق

ملحق ١

إجابات الأسئلة

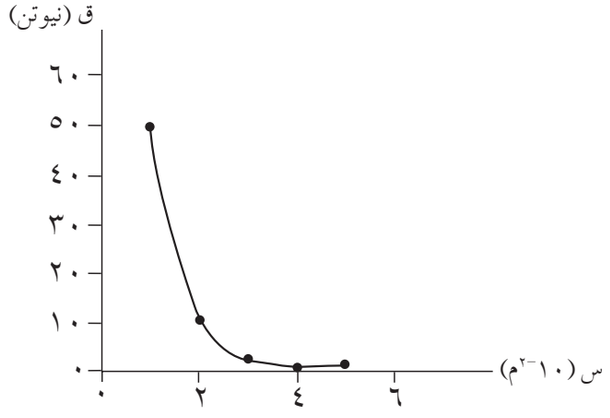
إجابات أسئلة الفصل الأول

١)

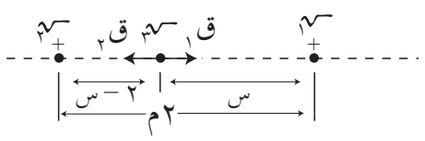
رقم الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
رمز الإجابة الصحيحة	أ	ب	د	جـ	أ	د	ب	ب	جـ

٢)

س (١٠$^{-٢}$م)	ق (نيوتن)
١	٥٠,٦٢٥
٢	١٢,٦٥٦
٣	٥,٦٢٥
٤	٣,١٦٤
٥	٢,٠٢٥



٣) يجب أن تقع الشحنة الثالثة $ش_٣$ بين الشحنتين الأولى والثانية. فإذا افترضنا بعد $ش_٣$ عن $ش_١$ هو مسافة (س) ، فإن بعدها عن $ش_٢$ يكون (٢ – س) كما هو مبين في الشكل المجاور. ولكي تكون القوة المحصلة المؤثرة في $ش_٣$ صفراً، فلا بد أن تكون القوتان، متساويتين في المقدار ومتعاكستين في الاتجاه، أي أن:

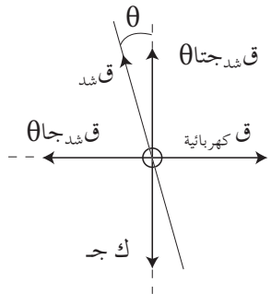


$$ق_١ = ق_٢ \Leftarrow ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_١ ش_٣}{س^٢} = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش_٢ ش_٣}{(٢ - س)^٢}$$

$$\Leftarrow \frac{ش_١}{س^٢} = \frac{ش_٢}{(٢ - س)^٢} \Leftarrow \frac{١٥}{س^٢} = \frac{٦}{(٢ - س)^٢} \Leftarrow ٦س^٢ = ١٥ (٢ - س)^٢ \Leftarrow س = ١,٢٢٥ م$$

٤) القوة الكهربائية بين شحنتين نقطيتين قوة متبادلة، وحسب القانون الثالث لنيوتن فإن $\overleftarrow{ق_{٢١}} = - \overleftarrow{ق_{١٢}}$ ، لذا فإن: $\frac{ق_{٢١}}{ق_{١٢}} = ١$

٥) بما أن كل من الكرتين في وضع اتزان ، لذا فإن القوة المحصلة المؤثرة في كل منهما تساوي صفرا كما هو مبين في الشكل المجاور، ومن تحليل القوى بالاتجاهين السيني والصادي نجد أن:



$ق_{شد}$ جتا θ = ك جـ ..... (١)، حيث $ق_{شد}$: قوة الشد في الخيط

$ق_{كهربائية} = ق_{شد}$ جا θ ..... (٢)، حيث $ق_{كهربائية}$: القوة الكهربائية بين الشحنتين

$$= ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش^٢}{ف^٢}$$

وبالتعويض عن $ق_{شد}$ من المعادلة (١) في المعادلة (٢)، نجد أن:

$$ق_{كهربائية} = ك جـ ظا θ = ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{ش^٢}{ف^٢} \Leftarrow$$

$$ش = \sqrt{\frac{ك جـ ف^٢ ظا θ}{٩ \times ١٠^{٩}}}$$ ، حيث: ف = ٢ (ل جا θ)= ٠,٠٢٦ م ، ومنها نجد: $ش = ٤,٤ \times ١٠^{-٨}$ كولوم.

٦) أ) $م = \frac{\text{ش} \times ٩ \times ١٠^{٩}}{ف^{٢}}$

$م_{٢} = م_{١} = \frac{\text{ش} \times ٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-٦}}{(٠,٨)^{٢}} \approx ٠,٢٨ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/ كولوم

$م_{ح} = م_{١} + م_{٢} = ٢ \times ٠,٢٨ \times ١٠^{٥} = ٠,٥٦ \times ١٠^{٥}$ نيوتن/كولوم باتجاه ($\text{ش}_{٢}$)

ب) ق $= م_{ح} \text{ش}_{٢} = ٠,٥٦ \times ١٠^{٥} \times ١,٢٨ \times ١٠^{-١٨} \approx ٧,٢ \times ١٠^{-١٤}$ نيوتن ، باتجاه المجال.

جـ) جـ $= جـ_{١} + جـ_{٢} = ٩ \times ١٠^{٩}$ $\left(\frac{\text{ش}_{١}}{ف_{١}} + \frac{\text{ش}_{٢}}{ف_{٢}}\right)$

وبما أن الشحنتين متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الإشارة، والنقطة تقع في منتصف المسافة بينهما، إذاً (جـ = صفر)

٧) (أ) $جـ_{أب} = جـ_{أ} - جـ_{ب} = (جـ_{أ} - جـ_{هـ}) + (جـ_{هـ} - جـ_{ب}) = (م ف_{أهـ}$ جتا $\theta) +$ صفر

$= ٣٢٥ \times ٠,٨ \times$ جتا $١٨٠^{\circ} = -٢٦٠$ فولت.

(ب) $ش_{أ \leftarrow ب} = \text{ش}_{٤} جـ_{أ} = -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times (+٢٦٠) = -٤,١٦ \times ١٠^{-١٧}$ جول.

٨) بما أن : ق $= ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}_{١} \text{ش}_{٢}}{ف^{٢}} \Leftarrow ف = \sqrt{٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}_{١} \text{ش}_{٢}}{\text{ق}}} = ٠,٢٣٢$ م

وعندما يتلامس الجسمان المشحونان ، فإن الشحنة تنتقل بينهما حتى يتساويان في الجهد، وبما أنهما متماثلان فإن الشحنة تتوزع بينهما بالتساوي، فتكون الشحنة على كل منهما : $\text{ش} = ٢$ ميكروكولوم.

$\Leftarrow$ ق $= ٩ \times ١٠^{٩} \times \frac{\text{ش}^{٢}}{(٢ف)^{٢}} = ٠,١٧$ نيوتن (تنافر) .

٩) $\Phi_{\text{المكعب}} = \frac{\text{ش}_{٤}}{\varepsilon_{٥}} = \frac{(١٥ - ٤٠) \times ١٠^{-١٢}}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = -٢,٨٢$ نيوتن . م^{٢} / كولوم.

$\Phi_{\text{أحد الأوجه}} = \frac{١}{٦} \Phi_{\text{المكعب}} = -٠,٤٧$ نيوتن . م^{٢} / كولوم.

١٠) $\Phi = \frac{\text{ش}_{٤}}{\varepsilon_{٥}} \Leftarrow \text{ش}_{٤} = \varepsilon_{٥} \Phi = ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times (-٥) = -٤٤,٢٥ \times ١٠^{-١٢}$ كولوم $= -٤٤,٢٥$ بيكوكولوم

١١) (أ) $م = \frac{٦٠٠٠}{٢ \times ١٠^{-٢}} = ٣ \times ١٠^{٥}$ فولت/م.

(ب) Δ ط$_{ح} =$ ش $= -\Delta$ ط$_{و} = -\text{ش}_{٤} \Delta$ جـ $= ١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٦٠٠٠ = ٩,٦ \times ١٠^{-١٦}$ جول.

(جـ) م $= \frac{٦٠٠٠}{١ \times ١٠^{-٢}} = ٦ \times ١٠^{٥}$ فولت / م ، أي أن المجال تضاعف. أما الطاقة الحركية للإلكترون فتبقى ثابتة لأن فرق الجهد بين اللوحين يبقى ثابتًا.

