

## التيار الكهربائي و قانون أوم

## الفصل الأول



## المصطلحات العلبية

١

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	التيار الكهربائي	هو فيض أو سيل من الشحنات الكهربائية تسري من أحد طرفي الموصل إلى الطرف الآخر.
٢	شدة التيار الكهربائي	١. هي كمية الكهرباء التي تمر عبر مقطع معين من موصل في الثانية الواحدة. ٢. هي المعدل الزمني لسريان الشحنة الكهربائية.
٣	فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين (V)	هو الشغل المبذول لنقل شحنة كهربائية مقدارها 1 C بين النقطتين.
٤	القوة الدافعة الكهربائية لمصدر (V <sub>B</sub> )	١. هي الشغل الكلي اللازم لنقل شحنة كهربائية مقدارها 1C خارج المصدر و داخله ( أي عبر الدائرة الكهربائية بالكامل ). ٢. هي فرق الجهد بين قطبي المصدر عند عدم سريان تيار كهربائي.
٥	قانون أوم	تتناسب شدة التيار الكهربائي المار في موصل تناسباً طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبوت درجة حرارته.
٦	المقاومة الكهربائية (R)	١. هي النسبة بين فرق الجهد بين طرفي الموصل وشدة التيار المار فيه. ٢. هي فرق الجهد اللازم لإحداثه بين طرفي الموصل ليمر به تيار شدته 1 A.
٧	القدرة الكهربائية (P <sub>w</sub> )	١. هي المعدل الزمني للطاقة الكهربائية المستنفذة. ٢. هي الطاقة المستنفذة في زمن قدره 1 s.
٨	المقاومة النوعية لمادة موصل (ρ <sub>e</sub> )	هي مقاومة سلك طوله 1 m و مساحة مقطعه 1 m <sup>2</sup> عند درجة 0°C.
٩	التوصيلية الكهربائية لمادة سلك (σ)	هي مقلوب المقاومة النوعية لمادة السلك.
١٠	قانون كيرشوف للجهد الكهربائي	مجموع فروق الجهد على المقاومات في دائرة كهربائية موصلة على التوالي يساوي فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة.



## ٢ نعلبات و نلسبرات علابة

2

١. **يفضل استخدام أسلاك من النحاس في التوصيلات الكهربائية .**  
 « لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة ، فتكون التوصيلية الكهربائية له كبيرة .

---

٢. **معامل التوصيل الكهربى للنحاس كبير .**  
 « و ذلك بسبب وفرة الإلكترونات الحرة في مادة النحاس ، فتكون التوصيلية الكهربائية لها كبيرة و بالتالى تكون جيدة التوصيل للكهربية .

---

٣. **المقاومة النوعية و التوصيلية الكهربائية لمادة خاصة مميزة لها .**  
 « لأن كل منهما يتوقف على نوع المادة ، فكل منهما له قيمة ثابتة لنفس المادة عند درجة حرارة معينة .

---

٤. **لا بد من بذل شغل لنقل الشحنات الكهربائية من نقطة لأخرى .**  
 « للتغلب على مقاومة الموصل .

---

٥. **تسمح بعض المواد بتوصيل التيار الكهربى ، بينما البعض الآخر عازل للكهربية .**  
 « لأن ذلك يعتمد على وفرة الإلكترونات الحرة الموجوده بالمعدن ، فالمواد جيدة التوصيل للكهربية لديها وفرة من الإلكترونات الحرة ، بينما المواد رديئة التوصيل للكهربية لديها ندرة من إلكترونات حرة .

---

٦. **في دائرة مقاومات متصلة على التوازي تستخدم أسلاك سميكة عند طرفي مصدر التيار ، بينما تستخدم أسلاك أقل سمكاً عند طرفي كل مقاومة .**  
 « لأنه عند طرفي مصدر التيار يكون التيار أكبر ما يمكن و لذلك يجب استخدام أسلاك سميكة حتي تكون مقاومتها صغيرة فتسمح بمرور التيار الكبير و لا تنصهر ، بينما عند طرفي كل مقاومة من مقاومات التوازي يتجزأ التيار مما يسمح باستخدام أسلاك أقل سمكاً فتكون أقل في التكلفة .

---

٧. **تزداد مقاومة سلك بارتفاع درجة الحرارة .**  
 « لأنه بارتفاع درجة الحرارة تزداد طاقة حركة جزيئات مادة السلك فتزداد سعة اهتزاز جزيئاتها فتزداد فرص تصادم إلكترونات التيار بجزيئات مادة السلك و تزداد مقاومته .

---

٨. **كلما زاد طول السلك زادت مقاومته .**  
 « لأنه كلما زاد طول السلك زادت فرص تصادم جزيئات مادة السلك مع إلكترونات التيار فتزداد مقاومته ، كما أن السلك الطويل يعتبر عدة أسلاك موصلة على التوالي فتزداد المقاومة .

---

٩. **كلما زادت مساحة مقطع سلك قلت مقاومته .**  
 « لأنه كلما زادت مساحة مقطع السلك قلت فرص تصادم جزيئات مادة السلك بإلكترونات التيار فتقل مقاومته ، كما أن السلك السميك يعتبر عدة أسلاك موصلة على التوازي فتقل المقاومة .

---

١٠. **الكابل الكهربى مقاومته صغيرة .**  
 « لأن مقاومه النوعية للنحاس المصنوع منه مجموعة أسلاك الكابل الكهربى تكون صغيرة ، فتكون مقاومه الكابل صغيرة .  
 « لأن مجموعة أسلاك الكابل تكون متصلة على التوازي فتكون مقاومته صغيرة .  
 « لأن مساحة مقطع الكابل تكون كبيرة فتكون مقاومته صغيرة .

١١. **للحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات توصل هذه المجموعة على التوازي .**  
 « لأن مقلوب المقاومة المكافئة لعدة مقاومات موصلة على التوازي يساوي مجموع مقلوبات هذه المقاومات ، فتكون المقاومة الكلية صغيرة و أصغر من أصغر مقاومة في المجموعة .
- 
١٢. **للحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة مقاومات توصل هذه المجموعة على التوالي .**  
 « لأن المقاومة المكافئة لعدة مقاومات موصلة على التوالي يساوي مجموع هذه المقاومات ، فتكون المقاومة الكلية كبيرة و أكبر من أكبر مقاومة في المجموعة .
- 
١٣. **يوصل الأميتر على التوالي في الدائرة الكهربائية بينما يوصل الفولتميتر على التوازي .**  
 « يوصل الأميتر على التوالي لأنه في التوصيل على التوالي لا تتجزأ شدة التيار فيقيس الأميتر التيار الكلي المراد قياسه .  
 « بينما يوصل الفولتميتر على التوازي حتى يكون فرق الجهد بين طرفيه هو نفسه فرق الجهد المراد قياسه ، حيث يكون فرق الجهد ثابتاً في التوصيل على التوازي .
- 
١٤. **إذا انطفأ أحد مصابيح المنزل فإن باقي المصابيح تظل مضيئة .**  
 « لأن المصابيح الكهربائية في المنازل توصل على التوازي ، و بالتالي يتجزأ التيار الكهربائي على جميع أجزاء الدائرة ، فإذا انطفأ أحد هذه المصابيح فإن باقي المصابيح تظل مضيئة .
- 
١٥. **توصل الأجهزة الكهربائية في المنازل على التوازي و لا توصل على التوالي .**  
 « لأنه في التوصيل على التوازي يكون فرق الجهد ثابتاً فعند إطفاء أحد هذه الأجهزة لا ينطفئ الباقي ، أي أن تشغيل أحد الأجهزة لا يتطلب تشغيل باقي الأجهزة .  
 « كما أنه في حالة التوصيل على التوازي تقل المقاومة الكلية فتزداد شدة التيار و تكفي لتشغيل الأجهزة ، بينما عند توصيلها على التوالي تزداد المقاومة الكلية و تقل شدة التيار و لا تكفي لتشغيل الأجهزة .
- 
١٦. **إذا فتحت دائرة منبع كهربائي فان فرق الجهد بين قطبيه يساوي القوة الدافعة الكهربائية له .**  
 « لأن  $(V_B = V + I r)$  و بالتالي تكون  $(V_B = V)$  عندما يكون المقدار  $(I r)$  مساوياً للصفر أي عندما تكون شدة التيار تساوي الصفر و يحدث هذا إذا كانت الدائرة مفتوحة .
- 
١٧. **القوة الدافعة الكهربائية لعمود كهربائي أكبر من فرق الجهد بين طرفي دائرته الخارجية .**  
 « لأن لكل عمود مقاومة داخلية  $(r)$  و بالتالي فإن :  $(V_B = V + I r)$  فتصبح  $(V_B > V)$  .
- 
١٨. **تزداد القدرة الكهربائية المسحوبة من المصدر عند توصيل عدة مقاومات على التوازي .**  
 « لأن توصيل المقاومات على التوازي يقلل من المقاومة الكلية للدائرة فيزداد التيار الكهربائي المسحوب من المصدر فتزداد القدرة الكهربائية المسحوبة منه ، حيث :  $P_w = V_B I$  .
- 
١٩. **عند زيادة القدرة الكهربائية للأجهزة المستخدمة في المنزل تزداد شدة التيار المار في المنصهر العام .**  
 « لأن الأجهزة المنزلية موصلة على التوازي فتكون مقاومتها صغيرة ، و حيث أن :  $P_w = I^2 R$  فكلما زادت القدرة الكهربائية زادت شدة التيار .
- 
٢٠. **تزداد كفاءة البطارية كلما قلت مقاومتها الداخلية .**  
 « لأنه كلما قلت مقاومتها الداخلية  $(r)$  قل المقدار  $(I r)$  و هو مقدار الشغل الذي تبدله البطارية لمرور الشحنات داخلها و لذلك يقل الشغل المفقود من البطارية عند التشغيل أي تزداد كفاءتها .



## ٣ بالعني فولنا أن

3

١. شدة التيار الكهربى المار فى موصل =  $2 \text{ A}$  .

☞ معنى ذلك أن كمية الشحنة الكهربائية التى تمر عبر مقطع معين من الموصل فى الثانية الواحدة تساوى  $2 \text{ C}$  .

٢. فرق الجهد بين طرفى موصل =  $15 \text{ V}$  .

☞ معنى ذلك أن الشغل المبذول لنقل شحنة كهربية مقدارها  $1 \text{ C}$  بين طرفى الموصل يساوى  $15 \text{ J}$  .

٣. المقاومة الكهربائية للموصل =  $3 \Omega$  .

☞ معنى ذلك أن النسبة بين فرق الجهد بين طرفى الموصل و شدة التيار المار به تساوى  $3 \text{ V/A}$  .

٤. مقدار الشغل المبذول لنقل شحنة كهربية مقدارها  $6 \text{ C}$  بين نقطتين =  $42 \text{ J}$  .

☞ معنى ذلك أن فرق الجهد بين النقطتين =  $\frac{42}{6} = 7 \text{ V}$  .

٥. القوة الدافعة الكهربائية لعمود كهربى =  $1.5 \text{ V}$  .

☞ معنى ذلك أن الشغل الكلى المبذول لنقل شحنة كهربية مقدارها  $1 \text{ C}$  بين طرفى الدائرة =  $1.5 \text{ J}$  .

☞ معنى ذلك أن فرق الجهد الكهربى بين طرفى الدائرة فى حالة عدم مرور تيار كهربى فيها =  $1.5 \text{ V}$  .

٦. المقاومة النوعية للنحاس =  $1.79 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  .

☞ معنى ذلك أن مقاومة سلك من النحاس طوله  $1 \text{ m}$  و مساحة مقطعه  $1 \text{ m}^2$  عند  $0^\circ\text{C}$  =  $1.79 \times 10^{-8} \Omega$  .

٧. التوصيلية الكهربائية لمادة موصل =  $2.5 \times 10^5 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  .

☞ معنى ذلك أن مقلوب المقاومة النوعية لمادة الموصل تساوى  $2.5 \times 10^5 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  .

☞ معنى ذلك أن المقاومة النوعية لمادة الموصل تساوى  $4 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$  .

٨. المقاومة الكلية فى دائرة كهربية =  $12 \Omega$  .

☞ معنى ذلك أن المقاومة الواحدة التى تحل محل مجموعة المقاومات الموصلة فى الدائرة كلها بحيث لا يتغير

أى من شدة التيار الكلى أو فرق الجهد الكلى فى الدائرة تساوى  $12 \Omega$  .

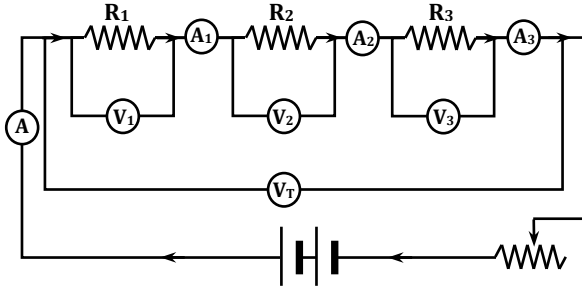




## استنتاجات

4

### ١- المقاومة الكلية لمجموعة مقاومات موصلة على التوالي



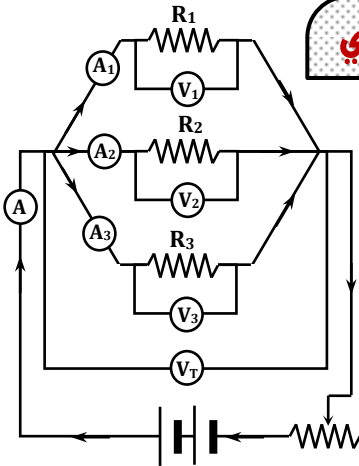
$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I R_T = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$I R_T = I (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

### ٢- المقاومة الكلية لمجموعة مقاومات موصلة على التوازي



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V = V \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



## ٥ العوامل التي تؤثر عليها الأبعاد الفيزيائية

5

### ١. المقاومة الكهربائية لموصل (R) :

١- طول الموصل ( $R \propto L$ ) .

٢- مساحة مقطع الموصل ( $R \propto \frac{1}{A}$ ) .

٣- نوع مادة الموصل ( $\rho_e$ ) .

$$R = \rho_e \frac{L}{A}$$

### ٢. المقاومة النوعية لمادة موصل ( $\rho_e$ ) :

١- نوع مادة الموصل .

٢- درجة حرارة الموصل .

$$\rho_e = R \frac{A}{L}$$

### ٣. التوصيلية الكهربائية لمادة موصل ( $\sigma$ ) :

١- نوع مادة الموصل .

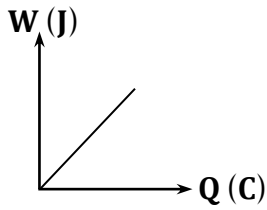
٢- درجة حرارة الموصل .

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{L}{R A}$$

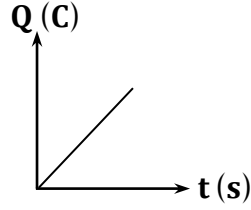


## 6 علاقات بيانية

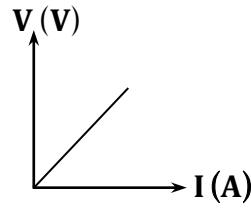
6



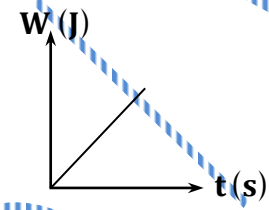
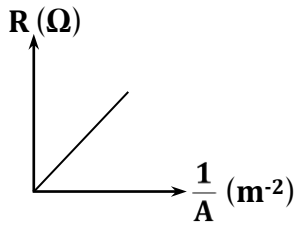
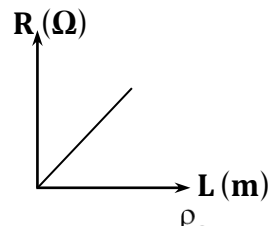
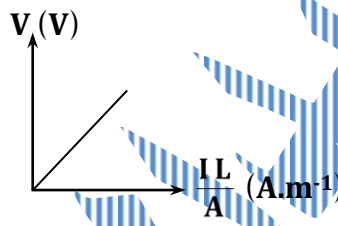
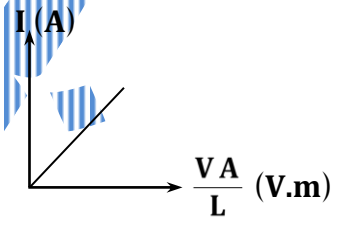
Slope = V volt



Slope = I Ampere



Slope = R Ω

Slope = P<sub>w</sub> wattSlope = ρ<sub>e</sub> LSlope =  $\frac{\rho_e}{A}$ Slope = ρ<sub>e</sub> Ω.mSlope = σ Ω<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>

## 7 النتائج الهنزية علي حدوث كل من

7

١. ندرة الإلكترونات الحرة في مادة من حيث توصيلتها الكهربائية .

☞ تقل التوصيلية الكهربائية للمادة ، و تكون مقاومتها النوعية كبيرة و تكون مادة رديئة التوصيل للكهربية .

٢. سحب سلك و زيادة طوله إلي الضعف بالنسبة لمقاومة السلك .

☞ تزداد مقاومة السلك إلي أربع أمثاله ، لأن سحب السلك ليزداد طوله إلي الضعف يقلل من مساحة مقطعه إلي النصف أيضاً .

٣. زيادة شدة التيار المار في موصل بالنسبة لفرق الجهد بين طرفيه و القدرة الكهربائية المستنفذة .

☞ يزداد فرق الجهد بين طرفيه و تزداد القدرة الكهربائية المستنفذة .

٤. نقص نصف قطر سلك إلي النصف و نقص طوله إلي النصف أيضاً بالنسبة للمقاومة الكهربائية للسلك .

☞ تزداد مقاومة السلك إلي الضعف .

٥. نقص مساحة مقطع سلك إلي النصف بالنسبة لمقاومته النوعية .

☞ تظل المقاومة النوعية لمادة السلك ثابتة ، لأنها لا تتوقف إلا علي نوع مادة السلك و درجة حرارته .

٦. زيادة طول سلك إلي الضعف و زيادة مساحة مقطعه إلي الضعف أيضاً بالنسبة لمقاومة السلك .

☞ تظل مقاومة السلك ثابتة .

٧. توصيل عدة مقاومات كهربية علي التوازي .

☞ تقل المقاومة الكلية و تكون أصغر من أصغر مقاومة في هذه المقومات .

٨. توصيل عدة مقاومات كهربية علي التوالي .

☞ تزداد المقاومة الكلية و تكون أكبر من أكبر مقاومة في هذه المقاومات .

٩. توصيل مقاومتين متساويتين علي التوازي .

☞ تقل المقاومة الكلية إلي النصف .

١٠. توصيل مقاومتين متساويتين علي التوالي .

☞ تزداد المقاومة الكلية إلي الضعف .

١١. توصيل مقاومة كبيرة علي التوازي بأخري صغيرة جداً .

☞ تقل المقاومة بمقدار كبير جداً .



## ٨ فوائبن و أفكار مسائل و أمثلة بحلولة

### ملخص قوانين الفصل الأول

١. لحساب شدة التيار الهار في دائرة كهربية :

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{V}{I} = \frac{P_w}{V}$$

٢. لحساب فرق الجهد الكهربي بين طرفي موصل كهربي :

$$V = \frac{W}{Q} = I \cdot R = \frac{P_w}{I}$$

٣. لحساب القدرة الكهربية المستنفذة في موصل كهربي :

$$P_w = \frac{W}{t} = V I = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

٤. للمقارنة بين مقاومة سلكين من نفس النوع و لهما نفس مساحة المقطع :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

☐ عند ثبوت باقي العوامل .

٥. للمقارنة بين مقاومة سلكين من نفس النوع و لهما نفس الطول :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

☐ عند ثبوت باقي العوامل .

### ٦. للمقارنة بين مقاومة سلكين :

$$\begin{aligned} R_1 &= \rho_{e_1} \cdot L_1 \cdot A_2 \\ R_2 &= \rho_{e_2} \cdot L_2 \cdot A_1 \end{aligned}$$

□ حيث  $\rho_e$  المقاومة النوعية لمادة السلك .

### ٧. لحساب مقاومة سلك :

$$R = \frac{\rho_e \cdot L}{A} = \frac{V}{I}$$

### ٨. لحساب المقاومة النوعية لهادة سلك :

$$\rho_e = \frac{R \cdot A}{L} = \frac{1}{\sigma}$$

### ٩. لحساب التوصيلية الكهربائية لهادة سلك :

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{L}{R \cdot A}$$

### ١٠. لحساب المقاومة الكلية لهجومه مقاومات موصلة على التوالي :

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

### ١١. لحساب المقاومة الكلية لهجومه مقاومات موصلة على التوازي :

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

### ١٢. لحساب المقاومة الكلية لهجومتين فقط متصلتين على التوازي :

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

### ١٣. لحساب ق.د.ك او مصدر كهربى في دائرة كهربية مغلقة :

$$V_B = V + I r$$

□ حيث  $(r)$  المقاومة الداخلية للمصدر الكهربى .

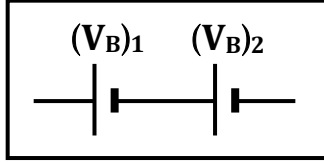
### ١٤. لحساب شدة التيار الكهربى الكلى الهار في دائرة كهربية :

$$I = \frac{V_B}{R_T + r}$$



### ١٥. إذا احتوت دائرة كهربية علي أكثر من جهود كهربي يكون لها احتلالان :

١- عند توصيل الأقطاب المختلفة ببعضها فإن :



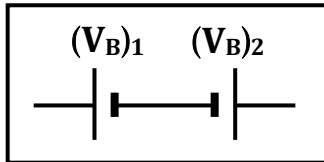
$$(V_B)_T = (V_B)_1 + (V_B)_2$$

$$I_T = \frac{(V_B)_T}{R_{eq} + r_1 + r_2}$$

$$V_1 = (V_B)_1 - I r_1$$

$$V_2 = (V_B)_2 - I r_2$$

٢- عند توصيل الأقطاب المتشابهة ببعضها (دوائر الشحن الكهربي) فإن :



$$(V_B)_T = (V_B)_2 - (V_B)_1$$

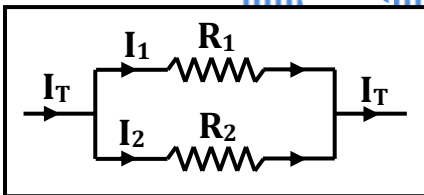
$$I_T = \frac{(V_B)_T}{R_{eq} + r_1 + r_2}$$

□ إذا كانت :  $(V_B)_1 < (V_B)_2$ .

### ١٦. إذا تغيرت طريقة توصيل المقاومات في دائرة كهربية :

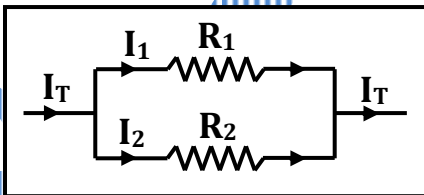
أو نزلت مقاومة أو أضيفت مقاومة فإن المقاومة الكلية للدائرة تتغير و كذلك تتغير شدة التيار الكلي في الدائرة و نعيد حل الدائرة من جديد بعد حدوث التغيير.

### ١٧. لحساب شدة التيار الهار في فرع من فروع دائرة كهربية :



$$\frac{I_1}{R_1} = \frac{I_2}{R_2} = \frac{I_T}{R_{eq}}$$

### ١٨. لحساب شدة التيار الهار في فرع من فروع دائرة كهربية بطريقة أخرى :



$$I_{\text{فرع}} = I_T \times \frac{R_{\text{مجموعة التوازي}}}{R_{\text{فرع}}}$$

### ١٩. لتحديد طريقة توصيل جهوة ومقاومات كهربية في دائرة بهلوية شدة التيار في

**كل منها :**

- ١- نحسب فرق جهد كل مقاومة منهم من العلاقة:  $V = I R$ .
- ٢- المقاومات التي لها نفس فرق الجهد تكون موصلة علي التوازي و الباقية علي التوالي.

**٢٠. لحساب فرق الجهد الهفوق داخل البطارية :**

$$V_{\text{مفقود}} = I \cdot r = V_B - V = V_B - I_T R_T$$

**٢١. لحساب القدرة الكهربية المستهلكة من المصدر الكهربي :**

$$P_W = V_B I_T$$



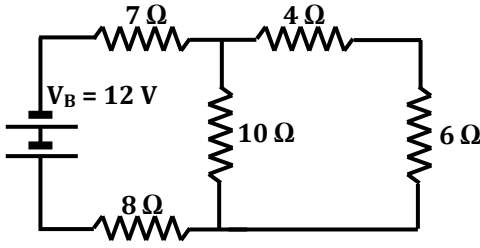
## ٩ مسائل إندجانات الأوامر السابقة

١. مصر ١٩٤٣ : ثلاث مقاومات  $3 \Omega$  ,  $8 \Omega$  ,  $24 \Omega$  متصلة علي التوازي و كانت شدة التيار المار في المقاومة الأولى  $2 A$  ، أوجد :
  - ١- شدة التيار المار في المقاومة الثالثة .
  - ٢- شدة التيار الكلي .

(  $0.25 A - 3 A$  )
٢. مصر ١٩٥٣ : تتصل محطة لتوليد الكهرباء بمصنع يبعد عنها مسافة  $2.5 \text{ Km}$  بسلكين فإذا كان فرق الجهد بين طريفي السلكين عند المحطة  $240 V$  و بين الطرفين عند المصنع  $220 V$  و كان المصنع يستخدم تياراً شدته  $80 A$  . فاحسب مقاومة المتر الواحد من السلك و نصف قطره علماً بأن المقاومة النوعية لمادته  $1.57 \times 10^{-6} \Omega \cdot m$  .
٣. الأزهر ١٩٩٠ : بطارية ق.د.ك لها  $12 V$  و مقاومتها الداخلية  $1.4 \Omega$  ، وصل قطباها بسلك طوله  $120 \text{ cm}$  و مساحة مقطعة  $5 \times 10^{-4} \text{ cm}^2$  ، و مقاومته النوعية  $15 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$  . احسب شدة التيار المار في هذه الدائرة .
٤. الأزهر ١٩٩١ : سلك معدني معزول قطر مقطعه  $0.1 \text{ mm}$  مصنوع من سبيكة المقاومة النوعية لمادته  $5 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$  ، احسب :
  - ١- التوصيلية الكهربية لمادة هذا السلك .
  - ٢- الطول الذي يلزم من هذا السلك لاستخدامه كمقاومة قيمتها  $200 \Omega$  .

(  $2 \times 10^6 \Omega^{-1} \cdot m^{-1} - 3.14 \text{ m}$  )
٥. الأزهر ١٩٩١ : دائرة كهربية مكونة من بطارية ق.د.ك  $20 V$  و مقاومتها  $1.25 \Omega$  وصلت بمقاومتين ( أ ، ب ) متصلتين علي التوازي و مقدارهما  $15 \Omega$  ,  $5 \Omega$  علي الترتيب و المجموعة متصلة علي التوالي بمقاومة ثالثة ( ج ) قيمتها  $4.5 \Omega$  . احسب :
  - ١- المقاومة الكلية في الدائرة .
  - ٢- شدة التيار المار في كل مقاومة .

(  $48.75 \Omega - 0.1 A - 0.3 A - 0.4 A$  )



٦. مصر ١٩٩١ : أوجد من الدائرة المبينة بالشكل شدة التيار الكهربائي في المقاومة  $7 \Omega$  والمقاومة  $10 \Omega$  مع إهمال المقاومة الداخلية للمصدر الكهربائي.

(0.6 A – 0.3 A)

٧. الأزهر ١٩٩٢ : ما قيمة المقاومة التي إذا وصلت على التوازي مع مقاومة مقدارها  $300 \Omega$  أوم تصبح المقاومة الكلية  $75 \Omega$ .

(100 Ω)

٨. مصر ١٩٩٢ : سلكان من مادتين مختلفتين طول الأول ضعف طول الثاني ونصف قطر الأول ضعف نصف قطر الثاني ومقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني. احسب النسبة بين المقاومتين النوعيتين لهما.

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

٩. مصر ١٩٩٢ : بطارية  $6 V$  ومقاومتها الداخلية  $1 \Omega$  وأميتير مقاومته مهملة. مقاومة ثابتة (R) وريوستات موصلة معاً على التوالي عند ضبط الزايق عند بداية الريوستات مر بالدائرة تيار شدته  $0.6 A$ . وعند ضبط الزايق عند نهاية الريوستات مر بالدائرة تيار شدته  $0.1 A$ . احسب من ذلك قيمة كل من :  
١- المقاومة (R).  
٢- مقاومة الريوستات.

(9 Ω – 50 Ω)

١٠. مصر ١٩٩٣ : في تجربة لتعيين مقاومة مجهولة باستخدام قانون أوم لكل من السلكين A، B أخذت القراءات الآتية :

السلك (A)					السلك (B)				
V (volt)	0.5	1	1.5	2	V (volt)	0.6	0.9	1.2	1.8
I (A)	0.25	0.5	0.75	1	I (A)	0.2	0.3	0.4	0.6

١- ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد (V) على المحور الرأسي، شدة التيار (I) على المحور الأفقي لكل من السلكين بنفس مقياس الرسم موضحاً العلاقة الأولى بالحرف (A) والثانية بالحرف (B).

٢- من الرسم البياني: استنتج أي من السلكين يكون أكبر مقاومة؟ ولماذا؟

٣- إذا كان السلكان A، B من نفس المادة ولهما نفس الطول ولكن يختلف قطراهما فأذكر أيهما يكون أكبر سمكاً؟ ولماذا؟

١١. الأزهر ١٩٩٣ : وصلت المقاومات  $10 \Omega$ ،  $20 \Omega$ ،  $30 \Omega$  بمصدر كهربائي فمر تيار شدته  $0.15 A$ ،  $0.2 A$ ،  $0.05 A$  في المقاومات على الترتيب، أوجد قيمة المقاومة المكافئة مع توضيح طريقة التوصيل بالرسم.

(27.5 Ω)

١٢. الأزهر ١٩٩٣ : مر تيار كهربائي شدته  $8 mA$  في سلك معدني رفيع (أ ب). وعندما وصل معه على التوازي سلك آخر له نفس الطول ومن نفس المعدن لزم زيادة شدة التيار في الدائرة إلى  $10 mA$  حتى يظل فرق الجهد بين أ، ب ثابتاً. أوجد النسبة بين قطري السلكين.

(2 : 1)

١٣. الأزهر ١٩٩٤ : يمر  $12.5 \times 10^{18}$  إلكترون في الثانية عبر مقطع سلك مساحته  $3 \times 10^{-7} m^2$  وطوله  $30 m$ . احسب المقاومة النوعية لمادة السلك إذا علمت أن فرق الجهد بين طرفي السلك  $5 V$  وأن شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} C$ .

( $2.5 \times 10^{-8} \Omega.m$ )

١٤. مصر ١٩٩٤ : سلك طوله  $30 m$  ومساحة مقطعه  $0.3 cm^2$  وصل على التوالي مع مصدر تيار مستمر وأميتير. قيس فرق الجهد بين طرفي السلك بواسطة فولتميتر فكان  $0.8 V$  فإذا كانت شدة التيار المار في السلك  $2 A$  احسب التوصيلية الكهربائية للسلك.

( $2.5 \times 10^6 \Omega^{-1}.m^{-1}$ )

١٥. الأزهر ١٩٩٥ : سلك منتظم المقطع يمر به تيار كهربى شدته  $0.1 A$  عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه  $1.2 V$  ثم جعل السلك على شكل مربع مغلق أ ب ج د ، احسب قيمة المقاومة المكافئة للسلك في الحالتين الآتيتين :
- ١- توصيل المصدر بالنقطتين أ ، ج .  
٢- توصيل المصدر بالنقطتين أ ، ب .
- (  $3 \Omega - 2.25 \Omega$  )

١٦. مصر ١٩٩٥ : سلكان متشابهان مصنوعان من نفس المادة طول كل منهما  $50 \text{ cm}$  و مساحة مقطع كل منهما  $2 \text{ mm}^2$  وصلا على التوالي معاً في دائرة كهربى مع عمود كهربى مقاومتها الداخلية  $0.5 \Omega$  . فكانت شدة التيار المار في الدائرة  $2 A$  . وعندما وصل نفس السلكين معاً على التوازي و مع نفس العمود الكهربى كانت شدة التيار الكلى في الدائرة  $6 A$  احسب :
- ١- القوة الدافعة الكهربى للعمود الكهربى المستخدم .  
٢- التوصيلية الكهربى لمادة السلك .
- (  $9 V - 1.25 \times 10^5 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  )

١٧. الأزهر ١٩٩٦ : في تجربه لتعيين قيمه مقاومة مجهولة أخذت القراءات التالىة :

8	6	4	2	فرق الجهد ( فولت )
400	300	200	100	شده التيار ( m.A )

- ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار و فرق الجهد . و من الرسم أوجد :
- ١- قيمة المقاومة المجهولة .  
٢- المقاومة النوعية لمادة سلك المقاومة إذا كان طوله  $20 \text{ m}$  و مساحة مقطعه  $0.2 \text{ cm}^2$  .
- (  $20 \Omega$  )  
(  $2.5 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  )

١٨. مصر ١٩٩٧ : عينت المقاومة الأومية لعدد من أسلاك من معدن ما طول كل منها  $12 \text{ m}$  و مختلفة في مساحة المقطع و قد تم الحصول على النتائج الآتية :

30	23	15	10	7.5	6	المقاومة ( R ) ب [ الأوم ]
$10 \times 10^6$	$7.7 \times 10^6$	$5 \times 10^6$	$3.3 \times 10^6$	$2.5 \times 10^6$	$2 \times 10^6$	مقلوب مساحة المقطع ب [ م <sup>٢</sup> ]

- ارسم علاقة بيانية بين كل من مقاومة السلك ( R ) على المحور الرأسى ومقلوب مساحة المقطع (  $\frac{1}{A}$  ) على المحور الأفقى و من الرسم أوجد :
- ١- مقاومة سلك من نفس المادة وله نفس الطول ومساحة مقطعه  $0.0025 \text{ cm}^2$  .  
٢- المقاومة النوعية لمادة السلك .
- (  $12 \Omega - 0.25 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$  )

١٩. الأزهر ١٩٩٧ : وصلت مقاومة مقدارها  $10.6 \Omega$  بقطبي عمود كهربى يمر بها تيار شدته  $125 \text{ mA}$  و عندما استبدلت بمقاومة أخرى  $1.9 \Omega$  مر تيار شدته  $0.5 A$  فما قيمة ( ق.د.ك ) للعمود الكهربى .
- (  $1.45 V$  )

٢٠. الأزهر ١٩٩٨ : سلك طوله  $2 \text{ m}$  و مساحة مقطعه  $0.1 \text{ cm}^2$  يمر فيه تيار كهربى شدته  $1.5 A$  عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه  $7.5 V$  . احسب التوصيلية الكهربى لمادة السلك .
- (  $4 \times 10^4 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  )

٢١. الأزهر ١٩٩٨ : مقاومة مجهولة عندما يمر بها تيار شدته  $4 A$  يصبح فرق الجهد بين طرفيها  $20 V$  . احسب المقاومة النوعية لمادتها إذا كان طولها  $4 \text{ m}$  و مساحة مقطعه  $0.2 \text{ cm}^2$  . ثم احسب التوصيلية الكهربى لهذه المادة .
- (  $4 \times 10^4 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1} - 2.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$  )

٢٢. مصر ١٩٩٨ : سلك معدني طوله  $30 \text{ m}$  و مساحة مقطعه  $0.3 \text{ cm}^2$  و المقاومة النوعية لمادته  $5 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$  وصل على التوالي مع مقاومة مقدارها  $8.5 \Omega$  و بطارية قوتها الدافعة الكهربى  $18 V$  و مقاومتها الداخلية  $1 \Omega$  . احسب شدة التيار المار في الدائرة .
- (  $1.8 A$  )

٢٣. الأزهر ١٩٩٩ : وصلت المقاومات  $9 \Omega$  ،  $18 \Omega$  ،  $3 \Omega$  أوم بمصدر كهربائي فمر فيها تيار شدته  $0.3 A$  ،  $0.2 A$  ،  $0.1 A$  على الترتيب ، أوجد قيمة المقاومة المكافئة لها مع توضيح طريقة توصيل هذه المقاومات بالرسم .  $(9 \Omega)$

٢٤. الأزهر ٢٠٠٠ : مضع من السلك رؤوسه ( س . ص . ع . ل . ن ) مقاومة أضلاعه  $6 \Omega$  ،  $9 \Omega$  ،  $12 \Omega$  ،  $15 \Omega$  ،  $18 \Omega$  على الترتيب وضح كيف يمكن توصيل رأسين من رؤوسه بمصدر كهربائي بحيث تكون مقاومته أصغر ما يمكن و ما قيمتها .  $(5.4 \Omega)$

٢٥. الأزهر ٢٠٠٠ : سلك طوله  $4 m$  و مساحة مقطعه  $0.01 mm^2$  . أدمج في دائرة لتحقق قانون أوم وتم تسجيل القراءات التالية :

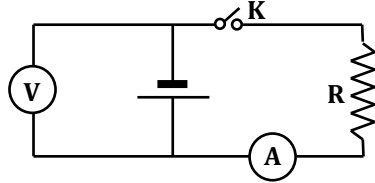
15	12	9	6	3	فرق الجهد (V) [فولت]
750	600	450	300	150	شدة التيار (I) [mA]

ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار (I) على المحور الأفقي وفرق الجهد على المحور الرأسي و من الرسم أوجد :

- ١- مقاومة السلك (R) .
- ٢- شدة التيار المار في المقاومة عندما يكون فرق الجهد بين طرفيها  $10 V$  .
- ٣- احسب قيمة التوصيلية الكهربائية لمادة السلك .

$$(20 \Omega - 0.5 A - 2 \times 10^7 \Omega^{-1}.m^{-1})$$

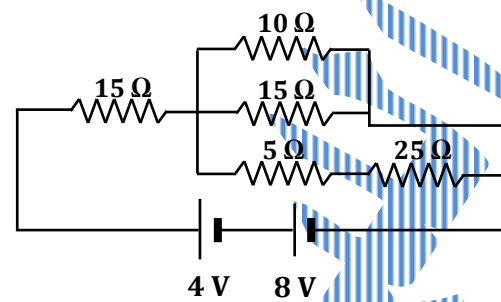
٢٦. مصر ٢٠٠٠ : في الدائرة الموضحة كانت قراءة الفولتميتر تساوي  $12 V$  عندما يكون المفتاح K مفتوحاً و عندما يكون المفتاح K مغلقاً يقرأ الفولتميتر  $9 V$  و يقرأ الأميتر حينئذ  $1.5 A$  ، أوجد :



- ١- ق.د.ك للبطارية .
- ٢- قيمة المقاومة الداخلية للبطارية .
- ٣- قيمة المقاومة R .
- ٤- إذا علمت أن المقاومة R عبارة عن سلك طوله  $6 m$  و مساحة مقطعه  $0.1 cm^2$  ، احسب التوصيلية الكهربائية لمادته .

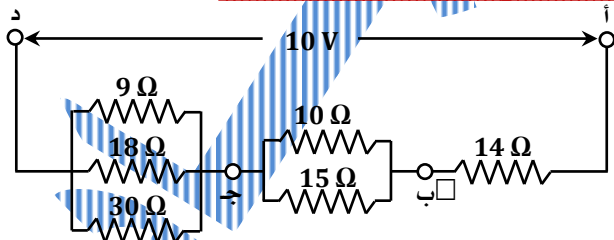
$$(12 \Omega - 2 \Omega - 6 \Omega - 10^5 \Omega^{-1}.m^{-1})$$

٢٧. مصر ٢٠٠٠ : بطارية سيارة قوتها الدافعة الكهربائية  $12 V$  و مقاومتها الداخلية  $0.5 \Omega$  ، احسب النسبة المئوية لفرق الجهد المفقود من هذه البطارية عند استخدامها في إضاءة مصباح مقاومته  $2 \Omega$  .  $(20 \%)$



٢٨. الأزهر ٢٠٠١ : احسب المقاومة الكلية للدائرة الموضحة بالشكل المقابل وكذلك شدة التيار المار في المقاومة  $25 \Omega$  . علماً بأن المقاومة الداخلية لكل عمود  $2 \Omega$  .

$$(20 \Omega - 0.083 A)$$



٢٩. الأزهر ٢٠٠١ : من الدائرة المقابلة :

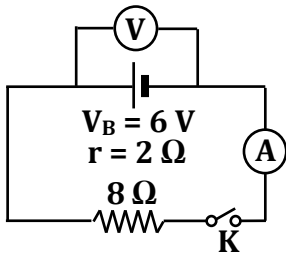
( أ ) كون جدول للعلاقة بين فرق الجهد و شدة التيار الكلي المار في الدائرة إذا كانت قيم فرق الجهد هي :

$$50 V, 40 V, 30 V, 20 V, 10 V$$

( ب ) ارسم العلاقة البيانية بين شدة التيار الكلي المار في الدائرة ، و فرق الجهد الكلي .

( ج ) من الرسم أوجد المقاومة الكلية للدائرة .

( د ) أوجد فرق الجهد بين النقط أ ب ، ب ج ، ج د عندما يكون فرق الجهد الكلي  $10 V$  .  $(5.6 V - 2.4 V - 2 V)$

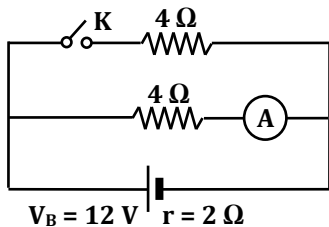


٣٠. مصر ٢٠٠٤ : لاحظ الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل ثم سجل قراءات كل من الفولتميتر و الأميتر حسب الجدول التالي :

المفتاح (K)	قراءة الفولتميتر (V)	قراءة الأميتر (A)
مفتوح	.....	.....
مغلق	.....	.....

( 0 - 6 V - 0.6 A - 4. 8 V )

٣١. الأزهر ٢٠٠٥ : وصلت المقاومات  $40 \Omega$  ،  $20 \Omega$  ،  $10 \Omega$  مع مصدر كهربائي بين بالرسم كيف يمكن توصيل هذه المقاومات ليمر تيار شدته  $0.1 A$  ،  $0.5 A$  ،  $0.4 A$  في هذه المقاومات علي الترتيب . ثم احسب القوة الدافعة الكهربائية للمصدر بفرض أن المقاومة الداخلية له  $2 \Omega$  . ( 15 V )

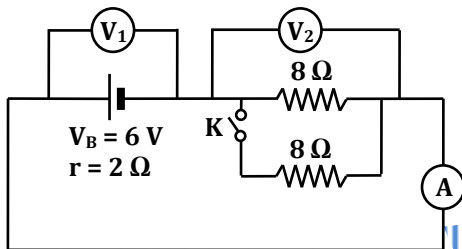


( 2 A - 1.5 A )

٣٢. مصر ٢٠٠٥ : في الدائرة الموضحة بالشكل أوجد :

قراءة الأميتر ( A ) عندما يكون :

- ١- المفتاح K مفتوحاً .
- ٢- المفتاح K مغلقاً .

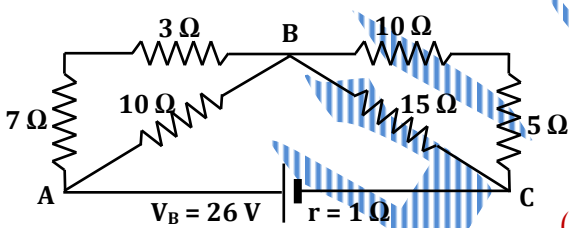


( 0.6 A - 4.8 V - 4.8 V - 1 A - 4 V - 4 V )

٣٣. مصر ٢٠٠٧ : من الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل أوجد :

قراءة كل من  $V_2$  ،  $V_1$  ، A في الحالتين الآتيتين :

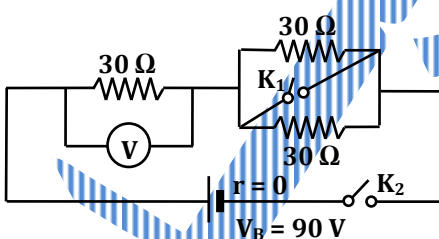
- ( أ ) المفتاح K مفتوح .
- ( ب ) المفتاح K مغلق .



( 12.5 Ω - 2 A - 15 V )

٣٤. السودان ٢٠٠٨ : في الدائرة الموضحة بالشكل ، احسب :

- ٣- المقاومة الكلية الخارجية للدائرة .
- ٤- شدة التيار الكلي .
- ٥- فرق الجهد بين b ، c .



( 60 V - 90 V - 0 )

٣٥. مصر ٢٠٠٨ : في الشكل الذي أمامك أوجد :

قراءة الفولتميتر في الحالات الآتية :

- ( أ ) المفتاح  $K_2$  مغلق و المفتاح  $K_1$  مفتوح .
- ( ب ) المفتاح  $K_2$  مغلق و المفتاح  $K_1$  مغلق .
- ( ج ) المفتاح  $K_2$  مفتوح و المفتاح  $K_1$  مغلق .

٣٦. مصر ٢٠٠٨ : الجدول التالي يبين العلاقة بين طول سلك (L) و مساحة مقطعه  $0.1 \text{ m}^2$  ومقاومته (R) :

المقاومة (R) بالأوم	2.5	5	7.5	10	15
طول السلك (L) بالمتر	5	10	15	20	30

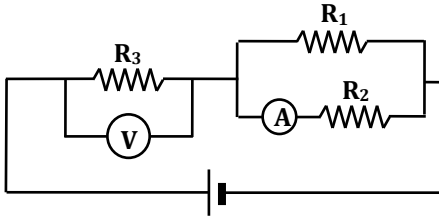
(أ) ارسم العلاقة البيانية بين طول السلك (L) علي محور السينات ومقاومته (R) علي محور الصادات.  
(ب) من الرسم البياني أوجد :

١- المقاومة النوعية لمادة السلك .

(  $0.05 \Omega \cdot \text{m} - 12.5 \Omega$  )

٢- مقاومة السلك الذي طوله  $25 \text{ m}$  .

٣٧. مصر ٢٠٠٩ : في الشكل المقابل :



دائرة كهربائية تتكون من مقاومة  $R_1 = 6 \Omega$  ، ومقاومة  $R_2 = 3 \Omega$  ، ومقاومة  $R_3 = 2 \Omega$  وبطارية مقاومتها الداخلية  $1 \Omega$  فإذا كان التيار المار في المقاومة  $R_1$  يساوي  $1 \text{ A}$  . احسب :

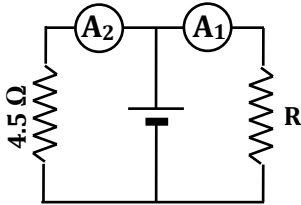
(أ) قراءة الأميتر (A) .

