لا أبرح حتى أبلغ

في الفيزياء

مراجعة عامة على المسائل

أ/محمد عبد المعبود

FB.COM/MAELMABOUD 2018 01111137090

١) سلكان من مادتين مختلفتين طول الأول ضعف طول الثاني ونصف قطر الأول ضعف نصف قطر الثاني ومقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني أحسب النسبة بين المقاومة النوعية لكل منهما

$$\rho_e = \frac{RA}{l} = \frac{R\pi r^2}{l}$$

$$\frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}} = \frac{R_1 r_1^2 l_2}{R_2 r_2^2 l1} = \frac{1 \times 2^2 \times 1}{1 \times 1^2 \times 2} = \frac{2}{1}$$

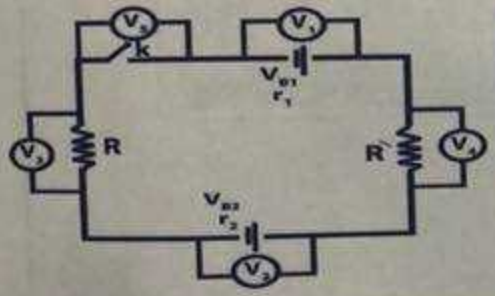
٢) سلك مصمت نصف قطره 1mm والآخر على هيئة أنبوبة نصف قطرها الداخلي والخارجي 1mm , 2mm من نفس المادة وطولهما نفس الطول . قارن بين مقاومتيهما

$$\rho_{e1} = \rho_{e2} \quad L_1 = L_2 \quad A_1 = \pi r_1^2$$

$$A_2 = \pi r_{out}^2 - \pi r_{in}^2 = \pi(r_{out}^2 - r_{in}^2)$$

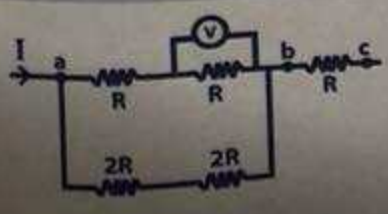
$$R = \frac{\rho_e L}{A} \quad \therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{r_{out}^2 - r_{in}^2}{r_1^2} = \frac{(2 * 10^{-3})^2 - (1 * 10^{-3})^2}{(1 * 10^{-3})^2} = \frac{3}{1}$$

٣) أوجد قراءة كل من V_5, V_4, V_3, V_2, V_1
عندما يكون المفتاح مفتوحا ، وعندما يكون مغلقا.
واذكر ماذا يحدث لقراءة كل منها عند زيادة R
حيث $V_{B1} > V_{B2}$



	المفتاح مفتوح	المفتاح مغلق	عند زيادة R	
V_1	$V_1 = V_{B1}$	$V_1 = V_{B1} - Ir_1$	$V_1 = V_{B1} - Ir_1$	تزداد
V_2	$V_2 = V_{B2}$	$V_2 = V_{B2} + Ir_2$	$V_2 = V_{B2} + Ir_2$	تقل
V_3	$V_3 = 0$	$V_3 = IR$	$V_3 = IR$	تقل
V_4	$V_4 = 0$	$V_4 = IR$	$V_4 = V_{B1} - V_{B2} - I(R + r_2 - r_1)$	يزداد
V_5	$V_{B1} - V_{B2}$	0	.	.

٤) (أزهر ثان ٢٠١٤) في الشكل المقابل إذا كانت قراءة الفولتميتر 4V أوجد قراءته عندما يوصل بين :
أ) النقطتين B, C
ب) النقطتين A,C



نقوم بتقسيم التيار فيكون في الفرع العلوي $\frac{2}{3}I$ وفي الفرع السفلي $\frac{1}{3}I$

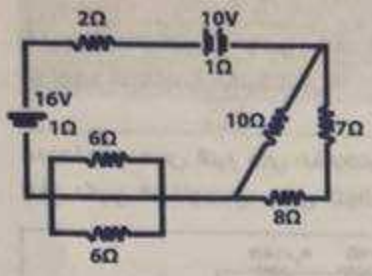
$$V_{voltmeter} = \frac{2}{3}IR = 4V$$

$$IR = 6\,V$$

$$V_{BC} = 6V$$

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} = 8 + 6 = 14V$$

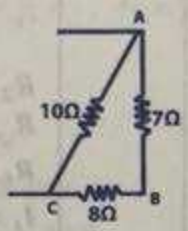
٥) أحسب القدرة المستنفذة في المقاومة 8Ω



$$V_B = 16 - 10 = 6V$$
$$r = 1 + 1 = 2\Omega$$
$$R = 2 + \frac{15 \times 10}{15 + 10} + 0 = 8\Omega$$
$$I_{\text{دائرة}} = \frac{V_B}{R + r} = \frac{6}{8 + 2} = 0.6\ A$$