١٢) (أ) هـ ← و

(ب) $م_{هـ} = م_{و} = \frac{جـ}{ف} = \frac{١٠٠}{٥ \times ١٠^{-٢}} = ٢٠٠٠$ فولت / م .

(جـ) $ش_{هـ \leftarrow و} = \backsim م ف_{وهـ}$ جتا$\theta = -١,٦ \times ١٠^{-١٩} \times ٢٠٠٠ \times ٢,٥ \times ١٠^{-٢}$ جتا١٨٠ $= ٨ \times ١٠^{-١٨}$ جول.

(د) $جـ_{هـو} = جـ_{هـ} - جـ_{و} = م ف_{هـو}$ جتا صفر $= ٢٠٠٠ \times ٢,٥ \times ١٠^{-٢} \times ١ = ٥٠$ فولت.

(هـ) $ش_{و \leftarrow د} = \backsim م ف_{دو}$ جتا٩٠ = صفر

(و) $جـ_{دو} = جـ_{د} - جـ_{و} = م ف_{دو}$ جتا ٩٠° = صفر

(ز) ق $= \backsim$ م $= ٢ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠٠٠ = ٤ \times ١٠^{-٣}$ نيوتن باتجاه المجال.

١٣) (أ) نق = ١٠ سم .

(ب) م = صفر.

(جـ) لحساب المجال عند سطح الموصل، نحسب أولا الشحنة على سطحه حيث: $جـ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{\backsim}{نق}$

$١٨ = ٩ \times ١٠^{٩} \frac{\backsim}{١٠ \times ١٠^{-٢}}$ ، ومنها نجد: $\backsim = ٢ \times ١٠^{-١٠}$ كولوم ⇐

$م = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \backsim}{نق^{٢}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \times ٢ \times ١٠^{-١٠}}{(١٠ \times ١٠^{-٢})^{٢}} = ١٨٠$ نيوتن/كولوم

(د) $جـ_{٥سم} - جـ_{٢٠سم} = ٩ \times ١٠^{٩} \times (\frac{٢ \times ١٠^{-١٠}}{١٠ \times ١٠^{-٢}} - \frac{٢ \times ١٠^{-١٠}}{٢٠ \times ١٠^{-٢}}) = ٩$ فولت.

١٤) ليكن عدد المواسعات في هذه المجموعة ن، وعليه فإن: $س_{توازي} = س + س + ... = ن س$ ، بينما $س_{توالي} = \frac{س}{ن}$

وبما أن: $س_{توازي} = ١٠٠ س_{توالي}$ ⇐ $ن س = ١٠٠ \frac{س}{ن}$ ⇐ $ن^{٢} = ١٠٠$ ، ومنها : ن = ١٠ مواسعات.

١٥) (أ) $س = \frac{\backsim}{جـ} = \frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١٦} = ٥ \times ١٠^{-٦}$ فاراد = ٥ ميكروفاراد.

(ب) $س = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{ف}$ ⇐ $ف = \frac{\varepsilon_{\circ} أ}{س} = \frac{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ١ \times ١٠^{-٤}}{٥ \times ١٠^{-٦}} = ١,٧٧ \times ١٠^{-١٠}$ م

(جـ) $\sigma = \frac{\backsim}{أ} = \frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{١ \times ١٠^{-٤}} = ٠,٨$ كولوم/م^{٢} .

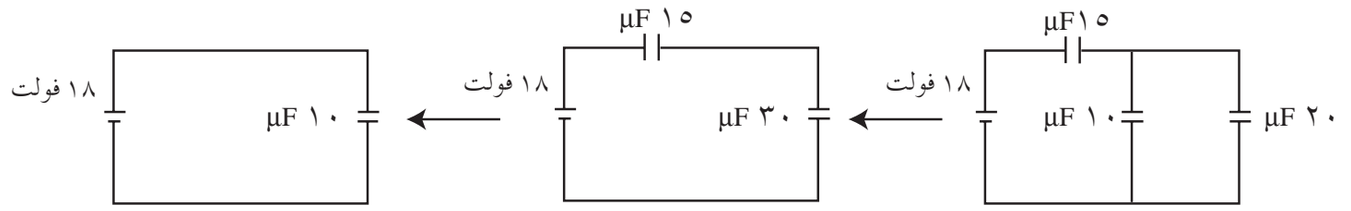
(د) $م = \frac{\sigma}{\varepsilon_{\circ}} = \frac{٠,٨}{٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢}} = ٩,٠٤ \times ١٠^{١٠}$ نيوتن / كولوم ،

أو $م = \frac{جـ}{ف} = \frac{١٦}{١,٧٧ \times ١٠^{-١٠}} = ٩,٠٤ \times ١٠^{١٠}$ فولت/م.

(هـ) $ط = \frac{١}{٢} \backsim جـ = \frac{١}{٢} \times ٨٠ \times ١٠^{-٦} \times ١٦ = ٦,٤ \times ١٠^{-٤}$ جول .

(و) $ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٥ \times ١٠^{-٦} \times (٤٢)^{٢} = ٤٤,١ \times ١٠^{-٤}$ جول.

١٦)



$\Leftarrow$ $\mathcal{Q}_{\text{كلية}} = س_{\text{مكافئة}} \times جـ = ١٠ \times ١٠^{-٦} \times ١٨ = ١٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم $= \mathcal{Q}_{٣٠\ \mu F}$

$جـ_{٣٠\ \mu F} = \frac{\mathcal{Q}}{س} = \frac{١٨٠ \times ١٠^{-٦}}{٣٠ \times ١٠^{-٦}} = ٦$ فولت $= جـ_{١٠\ \mu F}$ $\Leftarrow$

$ط_{١٠\ \mu F} = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ١٠ \times ١٠^{-٦} \times (٦)^{٢} = ١,٨ \times ١٠^{-٤}$ جول.

١٧) (أ) المواسعات الثلاثة موصولة على التوازي ، لذا : $س_{\text{مكافئة}} = ٤ + ٧ + ٦ = ١٧ \times ١٠^{-٦}$ فاراد.

(ب) بما أن : $جـ_{\text{أب}} = جـ_{٤\ \mu F} = جـ_{٧\ \mu F} = جـ_{٦\ \mu F} = ٤٨$ فولت $\Leftarrow$ $\mathcal{Q}_{٤\ \mu F} = س جـ = ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨ = ١٩٢$ ميكروكولوم ،

$\mathcal{Q}_{٧\ \mu F} = س جـ = ٧ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨ = ٣٣٦$ ميكروكولوم ، $\mathcal{Q}_{٦\ \mu F} = س جـ = ٦ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨ = ٢٨٨$ ميكروكولوم .

(جـ) $ط = \frac{١}{٢} \mathcal{Q} جـ = \frac{١}{٢} \times ١٩٢ \times ١٠^{-٦} \times ٤٨$

$= ٤٦٠٨ \times ١٠^{-٦}$ جول

١٨) $س_{١} = ٤\ \mu F$ ، $س_{٢} = ١\ \mu F$ ، $س_{٣} = ٥\ \mu F$

عندما يكون المفتاح مفتوحًا $\mathcal{Q}_{١} = س_{١} جـ = ٤ \times ١٠^{-٦} \times ٢٠ = ٨٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم.

عند غلق المفتاح تتوزع هذه الشحنة على المواسع ($س_{١}$) وعلى المواسع ($س_{٣٢} = ٦\ \mu F$) وهو المكافئ للمواسعين $س_{٢}$، $س_{٣}$ حتى يتساويان في الجهد. من قانون حفظ الشحنة:

$\mathcal{Q}_{١} = \mathcal{Q}_{١} + \mathcal{Q}_{٣٢}$

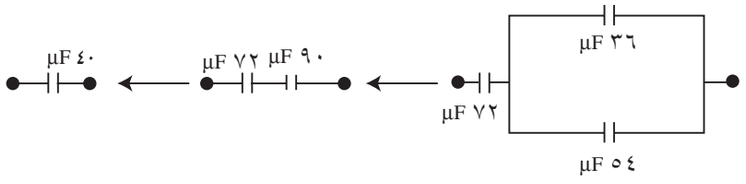
$\mathcal{Q}_{١} = جـ س_{١} + جـ س_{٣٢}$. حيث جـ : جهد المواسع بعد غلق المفتاح

$جـ = \frac{\mathcal{Q}_{١}}{س_{١} + س_{٣٢}} = \frac{٨٠ \times ١٠^{-٦}}{(٤ + ٦) \times ١٠^{-٦}} = ٨$ فولت

$\mathcal{Q}_{٢} = جـ س_{٢} = ٨ \times ١ \times ١٠^{-٦} = ٨ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

$\mathcal{Q}_{٣} = جـ س_{٣} = ٨ \times ٥ \times ١٠^{-٦} = ٤٠ \times ١٠^{-٦}$ كولوم .