(ب) قراءة الفولتميتر (V) .

(ج) القوة الدافعة الكهربائية للبطارية .

(  $2 \text{ A} - 6 \text{ V} - 15 \text{ V}$  )

٣٨. مصر ٢٠١٠ : في الدائرة المقابلة :



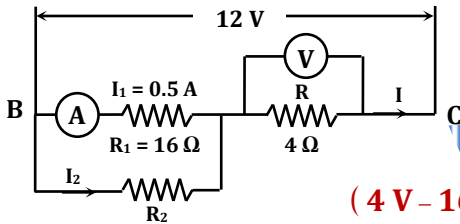
إذا كانت قراءة الأميتر (A1) تساوي  $1 \text{ A}$  وقراءة الأميتر (A2) تساوي  $2 \text{ A}$  والمقاومة الداخلية للبطارية (r) تساوي  $1 \Omega$  ، احسب :

(أ) قيمة المقاومة R .

(ب) القوة الدافعة الكهربائية للبطارية .

(  $9 \Omega - 12 \text{ V}$  )

٣٩. مصر ٢٠١٠ : الشكل المقابل يمثل جزء من دائرة كهربائية ، احسب :

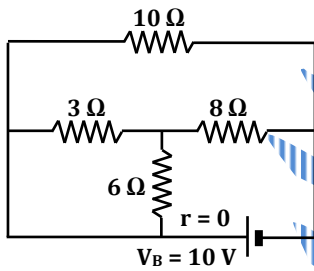


١. قراءة الفولتميتر (V) .

٢. قيمة المقاومة (R2) .

(  $4 \text{ V} - 16 \Omega$  )

٤٠. مصر ٢٠١١ : في الدائرة الكهربائية الموضحة بالرسم ، احسب :



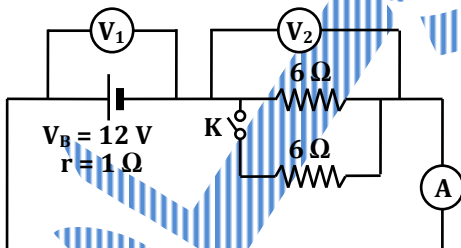
١. المقاومة الكلية المكافئة للدائرة .

٢. شدة التيار الكلي المار بالدائرة .

٣. شدة التيار الكلي المار خلال المقاومة  $6 \Omega$  .

(  $5 \Omega - 2 \text{ A} - 0.33 \text{ A}$  )

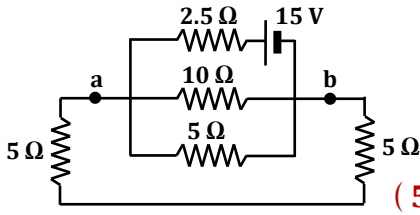
٤١. مصر ٢٠١١ : من الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل أوجد :



قراءة كل من  $V_2$  ،  $V_1$  ، A في حالة غلق المفتاح K .

(  $3 \text{ A} - 9 \text{ V} - 9 \text{ V}$  )

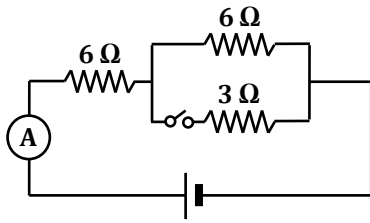
٤٢. الأزهر ٢٠١١ : ثلاث مقاومات  $8 \Omega$  ،  $6 \Omega$  ،  $16 \Omega$  متصلة معاً ثم وصلت المجموعة بمصدر تيار كهربى مقاومته الداخلية  $1.2 \Omega$  و عند غلق الدائرة كان فرق الجهد على المقاومات  $2 V$  ،  $6 V$  ،  $4 V$  على الترتيب . احسب القوة الدافعة الكهربائية للمصدر .



(  $5 \Omega - 3 A - 7.5 V$  )

٤٣. مصر ٢٠١٢ : في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل ، احسب :

١. قيمة المقاومة الكلية في الدائرة .
٢. شدة التيار الكلي المار في الدائرة .
٣. فرق الجهد بين النقطتين a & b .



(  $2 \Omega - 28 V$  )

٤٤. مصر ٢٠١٢ : في الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل :

١. تكون قراءة الأميتر  $2A$  ، وعند غلق المفتاح تصبح قراءة الأميتر  $2.8 A$  ، احسب :  
المقاومة الداخلية للبطارية .
٢. القوة الدافعة الكهربائية للبطارية .

- انتهت مراجعة الفصل الأول -

Imagine  
With all  
your mind.  
Believe  
With all  
your heart.  
Achieve  
With all  
your might.



## التأثير الكهرومغناطيسي للتيار الكهربائي و أجهزة القياس

## الفصل الثاني



## ١ المصطلحات العالمة

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	الفيض المغناطيسي ( $\phi_m$ )	هو العدد الكلي لخطوط الفيض المغناطيسي التي تمر عمودياً علي مساحة ما .
٢	كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة (B)	١. هي عدد خطوط الفيض المغناطيسي التي تمر عمودياً بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة . ٢. هي القوة المغناطيسية التي يؤثر بها هذا الفيض المغناطيسي علي سلك طوله 1 m يحمل تياراً شدته 1 A عندما يكون السلك عمودياً علي المجال المغناطيسي .
٣	قاعدة اليد اليمنى لأمبير	إقبض علي السلك بيدك اليمنى بحيث يشير الإبهام إلي اتجاه التيار الكهربائي في السلك فإن اتجاه باقي الأصابع الملتفة حول السلك تشير إلي اتجاه الفيض المغناطيسي حول السلك .
٤	قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل	أدر بريمة باليد اليمنى عند مركز ملف دائري بحيث يشير اتجاه دورانها إلي اتجاه التيار في الملف فإن اتجاه اندفاعها يشير إلي اتجاه المجال عند مركز الملف .
٥	قاعدة فلمنج لليد اليسرى	اجعل أصابع اليد اليسرى الإبهام و السبابة و الوسطي متعامدة علي بعضها ، بحيث يشير السبابة إلي اتجاه المجال و الوسطي إلي اتجاه التيار ، عندئذٍ يشير الإبهام إلي اتجاه القوة المغناطيسية أو اتجاه حركة السلك .
٦	التسلا ( وحدة قياس كثافة الفيض المغناطيسي )	هي كثافة الفيض المغناطيسي التي تولد قوة مقدارها 1 N علي سلك طوله 1 m و يحمل تياراً شدته 1 A عندما يكون السلك موضوع عمودياً علي المجال المغناطيسي .
٧	حساسية الجلفانومتر	هي زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار كهربائي شدته الوحدة في ملفه .
٨	مجزئ التيار ( $R_s$ )	هو مقاومة صغيرة توصل علي التوازي مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلي أميتر .
٩	مضاعف الجهد ( $R_m$ )	هو مقاومة كبيرة توصل علي التوالي مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلي فولتميتر .



## 2 نعلبات و نفسيرات كلبنة

2

١. ينصح ببناء المساكن بعيداً عن أبراج الضغط الكهربى العالى .  
 << حفاظاً على الصلحة العامة و البئنة ، حيث تتناسب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة طردياً مع شدة التيار و عكسياً مع بعد النقطة عن السلك المستقيم ، وذلك من العلاقة :  $B = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{d}$

---

٢. عند وضع ساق من الحديد داخل ملف لولبى تزداد كثافة الفيض المغناطيسى عند محور الملف .  
 << لأن معامل النفاذية المغناطيسىة للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسىة للهواء .

---

٣. عند مرور تيار كهربى فى سلكين متوازيين قد لا تتكون نقطة التعادل بينهما .  
 << لأن التيار الكهربى المار فى السلكين له نفس الشدة و يمر فى اتجاهين متعاكسين .

---

٤. عند مرور تيار كهربى فى سلكين متوازيين تتكون نقطة التعادل فى منتصف المسافة بينهما .  
 << لأن التيار الكهربى المار فى السلكين له نفس الشدة و يمر فى نفس الاتجاه .

---

٥. قد لا يتولد مجال مغناطيسى لملف دائرى أو حلزونى يمر به تيار كهربى .  
 << لأنه عندما يكون الملف ملفوف لفاً مزدوجاً ، يمر التيار الكهربى فى كل لفة من لفات الملف فى اتجاهين متضادين فيولد مجالين مغناطيسىين متضادين فى الاتجاه فيلاشى كل منهما الآخر و لا يتولد مجال مغناطيسى .

---

٦. قد لا يتحرك سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى .  
 << لأن السلك يكون موازياً لخطوط الفيض المغناطيسى فتصبح الزاوية (  $\theta$  ) المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى و السلك تساوى صفر ، و حيث أن :  $F = B I L \sin \theta$  فتصبح القوة المؤثرة على السلك تساوى صفر فلا يتحرك .

---

٧. تكون القوة المغناطيسىة المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى أكبر ما يمكن عندما يكون السلك عمودياً على الفيض المغناطيسى .  
 << لأنه فى هذه الحالة تكون :  $\theta = 90^\circ$  ، و بالتالى فإن :  $\sin 90 = 1$  ، فتصبح القوة المغناطيسىة أكبر ما يمكن .

---

٨. قد لا يتحرك ملف يمر به تيار كهربى موضوع فى مجال مغناطيسى .  
 << لأن مستوي الملف يكون عمودياً على المجال المغناطيسى فتصبح الزاوية (  $\theta$  ) المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى و العمودى على مستوي الملف تساوى  $0^\circ$  و بالتالى يكون  $\sin \theta = 0$  ، و حيث أن :  $\tau = B I A N \sin \theta$  ، فيصبح عزم الازدواج مساوياً للصفر فلا يتحرك الملف .

---

٩. عند مرور تيار كهربى فى سلكين متوازيين فى اتجاه واحد فانهما يتجاذبان .  
 << لأن اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى بين السلكين يكون فى اتجاهين متضادين ، فتكون محصلة الفيض المغناطيسى بين السلكين أصغر من خارجهما فتتسأ قوة تعمل على تجاذب السلكين .

---

١٠. عند مرور تيار كهربى فى سلكين متوازيين فى اتجاهين متضادين فانهما يتنافران .  
 << لأن اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى بين السلكين يكون فى اتجاه واحد ، فتكون محصلة الفيض المغناطيسى خارج السلكين أصغر من محصلتهما بينهما فتتسأ قوة تعمل على تنافر السلكين .

١١. قد لا يتمغنط ساق من الحديد ملفوف حولها ملف حلزوني يمر به تيار كهربى مستمر .  
 ١٢. إذا مر تيار كهربى في كل من ملف حلزوني و سلك مستقيم منطبق على محور الملف فإن السلك لن يتأثر بقوة مغناطيسية .  
 ١٣. يتناقص عزم الازدواج تدريجياً بدوران الملف حتى يندم .  
 ١٤. عزم الازدواج المؤثر في ملف مستطيل يمر به تيار كهربى موضوع في مجال مغناطيسى يصبح نهاية عظمى عندما يكون مستوي الملف موازياً للمجال المغناطيسى .  
 ١٥. يوضع داخل الإطار المحتوي على ملف الجلفانومتر اسطوانة من الحديد المطاوع .  
 ١٦. أقطاب المغناطيس في الجلفانومتر ذو الملف المتحرك مقعرة .  
 ١٧. وجود ملفين زنبركيين في الجلفانومتر الحساس .  
 ١٨. لا يصلح الجلفانومتر في قياس شدة التيارات الكبيرة .
١١. لأن الملف الحلزوني يكون ملفوفاً لثاً مزدوجاً ، فيمر التيار فيهما في اتجاهين متضادين فيتولد مجالين مغناطيسيين متعاكسين يلاشي كلا منهما الآخر فلا تتمغنط ساق الحديد .
١٢. لأن السلك المستقيم يكون موازياً لخطوط الفيض المغناطيسى الناشئة عن مرور تيار كهربى في الملف الحلزوني و التي تكون موازية لمحور الملف المنطبق عليه السلك ، فتصبح الزاوية (  $\theta$  ) المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى و السلك تساوي صفر ، و حيث أن :  $F = B I L \sin \theta$  فتصبح القوة المؤثرة على السلك تساوي صفر فلا يتحرك .
١٣. لأنه بدوران الملف تتناقص المسافة العمودية بين القوتين فيتناقص عزم الازدواج ، حيث أن :  
 عزم الازدواج = إحدى القوتين المؤثرتين  $\times$  المسافة العمودية بين القوتين .  
 أو لأنه بدوران الملف تتناقص تدريجياً الزاوية بين اتجاه المجال و العمودي على مستوي الملف فيقل جيب الزاوية ، حيث :  $\tau = B I A N \sin \theta$  و بالتالي يقل عزم الازدواج .
١٤. لأنه في هذه الحالة تكون الزاوية المحصورة بين العمودي على مستوي الملف و خطوط الفيض المغناطيسى :  $\theta = 90^\circ$  ، و بالتالي فإن :  $\sin 90 = 1$  ، فيصبح عزم الازدواج أكبر ما يمكن .
١٥. حتى تعمل على تجميع و تركيز خطوط الفيض المغناطيسى حول الملف .
١٦. حتى تعمل على جعل خطوط الفيض المغناطيسى بينهما على هيئة أنصاف أقطار مما يجعل :  
 ١. كثافة الفيض المغناطيسى ثابتة في الحيز الذي يتحرك فيه الملف .  
 ٢. انحراف المؤشر متناسباً مع شدة التيار المار في الملف .  
 ٣. عزم الازدواج المحرك و الناشئ عن مرور التيار في الملف يكون دائماً في أي وضع نهاية عظمى لأن مستوي الملف يكون دائماً موازياً لاتجاه خطوط الفيض المغناطيسى .
١٧. حتى يعملان على :  
 ١. توليد عزم لي مضاد لعزم الازدواج الناشئ عن مرور التيار في الملف ، و عندما يتساوى العزمين يستقر الملف و يثبت المؤشر عند قراءة تتناسب مع شدة التيار .  
 ٢. إعادة المؤشر إلى صفر التدريج عند قطع التيار الكهربى عن الملف .  
 ٣. توصيل التيار الكهربى للملف ، فيدخل التيار من أحدهما و يخرج من الآخر .
١٨. لأن التيارات الكبيرة تتسبب في تولد كمية كبيرة من الطاقة الحرارية في الملف لكبر مقاومته مما قد يسبب انصهار ملف الجهاز و تلفه .

١٩. لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس التيار المتردد .  
 ٢٠. تثبت قراءة الجلفانومتر بعد فترة من مرور التيار الكهربائي فيه .  
 ٢١. تدريج الجلفانومتر الحساس و الأميتر تدريج منتظم .  
 ٢٢. صغر مقاومة الأميتر (يوصل ملف الأميتر بمقاومة صغيرة علي التوازي) أو (يفضل أن تكون مقاومة مجزئ التيار صغيرة) .  
 ٢٣. كبر مقاومة الفولتميتر (يوصل ملف الفولتميتر بمقاومة كبيرة علي التوالي) أو (يفضل أن تكون مقاومة مضاعف الجهد كبيرة) .  
 ٢٤. يوصل ملف الأوميتر بمقاومة عيارية و مقاومة متغيرة .  
 ٢٥. تدريج الأوميتر عكس تدريج الأميتر .  
 ٢٦. تدريج الأوميتر غير منتظم .  
 ٢٧. يجب أن تكون ق.د.ك للعمود المتصل بالأوميتر ثابتة .  
 ٢٨. يجب معايرة أجهزة القياس التناظرية كلها من أن لآخر .
١٩. لأن فكرة عمل الجلفانومتر تعتمد علي التأثيرات المغناطيسية للتيار الكهربائي المستمر ، و حيث أن التيار المتردد متغير الشدة و الإتجاه ، فإنه في حالة الترددات العالية يثبت المؤشر عند صفر التدريج بالقصور الذاتي و لا ينحرف ، و في حالة الترددات المنخفضة يهتز المؤشر علي جانبي صفر التدريج .
٢٠. لأنه عندما يتساوى عزم الازدواج الناشئ عن مرور التيار في ملف الجلفانومتر مع عزم اللي الناشئ عن الملقين الزنبركيين تثبت قراءة مؤشر الجلفانومتر .
٢١. لأن زاوية دوران الملف تتناسب طردياً مع شدة التيار المار في الملف .
٢٢. و ذلك حتي تعمل علي :  
 ١. تقليل مقاومة الجهاز فتجعله لا يؤثر تأثيراً ملحوظاً في شدة تيار الدائرة عند التوصيل علي التوالي .  
 ٢. زيادة مدي الجهاز لقياس تيارات أكبر .  
 ٣. حماية ملف الجهاز من التلف عند مرور تيارات كبيرة .
٢٣. و ذلك حتى :  
 ١. لا يسحب الفولتميتر تياراً كبيراً من الدائرة الأصلية .  
 ٢. يستطيع الجهاز قياس فروق جهد كبيرة .
٢٤. لجعل شدة التيار المار في الجهاز هي أقصى ما يتحملة الملف عندما تكون المقاومة المجهولة تساوي الصفر و عندئذ ينحرف المؤشر إلي نهاية التدريج ( أي يصل المؤشر إلي صفر تدريج المقاومة ) .
٢٥. لأن شدة التيار الكلي المار في الدائرة تتناسب عكسياً مع المقاومة الكلية للدائرة ، أي أنه :  
 عندما :  $R = 0$  ، فإن :  $I = I$  ، عندما :  $R = \infty$  ، فإن :  $I = 0$
٢٦. لأن شدة التيار المارة في الدائرة تتناسب عكسياً مع المقاومة الكلية للدائرة و ليس مع المقاومة المجهولة فقط .
٢٧. حتى تتناسب شدة التيار المارة في الجهاز و التي تحدد حركة المؤشر تناسباً عكسياً مع المقاومة الكلية للدائرة ، حيث أنه عند ثبوت  $(V_B)$  فإن :  $I \propto \frac{1}{R}$
٢٨. لأن قطبي المغناطيس تقل شدتهما مع مرور الوقت فتتغير قيمة الفيض المغناطيسي المؤثر علي الملف ، كما أن الملفان الزنبركيان يفقدان جزءاً من مرونتهما بكثرة الاستخدام .



## 3 بالعني قولنا أن

3

١. الفيض المغناطيسي =  $0.4 \text{ wb}$  .

☞ معني ذلك أن عدد خطوط الفيض المغناطيسي التي تمر عمودياً بمساحة ما تساوي  $0.4 \text{ wb}$  .

٢. كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة =  $1.2 \text{ wb/m}^2$  .

☞ معني ذلك أن عدد خطوط الفيض المغناطيسي التي تمر عمودياً بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة تساوي  $1.2 \text{ wb}$  .

٣. كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة =  $0.5 \text{ N/A.m}$  (Tesla) .

☞ معني ذلك أن القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك طوله  $1 \text{ m}$  موضوع عمودياً داخل فيض مغناطيسي كثافة فيضه  $1 \text{ T}$  تساوي  $0.5 \text{ N}$  .

٤. حساسية جلفانومتر =  $0.8^\circ/\mu\text{A}$  .

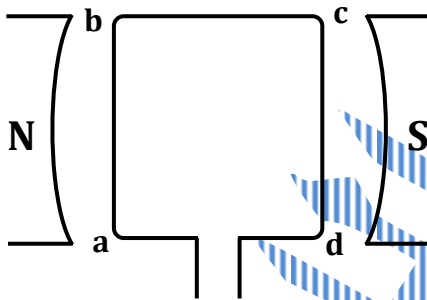
☞ معني ذلك أن زاوية انحراف ملف الجلفانومتر عندما يمر به تيار شدته  $1 \mu\text{A} = 0.8^\circ$  .



## 4 استنتاجات

4

### ١- القوة و العزم المؤثران علي ملف مستطيل يمر به تيار كهربى



١. الملف المستطيل ( a b c d ) يمر بالملف تيار كهربى شدته ( I )

وموضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه ( B ) .

٢. عندما يكونان مستوي الملف موازياً لخطوط الفيض فإن الضلعين

( a d ) ، ( b c ) يكون موازياً لخطوط الفيض ، فتكون القوة المؤثرة

علي كل منهما تساوي صفر .

٣. الضلعين ( a b ) ، ( c d ) عموديان علي خطوط الفيض فيتأثر كلا

منهما بقوة مقدارها :  $F = B I L_{ab}$

٤. القوتان المؤثرتان علي ضلعي الملف متساويتان في المقدار و متضادتان في الاتجاه و متوازيتان و المسافة بينهما

(  $L_{bc}$  ) فيكونان ازدواجاً يمكن حساب عزمه من العلاقة :

المسافة العمودية بين القوتين  $\times$  القوة  $\tau =$

$$\therefore \tau = F L_{bc}$$

$$\therefore \tau = B I L_{ab} L_{bc}$$

$$\therefore A = L_{ab} L_{bc}$$

$$\therefore \tau = B I A$$

إذا كان عدد لفات الملف ( N ) فإن :

$$\tau = B I A N \quad \text{N.m}$$

## ٢- مجزئ التيار الازم توصيلة مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلي أميتر

١. نغرض جلفانومتر مقاومة ملفه (  $R_g$  ) يتحمل تيار أقصاه (  $I_g$  ) و يراد تحويله إلي أميتر ليقاس تياراً شدته (  $I$  ) أكبر من (  $I_g$  ).
٢. نصل ملف الجلفانومتر علي التوازي بمجزئ تيار مقاومته (  $R_s$  ) و يمر به تيار شدته (  $I_s$  ).

$$\therefore I = I_g + I_s$$

$$\therefore I_s = I - I_g$$

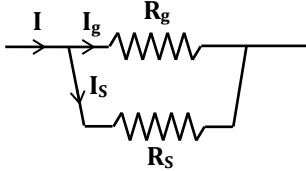
٣. حيث أن المجزئ و الملف متصلان علي التوازي فإن :

$$V_s = V_g$$

$$I_s R_s = I_g R_g$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I_s}$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$



## ٣- مضاعف الجهد الازم توصيلة مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلي فولتميتر

١. نغرض جلفانومتر مقاومة ملفه (  $R_g$  ) و يراد تحويله إلي فولتميتر ليقاس فرق جهد (  $V$  ).
٢. نصل ملف الجلفانومتر علي التوالي بمضاعف جهد مقاومته (  $R_m$  ) و يمر به تيار شدته (  $I_g$  ) ، لأن ملف الجلفانومتر و مضاعف الجهد موصلين علي التوالي .

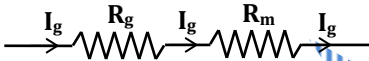
$$\therefore V = V_g + V_m$$

$$\therefore V_m = V - V_g$$

$$\therefore V_m = I_g R_m$$

$$\therefore I_g R_m = V - V_g$$

$$\therefore R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$



## 5 العوازل التي تتوقف عليها الكميات الفيزيائية

١. كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بالقرب من سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي :
  ١. شدة التيار المار في السلك (  $B \propto I$  ).
  ٢. بعد النقطة عن السلك (  $B \propto \frac{1}{d}$  ).
  ٣. معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (  $B \propto \mu$  ).

$$B = \frac{\mu I}{2\pi \cdot d}$$

## ٢. كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز ملف دائري يمر به تيار كهربى :

$$B = \frac{\mu}{2} \cdot \frac{NI}{r}$$

١. شدة التيار المار في السلك (  $B \propto I$  ) .٢. عدد لفات الملف (  $B \propto N$  ) .٣. نصف قطر الملف (  $B \propto \frac{1}{r}$  ) .٤. معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (  $B \propto \mu$  ) .

## ٣. كثافة الفيض المغناطيسي عند محور ملف حلزوني يمر به تيار كهربى :

$$B = \mu \frac{NI}{L}$$

١. شدة التيار المار في السلك (  $B \propto I$  ) .٢. عدد لفات الملف (  $B \propto N$  ) .٣. طول الملف (  $B \propto \frac{1}{L}$  ) .٤. معامل النفاذية المغناطيسية للوسط (  $B \propto \mu$  ) .

## ٤. مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع في مجال مغناطيسى :

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

١. شدة التيار المار في السلك (  $F \propto I$  ) .٢. طول السلك (  $F \propto L$  ) .٣. كثافة الفيض المغناطيسى (  $F \propto B$  ) .٤. جيب الزاوية بين السلك و اتجاه المجال المغناطيسى (  $F \propto \sin \theta$  ) .

## ٥. اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى موضوع في مجال مغناطيسى :

١. اتجاه التيار الكهربى المار في السلك .

٢. اتجاه المجال المغناطيسى المؤثر على السلك .

## ٦. نوع القوة المغناطيسية الناشئة بين سلكين مستقيمين متوازيين يمر بهما تيار كهربى :

اتجاه التيار الكهربى المار في كل من السلكين .

## ٧. مقدار القوة المغناطيسية المتبادلة بين سلكين مستقيمين متوازيين :

$$F_1 = \frac{\mu}{2 \pi} \frac{I_1 I_2 L}{d}$$

١. شدة التيار المار في كل من السلكين (  $F \propto I_1 I_2$  ) .٢. الطول المشترك للسلكين (  $F \propto L$  ) .٣. المسافة الفاصلة بين السلكين (  $B \propto \frac{1}{d}$  ) .

## ٨. عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى :

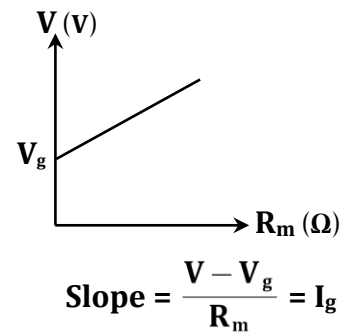
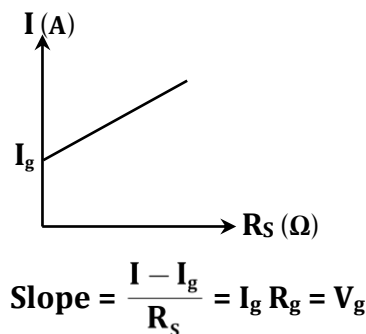
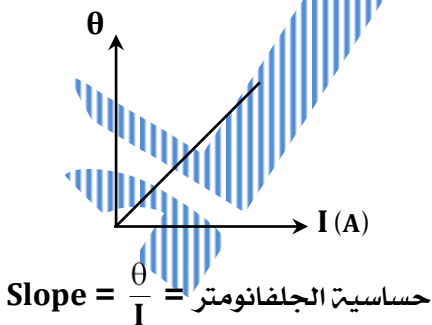
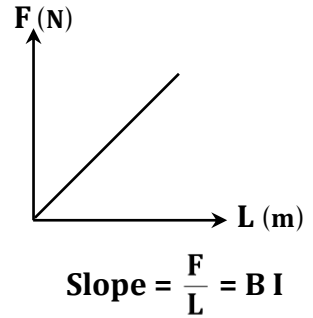
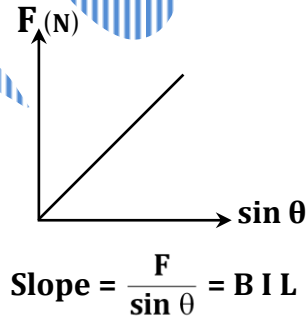
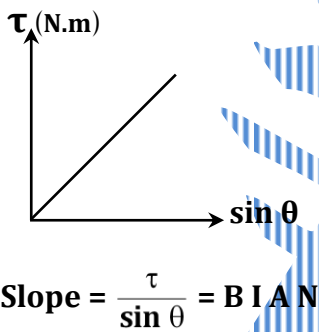
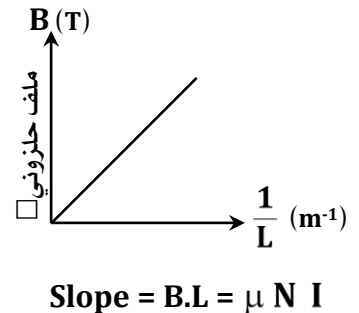
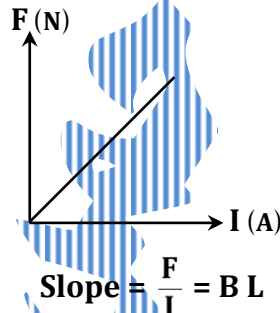
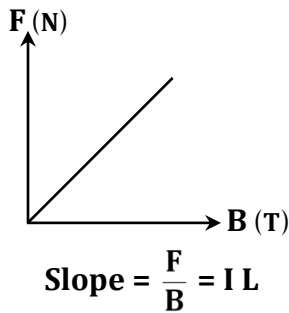
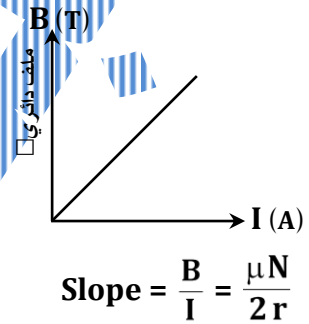
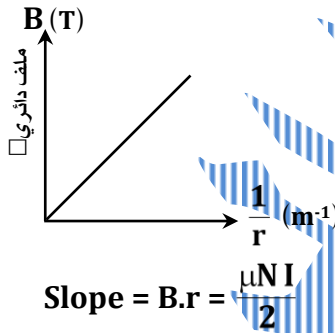
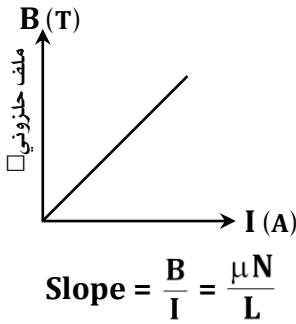
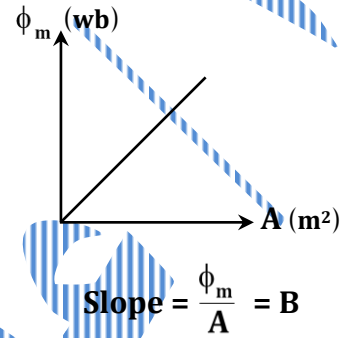
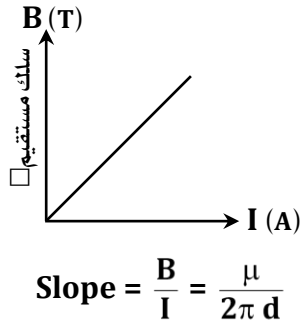
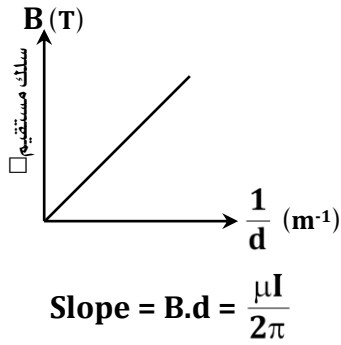
$$\tau = B I A N \sin \theta$$

١. شدة التيار المار في الملف (  $\tau \propto I$  ) .٢. عدد لفات الملف (  $\tau \propto N$  ) .٣. كثافة الفيض المغناطيسى (  $\tau \propto B$  ) .٤. مساحة مقطع الملف (  $\tau \propto A$  ) .٥. جيب الزاوية بين العمودي على مستوي الملف و اتجاه المجال المغناطيسى (  $\tau \propto \sin \theta$  ) .



علاقات بيانية

6







## 7 النتائج الهنزية علي حدوث كل من

١. زيادة بعد النقطة عن سلك مستقيم يمر به تيار كهربي ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسي عند النقطة .  
 ✍ تقل كثافة الفيض المغناطيسي .

---

٢. نقص شدة التيار المار في سلك مستقيم ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسي حوله .  
 ✍ تقل كثافة الفيض المغناطيسي .

---

٣. زيادة نصف قطر ملف دائري يمر به تيار كهربي ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزه .  
 ✍ تقل كثافة الفيض المغناطيسي .

---

٤. إبعاد لفات ملف دائري عن بعضها ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسي عند مركزه .  
 ✍ تقل كثافة الفيض المغناطيسي .

---

٥. تقارب لفات ملف حلزوني ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة علي محوره .  
 ✍ تزداد كثافة الفيض المغناطيسي .

---

٦. لف سلك ملف حلزوني لفاً مزدوجاً و مرور تيار كهربي به .  
 ✍ لا يتولد مجال مغناطيسي للملف ، حيث يمر التيار الكهربي في كل لفة من لفات الملف في اتجاهين متضادين فيتولد مجالين مغناطيسيين متضادين في الاتجاه فيلاشي كل منهما الآخر و لا يوجد مجال مغناطيسي .

---

٧. وضع قلب من الحديد المطاوع داخل ملف حلزوني ، من حيث كثافة الفيض المغناطيسي .  
 ✍ تزداد كثافة الفيض المغناطيسي ، فتزداد كفاءة الملف كمغناطيس .

---

٨. وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربي عمودياً علي مجال مغناطيسي منتظم ، بالنسبة للقوة المغناطيسية المؤثرة عليه .  
 ✍ تكون القوة المغناطيسية المؤثرة علي السلك المستقيم أكبر ما يمكن ، حيث :  $\theta = 90^\circ$  ، و يصبح :  $\sin 90 = 1$  ، و ذلك من العلاقة :  $F = B I L \sin\theta$  .

---

٩. وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربي موازياً لمجال مغناطيسي منتظم ، بالنسبة للقوة المغناطيسية المؤثرة عليه .  
 ✍ تنعدم القوة المغناطيسية المؤثرة علي السلك المستقيم ، حيث :  $\theta = 0^\circ$  ، و يصبح :  $\sin 0 = 0$  ، و ذلك من العلاقة :  $F = B I L \sin\theta$  .

---

١٠. وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربي مائلاً بزاوية  $30^\circ$  علي مجال مغناطيسي منتظم ، بالنسبة للقوة المغناطيسية المؤثرة عليه .  
 ✍ تكون القوة المغناطيسية المؤثرة علي السلك المستقيم نصف قيمتها العظمي ، حيث :  $\sin 30 = 0.5$  ، و ذلك من العلاقة :  $F = B I L \sin\theta$  .

١١. زيادة شدة التيار الكهربائي المار في سلك مستقيم موضوع عمودياً علي مجال مغناطيسي منتظم إلي الضعف ، بالنسبة للقوة المغناطيسية المؤثرة عليه .

☞ تزداد القوة المغناطيسية المؤثرة علي السلك المستقيم إلي الضعف ، حيث :  $F = B I L$  .

١٢. مرور تيار كهربائي في سلكين مستقيمين متوازيين في اتجاه واحد ، من حيث نوع القوة الناشئة بينهما .

☞ ينشأ بين السلكين قوة مغناطيسية تعمل علي تجاذب السلكين .

١٣. مرور تيار كهربائي في سلكين مستقيمين متوازيين في اتجاهين متضادين ، من حيث نوع القوة الناشئة بينهما .

☞ ينشأ بين السلكين قوة مغناطيسية تعمل علي تنافر السلكين .

١٤. زيادة المسافة بين سلكين مستقيمين متوازيين يمر بهما تيار كهربائي إلي الضعف ، من حيث قيمة القوة المؤثرة علي كل منهما .

☞ تقل القوة المغناطيسية المؤثرة علي كل منهما ، حيث :  $F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2 \pi d}$  .

١٥. نقص كثافة الفيض الموضوع به ملف يمر به تيار كهربائي إلي النصف ، من حيث عزم الأزواج المؤثر علي الملف .

☞ يقل عزم الأزواج المؤثر علي الملف إلي النصف ، حيث يتناسب عزم الأزواج طردياً مع كثافة الفيض المغناطيسي من العلاقة :  $\tau = B I A N \sin \theta$  .

١٦. تعامد مستوي ملف يمر به تيار كهربائي علي مجال مغناطيسي ، من حيث عزم الأزواج المؤثر علي الملف .

☞ يصبح عزم الأزواج = صفر ، حيث :  $\theta = 0^\circ$  ، و يصبح :  $\sin 0 = 0$  ، من العلاقة :  $\tau = B I A N \sin \theta$  .

١٧. توازي مستوي ملف يمر به تيار كهربائي مع مجال مغناطيسي ، من حيث عزم الأزواج المؤثر علي الملف .

☞ يصبح عزم الأزواج المؤثر علي الملف أكبر ما يمكن ، حيث :  $\theta = 90^\circ$  ، و يصبح :  $\sin 90 = 1$  ، من العلاقة :  $\tau = B I A N \sin \theta$  .

١٨. ميل مستوي ملف يمر به تيار كهربائي علي مجال مغناطيسي بزاوية  $60^\circ$  ، من حيث عزم الأزواج المؤثر علي الملف .

☞ يكون عزم الأزواج المؤثر علي الملف نصف قيمته العظمي ، لأن العمودي علي مستوي الملف يميل بزاوية  $30^\circ$  ، فيكون :  $\sin 30 = 0.5$  ، وذلك من العلاقة :  $\tau = B I A N \sin \theta$  .

١٩. مرور تيارات كهربائية كبيرة في ملف الجلفانومتر الحساس .

☞ يحترق ملف الجلفانومتر الحساس و ذلك لكبر مقاومة ملف الجهاز .

٢٠. مرور تيار متردد في ملف الجلفانومتر الحساس .

☞ يتذبذب المؤشر حول صفر التدرج في حالة الترددات المنخفضة ، و يثبت عند صفر التدرج بالقصور الذاتي في حالة الترددات العالية ، فلا يمكن استخدامه في قياس التيار المتردد .

٢١. توصيل ملف الجلفانومتر بمقاومة صغيرة علي التوازي ، من حيث حساسية الجهاز .

☞ تقل حساسية الجلفانومتر ، لأنه يصبح صالحاً لقياس التيارات الكهربائية الكبيرة و يفقد حساسيته لقياس الصغير منها .

٢٢. استبدال مقاومة مجزئ التيار في الأميتر بأخري مقاومتها أكبر من الأولي ، من حيث أقصى شدة تيار يستطيع الجهاز قياسها .

☞ تقل أقصى شدة تيار يستطيع الجهاز قياسها ، و ذلك لزيادة المقاومة الكلية للجهاز .

٢٣. استبدال مقاومة مجزئ التيار في الأميتر بأخري مقاومتها أصغر من الأولي ، من حيث أقصى شدة تيار يستطيع الجهاز قياسها .

☞ تزداد أقصى شدة تيار يستطيع الجهاز قياسها ، و ذلك لنقص المقاومة الكلية للجهاز .

٢٤. توصيل ملف الجلفانومتر بمقاومة كبيرة علي التوالي ، من حيث حساسية الجهاز لقياس فرق الجهد .

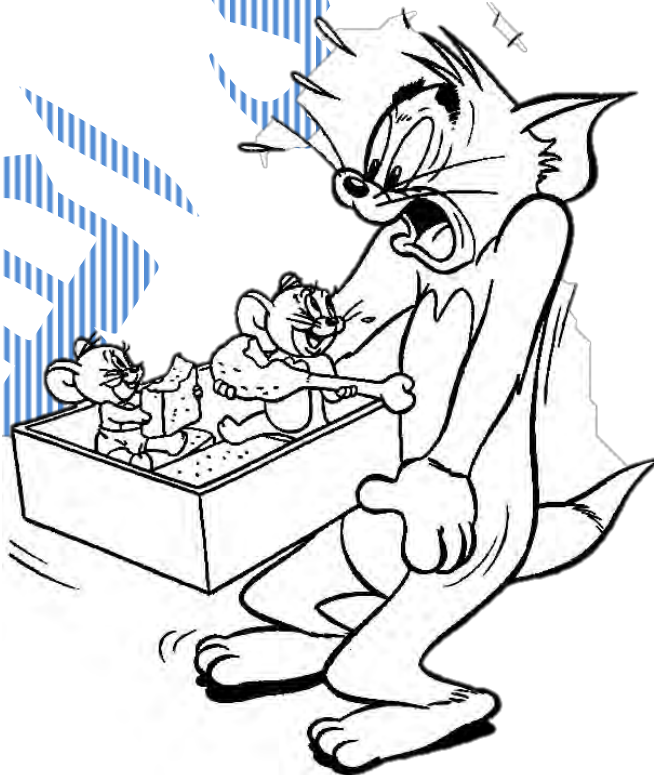
☞ تقل حساسية الجلفانومتر ، لأنه يصبح صالحاً لقياس فروق الجهد الكبيرة و يفقد حساسيته لقياس الصغير منها .

٢٥. استبدال مقاومة مضاعف الجهد في الفولتميتر بأخري مقاومتها أكبر من الأولي ، من حيث أقصى فرق جهد يستطيع الجهاز قياسها .

☞ يزداد أقصى فرق جهد يستطيع الجهاز قياسه ، و ذلك لزيادة المقاومة الكلية للجهاز .

٢٦. استبدال مقاومة مضاعف الجهد في الفولتميتر بأخري مقاومتها أصغر من الأولي ، من حيث أقصى فرق جهد يستطيع الجهاز قياسه .

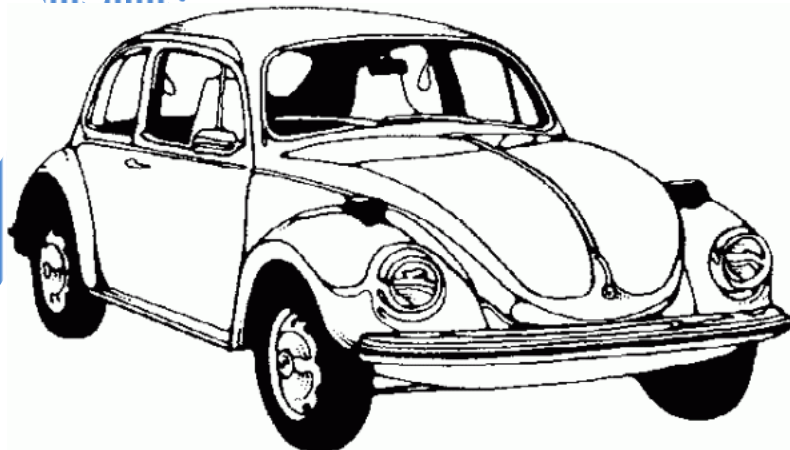
☞ يقل أقصى فرق جهد يستطيع الجهاز قياسه ، و ذلك لنقص المقاومة الكلية للجهاز .





### ١- المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربى في سلك مستقيم و ملف دائرى و ملف حلزونى (لولبى)

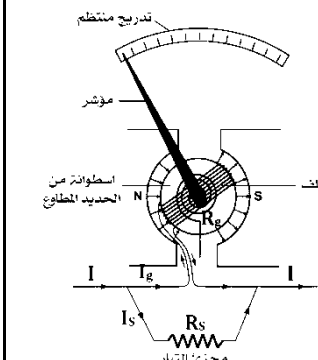
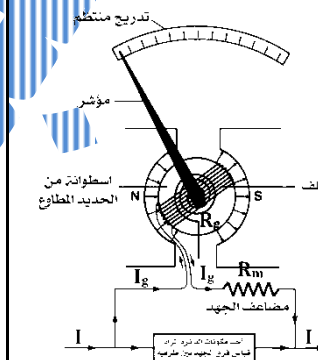
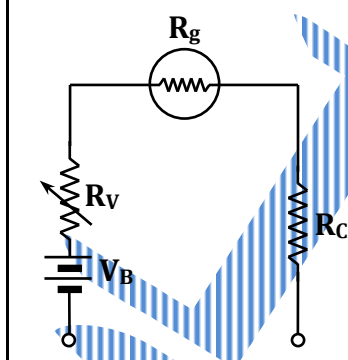
وجه المقارنة	السلك المستقيم	الملف الدائرى	الملف الحلزونى (اللولبى)
شكل المجال المغناطيسى الناشئ	دوائر متحدة المركز مركزها السلك نفسه	(أ) عند طرفى الملف : دوائر متحدة المركز ومركزها السلك نفسه . (ب) عند مركز الملف : خطوط الفيض متعامدة على مستوي الملف و متوازية و موازية لمحوره . ■ يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لمغناطيس قصير .	(أ) عند طرفى الملف : مسارات متصلة داخل و خارج الملف . (ب) عند محور الملف : خطوط مستقيمة متوازية ، أي أن المجال داخل الملف عند محوره يكون منتظماً . ■ يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسى لقضيب مغناطيسى .
خواص خطوط المجال المغناطيسى	١. تقتارب كلما اقتربنا من السلك ، و تتباعد كلما ابتعدنا عنه . ٢. تزداد كثافتها بزيادة شدة التيار الكهربى في السلك و تقل بنقصه .	١. تفقد دائريتها كلما اتجهنا نحو المركز . ٢. تختلف كثافة الفيض المغناطيسى من نقطة لأخرى . ٣. مستقيمة متوازية عند محور الملف و متعامدة على مستواه ، مما يدل على أن المجال المغناطيسى في هذه المنطقة مجال منتظم .	
القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه المجال	اليد اليمنى لأمبير .	البريمة اليمنى لماكسويل .	البريمة اليمنى لماكسويل .
القانون المستخدم	$B = \frac{\mu I}{2\pi \cdot d}$	$B = \frac{\mu NI}{2 \cdot r}$	$B = \mu \frac{NI}{L}$



## ٢- مجزئ التيار (Rs) و مضاعف الجهد (Rm)

وجه المقارنة	مجزئ التيار (Rs)	مضاعف الجهد (Rm)
التعريف	هو مقاومة صغيرة توصل علي التوازي مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلي الأميتر .	هو مقاومة كبيرة توصل علي التوالي مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلي الفولتميتر .
الوظيفة	١. تقليل المقاومة الكلية للجهاز . ٢. زيادة مدى الجهاز لقياس تيارات أكبر . ٣. حماية ملف الجهاز من الإحتراق عند مرور تيارات كبيرة .	٤. زيادة المقاومة الكلية للجهاز ، حتي لا يسحب تياراً كبيراً من الدائرة الأصلية . ٥. زيادة مدى الجهاز لقياس فروق جهد أكبر
القانون	$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$	$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$

## ٣- أجهزة القياس ( الأميتر و الفولتميتر و الأوميتر )

وجه المقارنة	الأوميتر	الفولتميتر	اللاوميتر
الوظيفة	قياس شدة التيار المستمر .	قياس فرق الجهد المستمر .	قياس قيمة مقاومة مجهولة .
طريقة تعديل الجلفانومتر	يوصل ملفه علي التوازي بمقاومة صغيرة تسمى مجزئ التيار (Rs) .	يوصل ملفه علي التوالي بمقاومة كبيرة تسمى مضاعف الجهد (Rm) .	يوصل ملفه علي التوالي بمقاومة عيارية (Rc) ومقاومة متغيرة (Rv) وعمود كهربائي عياري (VB)
التوصيل في الدائرة	يوصل علي التوالي في الدائرة المراد قياس شدة التيار المار فيها .	يوصل علي التوازي بين طرفي الموصل المراد قياس الفرق في الجهد بين طرفيه	يوصل طرفي الجهاز بطريفي المقاومة المراد قياس قيمتها .
القانون المستخدم	$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$ $I = I_g \left( \frac{R_s + R_g}{R_s} \right)$	$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$ $V = I_g (R_g + R_m)$	$I = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r + R_x}$
التدريج	بالأمبير	بالفولت	بالأوم
رسم الجهاز			



## قوانين و أفكار مسأل و أمثلة محلولة

9

### ملخص قوانين الفصل الثاني

١. لحساب كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر علي مساحة ها :

$$B = \frac{\phi_m}{A}$$

□ حيث: ( $\phi_m$ ) الفيض المغناطيسي .