١٩)



$\Leftarrow$ $ط = \frac{١}{٢} س جـ^{٢} = \frac{١}{٢} \times ٤٠ \times ١٠^{-٦} \times (٥٠)^{٢} = ٠,٠٥$ جول.

إثراء صفحة (١٧)

– ق = ٩ × ١٠^٩ × (١,٦ × ١٠^-١٩)^٢ / (٥ × ١٠^-١٥)^٢ = ٩,٢ نيوتن (تنافر) .

وتعد هذه قوة تنافر كبيرة تتعرض لها البروتونات في النواة تجبر البروتونات على مغادرة النواة لولا وجود قوة جذب نووية أكبر بكثير من قوة التنافر الكهربائية ، فتبقي مكونات النواة مستقرة كما ستتعرف إليها لاحقًا في هذا الكتاب.

إثراء صفحة (١٩)

– مـ س = مـ ـ ـ + مـ ـ ـ = ٩ × ١٠^٩ × ٢ × ١٠^-٦ / (٣ × ١٠^-٢)^٢ + ٩ × ١٠^٩ × ٤ × ١٠^-٦ / (٣ × ١٠^-٢)^٢ = ٦ × ١٠^٧ نيوتن/كولوم

مـ ص = مـ ـ ـ = ٩ × ١٠^٩ × ٢ × ١٠^-٦ / (٤ × ١٠^-٢)^٢ = ١,١٢٥ × ١٠^٧ نيوتن/كولوم ⇐ مـ = √(مـ س^٢ + مـ ص^٢) = ٧,٥ × ١٠^٧ نيوتن/كولوم

الاتجاه: ظا θ = مـ ص / مـ س = ١,١٢٥ × ١٠^٧ / ٦ × ١٠^٧ = ١,١٢٥ / ٦

– القوة الكهربائية : ق = ـ ـ ـ . مـ = ١ × ١٠^-٩ × ٧,٥ × ١٠^٧ = ٧,٥ × ١٠^-٢ نيوتن. بعكس اتجاه المجال لأن الشحنة سالبة.

علاج صفحة (٢٧)

– السطح المغلق هو سطح يقسم الفراغ الى قسمين داخلي وخارجي، وللانتقال من الداخل الى الخارج أو بالعكس يجب العبور من خلال السطح.

– التدفق الكهربائي عبر السطح (١) = ـ ـ ـ / ε٥ = ٢ – ٢ / ε٥ = صفراً

– وعبر السطح (٢) = ـ ـ ـ / ε٥ = ٢ – ٢ + ٣) × ١٠^-٦ / ε٥ = ٣,٤ × ١٠^٥ نيوتن . م^٢ / كولوم .

علاج صفحة (٢٩)

– بما أن التوزيع منتظم ؛ لذا : λ = مقدارا ثابتا ، وكذلك النسبة : λ / ٢ π ε٥ = مقدارًا ثابتًا ؛ لذا فإن:

مـ١ / مـ٢ = ١/ف١ / ١/ف٢ ⇐ ف١ مـ١ = ف٢ مـ٢ ⇐ مـ٢ = ف١/ف٢ × مـ١ = ٠,١٥/٠,٣ × ٢٠٠ = ١٠٠ نيوتن/كولوم .

علاج صفحة (٣١)

$$\text{مـ} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 \, ٢} \Leftarrow \sigma = ٢ \, \varepsilon_0 \, \text{مـ} = ٢ \times ٨,٨٥ \times ١٠^{-١٢} \times ٥ \times ١٠^{٢} = ٨٨,٥ \times ١٠^{-١٠}$$ كولوم/م٢.

إثراء صفحة (٣٧)

بما أن: $\text{مـ} = \frac{١}{\varepsilon_0 \, ٤\pi} \frac{\nu}{\text{ف}^٢} \Leftarrow ٥٠٠ = \frac{١}{\varepsilon_0 \, ٤\pi} \times \frac{\nu}{\text{ف}} \times \frac{١}{\text{ف}}$ ..... (١)

وكذلك: $\text{جـ} = \frac{١}{\varepsilon_0 \, ٤\pi} \times \frac{\nu}{\text{ف}} \Leftarrow ٣٠٠٠ = \frac{١}{\varepsilon_0 \, ٤\pi} \times \frac{\nu}{\text{ف}}$ ، عوض في المعادلة (١) السابقة ، تجد أن:

$٥٠٠ = ٣٠٠٠ \times \frac{١}{\text{ف}}$ ، ومنها تجد: ف = ٦ م $\Leftarrow \nu = ٢$ ميكروكولوم .

إثراء صفحة (٣٩)

تنتقل الشحنة بين الكرتين بوساطة السلك الى أن تتساويان في الجهد ؛ أي أن:

$$\text{جـ}_{\text{أ}} = \text{جـ}_{\text{ب}} \Leftarrow \frac{٩ \times ١٠^{٩} \, \nu_{\text{أ}}}{\text{نق}_{\text{أ}}} = \frac{٩ \times ١٠^{٩} \, \nu_{\text{ب}}}{\text{نق}_{\text{ب}}} \Leftarrow \frac{\nu_{\text{أ}}}{\nu_{\text{ب}}} = \frac{\text{نق}_{\text{أ}}}{\text{نق}_{\text{ب}}}$$

أما كثافة التوزيع السطحية: $\frac{\nu_{\text{أ}}}{\nu_{\text{ب}}} = \frac{\pi ٤ \, \text{نق}_{\text{أ}}^{٢} \, \sigma_{\text{أ}}}{\pi ٤ \, \text{نق}_{\text{ب}}^{٢} \, \sigma_{\text{ب}}} = \frac{\text{نق}_{\text{أ}}}{\text{نق}_{\text{ب}}} \Leftarrow \frac{\sigma_{\text{أ}}}{\sigma_{\text{ب}}} = \frac{\text{نق}_{\text{ب}}}{\text{نق}_{\text{أ}}}$

أي أن كثافة الشحنة تكون أكبر على الكرة ذات نصف القطر الأصغر وهذا يذكرنا بأن الشحنة تكبر كثافتها على الرؤوس المدببة.

إثراء صفحة (٤٥)

$\text{س} = \frac{\varepsilon_0 \, \text{أ}}{\text{ف}}$ ، وبعد التغيير : $\text{سَ} = \frac{\varepsilon_0 \, ٢\text{أ}}{\frac{\text{ف}}{٢}} = \frac{\varepsilon_0 \, ٤\text{أ}}{\text{ف}} = ٤ \, \text{س}$

علاج صفحة (٤٩)

– وحدة قياس الطاقة المختزنة في المواسع = وحدة قياس الشحنة × وحدة قياس الجهد = كولوم × فولت،

ولكن من العلاقة : $\frac{\text{نيوتن}}{\text{كولوم}} = \frac{\text{فولت}}{\text{م}} \Leftarrow \text{كولوم} = \frac{\text{نيوتن . م}}{\text{فولت}}$ ، لذا فإن :

وحدة قياس الطاقة = كولوم × فولت = $\frac{\text{نيوتن . م}}{\text{فولت}}$ × فولت = نيوتن.م = جول.

اثراء صفحة (٤٩)

أ– بما أن شحنتي اللوحين مختلفتان، فإن القوة بينهما تجاذب ، ولابعاد أحدهما عن الآخر يجب التأثير فيه بقوة خارجية تساوي قوة التجاذب في المقدار وتعاكسها في الاتجاه . والشغل الذي تبذله هذه القوة يكون: ش = ق فَ ، ويختزن هذا الشغل في المواسع على شكل طاقة وضع كهربائية، ولكن:

$\text{ط}_{\text{و}} = \frac{١}{٢} \frac{\nu^{٢}}{\text{س}}$ ، ولكن : $\text{س} = \frac{\varepsilon_0 \, \text{أ}}{\text{ف}}$ ، وبالتالي فإن : $\Delta \, \text{ط}_{\text{و}} = \text{ش} = \frac{\nu^{٢} \, \text{فَ}}{\varepsilon_0 \, ٢ \, \text{أ}}$

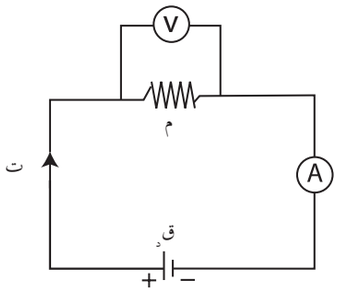
إجابات أسئلة الفصل الثاني

١)

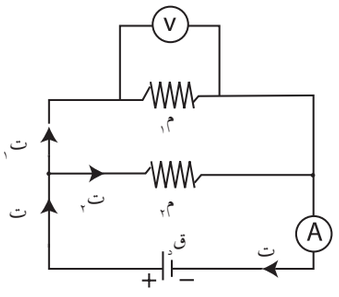
رقم الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
رمز الإجابة الصحيحة	د	د	د	ب	د	ب	د	جـ	ب	د

٢) المقاومية، المقاومة، التيار الكهربائي، القدرة الكهربائية.

٣) أ) نصل طرفي الموصل الفلزي بمصدر فرق جهد كهربائي، (بطارية) ونقيس كل من التيار (ت) المار في الموصل بوساطة أميتر وفرق الجهد (جـ) بين طرفي الموصل بوساطة فولتميتر، وبقسمة (جـ) على (ت) نحصل على مقاومة الموصل (م) كما في الشكل المجاور.



ب) نصل مقاومتين معلومتين أو أكثر على التوازي معاً ومع بطارية، كما في الشكل المجاور، ثم نقيس التيار المار في المجموعة بوساطة أميتر وفرق الجهد بين طرفيها بوساطة فولتميتر كما في الشكل المجاور ونحسب المقاومة المكافئة بقسمة (جـ) على (ت)، ونقارنها مع العلاقة:



$$\frac{١}{م_{توازي}} = \frac{١}{م_{١}} + \frac{١}{م_{٢}} + \frac{١}{م_{٣}} + \ldots .$$

جـ) نقيس فرق الجهد بين طرفي المقاومة المعلومة وبقسمة (جـ) على (م) نحصل على (ت).

٤)

الجهاز	مقاومته	استخدامه	طريقة توصيله في الدارة
الأميتر	صغيرة	لقياس التيار الكهربائي	على التوالي
الفولتميتر	كبيرة	لقياس فرق الجهد الكهربائي	على التوازي

٥) أ) $ت_{غ} م_{غ} = ت_{أميتر} م_{أميتر}$ ⇐ $ت_{غ} \times ١٠ = ١٠ \times ٠,٠٠٤$ ⇐ $ت_{غ} = ٠,٠٠٤$ أمبير.

ب) $\frac{١}{م_{أميتر}} = \frac{١}{م_{غ}} + \frac{١}{مَ} = \frac{١}{١٠} + \frac{١}{,٠٠٤} = \frac{١}{مَ}$ ⇐ $مَ \simeq ٠,٠٠٤٠٠١٦\ \Omega$ وتوصل مع الغلفانوميتر على التوازي

٦) أ) توصل معًا ومع المصدر على التوازي، فيكون فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة مساوياً لفرق جهد المصدر. وبما أن القدرة = $\frac{جـ^{٢}}{م}$ فإن المقاومة الأقل (٢Ω) يكون لها أكبر قدرة.

ب) توصل معًا ومع المصدر على التوالي، فيمر في الثلاث مقاومات التيار نفسه. وبما أن القدرة = $ت^{٢}م$ ، فإن المقاومة الأكبر (٦Ω) يكون لها أكبر قدرة.

٧) أ) بما أن الأميتر يوصل في الدارة الكهربائية على التوالي، فإنه ينبغي أن تكون مقاومته الداخلية صغيرة ويتم ذلك بوصل مقاومة صغيرة على التوالي مع الغلفانوميتر.

ب) إن مرور التيار الكهربائي في موصل فلزي يرافقه حدوث تصادمات مع ذرات الموصل وإلكتروناته ونتيجة هذه التصادمات ترتفع درجة حرارة الفلز. ومع ارتفاع درجة الحرارة تزداد التصادمات مما يسبب زيادة الإعاقة لمرور التيار في الموصل وبالتالي تزداد المقاومية.

٨) قبل إغلاق المفتاح كانت قراءة الفولتميتر:

جـ = (٢م)ت، وبما أن م$_{\text{مكافئة}}$ = م + ٢م + ٣م = ٦م فإن: ت = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{\text{م}_{\text{مكافئة}}}$ = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{٦\text{م}}$

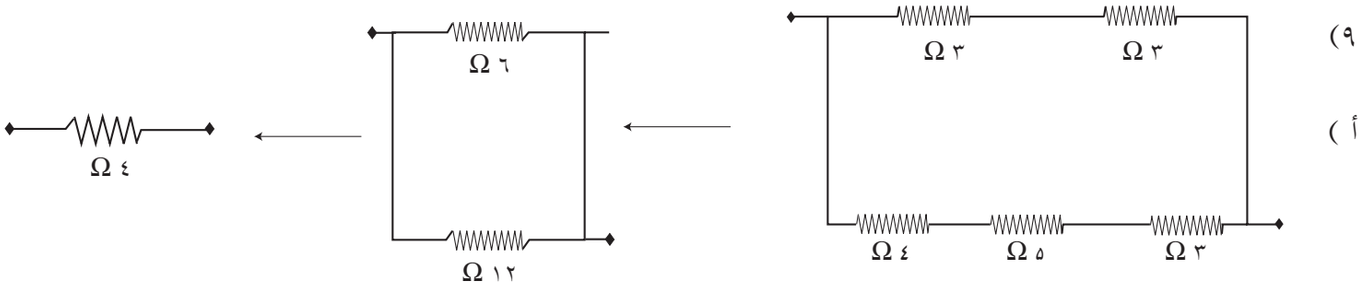
وبذلك تكون: جـ = (٢م) ($\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{٦\text{م}}$) = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{٣}$.

بعد إغلاق المفتاح: تصبح: م$_{\text{مكافئة}}$ = م + ٢م = ٣م ، وبالتالي: ت = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{\text{م}_{\text{مكافئة}}}$ = $\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{٣\text{م}}$

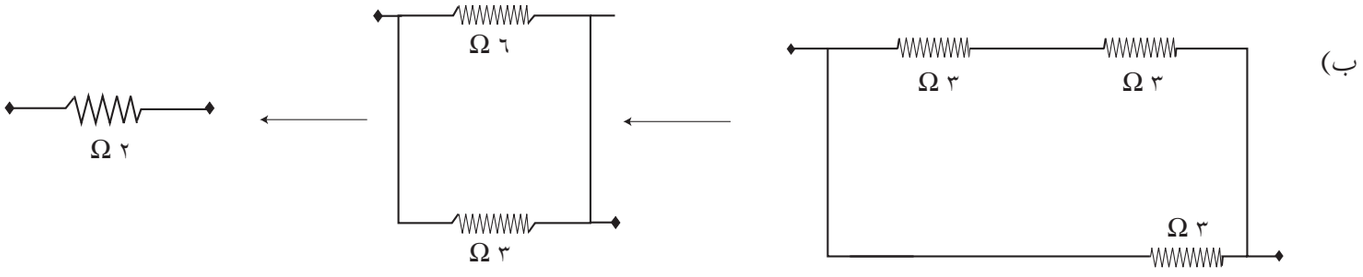
وبذلك تكون: جـ = (٢م) ($\frac{\text{ق}_{\text{د}}}{٣\text{م}}$) = $\frac{٢\text{ق}_{\text{د}}}{٣}$. فتلاحظ أن قراءة الفولتميتر ازدادت بعد إغلاق المفتاح.