٢. لحساب كثافة الفيض المغناطيسي الناشئة عن سلك مستقيم:

$$B = \frac{\mu I}{2\pi \cdot d}$$

□ حيث: ( $\mu$ ) معامل النفاذية المغناطيسية للوسط ( $\mu_{air} = 4\pi \times 10^{-7} \text{ wb/A.m}$ )

□ إذا كان الوسط هو الهواء فإن :

$$B = 2 \times 10^{-7} \times \frac{I}{d}$$

□ و تسمى أي من العلاقتين بقانون أمبير الدائري .

٣. لحساب كثافة الفيض المغناطيسي الناشئة عن ملف دائري :

$$B = \frac{\mu NI}{2 \cdot r}$$

□ حيث: ( $N$ ) عدد لفات الملف ، ( $r$ ) نصف قطر الملف .

٤. لحساب كثافة الفيض المغناطيسي الناشئة عن ملف حلزوني :

$$B = \mu \frac{NI}{L}$$

□ حيث: ( $L$ ) طول الملف .

٥. لحساب عدد لفات الملف الدائري أو الحلزوني :

$$N = \frac{\text{طول السلك}}{2 \pi r}$$

□ حيث: ( $r$ ) نصف قطر الملف .

٦. إذا أُعدت لفات هلف دائري عن بعضها أو ضغطت لفات هلف حلزوني فإن :

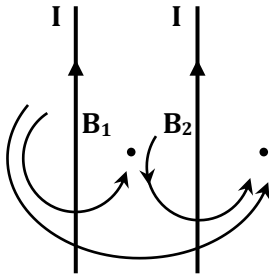
$$\frac{B_{1 \text{ دائري}}}{B_{2 \text{ حلزوني}}} = \frac{L_{\text{حلزوني}}}{2r_{\text{دائري}}}$$

٧. لحساب عدد اللفات في وحدة الأطوال في الهلف الحلزوني :

$$n = \frac{N}{L} \quad (\text{عدد اللفات في وحدة الأطوال})$$

٨. لحساب هصلة المجال المغناطيسي لسلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربائي :

إذا كان التيار الكهربائي في السلكين في نفس الاتجاه



أ - عند نقطة بين السلكين :

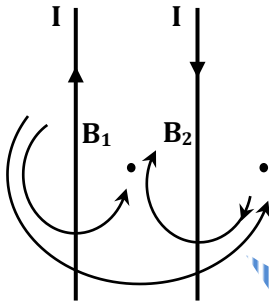
$$B_T = B_2 - B_1$$

ب - عند نقطة خارج السلكين :

$$B_T = B_2 + B_1$$

و تقع نقطت التعادل داخل السلكين .

إذا كان التيار الكهربائي في السلكين في اتجاهين متعاكسين



أ - عند نقطة بين السلكين :

$$B_T = B_2 + B_1$$

ب - عند نقطة خارج السلكين :

$$B_T = B_2 - B_1$$

و تقع نقطت التعادل خارج السلكين .

٩. لحساب هصلة المجال المغناطيسي لهلفين يمر بهما تيار كهربائي :

إذا كان الملفان في مستوي واحد

أ - إذا كان التيار الكهربائي في الملفين في نفس الاتجاه :

$$B_T = B_1 + B_2$$

ب - إذا كان التياران في اتجاهين متعاكسين :

$$B_T = B_2 - B_1$$

إذا كان الملفان متعامدان

$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

### ١٠. لتحديد موضع نقطة التعادل بين سلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربائي :

إذا كان اتجاه التيار الكهربائي في السلكين في نفس الاتجاه

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{X - d_1}$$

حيث: ( X ) المسافة بين السلكين .

إذا كان اتجاه التيار الكهربائي في السلكين في اتجاهين متضادين

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{X + d_1}$$

### ١١. لحساب القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي موضوع

في مجال مغناطيسي :

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

حيث: ( B ) كثافة الفيض المغناطيسي الموضوع به السلك .

( I ) شدة التيار الكهربائي المار بالسلك ، ( L ) طول السلك .

(  $\theta$  ) الزاوية المحصورة بين السلك المستقيم و الفيض المغناطيسي .

### ١٢. لحساب قوة التجاذب أو التنافر المتولدة بين سلكين متوازيين يمر بهما تيار كهربائي :

$$F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2 \pi d}$$

حيث: ( d ) المسافة بين السلكين .

( L ) الطول المشترك للسلكين .

### ١٣. لحساب عزم الإزدواج المغناطيسي :

$$\tau = B I A N \sin \theta = B | \vec{m}_d | \sin \theta$$

حيث: (  $\theta$  ) الزاوية المحصورة بين العمودي على مستوي الملف و الفيض المغناطيسي .

( |  $\vec{m}_d$  | ) عزم ثنائي القطب المغناطيسي .

### ١٤. لحساب مقاومة وجزئ التيار اللازمة لتحويل الجلفانومتر إلى أميتر :

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$



١٥. لحساب مقاومة مضاعف الجهد اللازمة لتحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر :

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

١٦. لحساب التيار الهار في دائرة النيوميتر قبل توصيل مقاومة مجهولة :

$$I_g = \frac{V_B}{R_g + R_C + R_V + r}$$

١٧. لحساب التيار الهار في دائرة النيوميتر بعد توصيل مقاومة مجهولة :

$$I = \frac{V_B}{R_g + R_C + R_V + r + R_X}$$



## ١٥ مسائل إمتحانات الأعمار السابقة

10

١. مصر ١٩٤٥ : جلفانومتر حساس مقاومته  $249.9 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه عندما يمر به تيار شدته  $10 \text{ mA}$  ، فما هي أكبر شدة تيار يمكن قياسه به كأميتر إذا وصل معه مجزئ للتيار مقاومته  $0.1 \Omega$  ، و إذا طلب منك تحويل هذا الجلفانومتر إلى فولتميتر لقياس فرق جهد أقصاها  $25 \text{ V}$  ، فأوجد قيمة مقاومة مضاعف الجهد اللازم . (  $25 \text{ A} - 2250.1 \Omega$  )
٢. الأزهر ١٩٧٨ : أميتر مقاومته  $27 \Omega$  و يقيس تيار كهربى أقصاه  $150 \text{ mA}$  . كيف تستخدمه لقياس تيار شدته  $1.5 \text{ A}$  ( بتوصيله بمجزئ تيار قيمته  $3 \Omega$  على التوازي )
٣. الأزهر ١٩٧٨ : فولتميتر مقاومته  $100 \Omega$  أقصى فرق جهد يقيسه هو  $10 \text{ V}$  . أريد استخدامه لقياس فرق جهد قيمته  $15 \text{ V}$  . احسب مقاومة مضاعف الجهد اللازم لهذا التعديل و ما هي المقاومة التي يلزم توصيلها لتصبح أقصى قراءة لتدريجه  $5 \text{ V}$  . (  $100 \Omega$  على التوازي -  $50 \Omega$  )
٤. مصر ١٩٧٨ : جلفانومتر مقاومته ملفه  $50 \Omega$  و يعطى مؤشره أقصى انحراف إذا مر به تيار شدته  $1 \text{ mA}$  . بين كيف يمكن تحويله إلى فولتميتر لقياس فرق جهد أقصى قيمه له  $5 \text{ V}$  و إذا استخدم كأميتر بتوصيله بمجزئ مقاومته  $0.025 \Omega$  . احسب دلالة أقصى انحراف لمؤشره . (  $2.001 \text{ A} - 4950 \Omega$  على التوالي )
٥. السودان ١٩٧٩ : مللي أميتر مقاومته  $40 \Omega$  و يقيس شدة التيار أقصاه  $20 \text{ mA}$  . أوجد :
  ١. مقاومة مجزئ التيار اللازم له لقياس شدة تيار أقصاها  $100 \text{ mA}$  .
  ٢. مقاومة مضاعف الجهد اللازم له لقياس فروق جهد كهربى أقصاها  $5 \text{ V}$  .
٦. مصر ١٩٧٩ : جلفانومتر مقاومته  $100 \Omega$  أقصى قراءة له  $0.02 \text{ A}$  . احسب :
  ١. قيمة المقاومة العيارية اللازمة لتحويله إلى أوميتر باستخدام بطارية قوتها الدافعة الكهربائية  $3 \text{ V}$  .
  ٢. قيمة المقاومة التي عند توصيلها تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع تدريجه . (  $50 \Omega - 450 \Omega$  )

٧. مصر ١٩٨٠ : جلفانومتر مقاومته  $5 \Omega$  يقيس تيار أقصى شدة له  $20 \text{ mA}$  . احسب :
١. أقصى شدة تيار يمكن أن يقيسه إذا وصل ملفه بمجزئ تيار مقاومته  $0.1 \Omega$  .
  ٢. مقدار مقاومة مضاعف الجهد التي توصل بالجلفانومتر ليعمل كفولتميتر لقياس فرق جهد قدره  $5 \text{ V}$  .  
(  $1.02 \text{ A} - 245 \Omega$  )
- 
٨. السودان ١٩٨١ : فولتميتر مقاومته  $100 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار شدته  $8 \text{ mA}$  . احسب مقاومة مضاعف الجهد اللازم توصيله ليقاس فرق جهد مقداره  $500 \text{ V}$  .  
(  $62400 \Omega$  )
- 
٩. الأزهر ١٩٨١ : جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تيار تزيد شدته عن  $10 \text{ mA}$  . فإذا كانت مقاومة هذا الجلفانومتر  $19.1 \Omega$  . أوجد مقدار المقاومة اللازمة لتعديل الجلفانومتر ليصبح صالحاً للاستعمال :
١. كأميتر لقياس تيار أقصاه واحد أمبير .  
(  $0.193 \Omega$  )
  ٢. كفولتميتر لقياس فرق جهد أقصاه  $5 \text{ V}$  .  
(  $480.9 \Omega$  )
  ٣. كأوميتر لقياس مقاومة  $10 \Omega$  علماً بأن ( ق.د.ك ) للعمود المستخدم  $1.5 \text{ V}$  .  
(  $120.9 \Omega$  )
- 
١٠. السودان ١٩٨٢ : جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته  $20 \Omega$  يصل مؤشره إلى نهاية تدريجه إذا مر به تيار شدته  $0.01 \text{ A}$  . فإذا أريد تعديله إلى أوميتر فما مقدار المقاومة العيارية التي يجب استخدامها . علماً بأن القوة الدافعة الكهربائية للعمود المستخدم  $1.5 \text{ V}$  . و ما مقدار المقاومة التي عند قياسها بواسطة هذا الأوميتر تجعل المؤشر ينحرف إلى منتصف تدريجه تماماً .  
(  $130 \Omega - 150 \Omega$  )
- 
١١. الأزهر ١٩٨٢ : جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته  $39 \Omega$  و يقيس التيار الكهربائي من صفر إلى  $50 \text{ mA}$  - اشرح مع كتابة الحسابات الضرورية كيف يمكن تعديل هذا الجلفانومتر إلى أوميتر ليقاس شدة التيار حتى  $2 \text{ A}$  .  
( توصل مقاومة مقدارها  $1 \Omega$  علي التوازي مع ملف الجهاز )
- 
١٢. مصر ١٩٨٣ : جلفانومتر مقاومته ملفه  $40 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بمرور تيار كهربائي شدته  $5 \text{ mA}$  . احسب المقاومة اللازم إدماجها مع الجهاز حتى يصبح مناسباً لقياس فروق الجهد حتى  $10 \text{ V}$  ، و كذلك التيار أقصاه  $10 \text{ A}$  . وضح بالرسم فكرة التعديل المقترح في الحالتين .  
(  $R_s = 0.02 \Omega - R_m = 1960 \Omega$  )
- 
١٣. السودان ١٩٨٤ : جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته  $33 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بتيار شدته  $0.01 \text{ A}$  ، كيف تستخدمه :
١. كأميتر يقيس تيارات حتى  $1 \text{ A}$  .  
(  $R_s = 0.33 \Omega$  )
  ٢. كفولتميتر يقيس فروق جهد حتى  $5 \text{ V}$  .  
(  $R_m = 467 \Omega$  )
  ٣. كأوميتر عند توصيله مع بطارية قوتها الدافعة الكهربائية  $1.5 \text{ V}$  .  
(  $R_c = 117 \Omega$  )  
[ وضح بالرسم طريقة ذلك في كل حالة ]
- 
١٤. الأزهر ١٩٨٥ : جلفانومتر حساس ذو ملف متحرك مقاومته  $5 \Omega$  و يقيس شدة التيار حتى  $500 \text{ mA}$  . كيف يمكن جعله يقيس تيار شدته  $5 \text{ A}$  .  
( بتوصيله بمجزئ تيار قيمته  $0.55 \Omega$  علي التوازي )
- 
١٥. مصر ١٩٨٥ : جلفانومتر حساس مقاومته ملفه  $5 \Omega$  و أقصى تدريجه  $0.5 \text{ mA}$  وصلت معه علي التوازي مقاومة قدرها  $5 \Omega$  أيضاً بحيث كونا معاً جهازاً واحداً ، ثم وصلت مقاومة  $1000 \Omega$  علي التوالي معه فأحسب أقصى فرق جهد يعينه الجهاز .  
(  $1.0025 \text{ V}$  )

١٦. الأزهر ١٩٨٦ : سلكان A ، B متوازيان و مثبتان و طولان جداً ، علقا رأسياً علي بعد 8 cm من بعضهما ، ثم أمر تيار شدته 20 A في السلك A ، و تيار شدته 30 A في السلك B بحيث كان اتجاه التيارين من أسفل إلي أعلى ، فإذا علق سلك ثالث C طويل جداً و يحمل تيار شدته 10 A اتجاهه إلي أسفل بحيث يقع علي بعد 5 cm من A و 3 cm من B و تقع الأسلاك الثلاث في مستوي رأسي واحد ، فأوجد القوة المؤثرة علي كل 50 cm من السلك C .  $(6 \times 10^{-4} \text{ N})$

١٧. الأزهر ١٩٨٧ : جلفانومتر مقاومته  $33 \Omega$  ينحرف مؤشره إلي نهاية تدريجه بمرور شدته 10 mA أمبير يراد تحويله إلي أوميتر . احسب المقاومة العيارية اللازمة علماً بأن ق.د.ك للعمود المستخدم 1.5 V .  $(117 \Omega)$

١٨. مصر ١٩٨٧ : يتحرك  $7.5 \times 10^{20}$  إلكترون خلال 3 s في سلك مستقيم موضوع موازياً لسلك مستقيم آخر علي بعد 5 cm و يمر به تيار شدته 40 A . أوجد قيمة و اتجاه كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة في منتصف المسافة بينهما :

١. إذا كان التياران في اتجاه واحد .

٢. إذا كان التياران في اتجاهين متضادين . (شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )  $(0 - 6.4 \times 10^{-4} \text{ T})$

١٩. الأزهر ١٩٨٩ : مر تيار كهربى في سلك طوله 26.4 cm منحني على شكل قوس من دائرة نصف قطرها 5.6 cm ، فكانت كثافة الفيض المغناطيسي الناشئ عن مركز هذه الدائرة  $8.25 \times 10^{-6} \text{ T}$  ، احسب شدة التيار  $(0.98 \text{ A})$   $(\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ wb/A.m})$

٢٠. الأزهر ١٩٨٩ : جلفانومتر ذو ملف متحرك تدريجه مقسم إلي 20 قسم حساسيته  $200 \mu\text{A}$  لكل قسم من هذه الأقسام ، فكم تكون شدة التيار اللازم لكي ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلي نصف التدرج تماماً .  $(100 \text{ m.A})$

٢١. مصر ١٩٨٩ : بطارية قوتها الدافعة الكهربائية 8 V و مقاومتها الداخلية  $1 \Omega$  وصل قطباها بسلك مستقيم طوله 10 cm و مساحة مقطعه  $3 \times 10^{-8} \text{ m}^2$  و مقاومته النوعية  $4.5 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$  ، احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة بعدها العمودي عن مركز السلك 20 cm ، علماً بأن  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ wb/A.m}$  .  $(5 \times 10^{-7} \text{ T})$

٢٢. مصر ١٩٨٩ : سلك طويل مستقيم معزول في وضع رأسي بحيث مماساً لملف دائري معزول مكون من لفّة واحدة و مستواه في مستوى الزوال المغناطيسي الأرضي . موضوع عند مركز الملف إبرة مغناطيسية حرة الحركة في المستوى الأفقي ، احسب شدة التيار الكهربى الذي إذا مر في السلك المستقيم لا يسبب أي انحراف للإبرة عندما يمر في الملف الدائري تيار كهربى شدته 0.21 A .  $(0.66 \text{ A})$

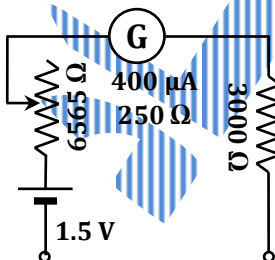
٢٣. الأزهر ١٩٩٠ : احسب كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محور ملف حلزوني و بداخله عندما يكون طول الملف 24 cm و عدد لفاته 20 لفّة عندما يمر به تيار شدته 0.24 A .  $(2.5 \times 10^{-5} \text{ T})$

٢٤. الأزهر ١٩٩٠ : مللي أميتر مقاومته  $10 \Omega$  يقيس شدة تيار أقصاها 200 mA . احسب مقدار المقاومة الواجب توصيلها على التوازي مع الجهاز لتحويله إلي أميتر يقيس شدة تيار أقصاها 1.2 A . و إذا وصلت على التوازي مع المقاومة المضافة مقاومة أخرى مساوية لها في المقدار . فكم تصبح النهاية العظمى لشدة التيار التي يمكن أن يقيسها الجهاز عندئذ .  $(2 \Omega - 2.2 \text{ A})$

٢٥. الأزهر ١٩٩١ : سلك مستقيم طوله 40 cm موضوع في مجال مغناطيسي كثافة  $0.01 \text{ T}$  و كان يصنع زاوية قدرها  $30^\circ$  مع المجال أوجد شدة التيار الذي إذا مر في سلك فإنه يتأثر بقوة قدرها 0.005 N .  $(2.5 \text{ A})$

٢٦. مصر ١٩٩٢ : مستعيناً بدائرة الأوميتر الداخلية الموضحة بالشكل و ما عليها من بيانات وضع الغرض من وجود المقاومة المتغيرة  $6565 \Omega$  ، مع استنتاج القيمة المطلوبة منها لتحقيق هذا الغرض .

$(500 \Omega)$



٢٧. الأزهر ١٩٩٣ : ملف دائري قطر لفته 10 cm يمر به تيار كهربى يولد مجالاً مغناطيسياً عند مركزه كثافة فيضه  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$  . أبعدت لفته عن بعضها بانتظام حتى أصبح طوله 20 cm . احسب الفيض المغناطيسى عند نقطة بداخله تقع على محوره .  
(  $2.5 \times 10^{-5} \text{ T}$  )

٢٨. مصر ١٩٩٣ : سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما في الهواء 15 cm يمر بكل منهما تيار كهربى شدته 5 A ،  $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ w/A.m}$  . أوجد كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بينهما و على بعد 5 cm من أحدهما عندما يكون :

١- التيارين في اتجاه واحد .

(  $3 \times 10^{-5} \text{ T} - 10^{-5} \text{ T}$  )

٢- التيارين في اتجاهين متضادين .

٢٩. مصر ١٩٩٤ : ملفان لولبيان أحدهما داخل الآخر بحيث ينطبق محوراهما . علماً بأن لهما نفس الطول فإذا كان عدد لفات الملف الداخلى 400 لفة و عدد لفات الملف الخارجى 1600 لفة و كانت شدة التيار المار في الملف الداخلى 3 A ، فكم تكون شدة التيار التي يجب أن يمر في الملف الخارجى لكي تكون كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة على المحور المشترك لهما تساوى صفر .  
( 0.75 A )

٣٠. الأزهر ١٩٩٤ : جلفانومتر مقاومة ملفه 0.2  $\Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه بمرور 5 mA في ملفه . احسب قيمة المقاومة و طريقة توصيلها ليستخدم كجهاز يقيس فرق جهد أقصاه 10 V .  
( توصل مقاومة قيمتها 1999.8  $\Omega$  على التوالي مع ملف الجهاز )

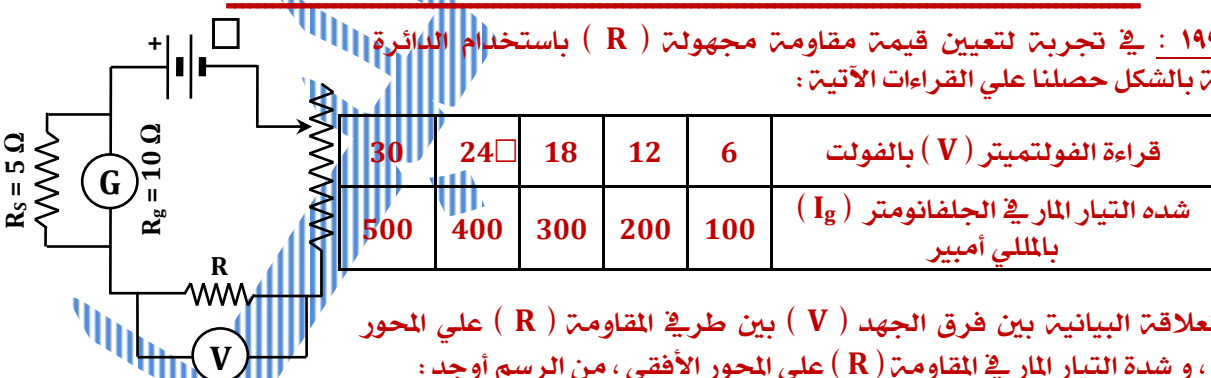
٣١. الأزهر ١٩٩٤ : أوميتير يعمل ببطارية 1.5 V و عند تلامس طرفيه ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج بمرور تيار شدته 300  $\mu\text{A}$  ، احسب قيمة المقاومة الخارجيه التي يقيسها الأوميتير و التي تسبب انحراف مؤشره إلى ثلث تدريجه فقط .  
(  $10^4 \Omega - 5000 \Omega$  )

٣٢. الأزهر ١٩٩٥ : سلكان طويلان متوازيان وضعا على بعد 15 cm من بعضهما و أمر في الأول تيار شدته 3 A و في الثانى 2 A ، وضعت إبرة مغناطيسية صغيرة بينهما فلم يتغير اتجاهها أوجد بعد الإبرة عن السلك الأول .  
( 9 cm )

٣٣. الأزهر ١٩٩٦ : مر تيار شدته 1 A في سلك مستقيم طوله 0.5 m موضوع في مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.02 T فتأثر بقوة قدرها 0.005 N . أوجد الزاوية بين السلك و اتجاه الفيض المغناطيسى .  
(  $30^\circ$  )

٣٤. مصر ١٩٩٦ : ملف عدد لفته 100 لفة يمر به تيار شدته 20 A . وضع في مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.5 T ، فإذا كانت مساحة مقطعه 0.1  $\text{m}^2$  ، احسب عزم الازدواج المؤثر عليه عندما تكون الزاوية بين مستوى الملف و المجال  $30^\circ$  .  
( 86.6 N.m )

٣٥. مصر ١٩٩٦ : في تجربة لتعيين قيمة مقاومة مجهولة ( R ) باستخدام الدائرة الموضحة بالشكل حصلنا على القراءات الآتية :



ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد ( V ) بين طرفي المقاومة ( R ) على المحور الرأسى ، و شدة التيار المار في المقاومة ( R ) على المحور الأفقى ، من الرسم أوجد :  
( ١ ) قيمة المقاومة ( R ) .

( ٢ ) شدة التيار بالأمبير المار في المقاومة ( R ) عندما يكون فرق الجهد بين طرفيها 10 V .

( 20  $\Omega$  - 0.5 A )

٣٦. مصر ١٩٩٦ : جلفانومتر حساس مقاومته ملفه  $0.1 \Omega$  يبلغ أقصى انحراف له عندما يمر به تيار كهربى شدته  $1 \text{ mA}$  . احسب مقاومة مضاعف الجهد اللازم لتحويله إلى فولتميتر يصلح لقياس فرق جهد نهايته العظمى  $5 \text{ V}$  .  
(  $4999.9 \Omega$  )

٣٧. الأزهر ١٩٩٧ : فولتميتر مقاومته  $500 \Omega$  يدل كل قسم من أقسامه على  $0.1 \text{ V}$  . اشرح كيف يمكن استخدامه ليذل كل قسم من تدريجه على  $1 \text{ V}$  .  
( توصل مقاومة قيمتها  $4500 \Omega$  على التوالي مع ملف الجهاز )

٣٨. مصر ١٩٩٧ : مر تيار كهربى شدته  $10 \text{ A}$  في سلك طوله  $0.5 \text{ m}$  موضوع في مجال مغناطيسى كثافة فيضه  $2 \text{ T}$  . احسب القوة المؤثرة على سلك عندما يكون :

١. السلك موازياً لخطوط فيض المجال المغناطيسى .
  ٢. الزاوية بين السلك والمجال المغناطيسى  $30^\circ$  .
  ٣. السلك في وضع عمودى على المجال المغناطيسى .
- ( Zero - 5 N - 10 N )

٣٩. مصر ١٩٩٧ : جلفانومتر مقاومته  $54 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية التدرج عند مرور تيار شدته  $1 \text{ A}$  يراد تعديله لقياس تيار شدته  $10 \text{ A}$  . احسب قيمة مقاومة مجزئ التيار و كيف يتم توصيلها مع ملف الجلفانومتر ؟  
(  $6 \Omega$  توصل على التوازي مع ملف الجلفانومتر )

٤٠. الأزهر ١٩٩٨ : جلفانومتر مقاومته  $21 \Omega$  يدل القسم الواحد من تدريجه على  $25 \text{ mA}$  فإذا وصل ملفه بمجزئ للتيار مقاومته  $0.07 \Omega$  . احسب شدة التيار الذى يدل عليه القسم الواحد .  
(  $7.525 \text{ A}$  )

٤١. الأزهر ١٩٩٨ : وضع سلك مستقيم يمر به تيار شدته  $1.1 \text{ A}$  مماساً لملف دائرى و فى نفس مستوى لفته و يمر به تيار شدته  $0.07 \text{ A}$  فلوحظ انعدام المجال المغناطيسى في مركز الملف . أوجد عدد لفات هذا الملف .  
( 5 لفات )

٤٢. مصر ١٩٩٨ : جلفانومتر مقاومته ملفه  $8 \Omega$  يقيس شدة تيار أقصاها  $200 \text{ mA}$  . احسب مقدار المقاومة الواجب توصيلها على التوازي مع ملف الجهاز لتحويله إلى أميتر يقيس شدة تيار أقصاها  $1 \text{ A}$  ، و إذا وصلت على التوازي مع المقاومة المضافة مقاومة أخرى مساوية لها في المقدار فكم تصبح النهاية العظمى لشدة التيار التي يمكن أن يقيسها الجهاز في هذه الحالة .  
(  $1.8 \text{ A} - 2 \Omega$  )

٤٣. مصر ١٩٩٨ : جلفانومتر حساس مقاومته ملفه  $4 \Omega$  و أقصى تيار يتحملة  $1 \text{ mA}$  وصل ملفه على التوازي بمقاومته مقدارها  $1 \Omega$  ليكوناً معاً جهازاً واحداً ، ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومته مقدارها  $999.2 \Omega$  ليكون فولتميتر . احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه هذا الفولتميتر .  
(  $5 \text{ V}$  )

٤٤. الأزهر ١٩٩٩ : جلفانومتر مقاومته  $100 \Omega$  . يقيس حتى  $2 \text{ mA}$  . احسب قيمة المقاومة العيارية اللازمة لتحويله إلى أوميتر باستعمال بطارية قوتها الدافعة الكهربية  $2 \text{ V}$  ، و ما قيمة المقاومة التي يقيسها عندما ينحرف مؤشره إلى نصف التدرج .  
(  $900 \Omega - 1000 \Omega$  )

٤٥. الأزهر ١٩٩٩ : ملف حلزوني عدد لفاته  $500$  لفة و طوله  $20 \text{ cm}$  و مقاومته  $14.5 \Omega$  وصل طرفاه ببطارية قوتها الدافعة الكهربية  $1.5 \text{ V}$  و مقاومتها الداخلية  $0.5 \Omega$  . أوجد كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة داخله و تقع على محوره ، (  $\mu = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ w/A.m}$  )  
(  $3.143 \times 10^{-4} \text{ T}$  )

٤٦. الأزهر ١٩٩٩ : سلكان طويلان ( أ ) ، ( ب ) متوازيان يبعدان  $10 \text{ cm}$  عن بعضهما و يمر فيهما تيار كهربى شدته  $2 \text{ A}$  على الترتيب و فى اتجاهين مختلفين . عين النقطة التي ينعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسى لهما .  
(  $d_1 = 10 \text{ cm}$  )

٤٧. مصر ١٩٩٩ : ملف دائري قطره 12 cm يمر به تيار كهربى يولد مجالاً مغناطيسياً عند مركزه ثم أبعدت لفاته بانتظام عن بعضها في اتجاه محوره ليصبح ملفاً حلزونياً يمر به نفس شدة التيار فأصبحت كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة داخله وتقع على محوره =  $\frac{1}{2}$  كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الملف الدائري ، فاحسب طول الملف الحلزوني حينئذ .  
( 24 cm )

٤٨. مصر ١٩٩٩ : دائرة كهربية تحتوي على مقاومة مقدارها  $10 \Omega$  موصله على التوازي بفولتميتر مقاومة ملفه  $50 \Omega$  وعندما مر بالدائرة تيار شدته الكلية  $0.6 A$  انحرف مؤشر الفولتميتر إلى نهاية تدريجه ، احسب قراءة الفولتميتر حينئذ . و إذا وصل ملف الفولتميتر بعد ذلك على التوالي مع مقاومة مقدارها  $4950 \Omega$  ، احسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر في هذه الحالة .  
( 5 V – 500 V )

٤٩. الأزهر ٢٠٠٠ : جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومته  $40 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية التدريج عندما يمر به تيار شدته  $0.05 A$  . وضع كيف يمكن تحويله ليقاس :  
١. تيار شدته  $1 A$  .  
٢. فرق جهد قدره  $5 V$  .  
( توصل مقاومة قيمتها  $2.105 \Omega$  على التوازي مع الجهاز )  
( توصل مقاومة قيمتها  $60 \Omega$  على التوالي مع الجهاز )

٥٠. الأزهر ٢٠٠٠ : جلفانومتر حساس مقاومة ملفه  $2 \Omega$  ينحرف إلى نهاية تدريجه عندما يمر به تيار شدته  $5 mA$  . كيف يمكن تحويله إلى جهاز يقيس  $5 V$  .  
( توصل مقاومة قيمتها  $998 \Omega$  على التوالي مع ملف الجهاز )

٥١. مصر ٢٠٠٠ : سلك مستقيم طوله  $0.5 m$  يمر به تيار كهربى شدته  $20 A$  ، يدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه  $B$  . يوضح الجدول التالي العلاقة بين القوة المؤثرة على السلك بالنيوتن ( F ) و جيب الزاوية بين اتجاه المجال و السلك (  $\sin \theta$  ) :

2.7	2.4	1.8	1.5	1.2	0.6	( F ) نيوتن
0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	Sin $\theta$

ارسم علاقة بيانية بين ( F ) على محور الصادات ،  $\sin \theta$  على محور السينات و من العلاقة البيانية أوجد :

- ١- قيمة القوة التي تؤثر على السلك عندما يكون السلك عمودياً على المجال المغناطيسي .  
٢- كثافة الفيض المغناطيسي ( B ) .  
( 3 N – 0.3 T )

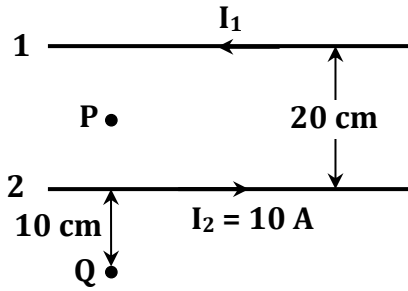
٥٢. الأزهر ٢٠٠١ : ملف دائري معزول مكون من لفة واحدة يحمل تيار شدته  $5 A$  و يتولد عند مركزه فيض كثافته  $B$  . احسب شدة التيار الذي يمر في سلك مستقيم بحيث ينشأ عنه نفس كثافة الفيض عند نقطة بعدها العمودي عن السلك يساوي نصف قطر الملف .  
( 15.7 A )

٥٣. مصر ٢٠٠١ : دائرة كهربية بها مقاومة ثابتة  $6 \Omega$  يمر بها تيار كهربى شدته  $0.2 A$  وصل فولتميتر مقاومته  $30 \Omega$  بطريفي المقاومة فانحرف مؤشره إلى نهاية تدريجه فإذا وصلت مقاومة تساوي  $144 \Omega$  على التوالي مع الفولتميتر . فما هي قراءة مؤشره ؟ و ما هي أقصى قيمة لفرق الجهد الذي يمكن أن يقيسه في هذه الحالة ؟  
( 1.16 V – 5.8 V )

٥٤. مصر ٢٠٠١ : ملف دائري قطره  $22 cm$  و عدد لفاته  $49$  لفة يمر به تيار كهربى يولد مجالاً مغناطيسياً كثافة فيضه عند مركز الملف  $7 \times 10^{-5} T$  ، إذا كان معامل النفاذية المغناطيسية للهواء يساوي  $4 \pi \times 10^{-7} \text{ wb/A.m}$  . احسب :  
١- شدة التيار المار في الملف

٢- كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محوره إذا أبعدت لفاته عن بعضها بانتظام حتى أصبح طوله  $11 cm$  .  
( 0.25 A –  $14 \times 10^{-5} T$  )

٥٥. مصر ٢٠٠٢ : سلك طوله 30 cm يمر به تيار شدته 0.4 A وضع عمودياً علي اتجاه مجال مغناطيسي فتأثر بقوة مقدارها  $3 \times 10^{-4} \text{ N}$ . احسب كثافة الفيض المغناطيسي، ثم احسب القوة التي يؤثر بها نفس المجال علي السلك عندما تكون الزاوية بينهما  $30^\circ$ .  
(  $25 \times 10^{-4} \text{ T} - 1.5 \times 10^{-4} \text{ N}$  )



٥٦. مصر ٢٠٠٢ : في الشكل المقابل سلكان مستقيمان متوازيان 1 ، 2 فإذا علمت أن كثافة الفيض المغناطيسي الكلي  $B_t$  عند النقطة P في منتصف المسافة بين السلكين  $6 \times 10^{-5} \text{ T}$ . احسب كثافة الفيض المغناطيسي الكلي عند النقطة Q.  
(  $0.67 \times 10^{-5} \text{ T}$  )

٥٧. مصر ٢٠٠٢ : جلفانومتر ذو ملف متحرك لا يتحمل ملفه تياراً أكبر من  $500 \mu\text{A}$  وينحرف مؤشره إلي نهاية تدريجه في حالة وجود فرق جهد بين طرفيه  $0.04 \text{ V}$ . كيف يمكن تحويله إلي أميتر يقيس تيار شدته  $500 \text{ mA}$ .  
(  $0.08 \Omega$  )

٥٨. مصر ٢٠٠٣ : مللي أميتر مقاومته  $40 \Omega$  يقيس شدة تيار أقصاها  $20 \text{ mA}$  أوجد :  
١- مقاومة مجزئ التيار اللازم له ليقاس شدة تيار أقصاها  $100 \text{ mA}$ .  
٢- مقاومة مضاعف الجهد اللازم له ليقاس فرق جهد أقصاه  $5 \text{ V}$ .  
(  $210 \Omega - 10 \Omega$  )

٥٩. مصر ٢٠٠٣ : سلك مستقيم طوله  $0.5 \text{ m}$  يمر به تيار كهربى شدته  $20 \text{ A}$  موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه ( B ) و يوضح الجدول التالي العلاقة بين القوة المؤثرة علي السلك بالنيوتن ( F ) و جيب الزاوية بين اتجاه المجال و السلك (  $\sin \theta$  ) :

2.7	2.4	1.8	1.5	1.2	0.6	القوة المغناطيسية ( F ) نيوتن
0.9	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	$\sin \theta$

ارسم علاقة بيانية بين ( F ) علي محور ( y )، (  $\sin \theta$  ) علي محور ( x ) و من العلاقة البيانية، أوجد :  
( أ ) قيمة القوة التي تؤثر علي السلك عندما يكون عمودياً علي المجال.  
( ب ) كثافة الفيض المغناطيسي ( B ).  
(  $3 \text{ N} - 0.3 \text{ T}$  )

٦٠. مصر ٢٠٠٤ : احسب قيمة مجزئ التيار اللازم لإنقاص حساسية أميتر مقاومته  $24 \Omega$  إلي الربع، و ما مقدار المقاومة الكلية المكافئة للأميتر و المجزئ معاً حينئذٍ.  
(  $8 \Omega - 6 \Omega$  )

٦١. مصر ٢٠٠٤ : ملف عدد لفاته 200 لفة يمر به تيار شدته  $10 \text{ A}$  وضع في مجال مغناطيسي كثافته فيضه  $0.4 \text{ T}$  فإذا كانت مساحة مقطعه  $0.2 \text{ m}^2$ . احسب :

- عزم الإزدواج المؤثر عليه عندما تكون الزاوية بين مستوي الملف و المجال  $60^\circ$ .
- النهاية العظمى لعزم الإزدواج محدداً وضع الملف بالنسبة للمجال.

(  $80 \text{ N.m} - 160 \text{ N.m}$  )

٦٢. مصر ٢٠٠٤ : سلك معدني ملفوف علي هيئة ملف دائري نصف قطره  $7 \text{ cm}$  و عدد لفاته 4 لفات، عندما يمر فيه تيار كهربى ينشأ عنه عند مركزه مجال مغناطيسي كثافته فيضه  $3.52 \times 10^{-5} \text{ wb/m}^2$  فإذا شد الملف ليصبح سلكاً مستقيماً و أمر به نفس التيار و وضع في مجال مغناطيسي كثافته فيضه  $1.5 \text{ wb/m}^2$  بحيث يميل علي اتجاه المجال بزاوية  $30^\circ$ ، احسب مقدار القوة المؤثرة علي السلك.  
(  $1.29 \text{ N}$  )

٦٣. الأزهر ٢٠٠٥ : سلكان مستقيمان متوازيان المسافة بينهما في الهواء 15 cm يمر بالأول تيار شدته 40 A و بالثاني تيار شدته 10 A ، احسب القوة التي يتأثر بها سلك ثالث طوله 50 cm يمر به تيار شدته 10 A عند وضعه في نقطة بينهما تبعد عن السلك الأول 10 cm ، علماً بأن التيار في السلكين الأول و الثاني في اتجاه واحد .  $(2 \times 10^{-4} \text{ N})$

٦٤. مصر ٢٠٠٥ : جلفانومتر مقاومة ملفه  $0.1 \Omega$  يقيس شدة تيار كهربى أقصاها 20 mA ما هي التعديلات التي تقترحها لتحويل الجلفانومتر إلى :

١. أميتر لقياس شدة تيار كهربى أقصاها 1 A .
٢. فولتميتر يقيس فرقاً في الجهد أقصاها 10 V .
- ثم احسب قيم المقاومات المقترحة في كل حالة .

(  $0.002 \Omega - 499.9 \Omega$  )

٦٥. مصر ٢٠٠٦ : وضع سلك طوله 6 m عمودياً علي فيض مغناطيسي و عند تغيير شدة التيار المار فيه تم حساب القوة المؤثرة عليه فكانت النتائج كما في الجدول التالي :

القوة المغناطيسية ( F ) نيوتن	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
شده التيار ( I ) أمبير	0.5	1	1.5	X	2.5	3

١- ارسم العلاقة البيانية بين القوة ( F ) علي المحور الرأسي ، و شدة التيار ( I ) علي المحور الأفقي .

٢- من الرسم أوجد :

( ١ ) قيمة X .

( ٢ ) كثافة الفيض المغناطيسي .

(  $0.1 \text{ T} - 2 \text{ A}$  )

٦٦. مصر ٢٠٠٦ : جلفانومتر مقاومة ملفه  $0.1 \Omega$  يتطلب انحرافه إلى نهاية تدريجه مرور تيار كهربى شدته 1 mA احسب :

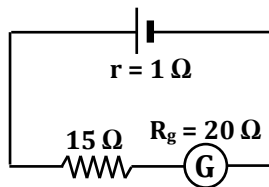
١. مقاومة مجزئ التيار اللازم لتحويله إلى أميتر النهاية العظمى لتدريجه 5 A ، مع ذكر كيفية توصيلها .
٢. المقاومة المضاعفة للجهد اللازم لتحويله إلى فولتميتر يقيس فرق جهد أقصاه 25 V مع ذكر كيفية توصيلها .

(  $2 \times 10^{-5} \Omega - 24999.9 \Omega$  )

٦٧. مصر ٢٠٠٧ : جلفانومتر مقاومة ملفه  $250 \Omega$  ينحرف مؤشره إلى نهاية التدرج عند مرور تيار شدته  $400 \mu\text{A}$  يتصل بعمود كهربى قوته الدافعة الكهربية 1.5 V و مقاومة ثابتة  $3000 \Omega$  و مقاومة متغيرة Rv أوجد :

١. قيمة المقاومة المأخوذة من المقاومة المتغيرة ليتم تحويل الجلفانومتر إلى أوميتر .
٢. قيمة المقاومة التي إذا وصلت بطرفي الأوميتر تجعل المؤشر ينحرف إلى ربع تدريجه .

(  $500 \Omega - 11250 \Omega$  )



٦٨. مصر ٢٠٠٧ : الدائرة الكهربية المقابلة تتكون من بطارية  $V_B$  مقاومتها الداخلية  $1 \Omega$  تتصل بمقاومة ثابتة  $15 \Omega$  و جلفانومتر مقاومة ملفه  $20 \Omega$  أوجد النسبة بين التيارين المارين في الدائرة الكهربية قبل و بعد توصيل ملف الجلفانومتر بمجزئ تيار مقاومته  $5 \Omega$  .

(  $\frac{5}{9}$  )

٦٩. مصر ٢٠٠٨ : مللي أميتر مقاومة ملفه  $4 \Omega$  و أقصى تيار يتحملة ملفه 16 mA يراد تحويله إلى أوميتر باستخدام عمود جاف قوته الدافعة الكهربية 1.5 V و مقاومته الداخلية  $1.75 \Omega$  . احسب :

١. قيمة المقاومة العيارية اللازم استخدامها .

٢. المقاومة الخارجية التي تجعل مؤشره ينحرف إلى 10 mA .

٣. شدة التيار المار به إذا وصل بمقاومة خارجية مقدارها  $300 \Omega$  .

(  $88 \Omega - 56.25 \Omega - 3.8 \times 10^{-3} \text{ A}$  )

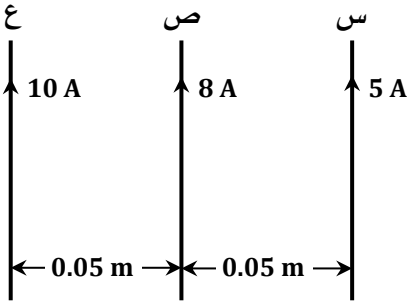


٧٠. مصر ٢٠٠٩ : ملف مستطيل أبعاده 20 cm ، 10 cm عدد لفاته 200 لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.4 T مر به تيار كهربى شدته 3 A . احسب عزم الإزدواج المؤثر على الملف في الحالتين الآتيتين :

١. عندما يميل مستوي الملف على اتجاه المجال بزاوية 60° .

٢. عندما يكون مستوي الملف عمودياً على اتجاه المجال .

( 2.4 N.m – 0 )



٧١. مصر ٢٠١٠ : يوضح الشكل المقابل ثلاثة أسلاك متوازية ( س ) ، ( ص ) ، ( ع ) طول كل منها واحد متر و يمر فيها تيارات كهربية شدتها 5 A ، 8 A ، 10 A على الترتيب في الاتجاه الموضح بالشكل فإذا كان السلك ( ص ) على بعد 0.05 m من كل من ( س ) ، ( ع ) . احسب القوة المغناطيسية المؤثرة على السلك ( ص ) .

( 16×10<sup>-5</sup> N )

٧٢. تجريبى ٢٠١٠ : الجدول التالي يبين العلاقة بين كثافة الفيض المغناطيسي ( B ) لمجال مغناطيسي يمكن تغيير شدته و عزم الإزدواج ( τ ) المؤثر على ملف مستطيل يحمل تيار ( I ) و عدد لفاته ( N ) و مساحة مقطعه ( A ) ، و موضوع بحيث يكون مستواه موازياً للمجال :

0.8	0.6	0.5□	X	0.2	0.1	كثافة الفيض المغناطيسي ( B ) تسلا
160	Y	100	80□	40□	20□	عزم الإزدواج ( τ ) نيوتن.م

١- ارسم العلاقة البيانية بين عزم الإزدواج ( τ ) على المحور الرأسي ، كثافة الفيض المغناطيسي ( B ) على المحور الأفقي .

٢- من الرسم أوجد : ( أ ) قيمة X ، Y .

( 0.4 T – 120 N.m – 200 A.m<sup>2</sup> )

( ب ) عزم ثنائي القطب المغناطيسي .

٧٣. مصر ٢٠١٠ : جلفانومتر ذو ملف متحرك مقاومة ملفه 18 Ω ، احسب :

١. قيمة مقاومة مجزئ التيار التي تسمح بمرور  $\frac{1}{3}$  التيار الكلى في ملف الجلفانومتر .

٢. قيمة مضاعف الجهد التي تجعل الجلفانومتر صالحاً لقياس فرق جهد يساوي عشرة أمثال فرق الجهد بين طرفي ملفه .

( 9 Ω – 162 Ω )

٧٤. مصر ٢٠١١ : جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 40 Ω ، ينحرف مؤشره إلى نهاية التدرج عند مرور تيار شدته 5 mA احسب قيمة المقاومات الموصلة مع الجلفانومتر مع بيان طريقة التوصيل في كل منها لقياس :

١. تيار كهربى أقصاه 20 A .

٢. فرق جهد أقصاه 10 V .

( 0.01 Ω – 1960 Ω )

٧٥. مصر ٢٠١٢ : سلك معدني طوله واحد متر يمر به تيار كهربى شدته 10 A موضوع في مجال مغناطيسي كثافته فيضه ( B ) . يبين الجدول الآتي العلاقة بين القوة المؤثرة ( F ) على السلك بالنيوتن و جيب الزاوية بين اتجاه المجال و السلك ( sin θ ) :

F ( N ) □	0.2	0.4	0.6 □	0.8	1	1.2
sin θ	0.1	0.2	0.3	0.4 □	0.5 □	0.6 □

ارسم العلاقة البيانية بين القوة المؤثرة على السلك ( F ) بالنيوتن على المحور الرأسي و ( sin θ ) على المحور الأفقي ، و من الرسم أوجد :

١- قيمة القوة المؤثرة على السلك عندما يكون عمودياً على المجال المغناطيسي .

( 2 N – 0.2 T )

٢- كثافة الفيض المغناطيسي .

٧٦. مصر ٢٠١٢ : جلفانومتر مقاومة ملفه  $5 \Omega$  ، و يبلغ أقصى انحراف له عندما يمر به تيار شدته  $20 \text{ mA}$  ، احسب :

١. أقصى تيار يمكن أن يقيسه إذا وصل بمجزئ تيار مقاومته  $0.1 \Omega$  .

٢. مقاومة مضاعف الجهد اللازم لتحويل الجلفانومتر لفولتميتر يقيس فرق جهد أقصاه  $5 \text{ V}$  .

(  $1.02 \text{ A} - 245 \Omega$  )



**- انتهت مراجعة الفصل الثاني -**



## الحث الكهرومغناطيسي

## الفصل الثالث



## المصطلحات العالمة

I

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	الحث الكهرومغناطيسي	هو ظاهرة تولد ق.د.ك مستحثة و كذلك تيار كهربى مستحث فى سلك موصل أو ملف نتيجة قطعه لخطوط فيض مغناطيسى أو نتيجة تغير الفيض المغناطيسى الذى يقطعه مع الزمن .
٢	قانون فاراداي	مقدار ق.د.ك المستحثة المتولدة فى موصل يتناسب طردياً مع المعدل الزمنى الذى يقطع به الموصل خطوط الفيض المغناطيسى .
٣	قاعدة لنز	يكون اتجاه التيار الكهربى المستحث بحيث يعاكس التغير المسبب له .
٤	الوبر	هو الفيض المغناطيسى الذى إذا مر عمودياً خلال لفة واحدة من لفات ملف و تلاشى تدريجياً خلال 1 s فإنه يولد قوة دافعة كهربية ( e.m.f ) مستحثة مقدارها 1 V .
٥	ظاهرة الحث المتبادل بين ملفين	هو التأثير الكهرومغناطيسى الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين يمر بأحدهما تيار متغير الشدة فيتأثر به الملف الثانى و يقاوم التغير الحادث فى الملف الأول .
٦	معامل الحث المتبادل بين ملفين ( M )	هو مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف عندما يكون معدل تغير شدة التيار المار فى الملف الآخر 1 A/s .
٧	الهبرى ( وحدة قياس معامل الحث المتبادل )	هو معامل الحث المتبادل بين ملفين يتولد بأحدهما ق.د.ك مستحثة مقدارها 1 V عندما يكون معدل تغير شدة التيار المار فى الملف الآخر 1 A/s .
٨	ظاهرة الحث الذاتى لملف	يقصد به التأثير الكهرومغناطيسى الحادث فى ملف نتيجة تغير شدة التيار المار فيه مع مرور الزمن .
٩	معامل الحث الذاتى لملف ( L )	هو مقدار القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى ملف عندما يكون معدل تغير شدة التيار المار فى الملف نفسه 1 A/s .
١٠	الهبرى ( وحدة قياس معامل الحث الذاتى )	هو معامل الحث الذاتى لملف حين تتولد به ق.د.ك مستحثة مقدارها 1 V عندما يكون معدل تغير شدة التيار المار به 1 A/s .
١١	التيارات الدوامية	هى تيارات مستحثة تتولد فى القطع المعدنية عندما يتم تغيير عدد خطوط الفيض المغناطيسى التى تحترقها .
١٢	قاعدة اليد اليمنى لفلنج	اجعل أصابع اليد اليمنى الإبهام و السبابة و الوسطى كل منهما متعامد على الآخر ، فإذا كان الإبهام يشير إلى اتجاه حركة السلك و السبابة تشير إلى اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى ، فإن الوسطى تشير إلى اتجاه التيار المستحث .

هو تيار متغير الشدة و الاتجاه بنظام دوري ثابت ، حيث تتغير شدته من الصفر إلى نهاية عظمي كل ربع دورة و يتغير اتجاهه كل نصف دورة .	<b>التيار المتردد</b>	١٣
هي قيمة التيار الموحد الاتجاه الذي يولد نفس معدل التأثير الحراري ( القدرة ) التي يولدها التيار المتردد في مقاومة معينة .	<b>القيمة الفعالة للتيار المتردد</b>	١٤
هي نسبة الطاقة الكهربائية التي نحصل عليها من الملف الثانوي إلى الطاقة الكهربائية المعطاة للملف الابتدائي في نفس الزمن .	<b>كفاءة المحوول</b>	١٥



## ٢ نعلبات و نفسيرات علبة

2

١. تتولد ق.د.ك مستحثة في سلك مستقيم يقطع خطوط فيض مغناطيسي .
  - « لأن الفيض المغناطيسي المتغير يؤثر على الإلكترونات الحرة لذرات مادة السلك فتندفع من أحد طرفي السلك ( و يصبح موجب الجهد ) إلى الطرف الآخر ( و يصبح سالب الجهد ) فينشأ بين طرفي السلك فرق في الجهد يؤدي إلى تولد ق.د.ك مستحثة و بالتالي تيار مستحث .
٢. قد يتحرك سلك مستقيم موضوع بين قطبي مغناطيس و لا تتولد فيه ق.د.ك مستحثة ( لا ينحرف مؤشر جلفانومتر متصل بموصل رغم قطعها معاً فيض مغناطيسي) .
  - « لأن السلك يكون متحركاً موازياً لخطوط الفيض المغناطيسي فلا يقطعها .
٣. يزداد الحث الكهرومغناطيسي في ملف إذا كان له قلب من الحديد .
  - « لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر من معامل النفاذية المغناطيسية للهواء فيعمل قلب الحديد على تجميع و تركيز الفيض المغناطيسي حول الملف فيزداد معدل التغير في الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف و يزداد الحث الكهرومغناطيسي .
٤. لا يصل التيار لنهايته العظمي فجأة عند غلق دائرته و لا يصل للصفر فجأة عند فتح دائرته .
  - « لأنه عند غلق دائرة الملف ينمو التيار فيه مما يسبب تغير الفيض المغناطيسي الذي يقطعه فتتولد ق.د.ك مستحثة عكسية تقاوم وصول التيار إلى نهايته العظمي فجأة و تجعله يستغرق زمناً أطول للوصول لنهايته العظمي .
  - « كما أنه عند فتح دائرة الملف ( قطع التيار ) يضمحل التيار فيه مما يسبب تغير الفيض المغناطيسي الذي يقطعه فتتولد ق.د.ك مستحثة طردية تقاوم وصول التيار إلى الصفر فجأة و تجعله يستغرق زمناً أطول للوصول للصفر .
٥. تلف ملفات المقاومات القياسية لفاً مزدوجاً .
  - « و ذلك لتلاشي الحث الذاتي حيث يمر التيار في كل لفّة من لفات الملف في اتجاهين متضادين فيتولد مجالين مغناطيسيين متضادين في الاتجاه و متساويين في الشدة فيلاشي كل منهما الآخر فلا يخترق لفات الملف أي مجال مغناطيسي متغير فيتلاشي الحث الذاتي .
٦. حدوث شرارة كهربية مكان قطع دائرة تحتوي على ملف حث .
  - « لأنه نتيجة لقطع التيار الكهربائي في الدائرة يضمحل التيار فيتناقص الفيض المغناطيسي الناشئ عنه فيتولد ق.د.ك مستحثة طردية كبيرة جداً تعمل على تأين الهواء عند موضع القطع فتحدث الشرارة .

٧. ينمو التيار الكهربائي في السلك المستقيم أسرع منه في الملف ، بينما ينمو في الملف أسرع منه في الملف الملفوف حول قلب من الحديد .

١١. لأن مقدار ق.د.ك المستحثّة العكسيّة المتولدة في السلك المستقيم أثناء نمو التيار تكون صغيرة ، أما في الملف فتكون ق.د.ك المستحثّة العكسيّة المتولدة بالحث الذاتي كبيرة لأن لفات الملف متصلة علي التوالي و تكون مضادة لاتجاه نمو التيار في الملف فتجعل نمو التيار في الملف بطئ عن نموه في السلك المستقيم .
١٢. أما في الملف الملفوف حول قلب الحديد فإن الحديد يعمل علي تركيز الفيض المغناطيسي حول الملف فيكون معدل التغير في الفيض المغناطيسي كبير فتزداد ق.د.ك المستحثّة العكسيّة فتقل سرعة نمو التيار في الملف .

٨. عند لف ملف حول ساق من الحديد المطاوع فإنها لا تتمغنط إذا كان الملف ملفوفاً لفاً مزدوجاً .

١٣. لأن اتجاه التيار في كل لفّة من لفات الملف يكون في اتجاهين متضادين فينشأ في كل لفّة مجالين مغناطيسيين متساويين في الشدة و متضادين في الاتجاه فيلاشي كل منهما الآخر و تكون محصلة الفيض الكليّة مساوية الصفر فلا تتمغنط ساق الحديد .

٩. القيمة المتوسطة للتيار المتردد خلال دورة كاملة تساوي صفر .

١٤. لأن التيار تتغير قيمته من  $(I_{max} + I_{max})$  إلى  $(-I_{max})$  خلال الدورة الكاملة .

١٠. الطاقة الكهربائية المستنفذة خلال دورة كاملة لا تساوي الصفر علي الرغم أن القيمة المتوسطة للتيار المتردد تساوي صفر .

١٥. نتيجة حركة الشحنات الكهربيّة ، و لذلك فإن الطاقة الكهربيّة المستنفذة تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار طبقاً للعلاقة التاليّة :  $W = I^2 R t$  .

١١. تستخدم عدة ملفات بينها زوايا صغيرة متساوية في الدينامو .

١٦. حتى تعمل علي جعل التيار الناتج من الدينامو ثابت الشدة تقريباً .

١٢. متوسط ق.د.ك المتولدة في ملف الدينامو في ربع دورة يساوي متوسطها في نصف دورة .

١٧. لأن الزمن الذي يستغرقه الملف لعمل نصف دورة يساوي ضعف الزمن الذي يستغرقه الملف لعمل ربع دورة ، كما أنه عندما يدور الملف نصف دورة يكون التغير في الفيض المغناطيسي يساوي أيضاً ضعف التغير في الفيض المغناطيسي عندما يدور الملف ربع دورة ، فتظل النسبة بين التغير في الفيض المغناطيسي إلي زمن التغير ثابتة في الحالتين .

١٣. في مولد التيار موحد الاتجاه تستبدل الحلقة المعدنيتين الموجودتين في دينامو التيار المتردد بنصفي

اسطوانة مجوفة يفصل بينهما مادة عازلة (مقوم التيار) .

١٨. لجعل التيار الناتج موحد الاتجاه ، حيث يبديل نصفي الاسطوانة موضعيهما بالنسبة للفرشيتين مع دوران الملف فتصبح إحدى الفرشيتين دائماً موجبة بالنسبة للأخرى فيظل التيار في الدائرة الخارجيّة في اتجاه واحد .

١٤. لا يعمل المحول بالقوة الدافعة المستمرة .

١٩. لأن التيار المستمر يولد حوله و داخله فيض مغناطيسي ثابت الشدة و الاتجاه يمر خلال القلب الحديدي إلي لفات الملف الثانوي ، و نظراً لعدم حدوث تغير في المعدل الزمني الذي يقطع به الملف الثانوي خطوط الفيض المغناطيسي لا تتولد به ق.د.ك مستحثّة و لا تيار مستحث إلا لحظتي فتح و غلق دائرته فقط .

١٥. تستخدم محولات رافعة عند محطات توليد الكهرباء ( تنقل القدرة الكهربيّة من محطات توليد الكهرباء إلي

أماكن استهلاكها تحت فرق جهد مرتفع )

٢٠. حتى يقل التيار المار في أسلاك النقل فتقل الطاقة الكهربيّة المفقودة في الأسلاك علي شكل حرارة  $(I^2 R t)$  .

١٦. تستخدم محولات خافضة عند أماكن الاستهلاك .  
 << حتى يزيد التيار المستخدم و يصلح لتشغيل الأجهزة الكهربائية في المنازل و أماكن الاستهلاك .
١٧. يصنع القلب الحديدي للمحول من الحديد المطاوع السليكوني المقسم إلي شرائح رقيقة معزولة عن بعضها .  
 << و ذلك لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية ، فتكون الطاقة الميكانيكية المستفيدة في تحريك جزيئاته أقل ما يمكن ، كما تعمل الشرائح الرقيقة المعزولة علي تقليل التأثير الحراري للتيارات الدوامية في قلب الحديد ، فتزيد كفاءة المحول .
١٨. تصنع أسلاك ملفي المحول من النحاس .  
 << لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة فتكون مقاومة كل من الملفين الابتدائي و الثانوي فيه صغيرة و بالتالي تقل الطاقة المفقودة في كل منهما علي شكل حرارة .
١٩. لا يعمل المحول إذا كانت دائرة ملفه الثانوي مفتوحة رغم اتصال ملفه الابتدائي بالمصدر المتردد ( يعمل المحول عند غلق دائرة ملفه الثانوي ) أو ( لا تستهلك طاقة كهربائية تذكر في دائرة الملف الابتدائي في المحول رغم اتصالها المستمر بالمصدر إذا كانت دائرة الملف الثانوي مفتوحة ) .  
 << لأن الحث الذاتي للملف الابتدائي يعمل علي توليد تيار مستحث ذاتي عكسي يكاد يكون مساوياً للتيار الأصلي و مضاد له في الاتجاه فينبغي عدم مرور التيار في الملف الابتدائي تقريباً . و لا يحدث استهلاك للطاقة الكهربائية تقريباً ، و بالتالي لا يمر في الملف الابتدائي إلا إذا أغلقت دائرة الملف الثانوي .
٢٠. المحول الرفع للجهد يكون خافضاً لشدة التيار .  
 << لأن القدرة الكهربائية للمحول المثالي تكون ثابتة ، حيث :  $P = V I$  ، فإن شدة التيار تتناسب عكسياً مع فرق الجهد ، فعندما يكون المحول رافعاً للجهد يكون خافضاً للتيار أما عندما يكون خافضاً للجهد فيكون رافعاً للتيار .
٢١. يفقد جزء من الطاقة في المحول عند انتقالها من الملف الابتدائي للملف الثانوي .  
 << و ذلك لأحد الأسباب التالية :

تفقد الطاقة في صورة	سبب الفقد في الطاقة	كيفية التقليل من تأثيرها
طاقة حرارية	التيارات الدوامية في القلب الحديدي	يستخدم قلب من الحديد المطاوع علي شكل شرائح رقيقة معزولة عن بعضها .
	مقاومة أسلاك الملفين	يصنع الملفين من أسلاك غليظة من النحاس لصغر مقاومته النوعية .
طاقة ميكانيكية	تحريك الجزيئات المغناطيسية للقلب الحديدي	يصنع قلب المحول من الحديد المطاوع السليكوني لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية .

٢٢. يستمر ملف الموتور في الدوران عند مروره بالوضع الرأسي رغم أن عزم الازدواج الكهرومغناطيسي في هذا الوضع يساوي صفر .  
 << بسبب القصور الذاتي للملف و الذي يدفع الملف ليستمر في دورانه و يتجاوز المنطقة التي يندمج فيها عزم الازدواج ، و يكمل الملف دورانه .

## ٢٣. اسطوانة الحديد المطاوع في الجلفانومتر الحساس مصممة بينما اسطوانة الموتور و الدينامو مقسمة إلي

### شرائح معزولة .

« لأن الجلفانومتر يستخدم في قياس شدة التيارات المستمرة فلا يحدث تغير في خطوط الفيض فلا تتولد تيارات دوامية ، فلا نحتاج إلي تقسيم الاسطوانة إلي شرائح .

## ٢٤. يدور ملف الموتور دائماً في اتجاه واحد .

« لأن نصفي الاسطوانة يتبادلان التلامس مع الفرشاتين فينعكس اتجاه التيار في الملف ، و بالتالي ينعكس اتجاه القوة المؤثرة علي الضلعين الطويلين للملف ، فيظل اتجاه عزم الازدواج في اتجاه واحد .

## ٢٥. يحتفظ ملف الموتور بعزم دوران ثابت عند النهاية العظمي .

« لأنه تستخدم عدة ملفات بين مستوياتها زوايا متساوية ، بحيث يتصل طرفي كل ملف بقطعتين متقابلتين من اسطوانة معدنية مشوكة إلي عدد من القطع يساوي ضعف عدد الملفات .



## 3 بالعني قولنا أن

3

### ١. معامل الحث المتبادل بين ملفين = $0.7 H$ .

« معني ذلك أن مقدار القوة الدافعة المستحثة المتولدة في ملف عندما يكون معدل تغير شدة التيار المار في الملف الآخر  $0.7 V = 1 A/s$  .

### ٢. الحث الذاتي لملف = $0.6 H$ .

« معني ذلك أن مقدار القوة الدافعة المستحثة المتولدة في ملف عندما يكون معدل تغير شدة التيار المار في الملف نفسه  $0.6 V = 1 A/s$  .

### ٣. تردد تيار متردد = $75 Hz$ .

« معني ذلك أن عدد الدورات الكاملة التي يحدثها ملف الدينامو في الثانية الواحدة = 75 دورة .

### ٤. القيمة الفعالة لتيار متردد = $5 A$ .

« معني ذلك أن قيمة التيار الموحد الاتجاه الذي يولد نفس معدل التأثير الحراري في مقاومة معينة =  $5 A$  .

### ٥. محول كهربى كفاءته = $90\%$ .

« معني ذلك أن النسبة بين القدرة الكهربائية الناتجة في دائرة الملف الثانوي إلي القدرة الكهربائية المعطاة لدائرة للملف الابتدائي تساوي  $\frac{90}{100}$  .

« معني ذلك أن نسبة الفقد في الطاقة في المحول =  $10\%$  .

### ٦. نسبة الفقد في الطاقة في محول كهربى = $20\%$ .

« معني ذلك أن كفاءة المحول =  $80\%$  .

« معني ذلك أن النسبة بين القدرة الكهربائية الناتجة من دائرة الملف الثانوي إلي القدرة الكهربائية المعطاة للملف الابتدائي تساوي  $\frac{80}{100}$  .



## استنتاجات

4

### ١- قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي

١. مقدار القوة الدافعة المستحثة ( e.m.f ) المتولدة في موصل يتناسب طردياً مع المعدل الزمني الذي يقطع به الموصل خطوط الفيض المغناطيسي ، أي أن :

$$\text{e.m.f} \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} \quad \dots\dots\dots (1) \square$$

▪ حيث : ( e.m.f ) متوسط القوة الدافعة المستحثة .

▪ (  $\Delta \phi_m$  ) التغير في خطوط الفيض المغناطيسي المقطوعة خلال زمن (  $\Delta t$  ) .

٢. مقدار ق.د.ك المستحثة المتولدة يتناسب طردياً مع عدد لفات الملف الذي يقطع خطوط الفيض المغناطيسي ، أي أن :

$$\text{e.m.f} \propto N \quad \dots\dots\dots (2)$$

▪ و مما سبق يمكننا أن نستنتج أن :

$$\text{e.m.f} \propto N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$\text{e.m.f} = - N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

▪ و الإشارة السالبة ( - ) حسب قاعدة لنز .

### ٢- العلاقة بين ق.د.ك المستحثة المتولدة في ملف و معدل التغير في تيار الملف الآخر

عندما تتغير شدة التيار المار في الملف الابتدائي بمعدل زمني معين فإن الفيض المغناطيسي الناشئ عنه يتغير بنفس المعدل الزمني .

$$\Delta \phi_m \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (\text{e.m.f})_2 \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$\therefore (\text{e.m.f})_2 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (\text{e.m.f})_2 = \text{const.} \times \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (\text{e.m.f})_2 = - M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

حيث : ( M ) ثابت التناسب و يسمى **معامل الحث المتبادل بين ملفين** .



### ٣- العلاقة بين ق. د.ك المستحثة المتولدة في ملف و معدل التغير في تياره

عندما تتغير شدة التيار المار في الملف بمعدل زمني معين فإن الفيض المغناطيسي الناشئ عنه يتغير بنفس المعدل الزمني.

$$\therefore \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t} \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (e.m.f)_1 \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

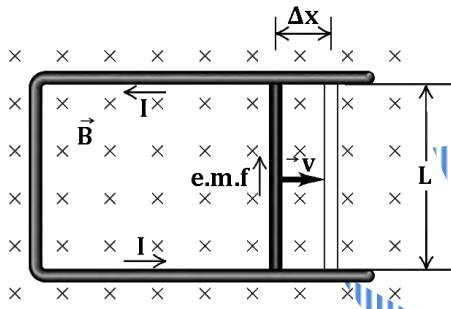
$$\therefore (e.m.f)_1 \propto \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (e.m.f)_1 = \text{const.} \times \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

$$\therefore (e.m.f)_1 = -L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

حيث: (L) ثابت التناسب و يسمى معامل الحث الذاتي لملف .

### ٤- ق. د.ك المستحثة المتولدة في سلك مستقيم يتحرك في مجال مغناطيسي



١. نأرض موصل طوله (L) يتحرك بسرعة (v) ثابتة على موصل على شكل حرف (U) موضع عمودياً على مجال مغناطيسي ثابت كثافة فيضه (B) تسلا .

٢. إذا أزيح السلك نحو اليمين مسافة (Δx) خلال زمن قدره (Δt)، يكون التغير في المساحة:

$$\Delta A = L \cdot \Delta x$$

$$\therefore \Delta \phi_m = B \Delta A$$

$$\therefore \Delta \phi_m = B \cdot L \cdot \Delta x$$

$$\therefore e.m.f = -N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

$$\therefore e.m.f = - \frac{B \cdot L \cdot \Delta x}{\Delta t}$$

$$\therefore v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

▪ حيث: (v) سرعة حركة السلك في المجال المغناطيسي .

$$\therefore e.m.f = - B L v$$

و الإشارة السالبة (-) حسب قاعدة لنز .

▪ إذا كان اتجاه سرعة السلك يصنع الزاوية (θ) مع اتجاه الفيض المغناطيسي فإن:

$$\therefore e.m.f = - B L v \sin \theta$$

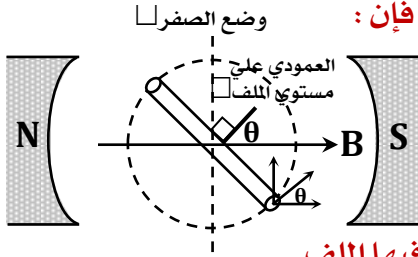
### ٥- ق.د.ك المستحثة المتولدة في ملف الدينامو

١. نغرض أن ملف الدينامو يتكون من لفة واحدة و طول كل جانب (L) . فإن مقدار ق.د.ك المستحثة اللحظية في كل جانب تتعين من العلاقة :

$$e.m.f = B L v \sin \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

▪ حيث : (v) سرعة كل جانب من الملف ، (B) كثافة الفيض المغناطيسي ، (θ) الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعة و اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي .

٢. نغرض أن الملف يدور في دائرة نصف قطرها (r) بسرعة لحظية (v) فإن :



$$\therefore \omega = \frac{v}{r} \quad \square$$

$$\therefore v = \omega r \quad \dots\dots\dots (2)$$

▪ حيث : (ω) السرعة الزاوية ، (r) نصف قطر الدائرة التي يدور فيها الملف .

٣. بالتعويض عن قيمة (v) من المعادلة (2) في المعادلة (1) نجد أن :

$$e.m.f = B L \omega r \sin \theta \quad \square$$

٤. في الجانب المقابل للملف تتولد ق.د.ك مستحثة مماثلة ، أما الجانبين الموازيين للفيض المغناطيسي فلا تتولد فيهما ق.د.ك مستحثة ، فتكون ق.د.ك المستحثة الكلية هي :

$$e.m.f = 2 B L \omega r \sin \theta$$

$$\therefore A = L \times 2 r$$

▪ حيث : (A) مساحة الملف ، (2r) قطر الدائرة التي يدور فيها الملف (عرض الملف) .

$$\therefore e.m.f = A B \omega \sin \theta$$

٥. إذا كان عدد لفات الملف (N) فإن ق.د.ك المستحثة اللحظية يمكن تعيينها من العلاقة :

$$(e.m.f)_{ins} = A B N \omega \sin \theta \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} \quad \text{Rad/s} \quad \rightarrow \quad \theta = \omega t \quad \dots\dots\dots (4)$$

▪ بالتعويض عن قيمة (θ) من المعادلة (4) في المعادلة (3) :

$$(e.m.f)_{ins} = A B N \omega \sin \omega t$$

$$\omega = 2 \pi f$$

▪ حيث : (f) تردد الملف ، أو عدد الدورات التي يصنعها الملف في الثانية ، أو سرعة دوران الملف .

$$\therefore (e.m.f)_{ins} = N B A 2 \pi f \sin (2 \pi f t)$$



## العوامل التي تؤثر عليها الآهات الفيزيائية

5

١. اتجاه القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في موصل :

- ١- اتجاه الحركة .
- ٢- اتجاه الفيض المغناطيسي المؤثر .

٢. مقدار القوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في ملف :

$$e.m.f = - N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

- ١- عدد لفات الملف (  $e.m.f \propto N$  ) .
- ٢- المعدل الزمني للتغير في الفيض المغناطيسي (  $e.m.f \propto \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$  ) .

٣. معامل الحث المتبادل بين ملفين :

- ١- وجود قلب من الحديد داخل الملف الثانوي ( معامل النفاذية المغناطيسية للوسط ) .
- ٢- حجم كل من الملفين .
- ٣- عدد لفات الملفين .
- ٤- المسافة الفاصلة بين الملفين .

٤. معامل الحث الذاتي لملف :

- ١- نفاذية القلب المغناطيسية .
- ٢- الشكل الهندسي للملف .
- ٣- عدد لفات الملف .
- ٤- المسافة الفاصلة بين لفات الملف ( طول الملف ) .

٥. ق.د.ك المستحثة اللحظية المتولدة في ديناو التيار المتردد :

$$(e.m.f)_{ins} = N B A \omega \sin \theta$$

- ١- عدد لفات الملف (  $e.m.f \propto N$  ) .
- ٢- كثافة الفيض المغناطيسي (  $e.m.f \propto B$  ) .
- ٣- مساحة وجه الملف (  $e.m.f \propto A$  ) .
- ٤- السرعة الزاوية التي يدور بها الملف (  $e.m.f \propto \omega$  ) .
- ٥- جيب الزاوية المحصورة بين اتجاه سرعة الملف واتجاه المجال المغناطيسي (  $e.m.f \propto \sin \theta$  ) .





## 6 النتائج الهنزية علي حدوث كل من

6

١. حركة موصل يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس عمودياً علي فيض مغناطيسي .  
 ✍ يتولد في الموصل ق.د.ك مستحثة و تيار كهربى مستحث لحظى و ينحرف مؤشر الجلفانومتر .

---

٢. تقريب ملفين لولبيين يمر بأحدهما تيار كهربى و يتصل طرفى الآخر بجلفانومتر حساس .  
 ✍ يتولد في الملف الآخر بالحث المتبادل ق.د.ك مستحثة عكسى و تيار مستحث عكسى في لحظات تقريب الملفين و ينحرف مؤشر الجلفانومتر .

---

٣. فتح دائرة ملف الابتدائى و هو داخل ملف ثانوى .  
 ✍ يتولد في الملف الثانوى بالحث المتبادل ق.د.ك مستحثة طردية و تيار مستحث طردى في لحظات نمو التيار في الملف الابتدائى و ينحرف مؤشر الجلفانومتر لحظياً .

---

٤. تقريب القطب الشمالى لمغناطيس من ملف حلزونى يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .  
 ✍ يتولد عند طرف الملف القريب من المغناطيس قطب شمالى ، و ذلك حسب قاعدة لenz .

---

٥. إبعاد القطب الشمالى لمغناطيس عن ملف حلزونى يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .  
 ✍ يتولد عند طرف الملف القريب من المغناطيس قطب جنوبى ، و ذلك حسب قاعدة لenz .

---

٦. تقريب القطب الجنوبى لمغناطيس من ملف حلزونى يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .  
 ✍ يتولد عند طرف الملف القريب من المغناطيس قطب جنوبى ، و ذلك حسب قاعدة لenz .

---

٧. إبعاد القطب الجنوبى لمغناطيس عن ملف حلزونى يتصل طرفيه بجلفانومتر حساس ، من حيث نوع قطب الملف القريب من المغناطيس .  
 ✍ يتولد عند طرف الملف القريب من المغناطيس قطب شمالى ، و ذلك حسب قاعدة لenz .

---

٨. وضع ساق من الحديد المطاوع داخل ملف ، من حيث الحث الذاتى للملف .  
 ✍ يزداد الحث الذاتى للملف ، و ذلك لأن معامل النفاذية المغناطيسية للحديد أكبر منه للهواء فتعمل ساق الحديد علي تجميع و تركيز الفيض المغناطيسى حول الملف فيزداد المعدل الزمنى للتغير في الفيض المغناطيسى و يزداد الحث الذاتى .

---

٩. فتح دائرة يمر بها تيار كهربى بها ملف حلزونى عدد لفاته كبير يتصل طرفيه بمصباح نيون .  
 ✍ يضيئ مصباح النيون و تحدث شرارة كهربية بين طرفى المفتاح ، و ذلك لأنه نتيجة قطع التيار الكهربى في الدائرة يضمحل التيار فيتناقص الفيض المغناطيسى الناشئ عنه فيتولد ق.د.ك مستحثة طردية كبيرة جداً تقوى علي إضاءة مصباح النيون و تعمل علي تأين الهواء عند موضع القطع فتحدث شرارة كهربية .

### ١٠. مرور تيار كهربى عالى التردد فى ملف يحيط بقطعة معدنية .

☞ يتولد بالقطعة المعدنية تيارات دوامية تعمل على رفع درجة حرارتها حتى تصل إلى درجة الإنصهار .

### ١١. غلق دائرة ملف موضوع داخل قلب من الحديد من حيث زمن نمو التيار .

☞ يزداد زمن نمو التيار ، لأنه عند غلق دائرة الملف ينمو التيار فيه مما يسبب تغير الفيض المغناطيسى فتتولد ق.د.ك مستحثة عكسية تقاوم وصول التيار إلى نهايته العظمى فجأة و تجعله يستغرق زمناً أطول للوصول لنهايته العظمى .

### ١٢. لف أسلاك المقاومات الكهربائية لفاً مزدوجاً .

☞ ينعقد الحث الذاتى فيها ، حيث يمر التيار فى كل لفّة من لفات ملف المقاومة فى اتجاهين متضادين فيتولد مجالين مغناطيسيين متضادين فى الاتجاه و متساويين فى الشدة فيلاشى كل منهما الآخر فلا يخترق لفات الملف أى مجال مغناطيسى متغير فيتلاشى الحث الذاتى .

### ١٣. زيادة عدد لفات ملف الدينامو إلى الضعف و زيادة عدد دورات الملف فى الثانية إلى الضعف أيضاً ، من حيث ق.د.ك اللحظية المتولدة

☞ تزداد ق.د.ك اللحظية إلى أربع أمثالها .

### ١٤. ميل مستوي ملف الدينامو بزوايا 60° على الفيض المغناطيسى ، من حيث ق.د.ك اللحظية الناتجة .

☞ تصبح ق.د.ك المستحثة اللحظية مساوية نصف قيمتها العظمى .

### ١٥. استبدال الحلقتين المعدنيتين فى دينامو التيار المتردد بأسطوانة معدنية مشقوقة إلى نصفين معزولين .

☞ يصبح التيار الناتج موحد الاتجاه ، و ذلك لأن نصفى الاسطوانة يبدلان موضعهما بالنسبة للفرشاتين مع دوران الملف .

### ١٦. وضع عدة ملفات بين مستوياتها زوايا متساوية فى الدينامو .

☞ يصبح التيار الناتج ثابت الشدة .

### ١٧. توصيل الملف الابتدائى للمحول الكهربى بمصدر تيار مستمر .

☞ لا يعمل المحول ، لأن التيار المستمر يولد فيض ثابت أو منتظم فلا يحدث تغير فى الفيض المغناطيسى و لا تتولد ق.د.ك مستحثة و لا يحدث حث كهرومغناطيسى .

### ١٨. فتح دائرة الملف الثانوى لمحول كهربى مع توصيل ملفه الابتدائى بالمصدر المتردد

☞ لا يمر تيار يذكر فى دائرة الملف الابتدائى ، و ذلك لأنه يتولد بالحث الذاتى فى الملف الابتدائى ق.د.ك مستحثة عكسية تكاد تساوى ق.د.ك الأصلية فى المقدار و مضادة لها فى الاتجاه فيلاشى كل منهما الآخر .

### ١٩. نقل التيار الكهربى لمسافات بعيدة تحت فرق جهد منخفض .

☞ يكون الفقد فى الطاقة الكهربائية أثناء النقل كبير جداً ، و ذلك لأن التيار الكهربى المار فى أسلاك النقل يكون كبير .

### ٢٠. لف ملفى المحول الكهربى حول قلب مصمت من الحديد .

☞ تزداد الطاقة الكهربائية المفقودة من المحول فى صورة حرارة ، بسبب التيارات الدوامية المتولدة فى القلب الحديدي .

## ٢١. تصنيع ملفي المحول الكهربى من النحاس .

☞ تقل الطاقة الكهربائية المفقودة من المحول في صورة حرارة ، و ذلك لصغر المقاومة النوعية للنحاس .

## ٢٢. وضع ملفي المحول الكهربى متداخلين أو متجاورين و محاطين بشرائخ الحديد المطاوع .

☞ تقل الطاقة الكهربائية المفقودة من المحول ، و ذلك لأن الفقد في الفيض المغناطيسي يقل .

## ٢٣. عدد لفات الملف الثانوي أكبر من عدد لفات الملف الابتدائي في المحول الكهربى .

☞ يكون المحول الكهربى رافعاً للجهد خافضاً للتيار .

## ٢٤. تلامس فرشاتي الكربون في الموتور مع المادة العازلة بين نصفي الاسطوانة و انقطاع التيار الكهربى عن

ملف الموتور .

☞ يعمل القصور الذاتي للملف على تجاوز المنطقة التي ينعدم فيها عزم الإزدواج ، و يستمر دوران الموتور في نفس الاتجاه السابق .



# مفازات

# 7

## ١- التيار المستحث الطردى و التيار المستحث العكسي

حالات تولد التيار الهستحث الطردى	حالات تولد التيار الهستحث العكسي
يتولد في اللحظات التي يتناقص فيها الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف الثانوي .	يتولد في اللحظات التي يتزايد فيها الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف الثانوي .
١. لحظة فتح دائرة الملف الابتدائي . ٢. لحظات نقص تيار الملف الابتدائي . ٣. لحظات زيادة مقاومة الملف الابتدائي . ٤. لحظات إبعاد الملف الابتدائي عن الملف الثانوي أو إخرجه منه .	١. لحظة غلق دائرة الملف الابتدائي . ٢. لحظات زيادة تيار الملف الابتدائي . ٣. لحظات نقص مقاومة الملف الابتدائي . ٤. لحظات تقريب الملف الابتدائي من الملف الثانوي أو إدخاله فيه .
اتجاهه يكون في نفس اتجاه مرور التيار الأصلي .	اتجاهه يكون في عكس اتجاه مرور التيار الأصلي .
يتولد قطب مخالف على طرف الملف القريب .	يتولد قطب مشابه على طرف الملف القريب .



## ٢- التيار المتردد و التيار المستمر

وجه المقارنة	التيار المتردد	التيار المستمر
اتجاه مروره	يمر في اتجاهين متضادين	يمر في اتجاه واحد
تهيله بيانياً	يمثل منحني جيبى	يمثل بخط مستقيم
تغيير شدته	يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربائية بالمحولات	لا يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربائية أي أنها ثابتة
نقله	يمكن نقله لمسافات بعيدة دون فقد يذكر في الطاقة	لا يمكن نقله لمسافات بعيدة لأنه يسبب فقد كمية كبيرة من الطاقة
تحويله	يمكن تحويله إلى تيار ثابت بالتعديلات علي مولداته أو بالوصلات الثنائية	لا يمكن تحويله إلى تيار متردد بالطرق العادية
مولداته	رخيصة التكاليف ، مثل : مساقط المياه	كبيرة التكاليف ، مثل : البطاريات

## ٣- دينامو التيار المتردد و دينامو التيار موحد الاتجاه ثابت الشدة

وجه المقارنة	دينامو التيار المتردد	دينامو التيار موحد الاتجاه ثابت الشدة
عدد ملفات	ملف واحد	عدة ملفات بينها زوايا متساوية
طرفي الملف	يتصلان بحلقتين معدنيتين	يتصل كل منهما بجزء من أجزاء مقوم التيار
التيار الناتج	متغير الشدة و الاتجاه	ثابت الشدة تقريباً و موحد الاتجاه
استخدامه	الإضاءة و إدارة الآلات	الشحن و التحليل الكهربى و الطلاء بالكهرباء
نقله	ينتقل لمسافات بعيدة بالمحولات	لا يمكن نقله لمسافات بعيدة
ق.د.ك	يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربائية	لا يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة الكهربائية

## ٤- المحول الرافع للجهد و المحول الخافض للجهد

وجه المقارنة	المحول الرافع	المحول الخافض
الغرض منه	رفع القوة الدافعة الكهربائية المترددة	خفض القوة الدافعة الكهربائية المترددة
فرق الجهد	فرق جهد الملف الثانوى أكبر من الإبتدائى $V_s > V_p$	فرق جهد الملف الثانوى أقل من الإبتدائى $V_s < V_p$
عدد الملفات	عدد لفات الملف الثانوى أكبر من الإبتدائى $N_s > N_p$	عدد لفات الملف الثانوى أقل من الإبتدائى $N_s < N_p$
شدة التيار	شدة تيار في الملف الثانوى أقل من الإبتدائى $I_s < I_p$	شدة تيار في الملف الثانوى أكبر من الإبتدائى $I_s > I_p$
استخدامه	عند محطات إنتاج الطاقة الكهربائية	عند محطات استهلاك الطاقة الكهربائية و في بعض الأجهزة المنزلية

### ٥- المولد الكهربى ( الدينامو ) المحرك الكهربى ( الموتور )

وجه المقارنة	المولد الكهربى ( الدينامو )	المحرك الكهربى ( الموتور )
الاستخدام	تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربية .	تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية .
التركيب	<p>١. <b>المغناطيس الثابت</b> : قد يكون مغناطيساً دائماً أو كهربياً .</p> <p>٢. <b>الملف</b> : إما أن يكون ملفاً من لفّة واحدة ، أو عدة لفّات .</p> <p>٣. <b>حلقتا انزلاق</b> : حلقتي معدنيتين تتصلان بنهايتي الملف و تدوران معه في المجال المغناطيسي .</p> <p>٤. <b>فرشّتان</b> : التيارات المستحثّة في الملف تمر إلى الدائرة الخارجيّة خلال فرشّتين من الجرافيت كل منهما تلامس واحدة من الحلقّتين المنزلقتين .</p>	<p>١. <b>ملف مستطيل</b> : يتكون من عدد كبير من اللفّات ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع يتكون من أقراص رقيقة معزولة عن بعضها بمادة عازلة لتقليل تأثير التيارات الدوامية .</p> <p>٢. <b>مغناطيس قوي</b> : الملف و معه القلب الحديدي قابلان للدوران بين قطبي مغناطيس قوي علي شكل حذاء الفرس .</p> <p>٣. <b>نصفي اسطوانة</b> : يتصل بهما طرفي الملف معزولان عن بعضهما و قابلان للدوران حول نفس محور دوران الملف .</p> <p>٤. <b>فرشّتان</b> : عند تشغيل المحرك توصل الفرشّتان (F1) ، (F2) بقطبي البطارية .</p>
فكرة العمل	القوة الدافعة الكهربائية المستحثّة المتولدة في الملف نتيجة قطعه لخطوط الفيض المغناطيسي .	عزم الازدواج الناشئ عن مرور تيار كهربى في ملف يتحرك بين قطبي مغناطيس .







## نحارب

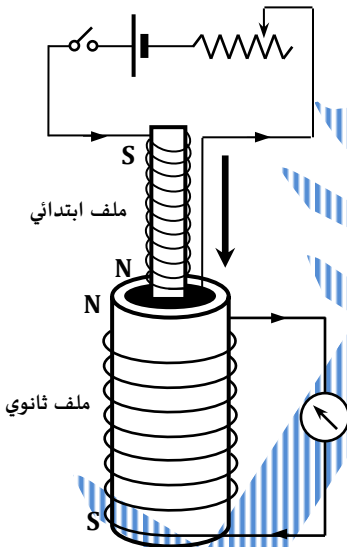
8

### ١- تجربة فاراداي للحث الكهرومغناطيسي

قام فاراداي بإعداد ملف من سلك من النحاس ، لفاته معزولة عن بعضها البعض ، ثم قام بتوصيل طرفيه بجلفانومتر حساس صفر تدريجه في المنتصف كما بالشكل :

(٢) أثناء تحريك القضيب المغناطيسي مبتعداً عن الملف	(١) أثناء تحريك القضيب المغناطيسي مقترباً من الملف
<p><b>نلاحظ :</b></p> <p>انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه مضاد لإتجاه الأول .</p> <p><b>دلالة علي :</b></p> <p>تولد تيار كهربى مستحث ، اتجاهه مضاد لإتجاه التيار أثناء تقرب المغناطيس من الملف .</p>	<p><b>نلاحظ :</b></p> <p>انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين .</p> <p><b>دلالة علي :</b></p> <p>تولد تيار كهربى مستحث .</p>
<p>هذه الظاهرة أطلق عليها اسم "الحث الكهرومغناطيسي" حيث تتولد قوة دافعة كهربية مستحثة و كذلك يتولد تيار كهربى مستحث في الملف أثناء إدخال المغناطيس في الملف أو إخرجه منه ( بحيث يكون رد الفعل في اتجاه يعارض الفعل ) .</p>	
<p><b>الاستنتاج :</b> القوة الدافعة الكهربائية المستحثة و كذلك التيار الكهربى المستحث يتولدان في الدائرة كنتيجة لقطع لفات السلك خطوط الفيض المغناطيسي أثناء حركة المغناطيس .</p>	

### ٢- تجربة دراسة الحث المتبادل بين ملفين

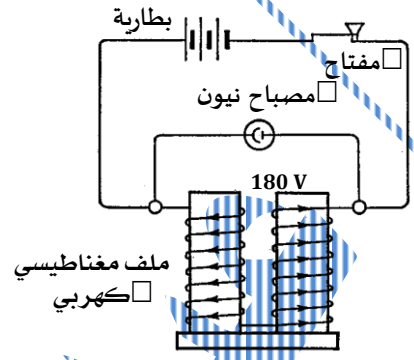


١. نضع الملفين متجاورين أو متداخلين ثم نغلق دائرة الملف الابتدائي ، أو نزيد من شدة التيار عن طريق تقليل قيمة الريوستات فينمو التيار الكهربى في الملف و ينمو الفيض المغناطيسى الذي يقطع الملف الثانوي .
٢. نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر لحظياً في اتجاه معين دلالة علي تولد ق.د.ك مستحثة و كذلك تيار مستحث ، يكون اتجاهه حسب قاعدة لنز في عكس اتجاه التغير المسبب له ، أي أنه يكون في عكس اتجاه التيار الأصلي ، يسمى التيار المستحث عندئذٍ بـ التيار المستحث العكسي .
٣. نفتح دائرة الملف الابتدائي ، أو ننقص من قيمة التيار عن طريق زيادة قيمة الريوستات فيضمحل التيار الكهربى في الملف و يضمحل الفيض المغناطيسى الذي يقطع الملف الثانوي .

٤. نلاحظ انحراف مؤشر الجلفانومتر لحظياً في الاتجاه المضاد ، دلالة علي تولد ق.د.ك مستحثة و كذلك تيار مستحث ، يكون اتجاهه حسب قاعدة لنز في عكس اتجاه التغير المسبب له ، أي أنه يكون في عكس اتجاه اضمحلال التيار أي في نفس اتجاه التيار الأصلي ، و يسمى التيار المستحث عندئذٍ بـ التيار المستحث الطردى .