٩)

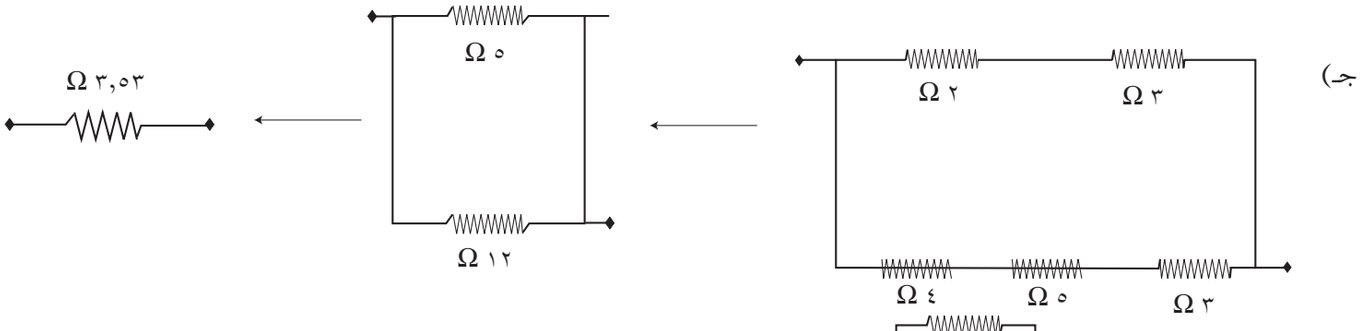
أ)



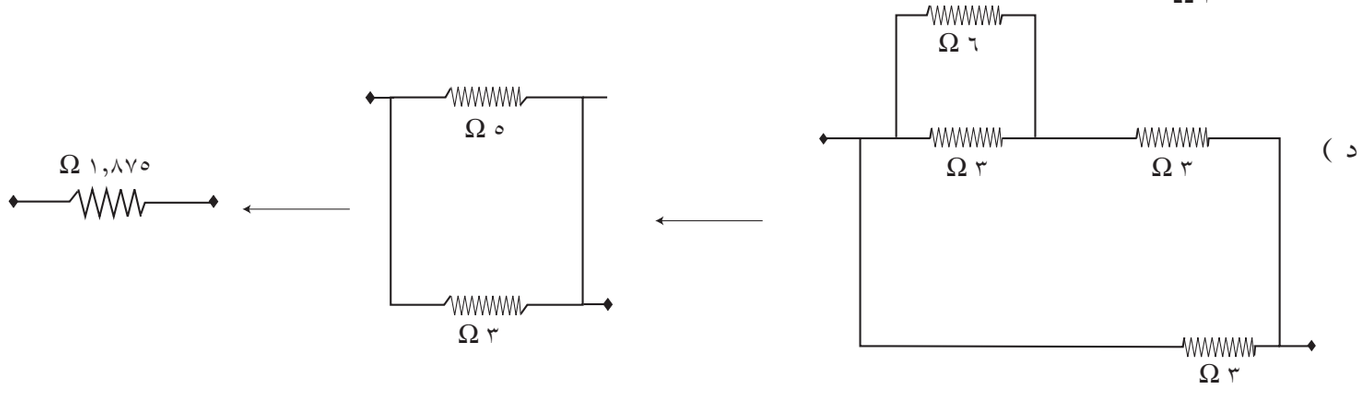
ب)

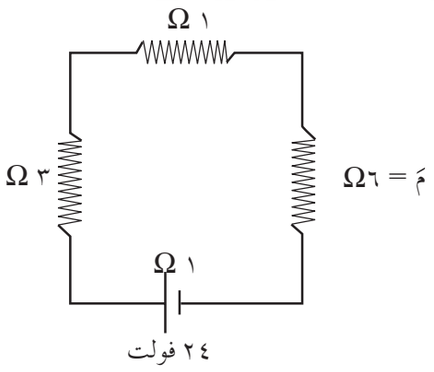


جـ)



د)





١٠) أ) تيار الدارة: ت = $\frac{ق_د}{م_{خ}+م_د}$ = $\frac{٢٤}{١٠+١}$ = ٢,١٨ أمبير.

نجد التيار المار في المقاومة ١٨Ω: $ت_١ \times ١٨ = ت \times مَ$

$ت_١ = \frac{٦ \times ٢,١٨}{١٨}$ = ٠,٧٣ أمبير

وهو نفس التيار المار في المقاومة ٦Ω

∴ القدرة = $ت^٢ م = (٠,٧٣)^٢ \times ٦ = ٣,٢$ واط.

ب) الهبوط في الجهد داخل البطارية = $ت م_د = ٢,١٨ \times ١ = ٢,١٨$ فولت.

١١) أ) $جـ_م = جـ_ب \Leftarrow ت_أ م_أ = ت_ب م_ب \Leftarrow م_أ = م_ب \Leftarrow \frac{\rho_أ}{\pi نق_أ^٢} = \frac{\rho_ب}{\pi نق_ب^٢} \Leftarrow \frac{نق_أ}{نق_ب} = \frac{٣}{\sqrt{٤٠}}$

ب) $أ_ن ع_أ^{\frac{٣}{٢}} = أ_ب ن_ب ع_ب^{\frac{٣}{٢}}$

$\Leftarrow \frac{ع_أ}{ع_ب} = \frac{أ_ب ن_ب}{أ_ن ن_أ} = \frac{نق_ب^٢}{نق_أ^٢} \times \frac{ن_ب}{ن_أ} = \frac{٤٠}{٩} \times \frac{٢}{١} = \frac{٨٠}{٩}$

١٢) أ) قراءة A_1 = ٣,٨ = ٠,٨ + ٣ أمبير ، قراءة A_2 = ١,٢ + ٠,٨ = ٢أمبير

ب) $م_{المكافئة} = \frac{جـ_{أب}}{ت} = \frac{٦٠}{٥}$ = ١٢ Ω

١٣) نفترض أن مقاومة كل مصباح م. قبل احتراق فتيل المصباح (أ)، المقاومة المكافئة = $\frac{٣م}{٢}$

ت = $\frac{ق_د}{م_{المكافئة}} = \frac{ق_د}{\frac{٣م}{٢}} = \frac{٢ق_د}{٣ م}$ وبما أن جـ = ت م، لذا فإن:

قراءة الفولتميتر = $\frac{٢ق_د}{٣م} \times م = \frac{٢ق_د}{٣}$ ، قراءة الأميتر = $\frac{١}{٢}$ ت = $\frac{ق_د}{٣م}$

إذا احترق فتيل المصباح (أ)، المقاومة المكافئة = ٢م

تَ = $\frac{ق_د}{٢م}$ ، وهو التيار المار في المصباحين ب، د. اذاً قراءة الفولتميتر = $\frac{ق_د}{٢م} \times م = \frac{ق_د}{٢}$ ، قراءة الأميتر = $\frac{ق_د}{٢م}$

نلاحظ أن قراءة الفولتميتر تقل وقراءة الأميتر تزداد.

١٤) أ) عند نقطة التفرع: $ت_٣ = ٣ - ١ = ٢$ أمبير، واتجاهه مع عقارب الساعة.

ب) بتطبيق قاعدة كيرتشوف الثانية على العروة السفلية.

$-٢ (٢ + ٨) + ١٠ + (١ \times م_١) =$ صفر $\Leftarrow م_١ = ١٠$ Ω

بتطبيق قاعدة كيرتشوف الثانية على العروة العلوية.

$-١ \times ١٠ - ٣ م_٢ + ٣٠ - ١ \times ٣ =$ صفر $\Leftarrow م_٢ = \frac{١٧}{٣}$ Ω

جـ) $جـ = ق_{د_١} - ت م_{د_١} = ٣٠ - ٣ \times ١ = ٢٧$ فولت.

١٥) لنفترض أن التيار المار في السلك الأوسط ت ويتفرع في الجزء العلوي إلى ت$_{١}$ وفي الجزء السفلي ت$_{٢}$ وبتطبيق قاعدة كيرتشوف الأولى عند نقطة التفرع ت = ت$_{١}$ + ت$_{٢}$ ..... (١)

بتطبيق قاعدة كيرتشوف الثانية على الحلقة العلوية

٢٤ − ٢ ت − ٧ت$_{١}$ + ١٢ = صفر ⇐ ٢ت + ٧ت$_{١}$ = ٣٦ .... (٢)

بتطبيق قاعدة كيرتشوف الثانية على الحلقة السفلية

٢٤ − ٢ ت − ٢ت$_{٢}$ − ٦ت$_{٢}$ = صفر ⇐ ٢ت + ٨ت$_{٢}$ = ٢٤ .... (٣)

بحل المعادلات الثلاثة نجد أن

ت = $\frac{٢٢٨}{٤٣}$ أمبير ، ت$_{١}$ = $\frac{١٥٦}{٤٣}$ أمبير ، ت$_{٢}$ = $\frac{٧٢}{٤٣}$ أمبير

أ) قراءة الأميتر = ت$_{٢}$ = $\frac{٧٢}{٤٣}$ أمبير ب) قراءة الفولتميتر = ت$_{١}$ × ٣ = $\frac{١٥٦}{٤٣}$ × ٣ = $\frac{٤٦٨}{٤٣}$ فولت

جـ) القدرة المستنفذة في المقاومة (٣ Ω) = ت$_{١}^{٢}$م = $(\frac{١٥٦}{٤٣})^{٢}$ × ٣ ≃ ٣٩واط

١٦) جـ$_{١}$ = ق$_{د}$ − ت$_{١}$م$_{د}$ ⇐ ٩ = ق$_{د}$ − ت$_{١}$م$_{د}$ .... (١)

ولكن: جـ$_{١}$ = ت$_{١}$م$_{غ١}$ ⇐ ت$_{١}$ = $\frac{\text{جـ}_{١}}{\text{م}_{غ١}}$ = $\frac{٩}{٣}$ = ٣ أمبير، لذا تصبح المعادلة (١):

٩ = ق$_{د}$ − ٣م$_{د}$.... (١).