### ٣ - تجربة دراسة الحث الذاتي لملف

#### في الدائرة الميمنة بالشكل نلاحظ أنه :

<p><b>( ٢ ) عند فتح الدائرة</b></p>	
<p>نلاحظ حدوث شرارة كهربية بين طرفي المفتاح.</p>	<p><b>( ١ ) عند غلق الدائرة</b></p>
<p><u>التفسير :</u></p>	<p>نلاحظ عدم توهج مصباح النيون.</p>
<p>١. قطع التيار الكهربائي في دائرة الملف بسرعة يؤدي إلى تلاشي الفيض المغناطيسي لفاته ، فيتغير المعدل الزمني الذي تقطع به كل لفة خطوط الفيض المغناطيسي .</p> <p>٢. يتولد بذلك تيار مستحث طردي تقفز شحناته على هيئة شرارة كهربية بين طرفي المفتاح .</p>	<p><u>التفسير :</u></p>
<p>نلاحظ إضاءة مصباح النيون لحظياً .</p>	<p>١. مرور التيار في الملف يولد مجالاً مغناطيسياً قوياً حيث تعمل كل لفة من لفات الملف كمغناطيس قصير تقطع خطوط فيضه اللفات المجاورة له .</p> <p>٢. تتولد في الملف تيار مستحث ذاتي عكسي يعوق نمو التيار الأصلي فلا يقوي على إضاءة مصباح النيون .</p>
<p><u>التفسير :</u></p>	<p>١. القوة الدافعة المستحثة المتولدة في لفات الملف تعمل على توليد ق.د.ك مستحثة طردية .</p>
<p>٢. حيث أن اللفات على التوالي فإن ق.د.ك المستحثة المتولدة تكون كبيرة جداً لدرجة أنها تستطيع إضاءة مصباح النيون الذي يحتاج إلى 180 V .</p>	



## ٩ قواعدها و أفكار مسائل و أمثلة محلولة

### ملخص قوانين الفصل الثالث

١. لحساب القوة الدافعة المستحثة المتولدة في ملف :

$$e.m.f = - N \frac{\Delta \phi_m}{\Delta t}$$

٢. لحساب التغير في الفيض المغناطيسي الذي يقطع الملف :

١. إذا دار الملف  $\frac{1}{2}$  دورة أي  $180^\circ$  أو قلب الملف أو عكس اتجاه التيار الكهربائي في الملف أو عكس اتجاه المجال المغناطيسي يمر بالملف نفس الفيض المغناطيسي ولكن في الاتجاه المضاد ولذلك فإن :

$$\Delta \phi_m = 2 B A$$

٢. إذا دار الملف  $\frac{1}{4}$  دورة أي  $90^\circ$  أو تلاشي المجال المغناطيسي أو أبعد الملف أو انقطع التيار في الملف لا يمر بالملف أي فيض مغناطيسي ولذلك فإن :

$$\Delta \phi_m = B A$$

٣. لحساب القوة الدافعة الهستحثة المتولدة في سلك مستقيم :

$$e.m.f = - B L v \sin \theta$$

٤. لحساب القوة الدافعة الهستحثة المتولدة في ملف بالحث المتبادل :

$$(e.m.f)_2 = - M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

□ حيث : ( M ) معامل الحث المتبادل بين الملفين .

٥. لحساب القوة الدافعة الهستحثة المتولدة في ملف بالحث الذاتي :

$$(e.m.f)_1 = - L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

□ حيث : ( L ) معامل الحث الذاتي للملف .

٦. لحساب السرعة الزاوية لهلف الدينامو :

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{\theta}{t} = 2 \pi f \quad \text{Rad/s}$$

□ حيث : ( v ) السرعة الخطية للملف ، ( r ) نصف عرض الملف .

(  $\theta$  ) الزاوية المحصورة بين العمودي علي مستوي الملف وخطوط الفيض المغناطيسي .  
( f ) تردد الملف ، أو عدد الدورات التي يصنعها الملف في الثانية ، أو السرعة المنتظمة للملف

٧. لحساب القوة الدافعة اللحظية المتولدة في هلف الدينامو :

$$(e.m.f)_{ins} = A B N 2 \pi f \sin \theta$$

٨. لحساب القوة الدافعة العظمي المتولدة في هلف الدينامو :

$$(e.m.f)_{max} = A B N 2 \pi f$$

٩. لحساب الزاوية التي يصنعها هلف الدينامو في أي لحظة أثناء دورانه :

$$\theta = \omega t = 2 \pi f t$$

□ حيث : (  $\pi = 180^\circ$  )

١٠. العلاقة بين ق.د.ك اللحظية المتولدة في ملف و القيمة العظمي لها :

$$(e.m.f)_{ins} = (e.m.f)_{max} \sin \theta$$

١١. لحساب شدة التيار اللحظية المتولدة في ملف الدينامو :

$$I_{ins} = I_{max} \sin \theta = \frac{(e \cdot m \cdot f)_{ins}}{R}$$

١٢. لحساب القيمة العظمي للتيار المتردد المتولد في الدينامو :

$$I_{max} = \frac{(e \cdot m \cdot f)_{max}}{R}$$

١٣. لحساب القيمة الفعالة للتيار المتردد :

$$I_{eff} = I_{max} \times 0.707 = \frac{(e \cdot m \cdot f)_{eff}}{R}$$

١٤. لحساب متوسط ق.د.ك المستحثة خلال  $\frac{1}{4}$  دورة أو  $\frac{1}{2}$  دورة :

$$\therefore (e.m.f)_{av} = A B N \times 4 f$$

▪ ق.د.ك المستحثة المتوسطة خلال  $\frac{1}{2}$  دورة ابتداءً من الوضع الموازي أو وضع القيمة العظمي = صفر .

١٥. العلاقة بين ق.د.ك المستحثة المتوسطة و ق.د.ك المستحثة العظمي :

$$(e.m.f)_{av} = (e.m.f)_{max} \times \frac{2}{\pi}$$

١٦. الحالات التي يذكر فيها الـ  $(\theta)$  في المسائل :

- زاوية دوران الملف =  $\theta$  .
- الزاوية المحصورة بين اتجاه سرعة ( دوران ) الملف و خطوط الفيض المغناطيسي =  $\theta$  .
- الزاوية المحصورة بين العمودي علي مستوي الملف و خطوط الفيض المغناطيسي =  $\theta$  .
- الزاوية المحصورة بين مستوي الملف و خطوط الفيض المغناطيسي -  $\theta = 90$  .
- يدور الملف جزء من الدورة الكاملة ( $\frac{1}{12}$  دورة مثلاً)  $\theta = 360$  .
- زمن الدوران ( $\frac{1}{200}$  s مثلاً)  $\theta = 2 \times 180 \times f \times$  .
- زاوية دوران الملف من الوضع الموازي +  $\theta = 90$  .

١٧. لحساب عدد هرات وصول التيار المتردد للنهية العظمي في الثانية :

$$\text{عدد المرات} = 2 f$$

١٨. لحساب عدد هرات وصول التيار المتردد للصفر في الثانية :

$$\text{عدد المرات} = 2 f + 1$$

١٩. لحساب عدد اللفات أو ق.د.ك المتولدة في هحول كهربي :

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} = \frac{I_P}{I_S}$$

٢٠. لحساب القدرة الكهربية المفقودة خلال أسلاك نقل الكهرباء :

$$P_w = I^2 R$$

□ حيث : ( I ) شدة التيار المار في أسلاك النقل ( شدة تيار محطة إنتاج الطاقة الكهربية ) .  
( R ) مقاومة أسلاك النقل .

٢١. لحساب كفاءة نقل الطاقة الكهربية خلال أسلاك النقل :

$$\text{كفاءة النقل} = \frac{\text{قدرة المحطة} - \text{القدرة المفقودة}}{\text{قدرة المحطة}} \times 100$$

٢٢. لحساب كفاءة الهحول الكهربي :

$$\eta = \frac{V_S I_S}{V_P I_P} = \frac{V_S N_P}{V_P N_S}$$

٢٣. إذا كان الهحول له هلفان ثانويان فإن :

$$\frac{V_{S_1}}{V_P} = \frac{N_{S_1}}{N_P}$$

$$\frac{V_{S_2}}{V_P} = \frac{N_{S_2}}{N_P}$$

☛ وتكون : قدرة الملف الابتدائي = قدرة الملف الثانوي الأول + قدرة الملف الثانوي الثاني

$$V_P I_P = V_{S_1} I_{S_1} + V_{S_2} I_{S_2}$$



## مسائل إتحانات الأعوام السابقة

10

١. مصر ١٩٤٢ : ملفان متجاوران A ، B عدد لفاتهما 100 لفّة ، 200 لفّة علي الترتيب فإذا مر تيار شدته 2 A في الملف A فينتج عنه فيض مغناطيسي  $3 \times 10^{-4}$  wb في الملف A و فيض مغناطيسي  $1.5 \times 10^{-4}$  wb في الملف B أوجد :
- ١- معامل الحث الذاتي للملف A .
  - ٢- معامل الحث المتبادل بينهما .
  - ٣- متوسط ق.د.ك المستحثّة في الملف B عندما ينعدم التيار في الملف A خلال 0.1 s .
- (  $1.5 \times 10^{-2}$  H -  $1.5 \times 10^{-2}$  H - 0.3 V )
- 
٢. الأزهر ١٩٧٨ : ملف مستطيل أبعاده  $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$  مكون من 100 لفّة يدور حول محور موازياً لطوله في مجال مغناطيسي كثافة فيضه  $35 \times 10^{-4}$  T . تولدت ق.د.ك عظمى 4.4 V . أوجد قيمة السرعة التي يدور بها الملف .
- ( 100 cycle/s )
- 
٣. مصر ١٩٧٨ : ملف عدد لفاته 100 لفّة و مساحته كل منها  $20 \text{ cm}^2$  موضوعة عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم كثافة فيضه 0.2 T . فإذا قلب الملف في 0.2 s ، فأوجد القوة الدافعة الكهربائية المتولدة فيه .
- ( 0.4 V )
- 
٤. الأزهر ١٩٧٩ : تيار متردد نهايته العظمى 4 A . أوجد شدة التيار عندما يصنع مستوى الملف زاوية  $30^\circ$  من وضع الصفر .
- ( 2 A )
- 
٥. نماذج الوزارة ١٩٨٠ : محول كهربى خافض ذو كفاءة 100% يراد استخدامه لتشغيل مصباح كهربى قدرته 24 watt و يعمل بفرق جهد مقداره 12 V . باستخدام منبع كهربى قوته الدافعة الكهربائية 240 V فإذا كان عدد لفات الملف الثانوى 480 لفّة احسب :
١. شدة التيار المار في الملف الثانوى .
  ٢. شدة التيار المار في الملف الابتدائى .
  ٣. عدد لفات الملف الابتدائى .
- ( لفّة 2 A - 0.1 A - 9600 )
- 
٦. نماذج الوزارة ١٩٨١ : ملف مستطيل عدد لفاته 30 لفّة و أبعاده  $15 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$  فإذا كان الملف يدور بسرعة زاوية ثابتة مقداره 1800 دورة في الدقيقة الواحدة و فى مجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضه 0.365 T . احسب متوسط القوة الدافعة المتولدة في ربع دورة من دوران الملف من المستوى الرأسى العمودى على المجال .
- ( - 49.75 V )
- 
٧. السودان ١٩٨١ : محول كهربى فرق الجهد بين طرفي ملفه الابتدائى 220 V و فرق الجهد بين طرفي ملفه الثانوى 110 V فإذا كانت شدة التيار المار في ملفه الابتدائى 0.5 A و كفاءة المحول الكهربى 95% . احسب شدة التيار المار في ملفه الثانوى .
- ( 0.95 A )
- 
٨. السودان ١٩٨٢ : ملف مستطيل طوله 40 cm و عرضه 20 cm مكون من 200 لفّة و يدور بسرعة 50 دورة في الثانية حول محور موازى لطوله في مجال مغناطيسى كثافة فيضه  $3.5 \times 10^{-3}$  T . احسب النهاية العظمى للقوة الدافعة التأثيرية المتولدة فيه .
- ( 17.6 V )
- 
٩. مصر ١٩٨٢ : يراد نقل قدرة كهربية مقدارها 80 Kwatt من محطة توليد إلى أحد المصانع الذي يبعد عن المحطة 2 Km فإذا كان فرق الجهد عند المحطة 400 V و كانت مقاومة الكيلومتر الواحد من سلك التوصيل  $0.1 \Omega$  ، فأوجد القدرة المفقودة ، و عند استخدام محول رافع عند المحطة يرفع الجهد إلى 2000 V ، فما مقدار القدرة المفقودة ثانياً ؟
- ( 16000 watt - 640 watt )

١٠. مصر ١٩٨٢ : ملفان لولبيان متقابلان عندما تتغير شدة التيار في إحدهما من  $0.4 A$  إلى  $0.6 A$  في  $0.02 s$  فإذا كان معامل الحث المتبادل  $0.05 H$  ، فأوجد قيمة e.m.f المستحثة المتولدة في الملف الثانوي .  
(  $0.5 V$  )

١١. الأزهر ١٩٨٢ : ملف دينامو يدور  $100$  دورة/ث حدد موضع مستوي الملف بالنسبة لخطوط الفيض المغناطيسي بعد  $2.5 ms$  من بدأ الدوران من وضع الصفر و ما العلاقة بين e.m.f اللحظية في هذه الحالة بالنسبة للقوة الدافعة العظمي .  
( موازي - متساويان )

١٢. نماذج الوزارة ١٩٨٢ : ما هي أكبر و أصغر ق.د.ك يمكن الحصول عليها إذا كان لديك دينامو تيار متردد قوته الدافعة  $200 V$  ، و محول كهربى النسبة بين عدد لفات ملفيه كنسبه  $5 : 2$  و ما هي كفاءة المحول عند استخدامه كمحول رافع إذا كانت النسبة بين شدتي التيار في الملف الثانوي إلى الملف الابتدائي  $9 : 25$  .  
(  $500 V - 80 V - 90\%$  )

١٣. مصر ١٩٨٣ : ملف لولبي عدد لفاته  $100$  لفة يقطعه فيض مغناطيسي مقداره  $8 \times 10^{-4} wb$  ، فإذا تلاشي في زمن  $0.02 s$  ، احسب القوة الدافعة المستحثة الناتجة فيه .  
(  $4 V$  )

١٤. مصر ١٩٨٤ : ملف طوله  $30 cm$  و عرضه  $20 cm$  مكون من  $100$  لفة على التوالي يدور حول محور مواز لطوله بسرعة  $1500$  دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه  $0.07 T$  . أوجد قيمة القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف أثناء دورانه عندما يمر بالأوضاع الآتية :  
١. مستوى الملف عمودي على اتجاه المجال .  
٢. مستوى الملف يميل بزاوية  $60^\circ$  على اتجاه المجال .  
٣. مستوى الملف في اتجاه المجال .  
(  $0 - 33 V - 66 V$  )

١٥. نماذج الوزارة ١٩٨٤ : محول كهربى رافع للجهد بالقرب من محطة توليد كهربى يرفع الجهد من  $220 V$  إلى  $440000 V$  ، فإذا كانت القدرة الكهربائية الداخلة إلى الملف  $22 Kwatt$  و كفاءة المحول  $80\%$  و كان عدد لفات الملف الابتدائي  $100$  لفة ، احسب :  
١. عدد لفات الملف الثانوي .  
٢. شدة التيار في كل من الملفين الابتدائي والثانوي .  
(  $25 \times 10^4$  لفة -  $100 A - 0.04 A$  )

١٦. الأزهر ١٩٨٦ : ملف دينامو يدور  $4200$  دورة/دقيقة في مجال مغناطيسي كثافته فيضه  $0.05 T$  ، فإذا كان عدد لفات الملف  $100$  لفة و مساحته كل منها  $25 cm^2$  . احسب :  
١. أقصى قيمه للقوة الدافعة .  
٢. القيمة الفعالة لها .  
٣. القيمة اللحظية للقوة الدافعة عندما يدور الملف  $\frac{1}{12}$  دورة من المستوى العمودي .  
(  $5.5 V - 3.88 V - 2.75 V$  )

١٧. مصر ١٩٨٩ : ملف دينامو تيار متردد بعده  $5 cm$  ،  $10 cm$  مكون من  $420$  لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه  $0.4 T$  . بحيث كان مستوى الملف عمودياً على هذا المجال . فإذا دار الملف بمعدل  $1000$  دورة في الدقيقة احسب القوة الدافعة الكهربائية المستحثة في كل الأوضاع الآتية :  
١. بعد ربع دورة من الوضع الأول .  
٢. بعد  $150^\circ$  من الوضع الأول .  
٣. متوسط القوة الدافعة المستحثة خلال  $\frac{1}{4}$  دورة من الوضع الأول .  
(  $88 V - 44 V - 56 V$  )

١٨. السودان ١٩٩٠ : يعطى الجدول التالي القيمة اللحظية لتيار متردد جيبي خلال نصف دورة من دورات ملف دينامو يعطى تياراً متردداً :

0	3.83	7.07	9.24	10.0	9.24	7.07	3.83	0	I (A) □
10.0	8.75	7.50	6.25	5	3.75	2.50	1.25	0	t (ms)

ارسم الشكل الموجي لهذا التيار خلال نصف دورة ومنه عين :

- ١- الزمن الدوري .
  - ٢- تردد التيار .
  - ٣- القيمة العظمى لشدة التيار .
  - ٤- القيمة الفعالة لشدة هذا التيار .
  - ٥- الزمن عندما تكون الشدة اللحظية 5 A لأول مرة .
  - ٦- الزاوية المحصورة بين اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي والمستوى العمودي على ملف الدينامو المولد لهذا التيار في الحالة السابقة 5.0 A .
  - ٧- صف وضع مستوى الملف بالنسبة لاتجاه خطوط الفيض المغناطيسي عندما تكون شدة التيار نهاية عظمى 10 A .
- ( مستوى الملف مواز لخطوط الفيض -  $30.6^\circ$  -  $0.0017$  S -  $7.07$  A -  $10$  A -  $50$  Hz -  $0.02$  s )

١٩. الأزهر ١٩٩١ : لوحظ تولد فرق في الجهد مقداره  $5.5 \times 10^{-3}$  V بين طرفي عقرب الثواني في ساعة أحد الميادين نتيجة تعرضه لمجال مغناطيسي عمودي عليه ، فإذا علمت أن التغيير في المساحة القاطعة لخطوط الفيض المغناطيسي نتيجة دوران عقرب الثواني دورة كاملة  $11/14$  m<sup>2</sup> . احسب كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر . ( 0.42 T )

٢٠. الأزهر ١٩٩٣ : مر تيار شدته 2 A في الملف الابتدائي للملف روميكوف و بتأثير المكثف ثابت السعة أصبح زمن اضمحلال التيار فيه 2 ms . احسب فرق الجهد المتولد بين طرفي ملفه الثانوي علماً بأن معامل الحث المتبادل بين الملفين 0.8 H . ( 800 V )

٢١. الأزهر ١٩٩٣ : محول كهربوي يحول 220 V إلى 17.6 V والنسبة بين عدد لفات ملفيه 10 : 1 فأحسب كفاءته . ( 80% )

٢٢. الأزهر ١٩٩٥ : ملف حلزوني طوله 1.1 m يحتوى على 700 لفة و مساحة مقطعه  $10$  cm<sup>2</sup> يمر به تيار شدته 2 A ، أوجد :

١. كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة على محوره داخل الملف .
  ٢. مقدار ق.د.ك المستحدثة إذا انعدم التيار خلال 0.01 s .
  ٣. معامل الحث الذاتي للملف .
- (  $16 \times 10^{-4}$  Tesla - - 0.112 V -  $5.6 \times 10^{-4}$  H )

٢٣. الأزهر ١٩٩٦ : الجدول التالي يوضح قيمة ق.د.ك المتولدة في ملف دينامو مساحة مقطعه  $0.125$  m<sup>2</sup> و عدد لفاته 200 لفة خلال دورة كاملة ، مثل هذه النتائج بيانياً :

0	- 22	- 31.4	- 22	0	22	31.4	22	e.m.f ( V) □
20	17.5	15	12.5	10	7.5	5	2.5	t (ms)

١. القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة .
  ٢. تردد التيار الناتج .
  ٣. كثافة الفيض المغناطيسي .
  ٤. ق.د.ك اللحظية عندما يصنع مستوى الملف زاوية  $60^\circ$  مع الفيض المغناطيسي .
- ( 31.4 V - 50 Hz - 0.004 T - 15.7 V )



٢٤. مصر ١٩٩٦ : محول خافض يعمل في نهاية الخطوط الناقلة للتيار المتردد يخفض الجهد الكهربى من 3000 V إلى 120 V . فإذا كانت القدرة الناتجة من المحول 15 Kwatt و كفاءته 80% و عدد لفات ملفه الابتدائي 4000 لفة . احسب :

١. عدد لفات ملفه الثانوي .

٢. شدة التيار في كل من الملفين .

( 200 - 125 A - 6.25 A )

٢٥. الأزهر ١٩٩٨ : ملف دينامو تيار متردد بعده 5 cm ، 10 cm يحتوى على 420 لفة موضوع في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضه 0.04 T بحيث كان مستواه عمودياً على هذا المجال فإذا دار الملف بمعدل 1000 دورة في الدقيقة احسب كلاً من القيمة العظمى و القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية . ( 8.8 V - 6.2216 V )

٢٦. الأزهر ١٩٩٨ : ملف حث لولبي طوله 8 cm و عدد لفاته 400 لفة و مساحة مقطعه  $10 \text{ cm}^2$  يمر فيه تيار كهربى شدته 2.1 A ، فإذا كان  $(\mu = 4 \pi \times 10^{-7} \text{ wb/A.m})$  أوجد :

١. كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة تقع على محوره .

٢. القوة الدافعة الكهربائية المستحثة إذا أصبح الملف موازياً للمجال المغناطيسي خلال 0.01 s .

(  $1.32 \times 10^{-2} \text{ T}$  - 0.53 V )

٢٧. الأزهر ٢٠٠٠ : ملف حلزوني طوله 1 m يحتوى على 500 لفة و مساحة مقطعه  $10 \text{ cm}^2$  يمر به تيار شدته 2 A ، أوجد :

١. كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة داخل الملف .

٢. مقدار ق.د.ك المستحثة إذا انعدم التيار خلال 0.01 s .

( 0.01256 T - 0.625 V )

٢٨. الأزهر ٢٠٠٠ : تتحرك سيارة بسرعة 20 m/s و مثبت بها سلك مستقيم طوله متر واحد بحيث يبقى دائماً عمودياً على اتجاه الزوال المغناطيسي الأرضى و قدره  $18 \times 10^{-6} \text{ T}$  فمر به تيار شدته 18 mA . احسب مقاومة السلك .

( 0.02  $\Omega$  )

٢٩. الأزهر ٢٠٠٠ : مولد كهربى بسيط للتيار المتردد مساحة وجه ملفه  $0.21 \text{ m}^2$  ، و به 200 لفة يدور دورة كاملة كل 0.02 s في مجال مغناطيسي كثافته فيضه 0.002 T . أكمل بيانات الجدول التالي الذي يمثل العلاقة بين القوة الدافعة الكهربائية و الزاوية المحصورة بين مستوى الملف و المستوى العمودي على خطوط الفيض المغناطيسي مع بيان القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة .

0	.....	.....	.....	0	ق.د.ك فولت
180	135	90	45	0	الزاوية $\theta$

( 18.67 V - 26.4 V - 18.67 V )

٣٠. مصر ٢٠٠٠ : محول خافض للجهد يستخدم لتشغيل مصباح كهربى قدرته 24 W و يعمل على فرق جهد 30 V باستخدام منبع كهربى قوته الدافعة الكهربائية 240 V ، فإذا كان عدد لفات الملف الابتدائي 480 لفة . احسب :

١- شدة التيار المار في كل من الملفين الابتدائي و الثانوي .

٢- عدد لفات الملف الثانوي .

( 60 لفة - 0.1 A - 0.8 A )

٣١. مصر ٢٠٠٣ : ملفان متقابلان عندما تتغير شدة التيار في أحدهما من 4 A إلى الصفر خلال 0.01 s تتولد ق.د.ك مستحثة مقدارها 40 V بين طرفي الملف الثاني ، احسب معامل الحث المتبادل بين الملفين . ( 0.1 H )

٣٢. مصر ٢٠٠٣ : محول كهربى خافض للجهد يعمل على مصدر قوته الدافعة الكهربائية 240 V فإذا كان عدد لفات ملفه الابتدائي 5000 لفة و عدد لفات ملفه الثانوي 250 لفة و كانت كفاءة المحول 75% . احسب مقدار ق.د.ك المتولدة في الملف الثانوي .

٣٣. مصر ٢٠٠٣ : مولد كهربى بسيط يمكن تغيير سرعة دوران ملفه عدد لفاته N و مساحة مقطع كل لفة من لفاته  $\frac{4}{\pi} m^2$  يدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضيه  $10^{-3} T$  ، الجدول التالي يوضح العلاقة بين تردد التيار (f) و القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المستحثة المتولدة في الملف  $(e.m.f)_{max}$  :

100	80	b	40□	25	20	10	(f) Hz
800	640	480	320	a□	160□	80□	$(e.m.f)_{max} V$

ارسم العلاقة البيانية بين التردد (f) على المحور الأفقي و القوة الدافعة المستحثة العظمى  $(e.m.f)_{max}$  على المحور الرأسي ، ومن الرسم أوجد :

- 1- قيمة كل من a ، b .
- 2- معدد لفات الملف .

( 1000 لفة - 60 Hz - 200 V )

٣٤. الأزهر ٢٠٠٤ : الجدول الآتي يبين تغير فيض مغناطيسي يمر خلال ملف بتغير الزمن :

300	300	300	300	200	100	0	الفيض المغناطيسي $(\phi_m)$ بالميكرو وبر
6	5	4	3	2	1	0	الزمن (t) بالمللي ثانية

مثل بيانياً تغير الفيض المغناطيسي على المحور الصادي و تغير الزمن على المحور السيني .  
إذا كان عدد لفات الملف 10 لفات و مقاومته  $500 \Omega$  و يتصل طرفاه بجلفانومتر حساس و مستعيناً بالرسم البياني أوجد :

1. متوسط القوة الدافعة التأثيرية المتولدة خلال كل من الثلاث ثواني الأولى ، و الثلاث ثواني الأخيرة .
2. متوسط شدة التيار التأثيري المار في الملف خلال الثلاث ثواني الأولى .

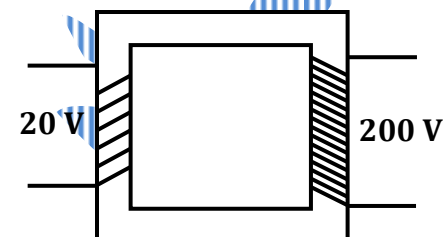
(  $1 V - 0 - 1 \times 10^{-3} A$  )

٣٥. الأزهر ٢٠٠٤ : ملف دائري مساحة مقطعه  $0.045 m^2$  و عدد لفاته 150 لفة مقاومته  $0.9 \Omega$  فإذا كان مستوي هذا الملف عمودي على مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضيه  $8 \times 10^{-5} T$  . أوجد كمية الشحنة الكهربائية التي تسري في الملف عند إبعاده عن المجال خلال 0.3 s .

٣٦. مصر ٢٠٠٥ : دينامو تيار متردد يتكون ملفه من 350 لفة و مساحته  $200 cm^2$  يدور الملف بسرعة منتظمة قدرها 50 دورة في الثانية في مجال مغناطيسي منتظم كثافته فيضيه 0.5 T . احسب :

- 1- القيمة العظمى للقوة الدافعة الكهربائية المتولدة في ملف الدينامو .
- 2- القوة الدافعة اللحظية بعد مرور زمن قدره  $\frac{1}{600}$  من الثانية من الوضع الذي يكون فيه مستوي الملف عمودياً على خطوط المجال المغناطيسي .

( 1100 V - 550 V )



( 80 لفة )

٣٧. مصر ٢٠٠٥ : الشكل المقابل يوضح محول كهربى خافض للجهد :

1. لماذا يصنع القلب الحديدي للمحول من شرائح معزولة عن بعضها البعض ؟
2. إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي 640 لفة و كفاءة المحول 80% . احسب عدد لفات الملف الثانوي .

٣٨. مصر ٢٠٠٦ : مولد كهربى عدد لفاته 100 لفة و مساحة مقطعه  $0.025 \text{ m}^2$  يدور 700 دورة كل دقيقة في مجال مغناطيسى كثافة فيضه  $0.3 \text{ T}$  ، احسب القوة الدافعة الكهربىة المستحثه عندما :

١. يكون مستوي الملف عمودي على اتجاه خطوط الفيض المغناطيسى .
  ٢. تكون الزاوية بين العمودي على مستوي الملف و خطوط الفيض  $90^\circ$  .
- ثم احسب القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثه .

$$(0 - 55 \text{ V} - 38.88 \text{ V})$$

٣٩. مصر ٢٠٠٦ : إذا كانت شدة التيار الكهربى الفعالة في دائرة كهربىة تساوي  $2.828 \text{ A}$  . احسب :

١. النهاية العظمى للتيار .
٢. شدة التيار الكهربى المستحث اللحظى عندما تكون الزاوية المحصورة بين اتجاه سرعة الملف و اتجاه كثافة الفيض المغناطيسى تساوي  $30^\circ$  .

$$(4 \text{ A} - 2 \text{ A})$$

٤٠. مصر ٢٠٠٦ : محول كهربى كفاءته  $80\%$  يعمل على مصدر تيار متردد قوته الدافعة الكهربىة  $200 \text{ V}$  ليعطي قوة دافعة كهربىة  $8 \text{ V}$  ، فإذا كان عدد لفات الملف الابتدائى 1600 لفة و شدة التيار المار فيه  $0.2 \text{ A}$  . احسب :

- ١- عدد لفات الملف الثانوى .
- ٢- شدة التيار في الملف الثانوى .

$$(4 \text{ A} - 80 \text{ لفة})$$

٤١. مصر ٢٠٠٧ : يراد استخدام محول كهربى رافع لرفع الجهد الكهربى من  $10 \text{ V}$  إلى  $50 \text{ V}$  :

١. هل هذا ممكن باستخدام جهد متردد أم جهد مستمر ؟ ولماذا ؟
٢. احسب عدد لفات الملف الثانوى إذا كان عدد لفات الملف الابتدائى 80 لفة بفرض أن كفاءة المحول  $100\%$  .
٣. اقترح المواد الملائمة لصنع كل من قلب المحول و اللفين الابتدائى و الثانوى .

$$(4000 \text{ لفة})$$

٤٢. مصر ٢٠٠٧ : ملف عدد لفاته 25 لفة ملفوف حول أنبوبة مجوفة مساحة مقطعه  $1.8 \text{ cm}^2$  بحيث كانت مساحة كل لفة تساوي مساحة مقطع الأنبوبة ، تأثر الملف بمجال مغناطيسى منتظم عمودي على مستوي الملف فإذا زادت كثافة الفيض المغناطيسى من صفر إلى  $0.55 \text{ T}$  في زمن قدره  $0.75 \text{ s}$  . احسب :

١. مقدار القوة الدافعة المستحثه في الملف .
٢. شدة التيار المستحث في الملف إذا كانت مقاومة الملف  $3 \Omega$  .

$$(3.3 \times 10^{-3} \text{ V} - 1.1 \times 10^{-3} \text{ A})$$

٤٣. الأزهر ٢٠٠٨ : ملف حثه الذاتى  $0.03 \text{ H}$  مكون من 100 لفة يمر به تيار كهربى يولد فيض مغناطيسى مقداره  $6 \times 10^{-4} \text{ wb}$  فإذا انعدم التيار المار في الملف في  $0.02 \text{ s}$  احسب :

١. متوسط القوة الدافعة المستحثه المتولده في الملف .
٢. شدة التيار الذى كان يمر في الملف .

$$(3 \text{ V} - 2 \text{ A})$$

٤٤. مصر ٢٠٠٨ : محول كهربى يعمل على فرق جهد  $220 \text{ V}$  و له ملفان ثانويان أحدهما موصل بمروحة كهربىة صغيرة تعمل على  $(6 \text{ V} , 0.4 \text{ A})$  و الآخر موصل بمسجل يعمل على  $(12 \text{ V} , 0.35 \text{ A})$  فإذا كان عدد لفات الملف الابتدائى 1100 لفة . احسب :

١. عدد لفات كل من الملفين الثانويين .
٢. شدة تيار الملف الابتدائى عند تشغيل كل من المروحة و المسجل معاً .

$$(0.03 \text{ A} - 60 \text{ لفة} - 30 \text{ لفة})$$

٤٥. مصر ٢٠٠٨ : ملف دينامو تيار متردد طول ضلعه 40 cm و عرضه 30 cm و عدد لفاته 300 لفّة يولد تيار تردده 50 Hz و القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثة المتولدة  $V \sqrt{2}$  200 ، احسب :

١. النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة . ( 400 V )
٢. كثافة الفيض المغناطيسي . ( 0.389 T )
٣. القيمة العظمى للقوة الدافعة المستحثة عندما يدور ملفه حول محور موازي لطوله بسرعة 3 m/s . ( 280 V )

٤٦. مصر ٢٠٠٩ : الجدول التالي يوضح القيمة اللحظية لتيار متردد جيبي ناشئ عن دوران ملف الدينامو خلال نصف دورة :

0	3.6	6	10	12	10	8.3	6	3.6	0	I ( A )
6	5.5	5	4	3	2	1.5	1	0.5	0	t ( ms )

- ١- ارسم العلاقة البيانية بحيث يكون الزمن علي المحور الأفقي ، شدة التيار علي المحور الرأسي .
  - ٢- من الرسم أوجد :  
( أ ) الزمن الدوري .  
( ب ) التردد .  
( ج ) القيمة الفعالة لشدة التيار .
- ( 12 ms - 83.33 Hz - 8.48 A )

٤٧. مصر ٢٠٠٩ : تيار كهربى شدته 4 A يمر في ملف حث عدد لفاته 800 لفّة لينتج فيض مغناطيسي مقداره  $2 \times 10^{-4}$  wb فإذا تلاشي التيار في 0.08 s :  
١. احسب e.m.f المستحثة في الملف .  
٢. احسب معامل الحث الذاتي للملف .  
٣. ما هي القاعدة المستخدمة في تحديد اتجاه التيار المستحث في الملف .

( 2 V - 0.04 H )

٤٨. مصر ٢٠١٠ : ملف دينامو مساحة وجهه  $4 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup> مكون من 70 لفّة يدور بسرعة 3600 دورة كل دقيقة في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.5 T بدأ الحركة عندما كان مستواه عمودي علي اتجاه المجال . احسب :  
١. القوة الدافعة المستحثة العظمى .  
٢. القوة الدافعة المستحثة بعد مضي  $\frac{1}{720}$  ثانية من بدء الحركة .

( 528 V - 246 V )

٤٩. السودان ٢٠١٠ : ملف دينامو مساحة مقطعه  $0.05$  m<sup>2</sup> يدور بانتظام في مجال مغناطيسي كثافة فيضه 0.5 T ، الجدول التالي يوضح العلاقة بين النهاية العظمى للقوة الدافعة الكهربائية بالملف و عدد لفات الملف :

40	35	25	20	X	10	5	( e.m.f ) <sub>max</sub> ( V )
Y	700	500	400	300	200	100	N ( لفّة )

- ارسم العلاقة البيانية بين عدد اللفات ( N ) علي المحور السيني ، و القوة الدافعة المستحثة العظمى ، و من الرسم أوجد :
١. قيمة كل من X ، Y .
  ٢. السرعة الزاوية (  $\omega$  ) .
- ( 15 V - 800 - 2 rad/s )

٥٠. **مصر ٢٠١٠** : محول كهربى خافض للجهد عدد لفات ملفه الابتدائى 5000 لفه و عدد لفات ملفه الثانوى 250 لفه فإذا كان جهد ملفه الابتدائى 240 V :

١. احسب القوة الدافعة الكهربائية المستحثة بين طرفي ملفه الثانوى .

٢. إذا تولدت قوة دافعة كهربية عكسية مقدارها 4 V في الملف الثانوى نتيجة تغير شدة التيار في الملف الابتدائى بمعدل 5 A/s ، فاحسب معامل الحث المتبادل بين الملفين .  
( 12 V – 0.8 H )

٥١. **مصر ٢٠١١** : محول كهربى خافض للجهد كفاءته % 100 عدد لفات ملفه الثانوى 600 لفه استخدم لتشغيل جهاز قدرته 48 watt و فرق جهده 24 V و ذلك باستخدام مصدر كهربى قوته الدافعة الكهربائية 200 V احسب :

١. عدد لفات الملف الابتدائى .

٢. شدة التيار المار في الملف الثانوى .

٣. شدة التيار المار في الملف الابتدائى .

( 5000 – 2 A – 0.24 A )

٥٢. **مصر ٢٠١١** : دينامو تيار متردد يتكون ملفه من 100 لفه مساحة كل منها  $0.05 \text{ m}^2$  و يدور داخل مجال مغناطيسى كثافة فيضه 0.1 T لتتولد فيه قوة دافعة كهربية مستحثة عظمى قدرها 157 V ( إذا علمت أن :  $\pi = 3.14$  ) احسب كل مما يأتى :

١. السرعة الزاوية .

٢. تردد التيار المتولد في الملف .

٣. متوسط emf المستحثة بعد ربع دورة من وضع النهاية العظمى .  
( 314 Rad/s – 50 Hz – 100 V )

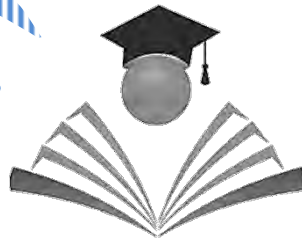
٥٣. **مصر ٢٠١٢** : إذا كانت القوة الدافعة التأثيرية المترددة الناتجة عن دوران ملف في مجال مغناطيسى تعطى من العلاقة

الآتية :  $emf = 180 \sin 1800 t$  ، احسب :

١. القيمة الفعالة للقوة الدافعة التأثيرية .

٢. التردد .

٣. قيمة القوة الدافعة التأثيرية بعد 5 مللي ثانية من الوضع الذي يكون فيه مستوي الملف عمودياً علي المجال المغناطيسى .  
( 127.26 V – 50 Hz – 180 V )



**- انتهت مراجعة الفصل الثالث -**

## الفصل الرابع

### فيزياء درجات الحرارة المنخفضة " علم التبريد "



## المصطلحات العلمية

1

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	علم التبريد	هو العلم الذي يهتم بدراسة تأثير درجات الحرارة المنخفضة التي تقترب من الصفر المطلق ( الصفر كلفن ) علي الغازات و الفلزات .
٢	تأثير ( تفاعل أو قوي ) فاندرفالز	هو التأثير المتبادل بين الجزيئات المختلفة للغازات علي بعضها البعض ، و الذي يؤدي إلي تجاذب جزيئات الغاز فيتكثف الغاز ليصبح سائلاً تحت تأثير الضغط العالي .
٣	السيولة الفائقة	هي القدرة الفائقة لبعض الغازات المسالة علي الانسياب دون احتكاك أو مقاومة تذكر عند درجات حرارة تقترب من الصفر المطلق .
٤	قارورة ديوار	هي وعاء معدني أو زجاجي من البيركس له جدران مزدوجة مطلية من الداخل بالفضة و المسافة الفاصلة بينهما مفرغة تماماً من الهواء ، و تستخدم لحفظ الغازات المسالة .
٥	التبادل الحراري الأيزوثيرمي	هو التبادل الحراري الذي تكون فيه درجة حرارة الغاز ثابتة مع الوسط المحيط ، و بالتالي تتحول كل الطاقة المكتسبة إلي شغل ميكانيكي يبذله الغاز .
٦	التبادل الحراري الأديباتي	هو التبادل الحراري الذي يتم فيه عزل الغاز عن الوسط المحيط به حرارياً ، حيث لا يكتسب أو يفقد الغاز أي كمية من الطاقة الحرارية .
٧	ظاهرة التوصيل الكهربائي الفائق	هي ظاهرة انعدام المقاومة الداخلية لبعض الفلزات لسريان التيار الكهربائي و الوصول إلي حالة التوصيلية الكهربائية الفائقة عند درجات حرارة تقترب من الصفر كلفن .
٨	درجة الحرارة الانتقالية الحرجة	هي درجة الحرارة التي يفقد عندها الفلز كامل مقاومته الداخلية لسريان التيار الكهربائي و ينتقل إلي حالة التوصيل الكهربائي الفائق ، و تتوقف علي نوع الفلز .
٩	ظاهرة مايسنر	هي ظاهرة تحدث عندما يوضع مغناطيس دائم فوق قرص من مادة فائقة التوصيل يمر بها تيار كهربائي ، فيظل المغناطيس معلقاً في الهواء .



## 2 نعلبات و نفسبات علبة

2

١. يظهر تأثير فاندرفالز علي الغاز في درجات الحرارة المنخفضة بصورة واضحة .  
 << لأنه في درجات الحرارة المنخفضة تقل المسافات البينية بين الجزيئات فينشط بذلك تأثير فاندرفالز بينها .
٢. تحيد الغازات عن سلوك الغاز المثالي كلما زادت كثافتها .  
 << لأن زيادة كثافة الغاز تؤدي إلي زيادة كتلة وحدة الحجم للغاز ، فتزيد قوة التجاذب بين جزيئاته و يحيد سلوكه عن سلوك الغاز المثالي .
٣. يساعد تأثير فاندرفالز علي إسالة الغاز .  
 << لأنه يؤدي إلي نقص المسافات البينية بين الجزيئات ، فيتجاذب كل جزيئين نتيجة اقترابهما من بعضهما البعض ثم يتتابع اجتذاب جزيئات أخرى ، و تزداد كثافة الغاز تدريجياً إلي أن يتم تحول المادة إلي الحالة المكثفة سواء كانت السائلة أو الصلبة .
٤. يتم تبريد أي مادة بلامستها لمادة أخرى سبق تبريدها .  
 << لأن المادة التي سبق تبريدها تسحب طاقة حرارية من المادة المراد تبريدها فتتخفص درجة حرارتها ، و تعود المادة التي سبق تبريدها إلي طبيعتها .
٥. يتميز سائل الهليوم بإمكانية الانسياب لأعلي دون توقف علي جدران الإناء الذي يحتويه .  
 << و ذلك لتتلاشي لزوجته كلياً ، حيث يتميز بخاصية السيولة الفائقة .
٦. يفضل الهليوم السائل كمادة مبردة .  
 << و ذلك لانخفاض درجة غليانه (  $-268.8^{\circ}\text{C} = 4.2^{\circ}\text{K}$  ) .
٧. يعتبر الهليوم من أفضل الموصلات الحرارية .  
 << و ذلك لانخفاض حرارته النوعية و درجة غليانه .
٨. المسافة الفاصلة بين جداري قارورة ديوار تكون مفرغة من الهواء .  
 << و ذلك لتقليل انتقال الحرارة بالحمل .
٩. قارورة ديوار مزدوجة الجدار .  
 << و ذلك لتقليل انتقال الحرارة بالتوصيل .
١٠. تطلي أسطح جداري قارورة ديوار من الداخل بطبقة من الفضة .  
 << و ذلك لتقليل انتقال الحرارة بالإشعاع .
١١. لتخزين سائل الهليوم يستخدم اثنان من قارورة ديوار توضع إحداهما داخل الأخرى و تملأ المسافة بينهما بسائل النيتروجين .  
 << و ذلك لانخفاض حرارته النوعية و درجة غليانه .
١٢. يبقى المغناطيس معلقاً في الهواء فوق قرص من مادة فائقة التوصيل يمر بها تيار كهربى مهما انعكس قطبيه .  
 << لأن التيار المار في المادة فائقة التوصيل يولد مجالاً مغناطيسياً يتنافر مع المغناطيس الدائم ، فيبقى المغناطيس الدائم معلقاً في الهواء .

١٣. تستخدم المواد فائقة التوصيل في محطات توليد الكهرباء و في خطوط النقل .  
 << لانعدام الفقد في الطاقة نتيجة انعدام المقاومة .

١٤. تستخدم المواد فائقة التوصيل في الدوائر الكهربائية للأقمار الصناعية .  
 << لأن لها قدرة عالية على التقاط أضعف الإشارات اللاسلكية .

١٥. لا تظهر ظاهرة مايسنر إلا في المواد فائقة التوصيل .

<< و ذلك لانعدام المقاومة الكهربائية للمواد فائقة التوصيل فتتأثر إلكتروناتها الحرة بسهولة بالمجال الخارجي المؤثر عليها ، و تحتفظ بطاقة الحركة التي اكتسبتها بهذا التأثير و يستمر سريان التيار الكهربائي داخل المادة نتيجة لذلك . و ينشأ عنه مجال مغناطيسي يتنافر مع المغناطيس الدائم ، فتظهر ظاهرة مايسنر .

١٦. تستخدم ملفات من مواد فائقة التوصيل في صناعة القطار فائق السرعة .

<< و ذلك لأن القطار فائق السرعة يحمل ملفات من مادة فائقة التوصيل يمر بها تيار كهربائي و يتحرك على قضبان بها ملفات ثابتة يمر بها تيار كهربائي فتولد مجالاً مغناطيسياً يتنافر مع المجال المغناطيسي للمادة فائقة التوصيل الموجودة بالقطار فيرتفع القطار فوق القضبان عدة سنتيمترات مما يزيل الاحتكاك فتزيد سرعته .



### ٣. بالعربي قولنا أن

١. درجة الحرارة الإتنقالية لفلز =  $4.2^{\circ}\text{K}$  .

☞ معني ذلك أن درجة الحرارة التي ينتقل عندها المعدن إلى حالة التوصيلية الكهربائية الفائقة و التي تفقد عندها المادة كامل مقاومتها الداخلية لسريان التيار الكهربائي تساوي  $4.2^{\circ}\text{K}$  .



### ٤. الأساس العلمي

١. إسالة الغازات :

☐ تفاعل فاندرفالز ، حيث يتم تجاذب جزيئين من جزيئات الغاز نتيجة اقترابهما من بعضهما البعض ، ثم يتتابع اجتذاب جزيئات أخرى إلى أن يتم تحول الغاز إلى الحالة السائلة ، و يحدث هذا التفاعل بزيادة ضغط الغاز .

٢. قارورة ديوار :

☐ الحد من الحرارة المفقودة بالحمل و التوصيل و الإشعاع ، حيث تتكون من وعاء معدني أو زجاجي من البيركس له جدران مزدوجة للحد من انتقال الحرارة بالتوصيل كما أن أسطح الجدارين من الداخل مطلية بالفضة للحد من انتقال الحرارة بالإشعاع و كذلك المسافة الفاصلة بين الجدارين مفرغة تماماً من الهواء لتقليل انتقال الحرارة بالحمل .

٣. التلاجة :

☐ التبادل الحراري الأديباتي و الأيزوثيرمي ، حيث يكون السائل المستخدم في التبريد فيها هو الفريون السائل أو بدائله الذي تكون درجة غليانه  $( - 30^{\circ}\text{C} )$  .



#### ٤. القطار فائق السرعة ( القطار الطائر ) :

□ ظاهرة مايسنر ، حيث أنه عندما يتحرك القطار يمر تياراً كهربياً في الملفات الثابتة الموجودة بالقضبان ، فينشأ عنها مجال مغناطيسي يتنافر مع المجال المغناطيسي للمادة فائقة التوصيل الموجودة بالقطار فيرتفع القطار فوق القضبان عدة سنتيمترات مما يزيل الاحتكاك فتزيد سرعته .

#### ٥. المواد فائقة التوصيل :

□ ظاهرة التوصيل الكهربائي الفائق ، حيث تنعدم المقاومة الداخلية لسريان التيار الكهربائي لبعض الفلزات أي التوصيلية الكهربائية الفائقة عند درجات حرارة تقترب من الصفر كلفن .



### ٥ مقارنات

#### ١- الغاز المثالي و الغاز الحقيقي

الغاز الحقيقي	الغاز المثالي
لا يهمل حجم جزيئات الغاز مقارنة بالحجم الذي يشغله الغاز .	يهمل حجم جزيئات الغاز مقارنة بالحجم الذي يشغله الغاز .
لا تهمل قوى التجاذب بين جزيئاته (قوي فاندرفالز)	تهمل قوى التجاذب بين جزيئاته .
لا يتلاشي حجمه وضغطه عند درجة الصفر كلفن .	يتلاشي حجمه وضغطه عند درجة الصفر كلفن نظرياً .

#### ٢- تفاعل فاندرفالز و التفاعل الكيميائي

التفاعل الكيميائي	تفاعل فان درفالز
يؤدي إلى تكون جزيئات جديدة .	يعبر عن التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز و لا يؤدي إلى تكون جزيئات جديدة .
تتكون روابط جديدة .	لا تتكون روابط جديدة بل يتكثف الغاز و يصبح سائلاً تحت تأثير الضغط العالي .
يحدث تحت ظروف خاصة بالتفاعل عند درجات حرارة مختلفة .	يحدث بين جزيئات الغاز الحقيقي عند درجات حرارة تقترب من الصفر كلفن .

#### ٣- الهيليوم المسال و النيتروجين المسال

النيوتروجين المسال	الهيليوم المسال	وجه المقارنة
77°K = - 196°C	4.2°K = - 268.8°C	درجة الغليان
في إناء واحد من قارورة ديوار	في إناءين من قارورة ديوار	الحفظ
في تغليف أو إحاطة قارورة ديوار عند تخزين الهيليوم المسال .	في تطبيقات التوصيلية الكهربائية الفائقة للفلزات حيث يستخدم في تبريد الفلزات إلى درجات حرارة منخفضة جداً .	الاستخدامات

### ٤- التبادل الحراري الأيزوثيرمي و الأديباتي

التبادل الحراري الأديباتي	التبادل الحراري الأيزوثيرمي
١- يتم عزل الغاز عن الوسط المحيط به حرارياً .	١- درجة حرارة الغاز ثابتة مع الوسط المحيط .
٢- لا يكتسب أو يفقد الغاز أي كمية من الطاقة الحرارية ( $Q_{th} = 0$ ) .	٢- التغيير في الطاقة الداخلية للغاز = صفر ( $\Delta U = 0$ ) . التغيير في درجة حرارة الغاز = صفر ( $\Delta t = 0$ )
٣- الشغل المبذول من الغاز يتم علي حساب طاقته الداخلية ، و في هذه الحالة هناك احتمالان : (ب) إذا كان الغاز يبذل شغلاً تكون ( $W$ ) موجبة ، و تصبح ( $\Delta U$ ) سالبة ، أي أن الطاقة الداخلية للغاز تنخفض ، و يبرد الغاز . (ت) إذا بُذل شغل علي الغاز تكون ( $W$ ) سالبة ، و تصبح ( $\Delta U$ ) موجبة ، أي أن الطاقة الداخلية للغاز ترتفع ، و يسخن الغاز .	٣- تتحول كل الطاقة المكتسبة إلي شغل ميكانيكي يبذله الغاز . ( $Q_{th} = W$ )



### 6 النتائج الهنريية علي حدوث كل من

6

١. انخفاض درجة حرارة الغاز إلي درجات حرارة تقترب من الصفر كلفن ، من حيث خضوعه لفروض نظرية الحركة للغازات .  
☞ لن يخضع الغاز لفروض نظرية الحركة للغازات ، و خاصة في ظروف الضغط العالي و درجات الحرارة المنخفضة .
٢. زيادة ضغط الغاز ، من حيث خواص الغاز .  
☞ تختلف خواص الغاز ، و يصبح غاز حقيقي حيث يظهر التأثير المتبادل بين جزيئات الغاز المختلفة علي بعضها البعض و الذي يؤدي إلي تجاذب جزيئات الغاز فيتكثف الغاز ليصبح سائلاً تحت تأثير الضغط العالي .
٣. ملامسة هواء مسال لمادة ما .  
☞ يمتص الهواء المسال طاقة حرارية من المادة ، فتبرد المادة و يعود الهواء المسال إلي طبيعته الغازية .
٤. تبريد غاز الهيليوم لدرجة حرارة تقترب من الصفر كلفن .  
☞ يسال الهيليوم و يتميز بخاصية السيولة الفائقة أو التدفق المضط ، حيث تتلاشى لزوجته كلياً لدرجة أنه ينساب لأعلي علي جوانب أي إناء يحويه دون توقف مهماً قوى الاحتكاك و الحاذبية و يتميز بانخفاض حرارته النوعية و لذلك يعتبر من أفضل الموصلات الحرارية .
٥. قارورة ديوار مزدوجة الجدران و المسافة الفاصلة بينهما مفرغة من الهواء .  
☞ يقل انتقال الحرارة بالحمل أو التوصيل .

## ٦. الجدران المزدوجة في قارورة ديوار مطلية بالفضة .

☞ يقل انتقال الحرارة بالإشعاع .

## ٧. انخفاض الحرارة النوعية لسائل الهيليوم .

☞ يكون من أفضل الموصلات الحرارية .

## ٨. درجة حرارة الغاز ثابتة مع الوسط المحيط .

☞ لا يحدث تغير للطاقة الداخلية للغاز أي تظل ثابتة ( $\Delta U = 0$ ) ، و تتحول كل الطاقة المكتسبة إلي شغل ميكانيكي يبذله الغاز ( $Q_{th} = W$ ) .

## ٩. عزل الغاز عن الوسط المحيط به حرارياً .

☞ لا يكتسب أو يفقد الغاز أي كمية من الطاقة الحرارية ( $Q_{th} = 0$ ) ، وبالتالي الشغل المبذول من الغاز يتم علي حساب طاقته الداخلية ، وفي هذه الحالة هناك احتمالان :

(١) إذا كان الغاز يبذل شغلاً تكون ( $W$ ) موجبة ، و تصبح ( $\Delta U$ ) سالبة ، أي أن الطاقة الداخلية للغاز تنخفض ، و يبرد الغاز .

(٢) إذا بُذل شغل علي الغاز تكون ( $W$ ) سالبة ، و تصبح ( $\Delta U$ ) موجبة ، أي أن الطاقة الداخلية للغاز ترتفع ، و يسخن الغاز .

## ١٠. تبريد بعض المعادن إلي درجات حرارة تقترب من الصفر كلفن .

☞ تنعدم المقاومة الداخلية لسريان التيار الكهربائي للمعادن أي التوصيلية الكهربائية الفائقة .

## ١١. قدرة المواد فائقة التوصيل العالية علي التقاط أضعف الإشارات اللاسلكية .

☞ تستخدم المواد فائقة التوصيل في تصنيع الدوائر الكهربائية للأقمار الصناعية .

## ١٢. مرور تيار كهربائي في قرص من مادة فائقة التوصيل و وضع مغناطيس دائم فوقها .

☞ يولد التيار المار في المادة فائقة التوصيل مجالاً مغناطيسياً يتنافر مع المغناطيس الدائم ، فيصبح المغناطيس الدائم معلقاً في الهواء .



- انتهت مراجعة الفصل الرابع -

## إزدواجية الموجة و الجسيم

## الفصل الخامس



## ١ | المصطلحات العلهية

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	منحني بلانك	هو المنحني الذي يوضح العلاقة بين شدة الإشعاع و الطول الموجي .
٢	قانون فين	الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع ( $\lambda_m$ ) يتناسب عكسياً مع درجة الحرارة .
٣	ظاهرة إشعاع الجسم الأسود	هي ظاهرة امتصاص الأجسام للإشعاع الساقط عليها ثم إعادة إشعاعه مرة أخرى .
٤	الجسم الأسود	هو الجسم الذي يمتص كل الطاقة الإشعاعية الساقطة عليه ، ثم يعيد إشعاعها مرة أخرى ، أي أنه ممتص مثالي وفي نفس الوقت باعث مثالي ، و هذا الجسم غير موجود حقيقة ، أي أنه جسم افتراضي .
٥	حاجز جهد السطح	هو قوي التجاذب المتبادلة بين الأيونات الموجبة و الإلكترونات الحرة في المعدن التي تمنع مغادرة الإلكترونات سطح الفلز .
٦	ظاهرة الإنبعاث الكهروضوئي	هي ظاهرة انطلاق الإلكترونات من أسطح المعادن عند سقوط الضوء عليها بتردد معين .
٧	دالة الشغل لمعدن ( $E_w$ )	هي الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أي طاقة حركية .
٨	التردد الحرج ( $\nu_c$ )	هو أقل تردد للضوء الساقط يعمل علي تحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أي طاقة حركية .
٩	ظاهرة التأثير الكهروضوئي	هو ظاهرة انبعاث إلكترونات و أشعة ( $X$ ) ذات طاقة أقل عند قذف معدن بأشعة ( $X$ ) ذات طاقة أعلى .
١٠	الفوتون	هو كم من الطاقة مركزي في حيز صغير جداً له كتلة وله كمية حركية .
١١	ثابت بلانك ( $h$ )	١. هو النسبة بين طاقة الفوتون إلي تردده . ٢. هو مقدار الطاقة المصاحبة لوحد التردد لفوتون أي موجة كهرومغناطيسية
١٢	الطبيعة المزدوجة	يقصد بها أنه ليس هناك حداً فاصلاً بين الجسيمات و الأمواج ، فالجسيمات لها طبيعة موجية كما أن الموجات لها طبيعة جسيمية .
١٣	معادلة دي براولي	هي المعادلة التي توضح العلاقة بين الطول الموجي للموجة المصاحبة لجسيم متحرك و كمية حركية هذا الجسيم .



## 2 نعلبات و نفسبات علبة

2

1. لم تستطع الفيزياء الكلاسيكية تفسير منحنيات بلانك .  
 << لأنها تعتبر الإشعاع موجات كهرومغناطيسية تزداد شدته بزيادة التردد ، و لكن وجد من المنحنيات أن شدة الإشعاع تقل في الترددات العالية جداً .

---

2. يستخدم التصوير الحراري في مجال اكتشاف الأدلة الجنائية .  
 << لأنه وجد أن الإشعاع الحراري للشخص يبقى فترة بعد انصراف الشخص عن المكان .

---

3. الإشعاع الصادر من الأجسام الساخنة مختلف في الطول الموجي .  
 << لأن الجسم الساخن لا يشع أطوال موجية معينة لأن الذرات عندما تكتسب طاقة تتذبذب الإلكترونات بين المستويات ، و حسب فرق الطاقة يختلف الطول الموجي الصادر فيختلف الضوء .

---

4. ظاهرة إشعاع الجسم الأسود تثبت الصفات الجسيمية للضوء ( للفوتونات ) .  
 << لأن أشعة الضوء تتكون من دقات من الطاقة تسمى الفوتونات ، تزداد طاقتها كلما زاد تردد الضوء و لكل منها كتلة و كمية حركة أثناء حركتها و جميعها صفات جسيمية .

---

5. زيادة شدة الضوء تعمل علي زيادة تيار الخلية الكهروضوئية .  
 << لأن زيادة شدة الضوء تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة التي تصيب عدد أكبر من الإلكترونات علي سطح المعدن ، فينبعث عدد أكبر من الإلكترونات ، فيزيد شدة التيار الكهروضوئي الحادث ، و لكن بشرط أن يكون تردد الضوء الساقط أكبر من التردد الحرج (  $U_c$  ) .

---

6. فشلت النظرية الكلاسيكية في تفسير الانبعاث الكهروضوئي .  
 << لأنها تنظر للضوء علي أنه موجات كهرومغناطيسية ، و بالتالي تعتبر أن شدة التيار المار في دائرة الخلية الكهروضوئية و طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة و سرعتها تتوقف علي شدة موجة الضوء الساقطة بصرف النظر عن ترددها (  $U$  ) ، و أنه لو كانت شدة الإضاءة قليلة فإن تسليط الضوء لمدة طويلة كفيل بإعطاء الإلكترونات الطاقة اللازمة لتحررها ، و هو ما يختلف كلياً عن المشاهدات العملية التي وجد منها أن كل ذلك يتوقف علي تردد موجة الضوء الساقطة (  $U$  ) و ليس علي شدتها .

---

7. يفضل استخدام السيزيوم كمهبط للخلية الكهروضوئية و لا يستخدم التنجستين .  
 << لأن التردد الحرج لسطح السيزيوم صغير فيحتاج إلي تردد منخفض لانبعاث الإلكترونات الكهروضوئية من سطحه ، بينما في حالة التنجستين يكون التردد الحرج كبير فيكون أكبر تردد للضوء المرئي أقل من التردد الحرج له فلا تنبعث إلكترونات من سطحه .

---

8. الشاشة في أنبوبة أشعة الكاثود تغطي بمادة فلوريسية .  
 << حتى يحدث وميض عند سقوط الإلكترونات عليها يختلف لونه حسب طاقة و شدة الإلكترونات الساقطة التي يمكن التحكم فيها بواسطة الشبكة .

---

9. طاقة الإلكترون المنبعث من سطح معدن بواسطة الضوء البنفسجي أكبر منه للضوء الأحمر .  
 << لأن تردد الضوء البنفسجي و طاقته أكبر منهما للضوء الأحمر فتكون طاقة الإلكترون المنبعث بواسطة الضوء البنفسجي أكبر منها للضوء الأحمر . حيث تتناسب طاقة الإلكترون المنبعث من سطح معدن طردياً مع تردد و طاقة الفوتون الساقط .

١٠. انطلاق الإلكترونات في الظاهرة الكهروضوئية يتوقف علي تردد الضوء الساقط و ليس علي شدته  
 << و ذلك لأن إنطلاق الإلكترونات من سطح المعدن يتوقف علي دالة الشغل للمعدن فقط (  $E_w$  ) و التي تتوقف علي التردد الحرج للمعدن أي علي نوع مادة المعدن ، و لا يتوقف علي شدة الضوء الساقط .
- 
١١. قد تكتسب الإلكترونات المنطلقة من سطح معدن طاقة حركة .  
 << لأنه إذا كانت طاقة الفوتون الساقط (  $E = h\nu$  ) أكبر من دالة الشغل للمعدن (  $E_w = h\nu_c$  ) ، فإنه يتحرر إلكترون من سطح المعدن و يظهر فرق الطاقة بين الفوتون الساقط و دالة الشغل في صورة طاقة حركة يكتسبها الإلكترون .
- 
١٢. قد تسقط فوتونات علي سطح معدن و لا تبعث إلكترونات كهروضوئية .  
 << لأنه عندما تكون طاقة الفوتون الساقط (  $E = h\nu$  ) أقل من دالة الشغل للمعدن (  $E_w = h\nu_c$  ) فإنه لا تبعث إلكترونات من سطح المعدن مهما كانت شدة الضوء الساقط .
- 
١٣. قد يمر تيار في الخلية الكهروضوئية رغم أن فرق الجهد بين الأنود و الكاثود = صفر .  
 << و ذلك لأنه في حالة سقوط فوتون طاقته أكبر من دالة الشغل للمعدن فإن الإلكترون المنطلق يكتسب فرق الطاقة في صورة طاقة حركة فيتحرك جهة المصعد و يمر تيار كهربائي ، دون الحاجة إلي وجود فرق جهد بين الأنود و الكاثود .
- 
١٤. أنود (مصعد) الخلية الكهروضوئية سلك رفيع .  
 << حتي لا يحجب الضوء الساقط علي المهبط ، لأنه يكون أمام المهبط .
- 
١٥. الكاثود (المهبط) في الخلية الكهروضوئية يكون علي شكل لوح مقعر .  
 << حتي يستطيع تجميع أو إحتواء أكبر كمية من فوتونات الضوء الساقط عليه .
- 
١٦. عند انشطار النواة تنتج كمية هائلة من الطاقة .  
 << و ذلك لأنه حسب علاقة أينشتاين :  $E = m c^2$  ، فإنه عند انشطار نواة الذرة فإنها تفقد كمية صغيرة جداً من الكتلة ، تتحول إلي كم كبير جداً من الطاقة لأن ثابت التناسب هو مربع سرعة الضوء و هو كمية كبيرة جداً (  $c^2 = 9 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$  ) .
- 
١٧. عند سقوط فوتون من أشعة X علي إلكترون حر تزداد سرعة الإلكترون و يغير اتجاهه .  
 << لأن الفوتون يتصادم مع الإلكترون فيفقد جزء من طاقته و يقل تردده ، و يكتسب الإلكترون هذا الكم من الطاقة فتزداد طاقة حركته (  $KE = \frac{1}{2} m v^2$  ) و تزداد سرعته .
- 
١٨. تعتبر ظاهرة كومتون إثبات للصفات الجسيمية للفوتون .  
 << لأنه عندما يصطدم فوتون له تردد عالي بإلكترون ساكن ، يتحرك الإلكترون بحيث يكون مجموع طاقة حركة و كمية حركة الإلكترون و الفوتون قبل التصادم = مجموعهما بعد التصادم حسب قانون بقاء الطاقة و بقاء كمية الحركة ، و بذلك فالفوتون يشبه الإلكترون في أن له خصائص جسيمية .
- 
١٩. يستطيع شعاع ضوئي التأثير علي إلكترون حر و لا يستطيع التأثير علي جسم صغير .  
 << لأن القوة الناتجة عن الشعاع تتعین من العلاقة :  $F = \frac{2 P_w}{C}$  ، و حيث أن سرعة الضوء (  $C$  ) كبيرة جداً تكون القوة الناتجة عن الشعاع صغيرة جداً فتأثر علي الجسيمات الصغيرة جداً فقط كالإلكترونات و لا تؤثر علي الأجسام المرئية لكبر كتلتها .

### ٢٠. يقل الطول الموجي المصاحب للإلكترون بزيادة سرعته .

« لأنه حسب علاقة دي براولي فإن الطول الموجي يعطى بالعلاقة:  $\lambda = \frac{h}{mv}$  ، أي أن الطول الموجي المصاحب للإلكترون يتناسب عكسياً مع سرعته ، فيقل الطول الموجي بزيادة سرعة الإلكترون .

### ٢١. لا تستخدم الأشعة السينية في الميكروسكوب الإلكتروني رغم صغر طولها الموجي .

« لأنها غير مرئية حيث تقع في منطقة الضوء غير المنظور .

### ٢٢. الميكروسكوب الإلكتروني له قوة تكبير عالية جداً .

« لأنه يمكن التحكم في الطول الموجي للموجة المصاحبة للإلكترون و تقليله بزيادة سرعة الإلكترون عن طريق استخدام جهد عالي ، وبذلك يكبر الأجسام الدقيقة جداً بوضوح .

### ٢٣. يجب جعل فرق الجهد بين الأنود و الكاثود في الميكروسكوب الإلكتروني كبير جداً .

« حتى تكتسب الإلكترونات طاقة حركة كبيرة فنحصل على حزمة إلكترونية ذات طول موجي قصير جداً يكون أصغر من طول الفيروسات و الكائنات الدقيقة فيتحقق شرط التكبير .

### ٢٤. يمكن التعامل مع الفوتونات على أساس النموذجين الميكروسكوبي و الماكروسكوبي .

« لأن ذلك يتوقف على حجم العائق الذي يعترض الضوء فإذا كانت أبعاد العائق أكبر كثيراً من الطول الموجي (  $\lambda$  ) لموجات الضوء طبقنا النموذج الماكروسكوبي أي طبقنا النظرية الموجية ، أما إذا كانت أبعاد العائق قريبه من الطول الموجي (  $\lambda$  ) لموجات الضوء أي على مستوي الذرة أو الإلكترون ، فإننا نطبق النموذج الميكروسكوبي أي الفوتون .

### ٢٥. الخاصية الموجية و الجسيمية للفوتونات متلازمتان .

« لأنه في النظام الميكروسكوبي ينظر للفوتون على أنه كرة نصف قطرها = الطول الموجي للضوء (  $\lambda$  ) و تتذبذب بمعدل (  $\nu$  ) ، بينما في النظام الماكروسكوبي نلاحظ الخواص الموجية في سلوك حزمة الفوتونات ككل ، لذا فإن الحركة الموجية تكون مصاحبة لتيار الفوتونات بأعداد كبيرة .



## ٣. ما يعني قولنا أن

3

### ١. التردد الحرج للألمنيوم = $9.8 \times 10^{14}$ Hz .

« معني ذلك أن أقل تردد للضوء الساقط يعمل على تحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أي طاقة حركة =  $9.8 \times 10^{14}$  Hz .

### ٢. دالة الشغل للرماس = $6.6 \times 10^{-19}$ J .

« معني ذلك أن الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لتحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أي طاقة حركة =  $6.6 \times 10^{-19}$  J .

### ٣. الطول الموجي الحرج للبوتاسيوم = $6862.9 \text{ \AA}$ .

« معني ذلك أن أكبر طول موجي للضوء الساقط يعمل على تحرير الإلكترون من سطح المعدن دون إكسابه أي طاقة حركة =  $6862.9 \text{ \AA}$  .

٤. ثابت بلانك =  $6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

معني ذلك أن النسبة بين طاقة الفوتون إلي تردده =  $6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

معني ذلك أن مقدار الطاقة المصاحبة لوحدة التردد لفوتون أي موجة كهرومغناطيسية =  $6.6 \times 10^{-34} \text{ J}$



## استنتاجات

4

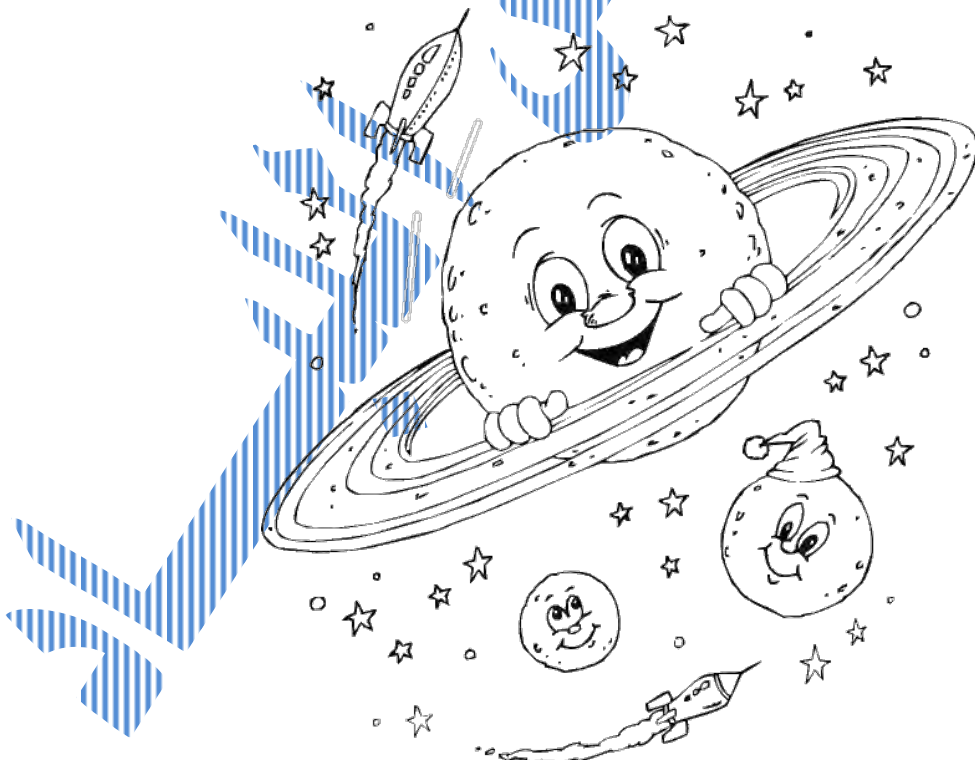
### القوة التي يؤثر بها شعاع ضوئي علي جسم ما

- إذا سقط شعاع من الفوتونات علي سطح ما بمعدل  $(\phi_L \text{ Photons/s})$  فإن كل فوتون يسقط علي السطح و ينعكس عنه يعاني تغييراً في كمية الحركة =  $2 m c$ .
- فتكون القوة التي تؤثر بها حزمة الفوتونات علي السطح هي التغير في كمية الحركة في الثانية:

$$\therefore F = 2 m c \phi_L$$

$$\therefore F = 2 \left( \frac{h \nu}{c} \right) \phi_L = \frac{2 P_w}{c}$$

- حيث:  $(P_w)$  هي القدرة بالوات للطاقة الضوئية الساقطة علي السطح.
- يلاحظ أن هذه القوة صغيرة جداً لأن سرعة الضوء  $(c)$  مقدار كبير جداً.
- و لذلك فلا تؤثر تأثيراً ملحوظاً علي سطح حائط أو كتاب مثلاً، ولكنها يمكن أن تؤثر علي إلكترون حر لصغر كتلته وحجمه فتقذفه بعيداً، وهو ما يفسر ظاهرة كومبتون.





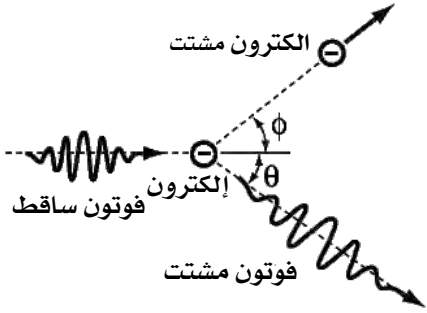


## نجارب

5

### ظاهرة كومبتون

عند سقوط فوتون من أشعة إكس (X) أو أشعة جاما ( $\gamma$ ) علي إلكترون حر يحدث الآتي :



١. يقبل تردد الفوتون و يغير اتجاهه .

٢. تزداد سرعة الإلكترون و يغير اتجاهه .

لا يمكن تفسير هذه الظاهرة بالنظرية الموجية الكلاسيكية .

### تفسير ظاهرة كومبتون بفروض بلانك :

الإشعاع الكهرومغناطيسي يتكون من فوتونات ، و هذه الفوتونات

تصطدم بالإلكترونات تصادماً مرثاً مما يؤكد الطبيعة الجسيمية للفوتونات و نتيجة لهذا التصادم يمكننا أن نطبق علي الإلكترون و الفوتون كلا من :

١- قانون بقاء كمية الحركة ، حيث تكون :

$$( \text{كمية حركة الفوتون و الإلكترون} ) \text{ قبل التصادم} = ( \text{كمية حركة الفوتون و الإلكترون} ) \text{ بعد التصادم}$$

٢- قانون بقاء الطاقة ، حيث تكون :

$$( \text{طاقة حركة الفوتون و الإلكترون} ) \text{ قبل التصادم} = ( \text{طاقة حركة الفوتون و الإلكترون} ) \text{ بعد التصادم}$$

### الاستنتاج :

مما سبق نستنتج أننا يجب أن نعتبر أن الفوتون جسيم له كمية حركة أي له سرعة و كتلة مثله مثل الإلكترون تماماً الذي له سرعة و كتلة و بالتالي كمية حركة .

أي أن تأثير كومبتون إثبات للصفات الجسيمية للفوتون .



## العوامل التي تؤثر عليها الآيات الفيزيائية

6

١. انطلاق الإلكترونات من سطح معدن :

تردد الضوء الساقط ( $\nu$ ) و التردد الحرج للمعدن ( $\nu_c$ ) ، حيث أنه لن ينطلق إلكترون من سطح معدن إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أكبر من أو يساوي التردد الحرج للمعدن ( $\nu_c$ ) .

٢. شدة التيار الكهروضوئي الناتج عند سقوط ضوء علي سطح معدن :

شدة الضوء الساقط ، حيث أن شدة التيار الكهروضوئي الناتج تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط بشرط أن يكون تردد الضوء الساقط أكبر من أو يساوي التردد الحرج ( $\nu_c$ ) أو أن تكون طاقة الفوتون الساقط أكبر من أو تساوي دالة الشغل للمعدن ( $E_w = h\nu_c$ ) .

٣. طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة من سطح معدن :

تردد الضوء الساقط ، حيث أنه كلما زاد تردد الضوء الساقط كلما زادت طاقة حركة الإلكترونات الكهروضوئية المنطلقة من العلاقة :  $KE = h\nu - h\nu_c$  .

#### ٤. دالة الشغل للمعدن :

نوع مادة المعدن ، و لا تتوقف علي شدة الضوء أو زمن التعرض للضوء أو فرق الجهد بين المصعد و المهبط في الخلية الكهروضوئية .

#### ٥. طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة في الميكروسكوب الإلكتروني :

فرق الجهد بين الكاثود و الأنود ، حيث يجب جعل فرق الجهد بين الأنود و الكاثود كبير جداً حتي تكتسب الإلكترونات طاقة حركة كبيرة فنحصل علي حزمة إلكترونية ذات طول موجي قصير جداً يكون أصغر من أبعاد الفيروسات و الكائنات الدقيقة فيتحقق شرط التكبير و يمكن رؤيتها .



## 7 الأساس العلمي ( الفكرة العالمة ) للأجهزة

#### ١. أنوية أشعة الكاثود :

تحرير الإلكترونات من سطح معدن ياكسابها طاقة حرارية ، و تستخدم في شاشة التلفزيون و الكمبيوتر .

#### ٢. الخلية الكهروضوئية :

ظاهرة التأثير الكهروضوئي ، و تستخدم في تحويل الطاقة الضوئية إلي طاقة كهربية .

#### ٣. الميكروسكوب الإلكتروني :

الطبيعة الموجية المصاحبة للإلكترونات ( مبدأ دي براولي ) ، حيث تعتمد فكرة عمله علي تعجيل الإلكترونات و بالتالي نقص الطول الموجي للموجات المصاحبة لها حسب مبدأ دي براولي ، فيصبح الطول الموجي للموجات أقل من أبعاد الكائنات الحية الدقيقة و الفيروسات ، فيمكن رؤيتها .



## 8 الهارنات

### ١- التفسير الكلاسيكي و تفسير أينشتاين للظاهرة الكهروضوئية

وجه المقارنة	التفسير الكلاسيكي	تفسير أينشتاين
كيفية الحدوث	الظاهرة الكهروضوئية تحدث عند أي تردد .	لا يتحرر الإلكترون إلا إذا كان تردد الضوء الساقط أكبر من أو يساوي التردد الحرج .
زمن تحرير الالكترونات	يمتص الالكترون الطاقة تدريجياً ، فلو كانت شدة الضوء قليلة أخذ زمناً أطول للتحرر .	الزمن اللازم هو زمن التصادم بالالكترون فقط حتى لو كانت شدة الضوء قليلة .
العوامل التي تتوقف عليها شدة التيار	تتناسب شدة التيار الكهروضوئي طردياً مع شدة الضوء الساقط	تتناسب شدة التيار الكهروضوئي طردياً مع شدة الضوء الساقط
العوامل التي تتوقف عليها طاقة الحركة	بصرف النظر عن تردده .	إذا كان تردده أكبر من التردد الحرج .
	تتناسب طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة طردياً مع شدة الضوء الساقط .	تتناسب طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة طردياً مع تردد الضوء الساقط ، و لا تتوقف علي شدته .

## ٢- النموذجين الميكروسكوبي و الماكروسكوبي للفوتون

النموذج الماكروسكوبي للفوتون	النموذج الهيكروسكوبي للفوتون
يمكننا أن نراقب الخواص الموجية في سلوك حزمة الفوتونات ككل .	يمكن تصور الفوتون علي أنه كرة نصف قطرها = الطول الموجي ( $\lambda$ ) وتتذبذب بمعدل ( $\nu$ ) .
شدة الموجة ومقياسها شدة المجال الكهربائي أو شدة المجال المغناطيسي المصاحب لشعاع الضوء تدل علي مدى تركيز الفوتونات .	مجموع هذه الفوتونات لها مجال كهربائي ومجال مغناطيسي والمجالان متعامدان علي بعضهما و علي اتجاه سريان حزمة الفوتونات .
الحركة الموجية تكون مصاحبة لتيار فوتونات بأعداد كبيرة .	حزمة الفوتونات تحمل الطاقة التي يحملها شعاع الضوء .
أي أن النموذجين الماكروسكوبي و الميكروسكوبي مرتبطين ببعضهما البعض ( الخاصية الموجية والخاصية الجسيمية للفوتونات متلازمين ) فمن المهم أن نفهم كيف نطبق كلا منهما في مكانه كما يلي :	
إذا كانت أبعاد العائق أكبر كثيراً من ( $\lambda$ ) طبقنا النموذج الماكروسكوبي أي الموجة .	إذا كانت أبعاد العائق في حدود ( $\lambda$ ) أي علي مستوي الذرة أو الإلكترون ، فإننا نطبق النموذج الميكروسكوبي أي الفوتون .

## ٣- الميكروسكوب الإلكتروني و الميكروسكوب الضوئي

الميكروسكوب الإلكتروني	الميكروسكوب الضوئي	وجه المقارنة
الطبيعة الموجية للإلكترونات .	انكسار الضوء خلال العدسات .	فكرة عملة
يضاء الجسم بشعاع من الإلكترونات له طول موجي أقصر ألف مرة أو أكثر من الطول الموجي للشعاع الضوئي المرئي .	يضاء الجسم بالأشعة الضوئية المرئية .	إضاءة الجسم
تستخدم عدسات مغناطيسية .	تستخدم عدسات زجاجية .	العدسات المستخدمة
تكبير الكائنات الدقيقة و الفيروسات .	تكبير المرئيات الصغيرة .	الاستخدام
كبيرة جداً تصل إلي 100 ألف مرة .	صغيرة ، تبلغ 2000 مرة فقط .	قوة التكبير

خَيْرِكُمْ مَنْ تَعَلَّمَ الْقُرْآنَ وَعَلَّمَهُ.

"The best person among you is the one who learns the Qur'an and teaches it to others."



## ٤- الإلكترون و الفوتون

وجه المقارنة	الإلكترون	الفوتون
التعريف	جسيم مشحون بشحنة سالبة .	كمية من الطاقة غير مشحون .
طاقته	تتوقف طاقته علي فرق الجهد بين المصدر و المهبط . $KE = \frac{1}{2} m v^2 = e V$	تتوقف طاقته علي تردده . $E = h \nu$
الكتلة	كتلته ثابتة . $m = \frac{P_L}{v}$	له كتلة أثناء حركته فقط . $m = \frac{h \nu}{c^2}$
كوية الحركة	$P_L = m v$	$P_L = m c = \frac{h \nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$
التعجيل	يمكن تعجيله بالتأثير عليه بمجال كهربى أو مغناطيسى لأنه مشحون .	لا يمكن تعجيله لأنه غير مشحون ، و لذلك سرعته ثابتة = سرعة الضوء .
إذا توقف عن الحركة	يفقد طاقة حركته و يحتفظ بكتلته و شحنته .	تتلاشى كتلته ، و يتحول إلي طاقة يمتصها الجسم الذي أوقف حركته .



## ٩ النتائج الهزنية علي حدوث كل من

٩

- ١- لشدة التيار الكهروضوئى إذا زادت شدة الشعاع الضوئى الساقط علي سطح فلز إذا كان تردد الشعاع أكبر من التردد الحرج .  
كل تزداد شدة التيار الكهروضوئى .
- ٢- سقوط شعاع ضوئى ذو تردد كبير علي سطح فلز بتردد أقل من التردد الحرج .  
كل لا تنطلق إلكترونات مهما كانت شدة الضوء الساقط .
- ٣- لشدة الإشعاع عند الأطوال الموجية القصيرة جداً أو الطويلة جداً .  
كل تقترب شدة الإشعاع من الصفر .
- ٤- لعدد الفوتونات الناتجة من الإشعاع عند الترددات العالية جداً .  
كل يقل عدد الفوتونات الناتجة من الإشعاع ( تقترب من الصفر ) عند الترددات العالية جداً .
- ٥- تسخين سطح معدني لدرجة حرارة عالية جداً .  
كل تنبعث منه إلكترونات ، بظاهرة التأثير الأيونى الحرارى .
- ٦- ارتفاع درجة حرارة المصدر المشع بالنسبة للطول الموجى الذي يصدر عند أقصى شدة إشعاع .  
كل يقل الطول الموجى الذي يصدر عنده أقصى شدة إشعاع ، حسب قانون فين .

### ٧- سقوط فوتون من أشعة جاما ( $\gamma$ ) علي إلكترون حر .

☞ يقل تردد الفوتون و يغير اتجاهه ، بينما تزداد سرعة الإلكترون و يغير اتجاهه أيضاً .

### ٨- زيادة كمية حركة جسيم بالنسبة للطول الموجي المصاحب له .

☞ يقل الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم ، طبقاً لعلاقة دي براولي :  $\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$

### ٩- زيادة فرق الجهد بين الكاثود و الأنود في الميكروسكوب الإلكتروني .

☞ تزداد طاقة حركة شعاع الإلكترونات المنطلق فتزداد سرعته و يقل الطول الموجي للموجات المصاحبة له حتي يصبح أقل من أبعاد الفيروسات و الكائنات الدقيقة فيتحقق شرط التكبير و يمكن رؤيتها .

### ١٠- سقوط شعاع ضوئي علي سطح عائق أبعاده أكبر كثيراً من الطول الموجي لموجات الضوء ، من حيث النموذج الذي يطبق علي الضوء .

☞ نطبق النموذج الماكروسكوبي للضوء أي الموجة .

### ١١- سقوط شعاع ضوئي علي سطح عائق أبعاده أصغر من الطول الموجي لموجات الضوء ، من حيث النموذج الذي يطبق علي الضوء .

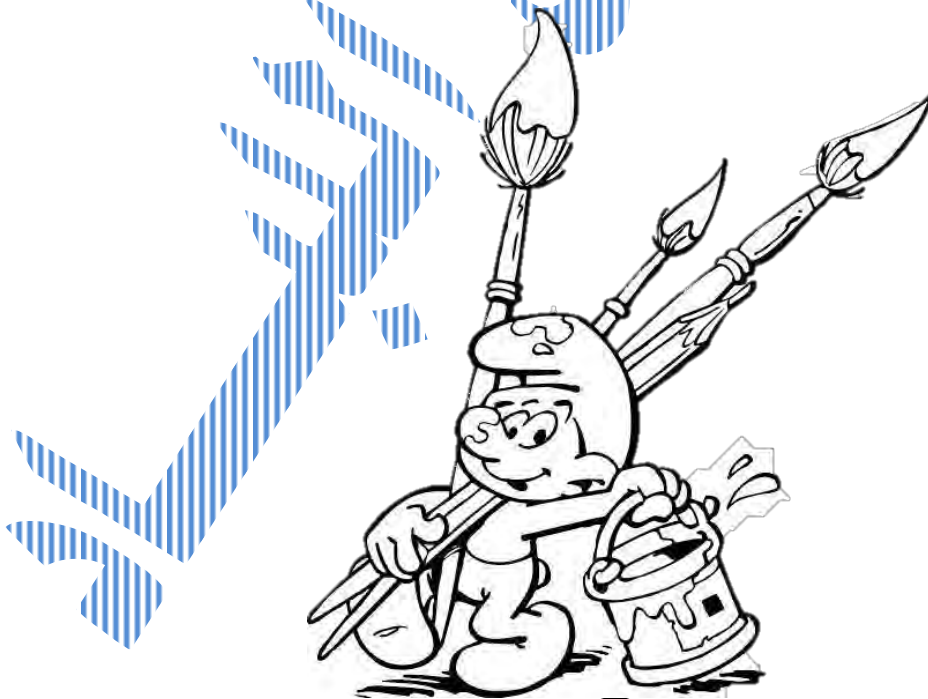
☞ نطبق النموذج الميكروسكوبي للضوء أي الفوتون .

### ١٢- سقوط شعاع ضوئي علي سطح المسافات البينية بين ذراته أصغر كثيراً من الطول الموجي لموجات الضوء الساقط .

☞ تتعامل الفوتونات مع هذا السطح كسطح متصل و تنعكس عليه كما في النظرية الموجية .

### ١٣- سقوط شعاع ضوئي علي سطح المسافات البينية بين ذراته أكبر من الطول الموجي لموجات الضوء الساقط .

☞ تنفذ الفوتونات من خلال ذرات السطح كما يحدث في حالة أشعة إكس ( X-Rays ) ذات الطول الموجي القصير جداً .





## فوائين و أفكار مسائل و أمثلة بحلولة

10

### ملخص قوانين الفصل الخامس

١. العلاقة بين الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع و درجة حرارة الجسم :

$$\lambda_{m_1} = T_2$$

$$\lambda_{m_2} = T_1$$

□ حيث: ( $\lambda_m$ ) الطول الموجي الذي تصاحبه أقصى شدة إشعاع، ( $T$ ) درجة الحرارة المطلقة للجسم المشع .

٢. لحساب طاقة الفوتون :

$$E = h \nu$$

□ حيث: ( $h$ ) ثابت بلانك، ( $\nu$ ) تردد الفوتون .

٣. لحساب دالة الشغل للمعدن :

$$E_w = h \nu_c$$

□ حيث: ( $h$ ) ثابت بلانك، ( $\nu_c$ ) التردد الحرج للمعدن .

٤. لحساب طاقة حركة الإلكترونات المنطلقة من سطح معدن :

$$KE = E - E_w$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = h \nu - h \nu_c$$

$$e V = h \frac{c}{\lambda} - h \frac{c}{\lambda_c}$$

□ حيث: ( $m$ ) كتلة الإلكترون، ( $v$ ) سرعة حركة الإلكترون المنطلق، ( $KE$ ) طاقة حركة الإلكترون .

( $\lambda$ ) الطول الموجي للضوء الساقط، ( $\lambda_c$ ) الطول الموجي الحرج للمعدن، ( $e$ ) شحنة الإلكترون، ( $V$ ) فرق الجهد بين الأنود والكاثود

٥. لحساب كتلة الفوتون :

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h \nu}{c^2} = \frac{h}{\lambda c}$$

٦. لحساب كمية تحرك الفوتون :

$$P_L = \frac{h \nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

□ حيث: ( $P_L$ ) كمية تحرك الفوتون .

٧. لحساب الطاقة الضوئية علي السطح في وحدة الزمن (قدرة الشعاع الضوئي) :

$$P_w = h \nu \phi_L$$

□ حيث: ( $\phi_L$ ) معدل سقوط الفوتونات علي السطح .

٨. لحساب القوة التي يؤثر بها شعاع من الفوتونات علي سطح :

$$F = \frac{2 P_w}{c}$$

□ حيث: ( $P_w$ ) قدرة الشعاع الضوئي الساقط علي السطح .

٩. لحساب الطول الموجي للهوجة الهضابية لحركة جسيم :

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{m v}$$

□ حيث: ( $v$ ) سرعة حركة الجسيم، ( $m$ ) كتلته، ( $P_L$ ) كمية حركته الخطية.



## مسائل إختبارات الأقسام السابقة

12

□ استخدم الثوابت الآتية عند الحاجة إليها :

$$9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg} = (m) \text{ كتلة الإلكترون} \quad 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = (e) \text{ شحنة الإلكترون}$$

$$3 \times 10^8 \text{ m/s} = (c) \text{ سرعة الضوء} \quad 6.625 \times 10^{-34} \text{ J.s} = (h) \text{ ثابت بلانك}$$

١. مصر ١٩٧٩ : سقط ضوء أحادي اللون طوله الموجي  $5000 \text{ \AA}$  علي سطح فلز فانبعثت إلكترونات كهروضوئية بسرعة  $10^5 \times \sqrt{6.625} \text{ m/s}$  ، فهل تنبعث إلكترونات من نفس السطح إذا سقط عليه ضوء أحادي اللون طوله الموجي  $6000 \text{ \AA}$  ؟ ولماذا ؟ ( لا تنبعث لأن:  $\nu_c = 55.45 \times 10^{13} \text{ Hz}$  بينما ،  $\nu = 50 \times 10^{13} \text{ Hz}$  )
٢. مصر ١٩٨٤ : ما مقدار السرعة التي يكتسبها إلكترون شحنته  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و كتلته  $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  عندما يسقط خلال فرق جهد قدره  $1137.5 \text{ V}$  .
٣. مصر ١٩٨٥ : أوجد فرق الجهد اللازم لجعل سرعة البروتون تساوي السرعة التي يكتسبها إلكترون عند وضعه بين فرق جهد  $1000 \text{ V}$  ، إذا علمت أن كتلة البروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  و كتلة الإلكترون  $9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  و شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  .
٤. السودان ١٩٨٦ : احسب الطاقة التي يكتسبها بروتون بدأ حركته من السكون بين فرق جهد  $1000 \text{ V}$  ، و كم تكون سرعته إذا علمت أن شحنة الإلكترون  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$  و كتلة البروتون  $1.67 \times 10^{-27} \text{ Kg}$  .

٥. مصر ١٩٨٦ : إذا علمت أن دالة الشغل لسطح هي  $J = 4.96 \times 10^{-19}$  فإذا أضيء السطح بشعاعين الطول الموجي لهما 620 nm ، 200 nm هل تنبعث إلكترونات أم لا ؟  
( لا تنبعث إلكترونات من الشعاع الأول لأن طاقته  $J = 3.2 \times 10^{-19}$  أقل من دالة الشغل - تنبعث إلكترونات من الشعاع الثاني لأن طاقته  $J = 9.92 \times 10^{-19}$  أكبر من دالة الشغل - طاقة الإلكترونات المنبعثة  $J = 4.96 \times 10^{-19}$  )

٦. مصر ١٩٨٩ : احسب مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها إلكترون لكي تصحبه موجة طولها واحد أنجستروم .  
(  $7.28 \times 10^6$  m/s )

٧. مصر ١٩٩٦ : الجدول التالي يوضح العلاقة بين فرق الجهد المستخدم و مربع سرعة الإلكترونات المنبعثة من المهبط تحت هذا الفرق في الجهد علماً بأن شحنة الإلكترون  $C = 1.6 \times 10^{-19}$  و كتلة الإلكترون  $Kg = 9.1 \times 10^{-31}$  .