وبالمثل نجد أن : ١٠ = ق$_{د}$ − ٢م$_{د}$.... (٢).

وبحل هاتين المعادلتين، نجد أن : ق$_{د}$ = ١٢فولت، م$_{د}$ = ١ Ω

١٧) مقاومية السلك ثابتة؛ أي أن: $\frac{\text{م كلية}}{\text{ل كلي}}$ = $\frac{\text{م جزء}}{\text{ل جزء}}$ ⇐ $\frac{١٠٠}{\text{ل كلي}}$ = $\frac{٠,٣}{٢}$ ⇐ ل كلي = ٦٦٦,٦٧م.

١٨) لتحويل الغلفانوميتر إلى أميتر: نغلق المفتاح (ح$_{٢}$) ونصل الأميتر على التوالي في الدارة، وأقصى تيار يقيسه:

ت$_{غ}$م$_{غ}$ = (ت − ت$_{غ}$) مَ

٠,٠٠٢ × ١٠ = (ت − ٠,٠٠٢) × ٠,٠٠٤

⇐ ت = $\frac{٠,٠٢}{٠,٠٠٤}$ + ٠,٠٠٢ = ٥,٠٠٢ أمبير.

ولتحويل الغلفانوميتر إلى فولتميتر: نغلق المفتاح (ح$_{١}$) ونصل الفولتميتر على التوازي في الدارة، وأقصى فرق جهد يقيسه:

جـ = ت$_{غ}$ (مَ + م$_{غ}$) = ٠,٠٠٢ × (٤٠٠٠ + ١٠) = ٨٠,٢٠ فولت.

١٩) أ) ش$_{عظمى}$ = ق$_{د}$ س = ١٠ × ٥ × ١٠$^{-٦}$ = ٥٠ ميكروكولوم.

ب) $\frac{\text{د ش}}{\text{د ز}}$ = $\frac{١}{\text{م}}$ (ق$_{د}$ − $\frac{\text{ش}}{\text{س}}$) = $\frac{١}{١٠٠}$ × (١٠ − $\frac{٥}{٥}$) = ٠,٠٩ كولوم/ثانية

علاج صفحة (٥٥)

– ت = $\frac{\sqrt{}}{ز}$ = $\frac{٣ \times ١٠^{١٢} \times ١,٦ \times ١٠^{-١٩}}{١}$ = ٤,٨ × ١٠$^{-٧}$ أمبير.

– بما أن: ع = $\frac{ت}{أ \times ن \times \sqrt{}^{٢}}$ ، نق$_{١}$ = ٢نق$_{٢}$ ⇐ $\frac{ع_{١}}{ع_{٢}}$ = $\frac{١}{٤}$

علاج صفحة (٦١)

– في التوصيل على التوالي توصل المقاومتين بسلك واحد ويمر فيها التيار نفسه، بينما في التوصيل على التوازي تتصل المقاومتين معاً بسلكين ويمر في كل منها تيار مختلف.

إثراء صفحة (٧٣)

– مع عقارب الساعة : ق$_{د}$ = ٣٦ فولت.

– عكس عقارب الساعة: ق$_{د}$ = ٤ فولت.

إجابات أسئلة الفصل الثالث

١)

رقم الفقرة	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
رمز الإجابة الصحيحة	جـ	جـ	ب	ب	أ	ب	د	ب	أ	جـ

٢) أ) الغرفة (١): بعيدًا عن الناظر.

الغرفة (٢): نحو الناظر.

الغرفة (٣): نحو الناظر.

الغرفة (٤): بعيدًا عن الناظر.

ب) لا تختلف سرعتها، لأن القوة المغناطيسية قوة مركزية متعامدة دائمًا مع اتجاه الحركة،لذا لا تبذل شغلاً وبما أن ش = Δ ط ح فإن التغير في الطاقة الحركية للشحنة يساوي صفرًا أي أن الطاقة الحركية تبقى ثابتة، وعليه فإن سرعتها ثابتة لا تتغير.

٣) عند إغلاق المفتاح يسري تيار كهربائي فيتأثر كل مقطع في السلك بقوة مغناطيسية تكون عمودية على المقطع نحو الداخل فتنكمش الحلقة. بينما عند عكس اتجاه المجال يكون اتجاه القوة باتجاه خارج الحلقة فتتسع ويصبح شكلها دائريًا.

٤) عند مرور التيار في الملف الدائري يتولد حوله مجال مغناطيسي بحيث يصبح له قطبان، الطرف القريب من الناظر هو قطب شمالي، وبالتالي يحدث تنافر فتبتعد الخلية عن المغناطيس. بينما إذا قرب القطب الجنوبي يحدث تجاذب فتقترب الخلية من المغناطيس.

٥) غ الملف اللولبي $= \mu .\ ت\ ن$

$= ٤\ \pi \times ١٠^{-٧} \times ٨ \times (\frac{٣٥}{١ \times ١٠^{-٢}}) = ١١٢٠\ \pi \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه محور الصادات الموجب.

غ الملف الدائري $= \frac{\mu .\ ت\ ن}{٢\ نق}$

$= \frac{٤\ \pi \times ١٠^{-٧} \times ١٢ \times ٢٥}{٢ \times ٦ \times ١٠^{-٢}} = ١٠٠\ \pi \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه محور الصادات السالب.

غ المحصل $= ١١٢٠\ \pi \times ١٠^{-٥} - ١٠٠\ \pi \times ١٠^{-٥} = ١٠٢٠\ \pi \times ١٠^{-٥}$ تسلا باتجاه محور الصادات الموجب.

٦) $غ_٢$: غ من الملف الخارجي عند المركز ، $غ_١$: غ من الملف الداخلي عند المركز

$غ_١ = غ_٢$

$$\frac{\mu .\ ت_١\ ن_١}{٢\ نق_١} = \frac{\mu .\ ت_٢\ ن_٢}{٢\ نق_٢}$$

$$\frac{ت_١\ ن_١}{نق_١} = \frac{ت_٢\ ن_٢}{نق_٢}$$

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

$ت_٢ = ٢$ أمبير، واتجاهه مع عقارب الساعة.

٧) القوة المؤثرة في الإلكترون = ق = ν ع غ جا θ

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

$$غ_{أ} = \frac{\mu_{ه} ت}{٢ \pi ف} = \frac{١,٥ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{٠,١ \times \pi ٢}$$

$= ٣٠ \times ^{-٧}١٠$ تسلا (نحو الناظر).

وعليه فإن : ق = ν ع غ جا θ

$= ١,٦ \times ^{-١٩}١٠ \times ٥ \times ^{٤}١٠ \times ٣٠ \times ^{-٧}١٠ \times$ جا ٩٠°

$= ٢٤٠ \times ^{-٢٢}١٠$ نيوتن، باتجاه الصادات الموجب.

وبالتالي فإن الإلكترون سينحرف للأعلى.

٨) $غ_{السلك} = \frac{\mu . ت}{٢ \pi ف} = \frac{٣٠ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{^{٢}١٠ \times ١٠ \times \pi ٢} = ٦ \times ^{-٥}١٠$ تسلا (نحو الناظر).

$غ_{الملف الدائري} = \frac{\mu . ت ن}{٢ نق} = \frac{٤ \times ١ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{^{٢}١٠ \times \pi \times ٢} = ٨ \times ^{-٥}١٠$ تسلا (نحو الناظر).