V ( Volt )	100	200	300	X	500	600
$v^2 \times 10^{13}$ ( $m^2/s^2$ )	3.5	7	10.5	14	17.5	Y

ارسم العلاقة البيانية بين فرق الجهد (V) بالفولت علي المحور الأفقي و مربع سرعة الإلكترونات  $m^2/s^2$  (  $v^2$  ) علي المحور الرأسي ثم أوجد :

٢- قيمة ( X ) ، ( Y ) .  
٣- طول الموجة عندما يكون جهد المصدر 700 V .  
(  $21 \times 10^{13}$   $m^2/s^2$  - 400 V )  
(  $4.64 \times 10^{-11}$  m )

٨. كتاب الوزارة : احسب الطول الموجي لكرة كتلتها 140 Kg تتحرك بسرعة 40 m/s ، ثم احسب الطول الموجي لإلكترون إذا كان يتحرك بنفس السرعة .  
(  $\lambda = 1.08 \times 10^{-37}$  m -  $\lambda_e = 1.7 \times 10^{-5}$  m )

٩. كتاب الوزارة : محطة إذاعة تبث علي موجة ترددها 92.4 MHz احسب طاقة الفوتون الواحد المنبعث من هذه المحطة ، ثم احسب عدد الفوتونات المنبعثة في الثانية إذا كانت قدرة المحطة 100 KW .  
(  $\phi_L = 1.8 \times 10^{29}$  photons/s -  $E = 612.15 \times 10^{-28}$  J )

١٠. كتاب الوزارة : تعرض إلكترون لفرق جهد مقداره 20 KV احسب سرعته عند التصادم مع المصدر من قانون بقاء الطاقة ، حيث شحنة الإلكترون  $C = 1.6 \times 10^{-19}$  و كتلة الإلكترون  $Kg = 9.1 \times 10^{-31}$  ، ثم احسب الطول الموجي لهذا الإلكترون و كمية حركته .  
(  $v = 0.838 \times 10^8$  m/s -  $\lambda = 0.868 \times 10^{-11}$  m -  $P_L = 7.625 \times 10^{-23}$  Kg.m/s )

١١. كتاب الوزارة : إذا كانت أقل مسافة يمكن رصدها بمجهر إلكتروني 1 nm احسب سرعة الإلكترون ، و من ثم جهد المصدر .  
(  $v = 0.662 \times 10^6$  m/s -  $V = 1.25$  V )

١٢. كتاب الوزارة : احسب القوة التي يؤثر بها شعاع قدرته 100 KW علي جسم كتلته 10 Kg ، ماذا يحدث إذا كان الجسم إلكتروناتاً ؟ ولماذا ؟  
(  $F = 0.67 \times 10^{-3}$  N )

١٣. مصر ٢٠٠٨ : عند سقوط ضوء أحادي اللون طولوه الموجي  $A^\circ = 4000$  علي سطح فلز انبعثت منه إلكترونات بسرعة مقدارها  $m/s = 5.3 \times 10^5$  فإذا سقط ضوء آخر أحادي اللون طولوه الموجي  $A^\circ = 5500$  فهل تنبعث إلكترونات من سطح الفلز في هذه الحالة ؟ فسر إجابتك .  
( لا تنبعث )

١٤. الأزهر ٢٠٠٩ : إذا كانت دالة الشغل لمعدن J  $3.968 \times 10^{-19}$  فإذا سقط فوتون طولوه الموجي  $A^\circ = 6200$  علي سطح هذا المعدن فهل تنبعث إلكترونات من سطحه ؟ ولماذا ؟ و إذا سقط فوتون آخر طولوه الموجي  $A^\circ = 5000$  علي نفس سطح هذا المعدن ماذا يحدث و لماذا ؟ علماً بأن ثابت بلانك  $J.s = 6.625 \times 10^{-34}$  و سرعة الضوء  $m/s = 3 \times 10^8$  .  
( تنبعث فوتونات من الأول و لا تنبعث من الثاني )



١٥. مصر ٢٠٠٩ : شعاع ضوئي طوله الموجي  $8 \times 10^{-7} \text{ m}$  وقدرته  $200 \text{ W}$  يسقط علي سطح معين ، احسب :

١. كمية تحرك الفوتون .

(  $8.28 \times 10^{-28} \text{ Kg.m/s} - 1.33 \times 10^{-6} \text{ N}$  )

٢. القوة التي يؤثر بها الشعاع علي هذا السطح .

١٦. السودان ٢٠١٢ : شعاع ضوئي من مصباح قدرته  $2$  كيلو وات . احسب القوة التي يؤثر بها الشعاع علي جسم كتلته

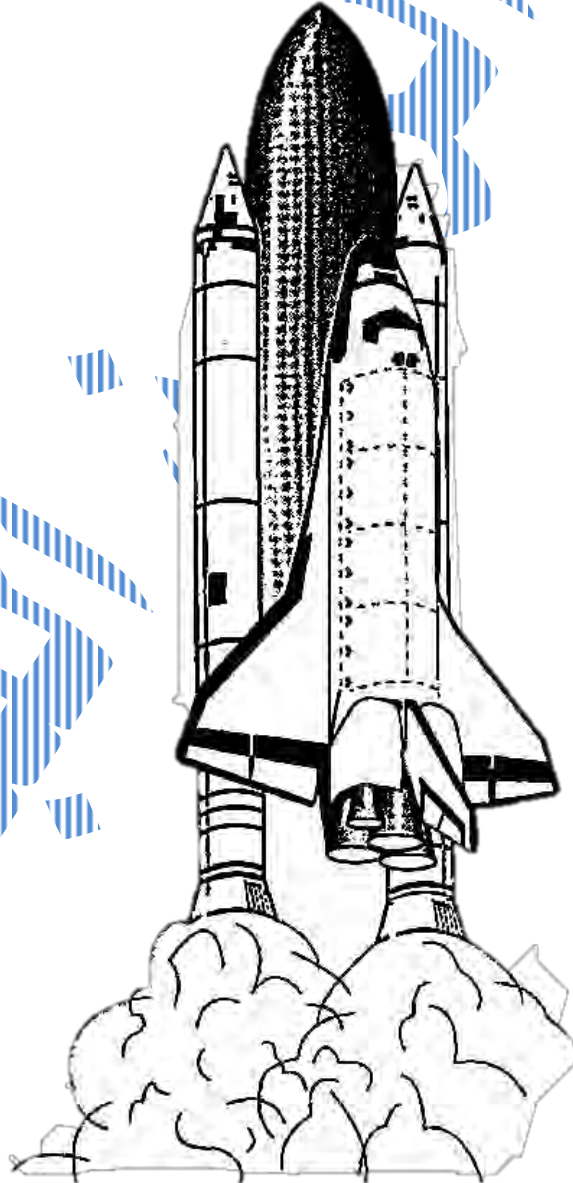
$2 \text{ Kg}$  ، ماذا يحدث إذا سقط هذا الشعاع علي إلكترون ، علماً بأن سرعة الضوء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$  و كتلة الإلكترون

(  $1.33 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  )

$9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$



- انتهت مراجعة الفصل الخامس -



## الأطياف الذرية

## الفصل السادس



### المصطلحات العلبية

١

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	مجموعة ليمان	هي مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين و فيها ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( K ) حيث : ( $n = 1$ ). وتقع هذه المجموعة في منطقة الأشعة فوق البنفسجية و هي ذات أطوال موجية قصيرة وترددات عالية .
٢	مجموعة بالمر	هي مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين و فيها ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( L ) حيث : ( $n = 2$ ). وتقع هذه المجموعة في منطقة الضوء المنظور و هي ذات أطوال موجية أكبر وترددات أقل .
٣	مجموعة باشن	هي مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين و فيها ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( M ) حيث : ( $n = 3$ ). وتقع هذه المجموعة في منطقة الأشعة تحت الحمراء و هي ذات أطوال موجية أكبر وترددات أقل .
٤	مجموعة براكيت	هي مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين و فيها ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( N ) حيث : ( $n = 4$ ). وتقع هذه المجموعة في منطقة الأشعة تحت الحمراء و هي ذات أطوال موجية أكبر وترددات أقل .
٥	مجموعة فوند	هي مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين و فيها ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( O ) حيث : ( $n = 5$ ). وتقع هذه المجموعة في أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء و هي أكبر الأطوال الموجية و أقلها تردداً .
٦	الطيف النقي	هو طيف لا تتداخل ألوانه مع بعضها البعض .
٧	طيف الانبعاث	هو الطيف الناتج عن انتقال الإلكترونات في الذرات المثارة من مستوى أعلى إلى مستوى أدنى .
٨	طيف الانبعاث المستمر	١- هو الطيف الذي يتكون من جميع الأطوال الموجية . ٢- هو الطيف الذي يتضمن توزيعاً مستمراً أو متصلاً للترددات أو الأطوال الموجية .
٩	طيف الانبعاث الخطي	هو الطيف الذي يتضمن توزيعاً غير مستمراً للترددات أو الأطوال الموجية .
١٠	طيف الامتصاص الخطي	هو طيف يحتوي علي كل الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض إلا من بعض الأطوال الموجية الخاصة بطيف الانبعاث الخطي للعنصر و التي قام العنصر بامتصاصها .

هي خطوط رأسية مظلمة تظهر في طيف الشمس و هي تمثل أطيف إمتصاص خطية للعناصر الموجودة في جو الشمس ، و قد أثبت ذلك وجود عنصري الهيليوم و الهيدروجين علي الشمس .	خطوط فرنهوفر	١١
١. هي أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية ، تقع بين الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية والأطوال الموجية لأشعة جاما . ٢. أطوالها الموجية قصيرة ، و لذلك لها قدرة كبيرة على اختراق الأوساط المادية و تحيد عند مرورها في البلورات . ٣. ذات طاقة كبيرة جداً ، و لذلك لها قدرة كبيرة على تأيين الغازات . ٤. لها قدرة علي التصوير ، و لذلك تؤثر على الألواح الفوتوغرافية الحساسة .	الأشعة السينية	١٢



## ٢ تعديلات و تفسيرات عليها

١. **الطيف الخطي لذرة الهيدروجين يتكون من خمسة مجموعات .**
  - ◀ لأنه عند إثارة ذرات الهيدروجين فإنها لا تثار كلها بنفس الدرجة ، و لكن تثار بدرجات متفاوتة و لذلك تنتقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول إلى مستويات طاقة مختلفة أعلى منه و عندما يهبط الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أدنى فإنه يفقد فرق الطاقة بين المستويين على شكل إشعاع فتظهر متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين المختلفة .

---

٢. **يري طيف مجموعة بالمر في طيف ذرة الهيدروجين و لا يري طيف باقي المجموعات .**
  - ◀ لأن طيف مجموعة بالمر يقع في منطقة الضوء المرئي ، أما طيف باقي المجموعات فيقع في مناطق طيف غير مرئية .

---

٣. **تعتبر مجموعة ليمان في طيف ذرة الهيدروجين أكبرها طاقة .**
  - ◀ لأن الإلكترون ينتقل فيها من المستويات العليا إلى مستوى الطاقة الأول ( K ) ، فيكون فرق الطاقة أكبر ما يمكن .

---

٤. **تعتبر مجموعة فوند في طيف ذرة الهيدروجين أقلها طاقة .**
  - ◀ لأن الإلكترون ينتقل فيها من المستويات العليا إلى مستوى الطاقة الخامس ( O ) ، فيكون فرق الطاقة أصغر ما يمكن .

---

٥. **وجود عدسة شينية في المطياف .**
  - ◀ حتى تعمل علي تجميع أشعة كل لون في بؤرة خاصة في المستوي البؤري لها ، ويمكن رؤيتها محددة بواسطة العدسة العينية أو استقبالها على اللوح الفوتوغرافي ، فنحصل علي الطيف النقي .

---

٦. **ظهور خطوط مظلمة في طيف الشمس تعرف باسم خطوط فرنهوفر .**
  - ◀ لأن العناصر المكونة للغلاف الخارجي للشمس تمتص من طيف الشمس المستمر الأطوال الموجية الخاصة بطيف انبعاثها الخطي ، فيظهر مكانها خطوط رأسية مظلمة في طيف الشمس قسماً خطوط فرنهوفر و هي تمثل أطيف إمتصاص خطية للعناصر الموجودة في الغلاف الخارجي للشمس .

---

٧. **انبعاث الأشعة السينية تعتبر عملية عكسية للظاهرة الكهروضوئية .**
  - ◀ لأنه في الظاهرة الكهروضوئية يتم انبعاث الإلكترونات بتأثير سقوط فوتونات بتردد معين علي سطح المعدن ، بينما في الأشعة السينية يتم انبعاث الفوتونات بتأثير سقوط إلكترونات الفتيلة علي مادة الهدف .

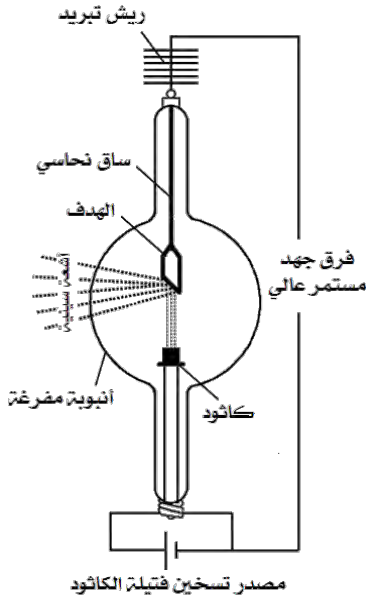
٨. الطيف المستمر للأشعة السينية يحتوي علي أطوال موجية مختلفة .  
 << لأنه ناتج عن فقد إلكترونات الفتيلة لطاققتها في مادة الهدف علي دفعات وبدرجات متفاوتة .
- 
٩. وجود طيف للأشعة السينية مميز لمادة الهدف .  
 << لأنه عندما يصطدم الإلكترون المنبعث من الفتيلة بأحد الإلكترونات القريبة من نواة ذرة مادة الهدف فإن إلكترون ذرة مادة الهدف يكتسب كمية كبيرة من الطاقة و يقفز إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الذرة و يحل محله إلكترون آخر من أحد المستويات الخارجية ذات الطاقة الأعلى ، و يظهر فرق الطاقة بين المستويين الذين انتقل بينهما الإلكترون في صورة إشعاع له طول موجي محدد يميز مادة الهدف ، يسمى بـ الإشعاع المميز للأشعة السينية أو الإشعاع الشديد .
- 
١٠. وجود طيف مستمر للأشعة السينية .  
 << لأنه عندما تمر الإلكترونات المنطلقة من الفتيلة قرب إلكترونات ذرات مادة الهدف تقل طاقتها نتيجةً للتصادم أو التشتت و يظهر الفرق في طاقتها قبل و بعد مرورها في مادة الهدف علي شكل إشعاعاً كهرومغناطيسياً يحتوي علي جميع الأطوال الموجية الممكنة لأن الإلكترونات تفقد طاقتها علي دفعات وبدرجات متفاوتة ، يسمى بـ الطيف المستمر أو الطيف المتصل أو أشعة الكابح ( الفرملت ) أو الإشعاع اللين .
- 
١١. لا يصدر الطيف الخطي من مادة إلا إذا كانت في صورة ذرات منفصلة أو في الحالة الغازية .  
 << لأنه لا يمكن إثارة الجزيئات ، كما أن المادة الصلبة و السائلة عندما تكتسب طاقة تعمل الطاقة علي تفكك الذرات و انفصالها ، و لكن في الحالة الغازية عندما تأخذ الذرة الطاقة فإنها تثار إلي مستويات عليا ثم تفقد طاقتها عند الهبوط و يصدر الطيف الخطي المميز للمادة .
- 
١٢. وجود مجال كهربي بين الكاثود و الهدف في أنبوبة كولاج لتوليد الأشعة السينية .  
 << حتى يعمل علي إكساب الإلكترونات المنطلقة من الفتيلة طاقة حركة كبيرة تكفي لوصولها للهدف .
- 
١٣. يعتمد الطول الموجي للطيف المميز للأشعة السينية علي نوع مادة الهدف و ليس علي فرق الجهد بين الكاثود و الهدف .  
 << لأن الطيف المميز ناتج عن اصطدام إلكترون الفتيلة بأحد إلكترونات ذرة مادة الهدف القريب من النواة ، فيفقد كل طاقته و يكتسبها إلكترون ذرة الهدف و يغادر الذرة ليحل محله إلكترون من أحد المستويات العليا و يظهر الفرق بين طاقتي المستويين علي هيئة أشعة X ، و لذلك يتوقف الطول الموجي للإشعاع المميز للأشعة السينية علي نوع مادة الهدف ، حيث يقل بزيادة العدد الذري لعنصر مادة الهدف .
- 
١٤. تستخدم الأشعة السينية في دراسة التركيب البلوري للمواد .  
 << لأنها تتميز بقابليتها للحيود عند مرورها في البلورات ، فعند نفاذها من بين ذرات البلورة يحدث تداخل بين موجاتها كما لو كانت البلورة مكونة من فتحات عديدة و تتكون هدب مضيق و هدب مظلمة تبعاً لفرق المسار بين الموجات المتداخلة فيمكننا وصف التركيب البلوري للمادة من حساب زوايا الحيود الحادث لها .
- 
١٥. تستخدم الأشعة السينية في الكشف عن العيوب التركيبية للمواد .  
 << لأنها تتميز بأن لها قدرة كبيرة على النفاذ و اختراق المواد .





## 3 تجارب

### أنبوبه كوليدج



#### استخدامها :

الحصول علي الأشعة السينية .

#### تركيبها :

كما بالشكل .

#### طريقة عملها :

١. عند تسخين الفتيلة تنطلق الإلكترونات نحو الهدف تحت تأثير المجال الكهربائي .
٢. تكتسب الإلكترونات طاقة حركية كبيرة جداً يتوقف مقدارها على فرق الجهد بين الفتيلة و الهدف .
٣. عندما تصطدم الإلكترونات بالهدف ( لوح من التنجستين ) يتحول جزء من طاقتها أو كلها إلى أشعة سينية .



## 4 العوامل التي تؤثر عليها الانبعاث الفيزيائية

١. الطول الموجي للطيف المستمر للأشعة السينية :  
فرق الجهد بين الفتيلة و الهدف ، حيث يتناسب الطول الموجي للطيف عكسياً مع فرق الجهد .

٢. الطول الموجي للطيف المميز للأشعة السينية :  
نوع مادة الهدف ، حيث يتناسب الطول الموجي المميز عكسياً مع العدد الذري لمادة الهدف .



## 5 الأساس العلمي (الفكرة العلمية) للأجهزة

١. تقسيم طيف ذرة الهيدروجين إلى خمس مجموعات .  
عند إثارة ذرات الهيدروجين ياكسابها طاقة فإنها لا تثار كلها بنفس الدرجة ، و لكن تثار بدرجات متفاوتة و لذلك تنتقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول إلى مستويات طاقة مختلفة أعلى منه .
٢. استخدام أنبوبة كوليدج في توليد الأشعة السينية .  
اصطدام الإلكترونات المعجلة بهدف ثقيل فتفقد طاقتها مرة واحدة أو جزء منها داخل الذرة و التي بدورها تشع الطاقة علي هيئة أشعة عالية التردد هي أشعة X .

### ٣. استخدام الأشعة السينية في دراسة التركيب البلوري للمواد .

◀ قابليتها للحيود عند مرورها في البلورات ، فعند نفاذها من بين ذرات البلورة يحدث تداخل بين موجاتها كما لو كانت البلورة مكونة من فتحات عديدة و تتكون هدب مضيئة وهدب مظلمة تبعاً لفرق المسار بين الموجات المتداخلة فيمكننا وصف التركيب البلوري للمادة من حساب زوايا الحيود الحادث لها .

### ٤. استخدام الأشعة السينية في الكشف عن العيوب التركيبية المستخدمة في الصناعات المعدنية .

◀ قدرتها على النفاذ و اختراق المواد ، حيث تكون طاقتها كبيرة جداً و طولها الموجي قصير جداً .

### ٥. استخدام الأشعة السينية في تصوير العظام لتحديد الكسور و الشروخ .

◀ قدرتها على النفاذ و اختراق المواد ، حيث تكون طاقتها كبيرة جداً و طولها الموجي قصير جداً .



## الفرزات

6

### ١- متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين

الطول الموجي و التردد و الطاقة	المنطقة الطيفية التي تقع فيها	حدوثها	الاسم	ن
$E$ $\nu$ $\lambda$	منطقة الأشعة فوق البنفسجية	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( K ) حيث : ( n = 1 )	مجموعة ليمان	١
$E$ $\nu$ $\lambda$	منطقة الضوء المنظور ( المرئي )	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( L ) حيث : ( n = 2 )	مجموعة بالمر	٢
$E$ $\nu$ $\lambda$	منطقة الأشعة تحت الحمراء	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( M ) حيث : ( n = 3 )	مجموعة باشن	٣
$E$ $\nu$ $\lambda$	منطقة الأشعة تحت الحمراء	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( N ) حيث : ( n = 4 )	مجموعة براكت	٤
$E$ $\nu$ $\lambda$	أقصى منطقة الأشعة تحت الحمراء	ينتقل الإلكترون من المستويات الأعلى إلى مستوى الطاقة ( O ) حيث : ( n = 5 )	مجموعة فوند	٥

## ٢- طيف الانبعاث الخطي و طيف الامتصاص الخطي

وجه المقارنة	طيف الانبعاث الخطي	طيف الامتصاص الخطي
<b>التعريف</b>	هو الطيف الذي يتضمن توزيعاً غير مستمراً للترددات أو الأطوال الموجية ، و هو طيف مميز للعنصر .	هو طيف يحتوي علي كل الأطوال الموجية في الطيف المستمر للضوء الأبيض إلا من بعض الأطوال الموجية الخاصة بطيف الانبعاث الخطي للعنصر و التي قام العنصر بامتصاصها .
<b>طريقة الحصول عليه</b>	إثارة الغاز أو بخار العنصر في أنبوبة تفريغ كهربية تحت ضغط منخفض و فرق جهد عالي يعمل علي قطبي الأنبوبة ثم توضع الأنبوبة أمام فتحة المجمع للمطياف .	عندما يمر ضوء أبيض خلال غاز أو بخار عنصر ، فإن الغاز يمتص من الضوء الأبيض الأطوال الموجية الخاصة بطيف انبعاثه الخطي و يظهر مكانها في الطيف الناتج خطوط رأسية مظلمة .
<b>ظهوره في المطياف</b>	خط أو مجموعة خطوط مضيئة علي خلفية معتمة .	خط أو مجموعة خطوط معتمة علي خلفية مضيئة .

## ٣- الطيف المستمر للأشعة السينية و الطيف المميز للأشعة السينية

وجه المقارنة	الطيف المستمر للأشعة السينية	الطيف الخطي للأشعة السينية
<b>الطول الموجي</b>	جميع الأطوال الموجية في مدى معين .	أطوال موجية محددة تميز العنصر المكون لمادة الهدف .
<b>الإلكترونات المسببة له</b>	إلكترونات الفتيلة .	إلكترونات ذرات مادة الهدف .
<b>شروط الحدوث</b>	مرور إلكترونات الفتيلة قرب إلكترونات ذرات مادة الهدف .	تصادم إلكترونات من إلكترونات الفتيلة بأحد الإلكترونات القريبة من نواة ذرة مادة الهدف .
<b>كيفية حدوثه</b>	تفقد إلكترونات الفتيلة جزء من طاقتها نتيجة مرورها في مادة الهدف و يظهر هذا الفقد علي شكل إشعاع كهرومغناطيسي يحتوي علي جميع الأطوال الموجية الممكنة لأن الإلكترونات تفقد طاقتها علي دفعات و بدرجات متفاوتة .	يكتسب إلكترون ذرة مادة الهدف القريب من النواة كمية كبيرة من الطاقة فيقضم إلى مستوى طاقة أعلى أو يغادر الدارة ليحل محله إلكترون آخر من أحد المستويات الخارجية و يظهر الفرق بين طاقة المستويين في صورة إشعاع له طول موجي محدد .
<b>علاقته بنوع مادة الهدف</b>	لا يتوقف علي نوع مادة الهدف .	يتوقف علي نوع مادة الهدف ، حيث يتناسب الطول الموجي المميز عكسياً مع العدد الذري لمادة الهدف .
<b>علاقته بفرق الجهد بين الفتيلة و الهدف</b>	يتوقف علي فرق الجهد بين الفتيلة و الهدف ، حيث يتناسب الطول الموجي للطيف عكسياً مع فرق الجهد .	لا يتوقف علي فرق الجهد بين الفتيلة و الهدف ، و قد لا يظهر عند فروق الجهد المنخفضة .



## 7 النتائج الهزئية علي حدوث كل من

7

1. إثارة ذرات الهيدروجين بكمات طاقة مختلفة .  
 ✍ تتنقل الإلكترونات في الذرات المختلفة من المستوى الأول ( K ) حيث (  $n=1$  ) إلى مستويات طاقة مختلفة أعلى منه و تنتج متسلسلات طيف ذرة الهيدروجين .

---

2. عودة إلكترون ذرة الهيدروجين من مستويات الطاقة الأعلى إلي المستوي M (  $n = 3$  ) .  
 ✍ تنتج متسلسلة باشن و التي تقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء .

---

3. مرور ضوء أبيض علي غاز أو بخار عنصر و تحليل الطيف الناتج .  
 ✍ يمتص هذا العنصر من الطيف المستمر للضوء الأبيض الأطوال الموجية الخاصة بطيف انبعائه الخطي و ينتج طيف الإمتصاص الخطي للعنصر .

---

4. إمرار الأشعة السينية خلال غاز .  
 ✍ يتأين الغاز ، لأن الأشعة السينية لها طاقة كبيرة .

---

5. نقص فرق الجهد بين الفتيلة و الهدف في أنبوبة كولاج .  
 ✍ يزداد الطول الموجي للطيف المستمر للأشعة السينية .

---

6. سقوط أشعة X علي البلورات .  
 ✍ يحدث لها حيود ، و من حساب زوايا الحيود الحادث لها يمكننا وصف التركيب البلوري للمادة .

---

7. عند اصطدام الإلكترونات المعجلة في أنبوبة كولاج بالإلكترونات مادة الهدف .  
 ✍ تفقد جزء من طاقتها أو كلها و تتحول إلي أشعة سينية .



## 8 فوائبن و أفكار مسائل و أمثلة محلولة

8

### ملخص قوانين الفصل السادس

لحساب الطول الموجي للطيف الهيز للأشعة السينية :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h \nu = h \frac{c}{\lambda}$$





## مسائل إتحانات الأعوام السابقة

9

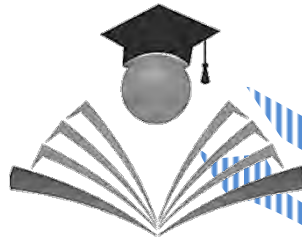
استخدم الثوابت الآتية عند الحاجة إليها :

$$9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg} = (m) \text{ - كتلة الإلكترون}$$

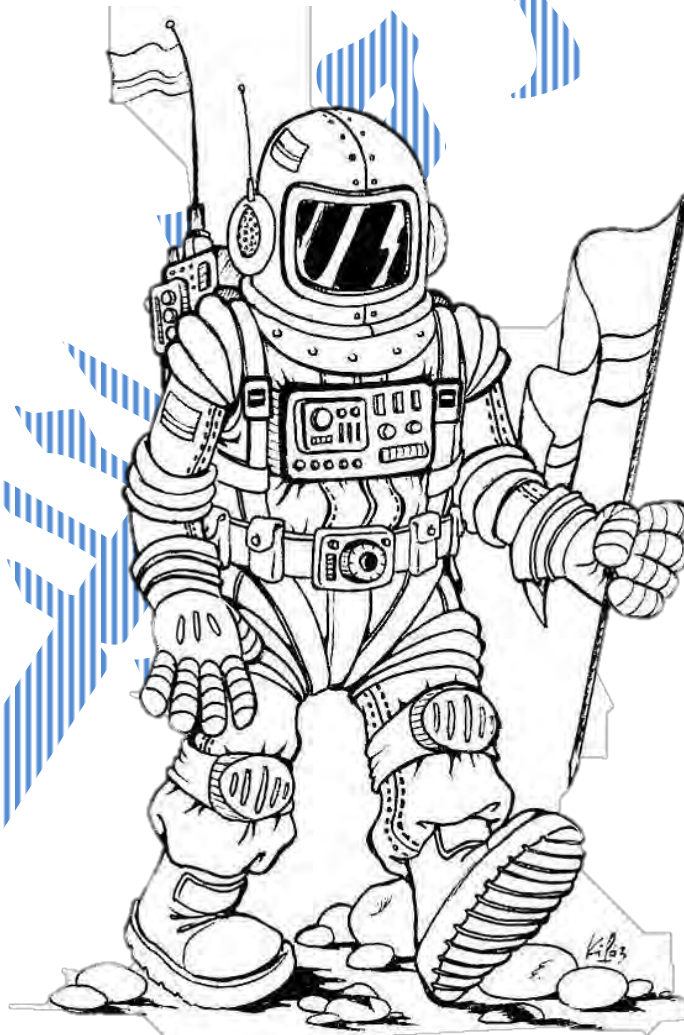
$$3 \times 10^8 \text{ m/s} = (C) \text{ - سرعة الضوء}$$

$$6.625 \times 10^{-34} \text{ J.s} = (h) \text{ - ثابت بلانك}$$

٤٥. مصر ١٩٧٩ : إذا كانت طاقة الإلكترون في كل من مستوي الطاقة السادس و الثاني لذرة الهيدروجين هما  $-0.38$  ،  $-3.4$  إلكترون فولت علي الترتيب احسب الطول الموجي بالأنجستروم للطيف المنبعث عند انتقال الإلكترون من المستوي السادس إلي الثاني .  
(  $4110 \text{ \AA}$  )



- انتهت مراجعة الفصل السادس -



## الليزر

## الفصل السابع



## ١ المصطلحات العلبية

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	الليزر	يقصد به تضخيم أو تكبير شدة الضوء بواسطة الانبعاث الإشعاعي المستحث .
٢	الانبعاث التلقائي	هو الانبعاث الذي يحدث عندما تنتقل الذرة المثارة تلقائياً من مستوي الإثارة ( $E_2$ ) إلى مستوي آخر أقل منه في الطاقة ( $E_1$ ) بعد انتهاء زمن بقائها في الحالة المثارة و ينطلق فوتون طاقته ( $h\nu = E_2 - E_1$ ) و تكون فوتوناته عشوائية تماماً بعد انبعاثها و لذلك تكون غير مترابطة .
٣	الانبعاث المستحث	هو الانبعاث الذي يحدث عندما تنتقل الذرة المثارة من مستوي الإثارة إلى مستوي آخر أقل منه في الطاقة وذلك قبل انتهاء زمن بقائها في الحالة المثارة و يحدث ذلك بقذف الذرة المثارة بفوتون طاقته ( $h\nu = E_2 - E_1$ ) حيث يستحث هذا الفوتون الذرة على إطلاق فوتونها ، فتكون الفوتونات المنبعثة لها نفس التردد و الطور و لذلك يتولد شعاع قوي بالغ الشدة .
٤	النقاء الطيفي لأشعة الليزر	شعاع الليزر ينتج خطاً طيفياً واحداً فقط ، له مدي ضئيل جداً من الأطوال الموجية و تتركز شدة الضوء عند هذا الطول الموجي المحدد ، أي أن الليزر يعتبر ضوء أحادي الطول الموجي .
٥	توازي الحزمة الضوئية لأشعة الليزر	يظل قطر الحزمة الضوئية لشعاع الليزر ثابتاً أثناء الانتشار و لمسافات طويلة ، حيث تنتشر الحزمة الضوئية متوازية و لا تعاني أي تشتت يذكر ، و بذلك يكون لشعاع الليزر القدرة على نقل الطاقة الضوئية لمسافات بعيدة دون فقد ملحوظ فيها .
٦	ترابط أشعة الليزر	في شعاع الليزر تنطلق الفوتونات بصورة مترابطة زمنياً و مكانياً لأنها تنطلق في نفس اللحظة ، و تحتفظ بفرق طور ثابت بينها و بين بعضها ، مما يجعلها أكثر شدة و أكثر تركيزاً .
٧	شدة شعاع الليزر	أشعة الليزر الساقطة على السطح تحتفظ بشدة ثابتة على وحدة المساحات و لا تخضع لقانون التربيع العكسي للضوء .
٨	وضع الإسكان المعكوس في الليزر	هو الوضع الذي يكون فيه عدد الذرات في مستوي الإثارة العليا أكبر من عددها في المستوي الأدنى .
٩	الوسط الفعال في الليزر	هو المادة الفعالة اللازمة لإنتاج الليزر .

هي المصادر المسئولة عن إكساب ذرات أو أيونات الوسط الفعال الطاقة اللازمة لإثارتها لتوليد الليزر .	<b>مصادر الطاقة في الليزر</b>	١٠
هي عملية نقل الطاقة إلى المادة الفعالة في الليزر بإكسابها طاقة ضوئية .	<b>الضخ الضوئي</b>	١١
هو الوعاء الحاوي والمنشط لعملية التكبير .	<b>التجويف الرنيني</b>	١٢
هي الفترة الزمنية التي تبقى فيها الذرة مثارة قبل أن يحدث لها إنبعاث تلقائي ، و لا يمكن التحكم فيها أو تعديلها .	<b>فترة العمر لمستوي الإثارة</b>	١٣
هو مستوي الطاقة الذي تكون فترة العمر له كبيرة نسبياً و تصل إلى 1 ميلي ثانية في حين أن فترة العمر لمستوي الطاقة الغير مستقر تساوي تقريباً 1 نانو ثانية .	<b>مستوي الطاقة شبه المستقر</b>	١٤
هي أشعة متوازية لها نفس الطول الموجي للأشعة المنعكسة عن الجسم ، يلتقيان معا عند اللوح الفوتوغرافي الحساس و يحدث بينهما تداخل .	<b>الأشعة المرجعية</b>	١٥
١. هو صورة مشفرة تتكون نتيجة تداخل الأشعة المرجعية مع الأشعة التي تترك الجسم المضاء و تظهر علي شكل هدب تداخل بعد تحميض اللوح الفوتوغرافي . ٢. هو لوح حساس يستخدم في الحصول علي الصورة المجسمة و يحتوي علي عدد كبير من الثقوب و الشقوق تعبر عن المعلومات الصادرة عن الجسم ، و يمكن تخزين عشرات الصور علي الهولوجرام الواحد .	<b>الهولوجرام</b>	١٦



## 2 تعديلات و تفسيرات علي

2

- ١. فوتونات الليزر وحيدة الطول الموجي عكس فوتونات الضوء العادي .**

« لأنه في مصابيح الضوء العادية : يحتوي كل خط من خطوط الطيف الضوئي العادي علي مدي كبير من الأطوال الموجية المصاحبة للطول الموجي الرئيسي .

« بينما في شعاع الليزر : ينتج خطأ طيفياً واحداً فقط ، له مدي ضئيل جداً من الأطوال الموجية و تتركز شدة الضوء عند هذا الطول الموجي المحدد و لذلك يعتبر الليزر ضوء أحادي الطول الموجي .
- ٢. فوتونات الضوء العادي غير مترابطة ، بينما فوتونات الليزر مترابطة .**

« لأنه في مصابيح الضوء العادية : تنطلق الفوتونات بصورة عشوائية غير مترابطة و ذلك لانتقالها في لحظات زمنية مختلفة ، حيث تنتشر باختلاف كبير و غير ثابت في فرق الطور .

« بينما في شعاع الليزر : تنطلق الفوتونات بصورة مترابطة زمنياً و مكانياً حيث تنطلق في نفس اللحظة ، و تحتفظ بفرق طور ثابت بينها و بين بعضها ، مما يجعلها أكثر شدة و أكثر تركيزاً .
- ٣. زاوية انقراج أشعة الليزر صغيرة جداً ، بينما زاوية انقراج أشعة الضوء العادي كبيرة .**

« لأنه في مصابيح الضوء العادية : يزداد قطر الحزمة الضوئية المنبعثة من المصدر نتيجة التشتت .

« بينما في شعاع الليزر : يظل قطر الحزمة الضوئية ثابتاً أثناء الانتشار و لمسافات طويلة ، حيث تنتشر الحزمة الضوئية متوازية و لا تعاني أي تشتت يذكر ، فيكون لشعاع الليزر القدرة علي نقل الطاقة الضوئية لمسافات بعيدة دون فقد ملحوظ فيها .

٤. لا تخضع أشعة الليزر لقانون التريبع العكسي للضوء بينما تخضع أشعة الضوء العادي .
- « لأنه في مصابيح الضوء العاكسية : تقل الشدة الضوئية الساقطة علي وحدة المساحات من السطح كلما زاد البعد عن مصدر الضوء نتيجة عدم ترابط موجاته و لذلك تخضع لقانون التريبع العكسي للضوء .
- « بينما في الليزر : تحتفظ أشعة الليزر الساقطة علي السطح بشدة ثابتة علي وحدة المساحات فلا تخضع لقانون التريبع العكسي للضوء .
- 
٥. يشترط في مصادر الليزر أن يصل الوسط الفعال لوضع الإسكان المعكوس لتوليد أشعة الليزر .
- « حتى تنتهي الفرصة لفوتونات الانبعاث المستحث أن تستحث ذرات واقعة علي طول مسارها و يحدث الانبعاث المستحث ، و يتضخم الشعاع و ينتج الليزر .
- 
٦. وجود مرآتين إحداها عاكسة و الأخرى شبه منفذة في ليزر الهليوم - نيون .
- « حتى تعكسان الفوتونات الموازية لمحور الأنبوبة فيزداد طول مسارها ، و تصطدم بذرات نيون مثارة و تحثها علي العودة و إطلاق فوتونات جديدة فيتضاعف عددها حتى تصل إلي شدة معينة و تخرج من المرآة شبه المنفذة .
- 
٧. يعتبر التجويف الرنيني هو المسئول عن عمليتي الانبعاث المستحث و تضخيم الضوء .
- « لأنه يحتوي علي المادة الفعالة في الليزر و هي النيون ، و التي تثار ذراتها لتصل إلي مستوي طاقة شبه مستقر يتحقق شرط الإسكان المعكوس فيه ، و عندما تهبط ذرات النيون هبوطاً تلقائياً يحدث الانبعاث المستحث .
- « كما يوجد عند طرفيه مرآتين عاكستين ترتد عنهما الفوتونات عدة مرات فتصطدم ببعض ذرات النيون في مستوي الإثارة شبه المستقر فتحثها علي إطلاق فوتونات فيتضاعف عدد الفوتونات المتحركة بين المرآتين و بذلك تتم عملية التضخيم .
- 
٨. اختيار غازي الهليوم و النيون كمادة فعالة في ليزر الهليوم و النيون .
- « و ذلك لتقارب قيم الطاقة لمستويات الإثارة شبه المستقرة في كل منهما .
- 
٩. يستخدم فرق جهد عالي في ليزر الهليوم - نيون .
- « و ذلك لإحداث مجال كهربائي عالي التردد يلزم لإثارة ذرات الهليوم و بالتالي إثارة ذرات النيون .
- 
١٠. يستخدم الليزر في علاج انفصال بعض أجزاء شبكية العين .
- « لأنه عندما تصوب حزمة رقيقة من أشعة الليزر خلال إنسان العين إلي الجزء المصاب بالانفصال أو التمزق فإن الطاقة الحرارية لأشعة الليزر تعمل علي إتمام عملية الالتحام .
- 
١١. يعتبر ليزر الهيليوم - نيون مثلاً لتحويل الطاقة الكهربائية إلي طاقة ضوئية و حرارية .
- « لأنه في جهاز الليزر يعمل التفريغ الكهربائي تحت ضغط منخفض علي إعطاء الطاقة الكهربائية اللازمة لإثارة ذرات الهيليوم و بالتالي النيون ، فينتج عن ذلك شعاع الليزر و هو طاقة ضوئية .
- « و كذلك عند هبوط الذرات المثارة من المستويات العليا إلي مستوي أقل فإنها تشع ضوء الليزر و عند هبوطها بعد ذلك إلي الحالة الأرضية فإنها تشع طاقة حرارية .
- 
١٢. تستخدم أشعة تسمى الأشعة المرجعية في التصوير الجسم .
- « لأن هذه الأشعة تلتقي مع الأشعة المنعكسة عن الجسم الحاملة للمعلومات عند اللوح الفوتوغرافي في الحساس فيحدث بينهما تداخل ، و بعد تمييز اللوح الفوتوغرافي تظهر هدب التداخل ، و هي صورة مشفرة تسمى بالهولوجرام بإنارتها بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجي أيضاً ، و النظر خلاله بالعين المجردة ، نري صورة مماثلة للجسم في أبعاده الثلاثة .

١٣. لا يمكن تكوين صورة مجسمة ثلاثية الأبعاد إلا باستخدام أشعة الليزر .  
 << لأنه لا يمكن إنارة الهولوجرام إلا باستخدام ضوء فوتوناته مترابطة ، وهذا لا يتوافر إلا في الليزر .

١٤. يمكن استخدام أشعة الليزر في توجيه الصواريخ .  
 << لأنها أشعة مترابطة ، مما يجعلها تحتفظ بشدة ثابتة و لا تعاني أي تشتت يذكر لمسافات طويلة .



### 3 الأساس العلمي (الفكرة العلمية) للأجهزة

١. ليزر الهيليوم - نيون :

١- الانبعاث المستحث .

٢- الوصول بذرات المادة الفعالة ( النيون ) إلي وضع الإسكان المعكوس ، و التي يكون فيها عدد ذرات النيون في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى ، حتي تنتهيأ الفرصة لفوتونات الانبعاث المستحث أن يتضخم عددها عند مرورها ذهاباً و إياباً خلال الوسط الفعال نتيجة الانعكاسات المتتالية بين سطحي المرآتين .

٢. التصوير المجسم :

١- تداخل الضوء ، بين الأشعة المرجعية و الأشعة المنعكسة عن الجسم عند الهولوجرام .

٢- استخدام مصدر ضوئي فوتوناته مترابطة ( ليزر ) لها نفس الطول الموجي للموجات المستخدمة في تصوير الجسم لإنارة الهولوجرام ، و النظر خلاله بالعين المجردة ، فنرى صورة مجسمة للجسم .

٣. استخدام الليزر في علاج انفصال بعض أجزاء شبكية العين :

< شدة و تركيز أشعة الليزر ، حيث تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر علي إتمام عملية التحام الجزء المتمزق من شبكية العين .

٤. استخدام الليزر في التصوير المجسم :

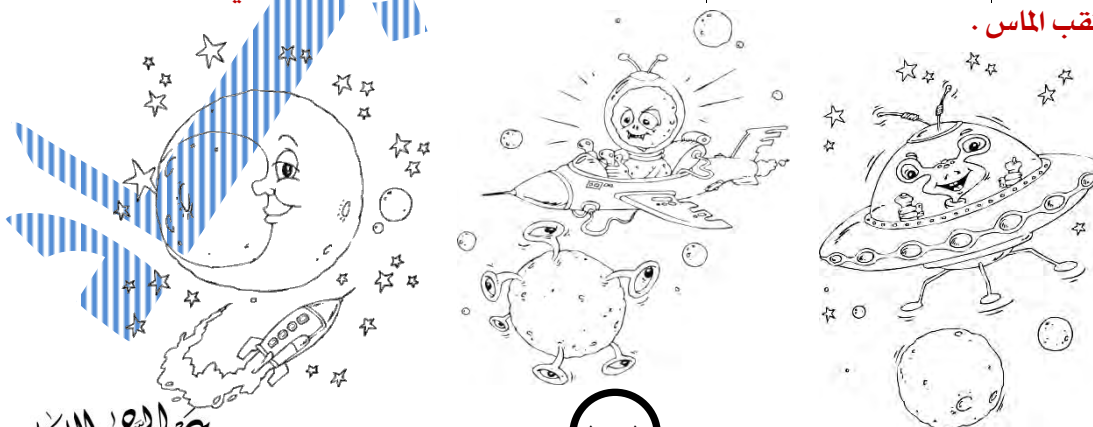
< ترابط أشعة الليزر ، حيث لا يمكن إنارة الهولوجرام إلا باستخدام ضوء فوتوناته مترابطة ، وهذا لا يتوافر إلا في الليزر .

٥. استخدام الليزر في توجيه الصواريخ :

< ترابط أشعة الليزر ، حيث يمكنها أن تحتفظ بشدة ثابتة و لا تعاني أي تشتت يذكر لمسافات طويلة .

٦. استخدام الليزر في إسالة و تبخير الحديد و ثقب الماس :

< شدة و تركيز أشعة الليزر ، حيث تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر علي إسالة و تبخير الحديد و ثقب الماس .





## الرفارزات

4

### ١- الانبعاث التلقائي و الانبعاث المستحث

وجه المقارنة	الانبعاث التلقائي	الانبعاث المستحث
حالة الذرة قبل سقوط الفوتون	تكون الذرة في حالتها العادية في ( $E_1$ ) قبل سقوط الفوتون عليها .	تكون الذرة مثارة في ( $E_2$ ) قبل سقوط الفوتون عليها .
ما يحدث للفوتون	تمتص الذرة طاقة الفوتون فتثار .	لا تمتص الذرة طاقة الفوتون .
شروط الحدوث	يحدث عندما تنتقل الذرة المثارة من مستوي الإثارة إلى مستوي آخر أقل منه في الطاقة بعد انتهاء زمن بقائها في الحالة المثارة .	يحدث عندما تنتقل الذرة المثارة من مستوي الإثارة إلى مستوي آخر أقل منه في الطاقة وذلك قبل انتهاء زمن بقائها في الحالة المثارة .
سبب الحدوث	يحدث تلقائياً أي بدون أي مؤثر خارجي	يحدث بتأثير فوتون خارجي .
نتائجه	تثع الذرة فوتوناً واحداً عند عودتها لحالتها العادية .	تثع الذرة فوتونين عند عودتها لحالتها العادية .
المدي الطيفي	الفوتونات المنبعثة تغطي مدي طيفي كبير من الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي	الفوتونات المنبعثة جميعها لها طول موجي واحد .
حركة الفوتونات بعد الإنبعاث	تتحرك الفوتونات بصورة عشوائية تماماً بعد انبعاثها .	تتحرك الفوتونات بعد انبعاثها بنفس الطور و في اتجاه واحد علي شكل أشعة متوازية تماماً .
تركيز الفوتونات الناتجة	يقل تركيز الفوتونات أثناء الانتشار بحيث تخضع لقانون التربيع العكسي للضوء .	تظل شدة الشعاع ثابتة أثناء انتشارها ومسافات طويلة لذا لا تخضع لقانون التربيع العكسي للضوء .
وسط الحدوث	يعتبر الانبعاث السائد في مصادر الضوء العادية .	يعتبر الانبعاث السائد في مصادر الليزر .
الرسم		

## ٢- الضوء العادي و أشعة الليزر

وجه المقارنة	الضوء العادي	أشعة الليزر
النقاء الطيفي	يحتوي علي مدي كبير من الأطوال الموجية .	أحادية الطول الموجي .
توازي الحزمة الضوئية	يزداد قطر الحزمة الضوئية أثناء الانتشار نتيجة التشتت .	تحتفظ بقطر ثابت للحزمة الضوئية أثناء الانتشار و مسافات بعيدة .
الترابط	فوتونات غير مترابطة .	فوتونات مترابطة .
الشدة	تقل الشدة الضوئية الساقطة علي وحدة المساحات بزيادة المسافة ، أي أنه يخضع لقانون التربيع العكسي للضوء .	تحتفظ بشدة ثابتة علي وحدة المساحات ، أي أنها لا تخضع لقانون التربيع العكسي للضوء .