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

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

٩) أ = ١,٠ م ، ب = ٠,٢ م ، ت = ٢ أمبير.

$$ن = \frac{°٦٠}{°٣٦٠} = \frac{١}{٦}$$

$غ_{من اللفة الداخلية} = \frac{\mu . ت ن}{٢ نق} = \frac{\frac{١}{٦} \times ٢ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{٠,١ \times ٢} = \frac{٢}{٣} \pi \times ^{-٦}١٠$ تسلا (نحو الناظر).

$غ_{من اللفة الخارجية} = \frac{\mu . ت ن}{٢ نق} = \frac{\frac{١}{٦} \times ٢ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{٠,٢ \times ٢} = \frac{١}{٣} \pi \times ^{-٦}١٠$ تسلا (بعيدًا عن الناظر).

غ من القطعتين المستقيمتين = صفر

$غ_{المحصل} = \frac{٢}{٣} \pi \times ^{-٦}١٠ - \frac{١}{٣} \pi \times ^{-٦}١٠ = \frac{\pi}{٣} \times ^{-٦}١٠$ تسلا ، نحو الناظر.

١٠) ق = $\frac{\mu . ت_{١} ت_{٢}}{٢ \pi ف}$

$\frac{ق_{أب}}{ل} = \frac{٣ \times ٨ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{(^{-٢}١٠ \times ١٠) \times \pi ٢} = ٤,٨ \times ^{-٥}١٠$ نيوتن /م . (تنافر).

$\frac{ق_{جـ ب}}{ل} = \frac{٣ \times ٣ \times ^{-٧}١٠ \times \pi ٤}{(^{-٢}١٠ \times ١٢) \times \pi ٢} = ١,٥ \times ^{-٥}١٠$ نيوتن /م .(تنافر) .

لكن جتا$\theta = \frac{٦}{١٠} = ٠,٦$ ، جا$\theta = \frac{٨}{١٠} = ٠,٨$، كما في الشكل (١)

المركبات بالاتجاه السيني $\frac{ق_{ب س}}{ل} = \frac{ق_{جـ ب}}{ل} + \frac{ق_{أ ب}}{ل}$ جتاθ

$= ١,٥ \times ١٠^{-٥} + ٤,٨ \times ١٠^{-٥} \times (\frac{٦}{١٠}) = ٤,٣٨ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن/م.

المركبات بالاتجاه الصادي $\frac{ق_{ب ص}}{ل} = \frac{ق_{أ ب}}{ل}$ جا θ

$= ٤,٨ \times ١٠^{-٥} \times (\frac{٨}{١٠}) = -٣,٨٤ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن/م.

وعليه فإن $\frac{ق_{ب}}{ل} = ٦ \times ١٠^{-٥}$ نيوتن /م.

لإيجاد الاتجاه: ظا $\propto = \frac{٤,٣٨ \times ١٠^{-٥}}{٣,٨٤ \times ١٠^{-٥}} \Leftarrow \propto = ٤٩^\circ$ انظر الشكل (٢).

١١) السلك (أ)

$\frac{ق_{ب أ}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٢ \pi ف}$ (تنافر إلى أعلى الصفحة).

$\frac{ق_{جـ أ}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٢ \pi (٢ف)}$ (تجاذب إلى أسفل الصفحة).

$\Leftarrow \frac{ق_{أ}}{ل} = \frac{ق_{ب أ}}{ل} - \frac{ق_{جـ أ}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٤ \pi ف}$ (تنافر إلى أعلى الصفحة).

السلك (ب)

$\frac{ق_{أ ب}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٢ \pi ف}$ (تنافر إلى أسفل الصفحة).

$\frac{ق_{جـ ب}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٢ \pi ف}$ (تنافر إلى أعلى الصفحة).

$\Leftarrow \frac{ق_{ب}}{ل} =$ صفر.

السلك (جـ)

$\frac{ق_{جـ أ}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٢ \pi (٢ف)}$ (تجاذب إلى أعلى الصفحة).

$\frac{ق_{ب جـ}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢}{٢ \pi ف}$ (تنافر إلى أسفل الصفحة).

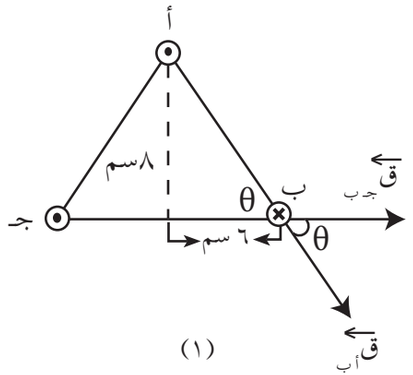
$\Leftarrow \frac{ق_{جـ}}{ل} = \frac{ق_{ب جـ}}{ل} - \frac{ق_{أ جـ}}{ل} = \frac{\mu . ت^٢ ل}{٤ \pi ف}$ (إلى أسفل الصفحة).انظر الشكل المجاور.

١٢) ق $_{المغناطيسية}$ = ت ل غ جا θ

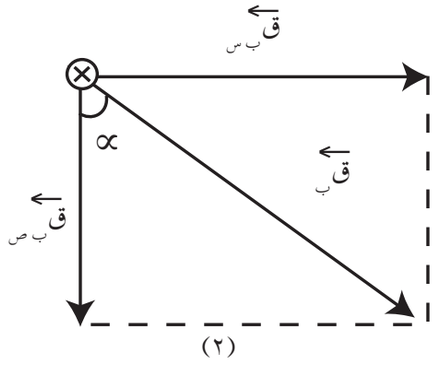
$= ٨,٥ \times ١٢٥ \times ٠,١٥ \times ٠,٢ \times$ جا٩٠° = ٣١,٨ نيوتن للأسفل.

ق $_{المغناطيسية}$ = الوزن = ك × جـ

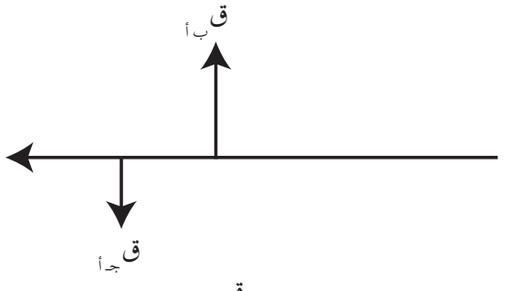
٣١,٨ = ك × ٩,٨ ← ك = ٣,٢٥ كغ.

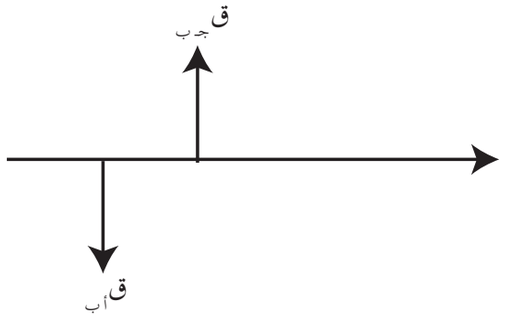


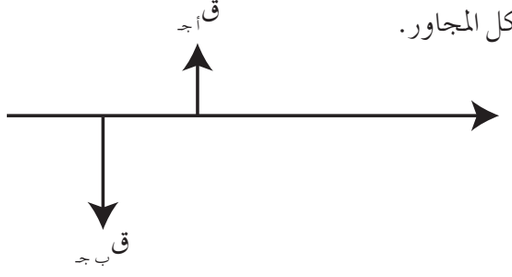
(١)



(٢)







إثراء صفحة (٨٣)

١) لأنه لو تقاطع خطان من خطوط المجال المغناطيسي ، فهذا يعني أنه في نقطة التقاطع فإن القطب الشمالي المفرد سيتحرك في أكثر من اتجاه وهذا غير ممكن .

٢) لأن خطوط المجال المغناطيسي تتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس وتتجه من القطب الجنوبي إلى القطب الشمالي داخل المغناطيس ولذلك توصف بأنها مقفلة، وعليه فإن تدفق الخطوط التي تخترق السطح من الداخل إلى الخارج يساوي تدفق الخطوط التي تخترق السطح من الخارج إلى الداخل.

إثراء صفحة (٨٧)

١) $ق_{\text{كهربائية}} = ش_{م} = ٣ \times ١٠^{-٧} \times ١٠^{٣} = ٣ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن. باتجاه المجال(نحو الشمال (الصادات الموجب)).

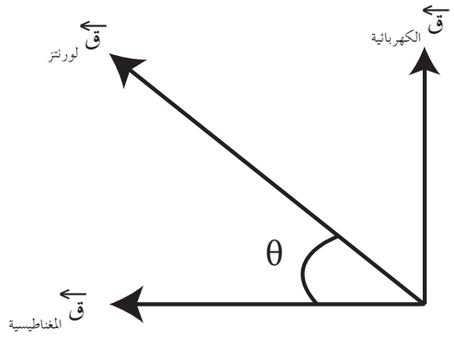
٢) $ق_{\text{المغناطيسية}} = ش ع غ \text{ جا } \theta = ٣ \times ١٠^{-٧} \times ١٠^{٣} \times \frac{٤}{٣}$ جا٩٠ $= ٤ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن. باتجاه الغرب.

$\overleftarrow{ق}_{\text{لورنتز}} = \overleftarrow{ق}_{\text{الكهربائية}} + \overleftarrow{ق}_{\text{المغناطيسية}}$

$ق_{\text{لورنتز}} = \sqrt{ق^{٢}_{\text{كهربائية}} + ق^{٢}_{\text{مغناطيسية}}}$

$= ٥ \times ١٠^{-٤}$ نيوتن.

الاتجاه ظا $\theta = \frac{٣}{٤} \leftarrow \theta = ٣٦,٨°$.انظر الشكل.



علاج صفحة (٨٩)

– بما أن كتلة الإلكترون أصغر بكثير من كتلة البروتون فعليه فإن القوة المغناطيسية ستغير من اتجاه سرعته بشكل أسهل من البروتون وبالتالي يكون نصف قطر مساره أصغر .أو بما أن كل من الشحنة والسرعة ومقدار المجال لهما متساو فإن العامل المؤثر هو الكتلة وبما أن نصف قطر المسار يتناسب طرديًا مع الكتلة (نق $= \frac{ك ع}{ش غ}$) وحيث إن البروتون كتلته أكبر فنصف قطر مساره أكبر.

إثراء صفحة (٨٩)

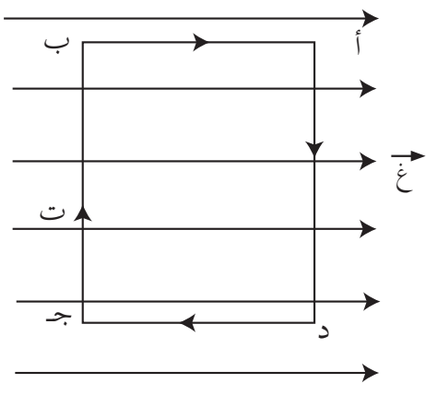
١) $ق_{\text{المغناطيسية}} = ش ع غ \text{ جا } \theta$

$= ١ \times ١٠^{-٦} \times ٢ \times ١٠^{٤} \times ٢ \times ١٠^{-٤} \times$ جا ٣٠

$= ٢ \times ١٠^{-٦}$ نيوتن (نحو الناظر).

(حيث ط ح $= \frac{١}{٢}$ ك ع$^{٢} = ٤ \times ١٠^{-١٢} \leftarrow$ ع $= ٢ \times ١٠^{٤}$ م/ث).

علاج صفحة (٩٣)



– لنفترض الحلقة المبينة في الشكل

ق$_{أب}$ = ق$_{جـد}$ = صفرًا، لأنهما يوازيان المجال المغناطيسي.

ق$_{أد}$ = ت ل غ جا θ

= ت ل غ جا ٩٠° = ت ل غ (نحو الناظر).

ق$_{بجـ}$ = ت ل غ جا ٩٠° = ت ل غ (بعيدًا عن الناظر).

← ق$_{المحصلة}$ تساوي صفرًا.

علاج صفحة (٩٥)

عزم الازدواج = ت غ أ ن جا θ

أكبر قيمة لعزم الازدواج عندما (θ = ٩٠°) = ت غ أ ن

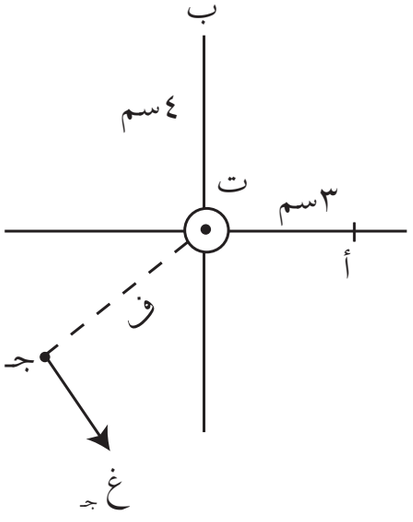
= ٥ × ٣ × ١٠$^{-٣}$ × (٥ × ١٠$^{-٢}$)^{٢} × ١ × π

= ٣٧٥ × π × ١٠$^{-٧}$ نيوتن.م.

إثراء صفحة (٩٥)

– عن طريق تعليق الملف بحيث يكون قابلاً للدوران حول محور رأسي ،وعن طريق تغيير وضعية الملف وملاحظة ما يحدث في كل مرة، فإذا حدث وأن دار الملف فهذا يعني وجود مجال مغناطيسي ، وإذا لم يدر الملف في أية حالة فلا يوجد مجال.

علاج صفحة (٩٩)



– بالتعويض في المعادلة غ = $\frac{\mu_{\circ} ت}{٢ \pi ف}$ نجد أن:

غ$_{أ}$ = ٤ × π × ١٠$^{-٧}$ × $\frac{٢}{٢ \times \pi \times ٣ \times ١٠^{-٢}}$ = $\frac{٤}{٣}$ × ١٠$^{-٥}$ تسلا (الصادي الموجب).

غ$_{ب}$ = ٤ × π × ١٠$^{-٧}$ × $\frac{٢}{٢ \times \pi \times ٤ \times ١٠^{-٢}}$ = ١ × ١٠$^{-٥}$ تسلا (السيني السالب).

غ$_{جـ}$ = ٤ × π × ١٠$^{-٧}$ × $\frac{٢}{٢ \times \pi \times ٥ \times ١٠^{-٢}}$ = ٨ × ١٠$^{-٦}$ تسلا.

{حيث ف^{٢} = (٣)^{٢} + (٤)^{٢} = ٢٥ ← ف = ٥ سم.}

اتجاه المجال المغناطيسي هو باتجاه المماس على خط المجال المار بالنقطة جـ.

غ$_{د}$ = صفر لأنها تقع في السلك والسلك لا يولد مجالاً على نفسه.

إثراء صفحة (١٠٣)

– يكون سلوك كل لفتين متجاورتين كسلوك سلكين متوازيين يمر بهما التيار بالاتجاه نفسه لذلك تكون القوة المتبادلة بينهما تجاذب فتقترب اللفات.

إثراء صفحة (١٠٥)

– بتطبيق المعادلة: غ = $\frac{\mu_{\circ} \text{ ت ن}}{٢ \text{ نق}}$، نجد أن:

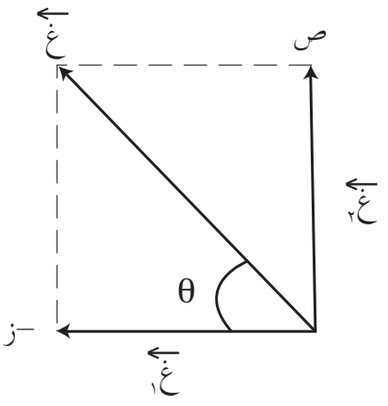
غ$_{١}$ = ١,٩ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو المحور الزيني السالب.

غ$_{٢}$ = ٢,٥ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، نحو محور الصادات الموجب.

غ = $\sqrt{\text{غ}_{١}^{٢} + \text{غ}_{٢}^{٢}}$

= ٣,١٤ × ١٠$^{-٥}$ تسلا، في اتجاه يصنع زاوية θ مع غ$_{١}$ كما في الشكل بحيث أن:

ظا θ = $\frac{\text{غ}_{٢}}{\text{غ}_{١}}$ = ١,٣ ← θ = ٥٣°.



علاج صفحة (١٠٩)

غ = μ. نَ ت ← نَ = ٤٠ لفة/م.

إثراء صفحة (١٠٩)

– من خلال إحاطته بملف لولبي آخر يمر فيه تيار كهربائي معاكس لتيار الملف الداخلي.

– (جـ) لأن وضع طبقة ثانية يزيد من عدد اللفات، بينما المجال المغناطيسي لا يعتمد على طول الملف ولا على نصف قطره.