## ٣- التصوير العادي و التصوير الجسم ( الهولوجرافي )

وجه المقارنة	التصوير العادي	التصوير الجسم ( الهولوجرافي )
اللوح المتكون عليه	لوح فوتوغرافي عادي .	لوح يسمى الهولوجرام .
كيف تنتج الصورة ؟	تنتج من اختلاف الأشعة المنعكسة عن الجسم في الشدة الضوئية فقط .	تنتج من اختلاف الأشعة المنعكسة عن الجسم في : ١- الشدة الضوئية . ٢- الطور و فرق المسار .
كيف تظهر الصورة ؟	مستوية في بعدين .	مجسمة في أبعاد ثلاثة .
إذا تلف اللوح	تفقد الصورة .	أي جزء من الهولوجرام يعطي صورة كاملة .
عدد الصور الممكن تسجيلها	صورة واحدة .	أكثر من صورة علي الهولوجرام الواحد .
الضوء المستخدم	ضوء عادي .	شعاع ليزر .

## ٤- الصورة الفوتوغرافية العادية و الصورة المجسمة

الصورة الفوتوغرافية العادية ( في بعدين )	الصورة المجسمة ( في ثلاثة أبعاد )
يتم تسجيل الاختلاف في الشدة الضوئية فقط .	يتم تسجيل : ١- الاختلاف في الشدة الضوئية . ٢- الاختلاف في طول المسار .
الصورة تكون في بعدين فقط ( مستوية ) .	الصورة تكون في ثلاثة أبعاد ( مجسمة ) .
يتم تسجيل جزء من المعلومات التي تحملها الأشعة التي تركت الجسم المضاء .	يتم تسجيل كل المعلومات عن الجسم التي تحملها الأشعة التي تركت الجسم المضاء .



## 5 النتائج الهزئية علي حدوث كل من

1. **تفاق فوتونات الليزر في التردد .**  
 تكون فوتونات الليزر وحيدة الطول الموجي ، أي لها طول موجي واحد و تتميز بالنقاء الطيفي .
2. **خروج أشعة الليزر متوازية دون انحراف .**  
 تكون أشعة الليزر مترابطة و متوازية و بذلك يظل قطر الحزمة الضوئية ثابتاً أثناء الانتشار لمسافات طويلة .
3. **وجود غاز النيون مفرداً في أنبوبة الليزر .**  
 لن تنتقل الطاقة إلي ذرات النيون ولن تحدث له إثارة و لن يتم إنتاج شعاع الليزر .
4. **انتهاء فترة العمر لذرة مثارة .**  
 تعود الذرة تلقائياً لمستوي الطاقة الأرضي و تفضد فوتوناً طاقتة تساوي فرق الطاقة بين المستويين .
5. **مرور فوتون بذرة مثارة قبل انقضاء فترة العمر لها طاقتة تساوي طاقة الفوتون الأصلي المسبب للإثارة .**  
 يستحث هذا الفوتون الذرة علي العودة للمستوي الأصلي و ينطلق فوتونان لهما نفس التردد و الطور و الاتجاه ، و يسمى هذا الانبعاث بالانبعاث المستحث .
6. **عدم وجود تجويف رنيني في ليزر الهيليوم - نيون .**  
 لن يتم تضخيم أو تكبير فوتونات الانبعاث المستحث في الأنبوبة ، حيث أن التجويف الرنيني هو الوعاء الحاوي و المنشط لعملية التكبير .
7. **تراكم ذرات النيون المثارة في مستوي طاقة شبه مستقر .**  
 يتحقق وضع الإسكان المعكوس في ذرات النيون ، فتهيأ الفرصة أمام فوتونات الانبعاث المستحث أن يتضخم عددها و تزداد شدتها و ينتج شعاع الليزر .
8. **تسجيل الاختلاف في الشدة الضوئية فقط للأشعة المنعكسة عن الجسم علي لوح فوتوغرافي حساس .**  
 تنتج للجسم صورة مستوية في بعدين .
9. **تلاقي الأشعة المرجعية مع الأشعة المنعكسة عن الجسم في التصوير المجسم .**  
 يحدث تداخل بين الأشعة المرجعية و الأشعة المنعكسة عن الجسم عند اللوح الفوتوغرافي الحساس و يحدث بينهما تداخل ، و بعد تحميض اللوح الفوتوغرافي تظهر هدب التداخل ، وهي صورة مشفرة تسمى بالهولوجرام يانارتها بأشعة ليزر لها نفس الطول الموجي أيضاً ، و النظر خلاله بالعين المجردة ، نري صورة مماثلة للجسم في أبعاده الثلاثة .





## 6 الدور الذي يفهم به كل من

١. فرق الجهد الكبير بين طرفي أنبوبة ليزر الهيليوم - نيون .  
 ✍ يسלט علي الغاز داخل الأنبوبة لإحداث تفريغ كهربى .

---

٢. المجال الكهربى عالى التردد الذى يغذى أنبوبة ليزر الهيليوم - نيون .  
 ✍ إثارة ذرات الهيليوم و النيون .

---

٣. ذرات الهيليوم فى ليزر الهيليوم - نيون .  
 ✍ نقل الطاقة إلى ذرات النيون بالتصادم ، و بالتالى إثارتها .

---

٤. ذرات النيون فى ليزر الهيليوم - نيون .  
 ✍ هى المادة الفعالة فى الليزر .

---

٥. التجويف الرنينى فى الليزر .  
 ✍ هو الوعاء الحاوى و المنشط لعملية التكبير .

---

٦. مجموعة الفوتونات التى تبقى فى أنبوبة ليزر الهيليوم - نيون بعد خروج جزء منها .  
 ✍ تبقى داخل الأنبوبة لتستمر عملية الانبعاث و إنتاج الليزر .

---

٧. الأشعة المرعبة فى التصوير الجسم .  
 ✍ تتداخل مع الأشعة المنعكسة عن الجسم عند الهولوجرام ، و تتكون صورة مشفرة للجسم .

---

٨. الليزر فى التصوير الجسم .  
 ✍ يستخدم فى إنارة الصورة المشفرة المتكونة على الهولوجرام ، فنحصل على صورة مماثلة للجسم فى أبعاده الثلاثة .

---

٩. الليزر فى إصلاح عيوب الشبكية .  
 ✍ تعمل الطاقة الحرارية لأشعة الليزر على إتمام عملية التحام الجزء المتمزق من شبكية العين .

---

١٠. الليزر فى المجالات العسكرية .  
 ✍ يستخدم فى توجيه الصواريخ بدقة عالية و فى القنابل الذكية و الرادار .

---

١١. الليزر فى مجال الاتصالات .  
 ✍ يستخدم الليزر مع الألياف الضوئية كبديل لكابلات التلفزيونات .



## 7 تنبؤات حدوث كل من

### ١. الانبعاث التلقائي

☞ انتقال الذرة المثارة من مستوي الإثارة إلي مستوي آخر أقل منه في الطاقة وذلك قبل انتهاء زمن بقائها في الحالة المثارة .

### ٢. الانبعاث المستحث

- ١- وجود ذرة مثارة .
- ٢- مرور فوتون بالذرة المثارة قبل انتهاء فترة العمر لإثارتها ( Lifetime ) ، يستحثها علي العودة لمستوي طاقة أقل من مستوي الإثارة .

### ٣- الفعل الليزري

- ١- إثارة أكبر عدد من الذرات ليحدث انبعاث أكبر عدد من الفوتونات ، وبالتالي خروج شعاع الليزر .
- ٢- الوصول بذرات أو جزيئات الوسط الفعال لإنتاج الليزر إلي حالة الإسكان المعكوس والتي يكون فيها عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى .

### ٤- الإسكان المعكوس

☞ أن يكون عدد الذرات في مستويات الإثارة العليا أكبر من عددها في المستويات الأدنى .

### ٥- التصوير الجسم

- ١- استخدام أشعة مرجعية تتداخل مع الأشعة المنعكسة عن الجسم عند اللوح الفوتوغرافي وتكون عليه صورة مشفرة تسمى بالهولوجرام .
- ٢- إنارة الصورة المشفرة بأشعة ليزر مترابطة لها نفس الطول الموجي أيضاً ، والنظر خلاله بالعين المجردة ، نري صورة مماثلة للجسم في أبعاده الثلاثة .



- انتهت مراجعة الفصل السابع -

## الإلكترونيات الحديثة

## الفصل الثامن



## ١ المصطلحات العلهبة

م	المصطلح العلمي	التعريف
١	الاتزان الديناميكي ( الحراري ) بلورة شبه موصل	هي الحالة التي يكون فيها عدد الروابط المكسورة في الثانية = عدد الروابط المتكونة في الثانية، و يكون عدد الإلكترونات الحرة = عدد الفجوات الموجبة في الثانية و ثابتاً لكل درجة حرارة .
٢	قانون فعل الكتلة	حاصل ضرب تركيز الإلكترونات الحرة السالبة $\times$ تركيز الفجوات الموجبة = مقدار ثابت لا يتوقف علي نوع الشائبة .
٣	المكونات أو البائط الإلكترونية	هي وحدات البناء التي قبنى عليها جميع الأنظمة الإلكترونية .
٤	تيار الانتشار	هو تيار يقوم بدفع الفجوات من البلورة ( p ) إلي البلورة ( n ) ، و كذلك دفع الإلكترونات من البلورة ( n ) إلي البلورة ( p ) ، و ذلك في الوصلة الثنائية عند لصق بلورتها .
٥	تيار الانسياب	هو تيار ينشأ من المجال الكهربائي المتكون بين بلورتي الوصلة الثنائية، و يعمل في عكس اتجاه تيار الانتشار .
٦	ثابت التوزيع في الترانزيستور ( $\alpha_e$ )	هو النسبة بين تيار المجمع إلي تيار الباعث، عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة و المجمع .
٧	نسبة تكبير التيار ( $\beta_e$ )	هو النسبة بين تيار المجمع إلي تيار القاعدة، عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث و المجمع .
٨	الإلكترونيات التناظرية	هي الإلكترونيات التي تتعامل مع الكميات الفيزيائية الطبيعية و تحولها إلى إشارات كهربية على شكل جهد أو تيار تتغير باستمرار حسب شكل الإشارة .
٩	الإلكترونيات الرقمية	هي الإلكترونيات التي لا ترسل الإشارة الكهربائية متصلة، و لكنها تحولها إلى شفرة أساسها قيمتان فقط هما ( 0 ، 1 ) و يسمى هذا النظام بـ ( النظام الثنائي )
١٠	الضوضاء الكهربائية	هي الضوضاء التي تتسبب فيها الحركة العشوائية للإلكترونات و التي تسبب تياراً عشوائياً يشوش علي المعلومات الفيزيائية التي تحملها الإشارة الكهربائية و يصعب التخلص منها .
١١	البوابات المنطقية	هي الدوائر التي تستطيع أن تقوم بعمليات منطقية، مثل : العكس أو التوافق أو الاختيار و هي مبنية علي الجبر الثنائي وهو أساس الإلكترونيات الرقمية .

١٢	خاصية البلوتوث	هي خاصية نقل الصور عبر الإنترنت .
١٣	الدوائر المتكاملة	هي الدوائر التي يتم فيها تجميع كل المكونات المطلوبة فوق شريحة جاهزة من السيليكون تحدد عليها أماكن تلك المكونات دون توصيلها منفصلة حسب وظيفة كل منها في الدائرة .
١٤	قانون مور	السعة و السرعة يتضاعفان كل ثمانية عشر شهراً .
١٥	الكمبيوتر الكمي	هو الكمبيوتر الذي تبني معاملاته علي مستوي الأبعاد الذرية ، حيث تخزن فيه ( 0 ) ، ( 1 ) علي شكل إلكترون في إحدى حالتين ، إما إلكترون في المستوى الأرضي و آخر مستثار في الذرة ، و إما إلكترون يدور حول نفسه في اتجاه و آخر يدور في عكس الاتجاه .



## 2 نعلبات و نفسبات علبة

2

١. يعتبر السيليكون و الجرمانيوم من أشباه الموصلات .
  - ◀ لأنها مواد ليست جيدة التوصيل للكهربية كما أنها ليست رديئة التوصيل في درجات الحرارة العادية ، أي أنها تقع بين المواد جيدة التوصيل و المواد رديئة التوصيل .

---

٢. تزداد التوصيلية الكهربية لأشباه الموصلات النقية بارتفاع درجة الحرارة .
  - ◀ لأنه بارتفاع درجة الحرارة لأشباه الموصلات يزداد عدد الروابط التي يتم كسرها ، و بالتالي يزداد عدد الإلكترونات الحرة و الفجوات المتكونة ، فتزداد التوصيلية الكهربية .

---

٣. تستخدم بعض النباط كمحسات للبيئة .
  - ◀ لأنها تصنع من أشباه الموصلات التي لها حساسية شديدة للعوامل البيئية المحيطة مثل الضوء و الحرارة و الضغط و التلوث الذري و الكيميائي و غيرها و لذلك تستخدم كمحسات لقياس هذه العوامل .

---

٤. علي الرغم من تسمية بلورة شبه الموصل بالموجبة أو السالبة إلا أنها متعادلة كهربياً .
  - ◀ لأن الإلكترونات تحررت من ذرات متعادلة كهربياً و تركت في أماكنها فجوات موجبة مساوية لها في العدد .

---

٥. بلورة شبه الموصل من النوع السالب متعادلة كهربياً .
  - ◀ لأن تركيز شحنات الإلكترونات السالبة ( n ) = تركيز شحنات الفجوات الموجبة ( p ) + تركيز الذرات المعطية الموجبة ( N<sub>D</sub> ) .

---

٦. بلورة شبه الموصل من النوع الموجب متعادلة كهربياً .
  - ◀ لأن تركيز شحنات الفجوات الموجبة ( p ) = تركيز شحنات الإلكترونات السالبة ( n ) + تركيز الذرات المستقبلية السالبة ( N<sub>A</sub> ) .

---

٧. لا تعتبر ذرة شبه الموصل التي كسرت إحدى روابطها أيون .
  - ◀ لأن الفجوة الناتجة من انطلاق الإلكترون سرعان ما تقتنص إلكترون آخر من رابطة مجاورة لها و تصبح متعادلة كهربياً .

٨. **بلورة السيليكون النقية تكون عازلة تماماً في درجة الصفر كلفن .**  
 << لأن ذرة السيليكون ترتبط مع أربع ذرات متجاورة بأربع روابط تساهمية صعبة الكسر في درجة الصفر كلفن ، وبالتالي لا توجد إلكترونات حرة الحركة ، فتصبح عازلة تماماً .
- 
٩. **بلورة السيليكون النقية تصبح شبه موصلة في درجة حرارة الغرفة .**  
 << لأن الطاقة الحرارية التي تكتسبها بلورة السيليكون من الوسط المحيط في درجة حرارة الغرفة تكسر بعض الروابط ، فتتحرر بعض الإلكترونات و تصبح البلورة النقية شبه موصلة في درجة حرارة الغرفة .
- 
١٠. **تزداد التوصيلية الكهربائية لبلورة السيليكون النقية إذا طعمت بالأنثيمون .**  
 << لأن شائبة الأنثيمون تحتوي على خمسة إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير ، فترتبط كل بأربعة روابط تساهمية مع أربع ذرات سيليكون مجاورة ، و يبقى الإلكترون الخامس دون ارتباط ، و يكون ضعيف الارتباط بالذرة فسرعان ما تفتقده الذرة الشائبة و تصبح أيوناً موجباً و يصبح الإلكترون إلكترون حراً ينضم إلي رصيد البلورة من الإلكترونات الحرة ، و بذلك تحتوي البلورة على عدد كبير من الإلكترونات الحرة و تصبح موصلة كهربياً .
- 
١١. **تزداد التوصيلية الكهربائية لبلورة السيليكون النقية إذا طعمت بالبورون .**  
 << لأن ذرة شائبة البورون تحتوي على ثلاث إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير ، فترتبط بثلاثة روابط تساهمية مع ثلاث ذرات سيليكون مجاورة ، و لا تصل لحالة الاستقرار ، فتجذب إلكترون من إحدى روابط السيليكون المجاورة لها فيتترك مكانه فجوة في رابطة السيليكون ، و تنضم هذه الفجوة إلي رصيد البلورة من الفجوات التي نشأت من أثر تكسير الروابط بالحرارة ، و بذلك تحتوي البلورة على عدد كبير من الفجوات و تصبح موصلة كهربياً .
- 
١٢. **يمكن تشبيه عمل الوصلة الثنائية بفتحاح للدائرة .**  
 << لأنه عندما يكون توصيلها أمامياً يمر التيار كما لو كان المفتاح مغلقاً ( ON ) ، أما عندما يكون توصيلها عكسياً لا يمر تيار كما لو كان المفتاح مفتوحاً ( OFF ) .
- 
١٣. **مقاومة الوصلة الثنائية عند التوصيل الأمامي أقل منها عند التوصيل العكسي .**  
 << لأنه في حالة التوصيل الأمامي يكون المجال الناشئ عن البطارية في عكس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الانتقالية أو الفاصلة ، فيضعف المجال الداخلي ، و تقل مقاومة الوصلة الثنائية و يقل سمك المنطقة الفاصلة و يمر تيار كهربى قوى نسبياً .  
 << بينما في حالة التوصيل العكسي يكون المجال الناشئ عن البطارية يكون في نفس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الانتقالية أو الفاصلة ، فيزداد المجال الداخلي ، و تزداد مقاومة الوصلة الثنائية و يزداد سمك المنطقة الفاصلة ، و يمر تيار كهربى ضعيف جداً .
- 
١٤. **تستخدم الوصلة الثنائية في تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجي .**  
 << لأنها تبدى مقاومة صغيرة جداً عندما يكون التوصيل أمامياً فتسمح بمرور التيار الكهربى . بينما تكون مقاومتها كبيرة جداً عندما يكون التوصيل عكسياً فلا تسمح بمرور التيار الكهربى تقريباً ، فعند توصيل طرفي الوصلة الثنائية بمصدر تيار متردد فإنها تسمح فقط لأنصاف الذبذبات بالمرور عندما يكون التوصيل أمامياً ، و لا تسمح لأنصاف الذبذبات الأخرى بالمرور عندما يكون التوصيل عكسياً ، و بذلك يمر التيار الكهربى في الدائرة في اتجاه واحد فقط ، أي أنه يصبح مقوماً تقويمياً نصف موجياً .
- 
١٥. **تختلف الوصلة الثنائية عن المقاومة الكهربائية العادية .**  
 << لأن الوصلة الثنائية تعطى مقاومة صغيرة جداً في اتجاه ومقاومة كبيرة جداً في الاتجاه المعاكس ، بينما المقاومة الكهربائية فإنها توصل التيار بنفس المقدار مهما انعكس اتجاه التيار .

١٦. في الترانزيستور يكون تيار القاعدة ( $I_B$ ) أقل بكثير من تيار المجمع ( $I_C$ ).  
 و ذلك لأن القاعدة سمكها صغير للغاية و قليلة الشوائب فلا يفقد فيها نسبة كبيرة من الفجوات ، و يمر معظم تيار الباعث إلى المجمع و يكون تيار القاعدة ( $I_B$ ) أقل كثيراً من تيار المجمع ( $I_C$ ).

١٧. تفضل الإلكترونيات الرقمية عن الإلكترونيات التناظرية .  
 لأنه في الإلكترونيات الرقمية تكمن فيها المعلومة في الشفرة أو الكود و ليس في قيمة الإشارة التي قد تتضمن الضوضاء و تشوشها ، بينما في الإلكترونيات التناظرية عند تحرك الشحنات فإنها تسبب تياراً عشوائياً يتداخل مع المعلومات الفيزيائية التي تحملها الإشارة الكهربائية و يشوشها و يصعب التخلص منها فيما يعرف بالضوضاء الكهربائية .



### 3 باعني فولنا أن

١. نسبة التوزيع في الترانزيستور =  $0.98$  .  
 معنى ذلك أن النسبة بين تيار المجمع ( $I_C$ ) إلى تيار الباعث ( $I_E$ ) عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة و المجمع  $(V_{CB}) = 0.98$  .

٢. نسبة (معامل) تكبير التيار في الترانزيستور =  $199$  .  
 معنى ذلك أن النسبة بين تيار المجمع ( $I_C$ ) إلى تيار القاعدة ( $I_B$ ) عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث و المجمع  $(V_{CE}) = 199$  .



### 4 الأساس العلي (الفكرة العلية) للأجهزة

١. الإلكترونيات الرقمية :

الجبر الثنائي ، حيث يتم فيها تحويل الإشارة الكهربائية إلى شفرة أساسها  $(1, 0)$  .

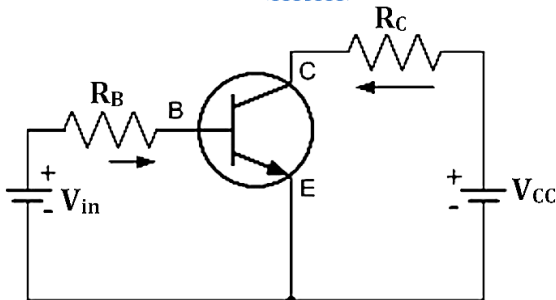
٢. البواب المنطقية :

١- الجبر الثنائي .

٢- استخدام الترانزيستور كمفتاح .

٣. الترانزيستور كمفتاح :

١- إذا كان لدينا ترانزيستور من النوع (N-P-N) و وصلت دائرة (المجمع - باعث) ببطارية فرق جهدها  $(V_{CC})$  و مقاومة  $(R_C)$  ، بينما وصلت دائرة (القاعدة - باعث) ببطارية و مقاومة  $(R_B)$  فإن :



$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

- حيث  $(V_{CC})$  هو جهد البطارية في دائرة المجمع .
- $(V_{CE})$  هو فرق الجهد بين المجمع و الباعث .
- $(I_C)$  هو شدة تيار المجمع .
- $(R_C)$  هي المقاومة في دائرة المجمع .

٢- نجد من العلاقة السابقة أنه كلما زادت قيمة  $(I_C)$  تقل قيمة  $(V_{CE})$ .

٣- إذا اعتبرنا القاعدة هي الدخل و المجمع هو الخرج والباعث مشترك، فإن سلوك الترانزيستور كمفتاح يمكن أن يكون علي طريقتين كما يلي:

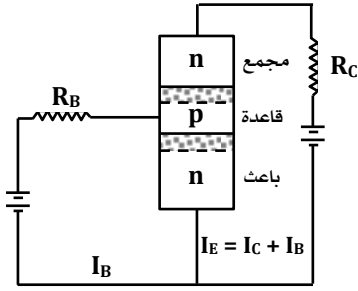
أ - إذا كان جهد الدخل كبيراً يكون جهد الخرج صغيراً.

ب - إذا كان جهد الدخل صغيراً يكون جهد الخرج كبيراً.

أي أن العلاقة بين جهد الدخل و جهد الخرج عكسية، و تسمى هذه النبيطة (عاكس).

#### ٤. الترانزيستور كمكبر للتيار :

نفترض أننا استخدمنا ترانزيستور من النوع (N-P-N) فإن طريقة التوصيل تكون كما يلي :



١- يوصل الباعث (E) بالقطب السالب للبطارية الأولى وتوصل القاعدة (B) بالقطب الموجب لها، أي أن الوصلة الأولى (N-P) تكون أمامية التوصيل.

٢- توصل القاعدة (B) بالقطب السالب للبطارية الثانية و يوصل المجمع (C) بالقطب الموجب لها، أي أن الوصلة الثانية (P-N) تكون عكسية التوصيل.

٣- تنطلق الإلكترونات من الباعث السالب (N) إلى القاعدة الموجبة (P) وتنتشر لبعض الوقت إلى أن يتلقفها المجمع الموجب (C).

٤- حيث أن القاعدة مليئة بالفجوات فإن عملية الالتئام تستهلك نسبة من هذه الإلكترونات.

٥- إذا كان تيار الإلكترونات الذي ينطلق من الباعث هو  $(I_E)$  و التيار الذي يصل إلى المجمع هو  $(I_C)$  و التيار الذي يمر في القاعدة  $(I_B)$  فإن  $I_C = \alpha_e I_E$ ، و ما يستهلك في القاعدة هو:  $I_B = (1 - \alpha_e) I_E$ .

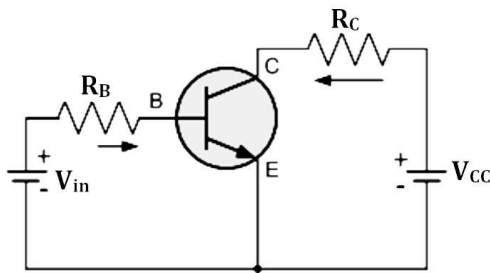
٦- نظراً لصغر سمك القاعدة فإن معظم الإلكترونات التي تدخل إليها تنجذب إلى المجمع ولا يمر في دائرة القاعدة إلا القليل من الإلكترونات، أي يكون ثابت التوزيع  $(\alpha_e)$  الواحد الصحيح تقريباً (حوالي 0.998)، لأن تيار المجمع  $(I_C)$  يكاد يساوي تيار الباعث  $(I_E)$ .

$$\therefore \beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{(1 - \alpha_e) I_E} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

حيث:  $(\beta_e)$  نسبة تكبير التيار.

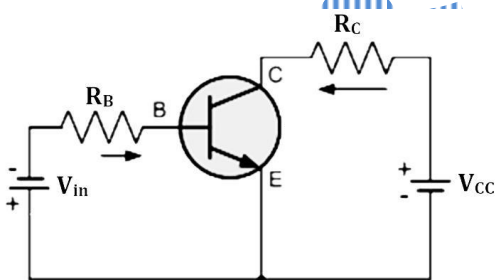
#### ٥. الترانزيستور كمفتاح في وضع (ON) :

يوصل علي القاعدة جهداً موجباً، فيكون توصيل دائرة (الباعث - قاعدة) توصيلاً أمامياً، فيسرى التيار في المجمع أكبر ما يمكن و تزداد قيمة  $(I_C)$  وعندئذ يكون فرق الجهد بين الباعث و المجمع  $(V_{CE})$  صغيراً أي يكون الخرج صغيراً، و بذلك يكون الترانزيستور في وضع (ON).



#### ٦. الترانزيستور كمفتاح في وضع (Off) :

يوصل علي القاعدة جهداً سالباً، فيكون توصيل دائرة (الباعث - قاعدة) توصيلاً عكسياً، فينقطع مرور التيار في المجمع وعندئذ يصبح فرق الجهد بين الباعث و المجمع  $(V_{CE})$  كبيراً أي يكون الخرج كبيراً، و بذلك يكون الترانزيستور في وضع (Off).





## الرفارسات

5

### ١- البلورة السالبة و البلورة الموجبة

البلورة الموجبة P-Type	البلورة السالبة N-Type	وجه المقارنة
ثلاثي مثل: البورن - الألومنيوم - الجاليوم.	خماسي مثل: الانتيمون - الفوسفور - الزرنيخ	تكافؤ الشائبة
الضجوات	الإلكترونات	حاملات الشحنة
ذرة مستقبلة ( $N_A$ ) للإلكترونات و تصبح أيون سالب	ذرة مانحة ( $N_D$ ) للإلكترونات و تصبح أيون موجب	الذرة الشائبة بعد التطعيم
$p = n + N_A$	$n = p + N_D$	عند الاتزان
$p = N_A$ , $n = \frac{n_i^2}{N_A}$ □	$n = N_D$ , $p = \frac{n_i^2}{N_D}$ □	نسب التركيز

### ٢- التوصيل الأمامي و التوصيل العكسي في الوصلة الثنائية

التوصيل الخلفي	التوصيل الأمامي	وجه المقارنة
توصل البلورة السالبة بالقطب الموجب للبطارية و البلورة الموجبة بالقطب السالب للبطارية.	توصل البلورة السالبة بالقطب السالب للبطارية و البلورة الموجبة بالقطب الموجب للبطارية.	طريقة التوصيل
المجال الخارجي في نفس اتجاه المجال الداخلي بين البلورتين.	المجال الخارجي في عكس اتجاه المجال الداخلي بين البلورتين.	المجال الخارجي
يزيد إتساعها.	يقل إتساعها.	المنطقة الفاصلة
كبيرة.	صغيرة.	مقاومة الوصلة
كبير.	صغير.	الجهد الحاجز
لا يمر تيار.	يمر تيار.	مرور التيار
يعمل كمفتاح مفتوح.	يعمل كمفتاح مغلق.	عمله
<p>الوصلة الثنائية</p> <p>يزداد سمك المنطقة الفاصلة جهد انحياز عكسي</p>	<p>الوصلة الثنائية</p> <p>يقل سمك المنطقة الفاصلة جهد انحياز أمامي</p>	الرسم



### ٣- الوصلة الثنائية و المقاومة الكهربائية

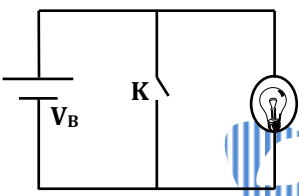
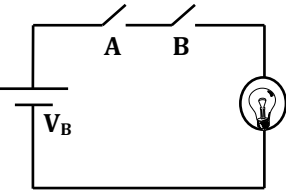
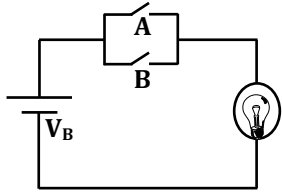
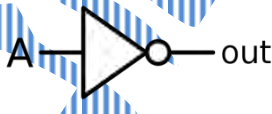
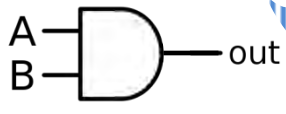
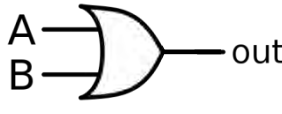
وجه المقارنة	الوصلة الثنائية	المقاومة الكهربائية
التكوين	بلموريتين ( n , p ) متلامستين .	ملف لولبي مصنوع من مادة معينة .
وسائل مرور التيار	الإلكترونات الحرة و الفجوات الموجبة .	الإلكترونات الحرة فقط .
اتجاه مرور التيار	يمر التيار في الاتجاه الأمامي و لا يمر في الاتجاه العكسي .	يمر التيار في أي اتجاه .
أثر ارتفاع درجة الحرارة	تقل مقاومة الوصلة و تزداد توصيليتها الكهربائية .	تزداد قيمة المقاومة و تقل التوصيلية الكهربائية .

### ٤- الإلكترونيات التناظرية و الإلكترونيات الرقمية

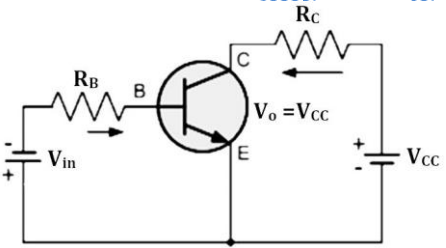
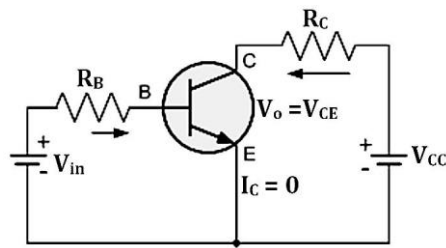
وجه المقارنة	الإلكترونيات التناظرية	الإلكترونيات الرقمية
طبيعتها	تتعامل مع الكميات الطبيعية و تحولها إلى إشارات كهربائية .	تتعامل مع الكميات الطبيعية بعد تحويلها إلى شفرة غير متصلة أي كود ( 1 ، 0 ) .
تأثرها بالعوامل الطبيعية	تتأثر بدرجة حرارة الجو و العوامل الطبيعية المحيطة .	لا تتأثر بالعوامل الطبيعية .
التشويش	تؤثر فيها الإلكترونات العشوائية و تسبب الضوضاء الكهربائية و تشوشها و يصعب فصلها عن الإشارة أو التخلص منها .	تتغلب على الضوضاء الكهربائية الموجودة في الطبيعة حيث تكمن فيها المعلومة في الشفرة أو الكود و ليس في قيمة الإشارة التي قد تتضمن الضوضاء و تشوشها .
طريقة التعامل	يتم التعامل مع التيار و تغيراته .	يتم التعامل عن طريق شفرة ثنائية فقط ( 1 ، 0 ) .
التخزين	يصعب تخزينها و الاحتفاظ بها .	يسهل تخزينها على هيئة حفر أو نقرات .
تصميمها	دوائرها صعبة التصميم و معقدة .	دوائرها سهلة و بسيطة .



## ٥- البوابات المنطقية

وجه المقارنة	بوابه العاكس (NOT)	بوابه التوافق (AND)	بوابه الإختيار (OR)																																																
الدائرة الكهربائية المكافئة																																																			
العمل	لا يضيئ المصباح عند غلق المفتاح، بينما يضيئ المصباح عند فتح المفتاح	لا يضيئ المصباح إلا عند غلق المفتاحين A، B معاً أي (A and B)	يضيئ المصباح عند غلق أي من المفتاحين A أو B أي عند غلق (A or B)																																																
الرمز																																																			
جدول التحقق	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">input</th> <th>output</th> </tr> <tr> <th>0</th> <th>1</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	input		output	0	1		0	1	1	1	0	0	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">input</th> <th>output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	input		output	A	B		0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">input</th> <th>output</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	input		output	A	B		0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
input		output																																																	
0	1																																																		
0	1	1																																																	
1	0	0																																																	
input		output																																																	
A	B																																																		
0	0	0																																																	
0	1	0																																																	
1	0	0																																																	
1	1	1																																																	
input		output																																																	
A	B																																																		
0	0	0																																																	
0	1	1																																																	
1	0	1																																																	
1	1	1																																																	

## ٦- حالات توصيل الترانزيستور كمفتاح

الترانزيستور في حالة توصيل (OFF)	الترانزيستور في حالة توصيل (ON)
	
<p>١- إذا أعطينا جهداً سالباً على القاعدة، يكون توصيل دائرة (الباعث - قاعدة) توصيلاً عكسياً.</p> <p>٢- ينقطع التيار في المجمع.</p> <p>٣- عندئذٍ يصبح فرق الجهد بين الباعث والمجمع (<math>V_{CE}</math>) كبيراً أي يكون الخرج كبيراً.</p>	<p>١- إذا أعطينا جهداً موجباً على القاعدة، يكون توصيل دائرة (الباعث - قاعدة) توصيلاً أمامياً.</p> <p>٢- يسرى التيار في المجمع أكبر ما يمكن و تزداد قيمة (<math>I_C</math>).</p> <p>٣- عندئذٍ يكون فرق الجهد بين الباعث والمجمع (<math>V_{CE}</math>) صغيراً أي يكون الخرج صغيراً.</p>



## 6 النتائج الهنزية علي حدوث كل من

### ١. رفع درجة حرارة شبة الموصل النقي .

☞ تزداد التوصيلية الكهربائية لشبة الموصل النقي .

### ٢. إضافة ذرة مانحة إلي بلورة شبه الموصل النقي .

☞ ذرة الشائبة المانحة تكون خماسية التكافؤ تحتوي علي خمس إلكترونات في مستوي الطاقة الأخير ، فترتبط كل ذرة منها بأربعة روابط تساهمية مع أربع ذرات سيليكون مجاورة ، ويبقى الإلكترون الخامس دون ارتباط في الروابط ، هذا الإلكترون يكون ضعيف الارتباط بالذرة ، و لذلك سرعان ما تفقده الذرة الشائبة و تصبح أيوناً موجباً و يصبح الإلكترون حراً ، ينضم هذا الإلكترون إلي رصيد البلورة من الإلكترونات الحرة ، و بذلك تحتوي البلورة علي عدد كبير من الإلكترونات الحرة و تصبح موصلة كهربياً .

### ٣. كسر أحد الروابط التساهمية لذرة شبه موصل .

☞ ينطلق إلكترون حر و يترك مكانه فجوة موجبة الشحنة .

### ٤. تطعيم بلورة السيليكون النقية ببعض ذرات البورون .

☞ ذرة البورون ثلاثية التكافؤ تحتوي علي ثلاث إلكترونات في مستوي الطاقة الأخير ، فترتبط كل ذرة بورون بثلاثة روابط تساهمية مع ثلاث ذرات سيليكون مجاورة ، و لا تصل لحالة الاستقرار ، فتجذب إلكترونات من إحدى روابط السيليكون المجاورة لها حتى يصبح عدد الروابط حول البورون أربعة روابط ، هذا الإلكترون المكتسب من إحدى روابط السيليكون يترك مكانه فجوة في رابطة السيليكون ، و تنضم هذه الفجوة إلي رصيد البلورة من الفجوات التي نشأت من أثار تكسير الروابط بالحرارة في درجات الحرارة العادية ، و بذلك تحتوي البلورة علي عدد كبير من الفجوات و تصبح موصلة كهربياً .

### ٥. زيادة عدد الروابط المكسورة بالطاقة الحرارية لبلورة شبه موصل .

☞ يزداد عدد الإلكترونات الحرة و الفجوات ، بحيث يكون عدد الإلكترونات الحرة يساوي دائماً عدد الفجوات و تظل الزيادة في عدد الروابط المكسورة مستمرة مع ارتفاع درجة الحرارة حتى تصل البلورة إلي حالة من الاتزان الديناميكي تسمى الاتزان الحراري ، إذ لا تتكسر سوي نسبة ضئيلة من الروابط ، و في هذه الحالة يكون عدد الروابط المكسورة في الثانية يساوي عدد الروابط المتكونة في الثانية ، و في النهاية يبقى عدد ثابت من الإلكترونات الحرة و الفجوات لكل درجة حرارة .

### ٦. توصيل الوصلة الثنائية توصيلاً أمامياً .

☞ يكون المجال الناشئ عن البطارية في عكس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الانتقالية أو الفاصلة ، و يضعف المجال الداخلي ، و تقل مقاومة الوصلة الثنائية و يقل سمك المنطقة الفاصلة و بذلك يمر تيار كهربى قوي نسبياً .

### ٧. توصيل وصلة ثنائية توصيلاً عكسياً .

☞ المجال الناشئ عن البطارية يكون في نفس اتجاه المجال الداخلي في المنطقة الانتقالية أو الفاصلة ، و يزداد المجال الداخلي ، و تزداد مقاومة الوصلة الثنائية و يزداد سمك المنطقة الفاصلة و بذلك يمر تيار كهربى ضعيف جداً .

### ٨. توصيل القاعدة بجهد موجب في ترانزيستور npn عندما يكون الباعث مشترك .

كـ يكون توصيل دائرة ( الباعث - قاعدة ) توصيلاً أمامياً ، فيسرى التيار في المجمع أكبر ما يمكن و تزداد قيمة  $(I_C)$  وعندئذ يكون فرق الجهد بين الباعث و المجمع  $(V_{CE})$  صغيراً أي يكون الخرج صغيراً ، و بذلك يكون الترانزيستور في وضع ( ON ) .

### ٩. صغر سمك القاعدة في الترانزيستور .

كـ تعبر معظم إلكترونات الباعث إلى المجمع ولا يمر في دائرة القاعدة إلا القليل من الإلكترونات .

### ١٠. صغر جهد الدخل في الترانزيستور عندما يكون الباعث مشترك .

كـ يكون جهد الخرج  $(V_{CE})$  كبيراً ، و يصبح الترانزيستور في حالة ON .



## 7 استخدمات كل من

### ١. أشباه الموصلات :

- ٧- تصنع منها النبايط الإلكترونية .
- ٨- تستخدم كوسائل لقياس العوامل البيئية المحيطة بها مثل : الضوء و درجة الحرارة و الضغط و الرطوبة و التلوث الذري و الكيميائي و غيرها لهذه العوامل .

### ٢. الوصلة الثنائية :

- تقويم التيار المتردد تقويماً نصف موجياً .

### ٣. الترانزيستور :

١. في تنفيذ البوابات المنطقية .
٢. في صنع دوائر الذاكرة المؤقتة (RAM) .
٣. كمكبر للتيار .
٤. كمكبر للجهد و القدرة .

### ٤. الإلكترونيات الرقمية :

- دخلت في حياتنا علي نطاق واسع مثل :
  ١. التليفونات المحمولة .
  ٢. القنوات الفضائية الرقمية .
  ٣. أقراص الليزر المدمجة ( CD ) .
  ٤. الكمبيوتر المبنى علي الإلكترونيات الرقمية .

### ٥. البوابات المنطقية :

- تقوم بعمليات منطقية ، مثل : العكس أو التوافق أو الاختيار و هي أساس الإلكترونيات الرقمية .

### ٦. خاصية البلوتوث :

- نقل الصور عبر الإنترنت .

## ٧. الدوائر المتكاملة :

١. أساس الإلكترونيات التناظرية و الرقمية .
٢. تكوين الأنظمة الإلكترونية من مكوناتها المتكاملة علي لوحة مطبوعة .
٣. اللوحة الأساسية في الكمبيوتر و التي تسمى باللوحة الأم ، و هي تحتوي علي المشغل و الذاكرة المؤقتة و دوائر التحكم و دوائر الحساب و المنطق و غيرها .
٤. دخلت في الطب في جميع أجهزة القياس و التشخيص و العلاج .
٥. قد تدخل في المستقبل في أجهزة ضبط دقات القلب و ضبط الأنسولين في الجسم عن طريق وضع كبسولات دقيقة للغاية داخل الجسم تحتوي علي مشغلات دقيقة .



## فوائبن و أفكار مسائل و أمثلة وحلولة

8

## ملخص قوانين الفصل الثامن

## ١. لحساب تركيز الإلكترونات أو الفجوات في شبه الموصل النقي :

$$n p = n_i^2$$

- حيث : (  $n_i$  ) تركيز الإلكترونات أو الفجوات في شبه الموصل النقي .
- (  $n$  ) تركيز الإلكترونات الحرة ، (  $p$  ) تركيز الفجوات .

## ٢. لحساب تركيز الإلكترونات أو الفجوات في البلورة من النوع السالب :

$$n = N_D$$

$$p = \frac{n_i^2}{N_D}$$

- حيث : (  $N_D$  ) تركيز أيونات الشوائب الموجبة المعطية للإلكترونات .

## ٣. لحساب تركيز الإلكترونات أو الفجوات في البلورة من النوع السالب :

$$P = N_A$$

$$n = \frac{n_i^2}{N_A}$$

- حيث : (  $N_A$  ) تركيز أيونات الشوائب السالبة المستقبلية للإلكترونات .

## ٤. لحساب ثابت التوزيع أو التجزئة في الترانزيستور :

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

- حيث : (  $I_C$  ) تيار المجمع ، (  $I_E$  ) تيار الباعث .

## ٥. لحساب نسبة تكبير التيار في الترانزيستور :

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$



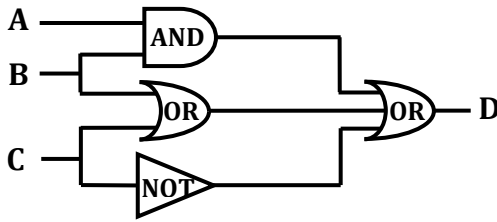
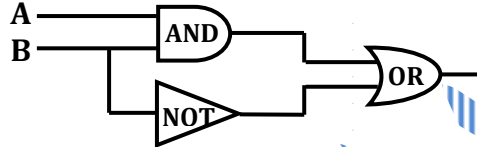
## مسائل إتحانات الأعوام السابقة

9

١. مصر ٢٠٠٦ : ارسم دائرة كهربية لترانزيستور كمفتاح في حالة التوصيل ( ON ) ، ثم احسب قيمة تيار المجمع  $I_C$  عندما يكون  $V_{CC} = 1.5 V$  و فرق الجهد بين المجمع والباعث  $V_{CE} = 0.5 V$  و قيمة  $R_C = 500 \Omega$  .  $I_C = 2 \text{ mA}$

A	B	output
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

٢. مصر ٢٠٠٧ و ٢٠٠٨ : في الشكل المقابل دائرة إلكترونية تمثل مجموعة من البوابات المنطقية لأداء وظيفة ما ، أكمل جدول التحقق الذي أمامك لهذه الدائرة .

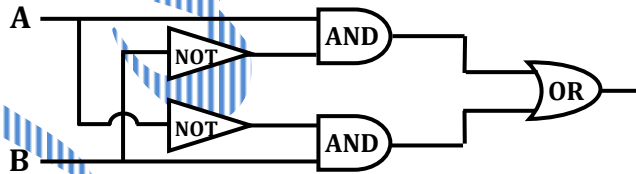


٣. مصر ٢٠٠٧ : في الشكل المقابل : دائرة إلكترونية تمثل مجموعة من البوابات المنطقية لأداء وظيفة ما ، أكمل جدول التحقق الذي أمامك لهذه الدائرة .

A	B	C	output
0	0	0	
1	1	0	
1	0	1	
0	1	1	
0	0	1	
1	1	1	

A	B	output
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

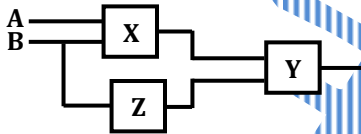
٤. مصر ٢٠٠٩ : في الشكل المقابل : دائرة إلكترونية تمثل مجموعة من البوابات المنطقية لأداء وظيفة ما ، أكمل جدول التحقق الذي أمامك لهذه الدائرة .



٥. مصر ٢٠١٢ : من جدول التحقق استنتج :

١- نوع البوابات X ، Y ، Z .

٢- أكمل الجدول :



الدخل				الخرج
A	B	N	M	C
0	1	1	0	0
1	1	.....	0	.....
1	0	1	.....	1

- انتهاء الكتاب بحمد الله وتوفيقه -