لحساب تيار المقاومة 8Ω

مقاومة الفرع ABC = 15Ω ، والفرع AC = 10Ω
يقسم فيهما التيار بعكس نسب المقاومات (2: 3)
نظرا لثبات الجهد (التوازي) .. يمر في الفرع ABC $\frac{2}{3}$
التيار = 0.24 A

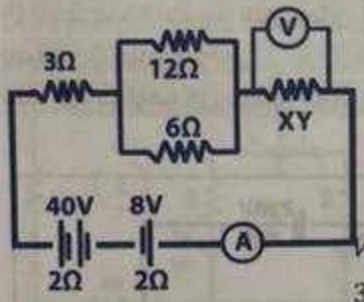


$$I_{ABC} = \frac{V_{ABC}}{R_{ABC}} = \frac{0.6 \times 6}{7 + 8} = 0.24A$$
$$P_{W_8} = I^2R = 0.24^2 \times 8 = 0.4608\ watt$$

---

٦) في الدائرة الموضحة بالشكل كانت قراءة الأميتر 2A

أ) إذا كان عنصر الدائرة Xy مقاومة فما قيمتها ؟



$$R_t = \frac{V_B}{I} = \frac{32}{2} = 16\Omega$$
$$= 4 + 3 + 4 + R_{XY}$$
$$R_{XY} = 5\Omega$$

ب) إذا كان عنصر الدائرة Xy بطارية مقاومتها الداخلية 2Ω فما قوتها الدافعة؟

$$V_{Bt} = I_{\text{كلي}} R_{\text{كلي}} = 2 \times (3 + 4 + 4 + 2) = 26V$$
$$32 - V_{B_{XY}} = 26 \qquad V_{B_{XY}} = 6V$$

ج) أحسب قراءة الفولتميتر في الحالتين

$$V_{XY_1} = IR_{XY} = 2 \times 5 = 10V$$
$$V_{XY_2} = V_B + IR = 6 + (2 \times 2) = 10V$$

---

٧) إذا كان سلك المنصهر في أحد المنازل لا يتحمل تيارا أكبر من 5A وكان فرق الجهد 220V فما أكبر عدد من المصابيح يمكن اضاءتها معا دون أن يتلف سلك المنصهر علما بأن قدرة كل مصباح 50 Watt وكذلك فرق الجهد على كل مصباح علما بأن مقاومة باقي أجزاء الدائرة = 4Ω

$$R_{min} = \frac{V_B}{I_{max}} = \frac{220}{5} = 44\Omega$$
$$R_{\text{مصابيح}} = 44 - 4 = 40\Omega$$
$$V_{\text{مصابيح}} = V_{\text{مصباح}} = 5 \times 40 = 200V$$
$$N_{\text{مصابيح}} = \frac{P_{W_{\text{مصابيح}}}}{P_{W_{\text{مصباح}}}} = \frac{5 \times 200}{50} = 20 \text{ مصباح}$$

---

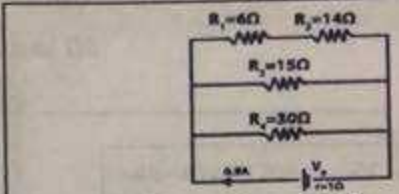
٨) (مصر أول ٢٠١٤) دائرة كهربية تحتوي على ٤ مقاومات R_1 و R_2 و R_3 و R_4 أوم فإذا مر في هذه المقاومات تيار شدته (0.2, 0.4, 0.3 , 0.3) أمبير على الترتيب وكانت قيمة $R_1=6\Omega$ و $R_3=15\Omega$ والمقاومة الداخلية للبطارية 1Ω

١) بين بالرسم طريقة توصيل هذه المقاومات في الدائرة

٢) أوجد المقاومة الكلية للدائرة ٣) اوجد القوة الدافعة الكهربية للمصدر

عندما يمر نفس التيار في مقاومتين يكون هناك احتمالان :

١) أن تكون المقاومتان على التوالي ٢) أن يكونا على التوازي ومتساويتين



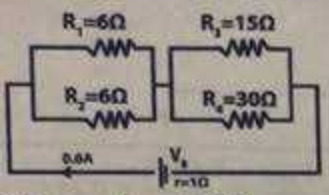
$R_2 = 14\Omega \quad R_4 = 30\Omega$

$R_{\text{خارجي}} = (14+6)||15||30 = 6.667\Omega$

$R_t = R_{\text{خارجي}} + r = 7.667\Omega$

$I_t = 0.9A$

$V_B = I(R+r) = 0.9 \times 7.667 = 6.9V$



$R_2 = 6\Omega \quad R_4 = 30\Omega$

$R_{\text{خارجي}} = (6||6) + (15||30) = 13\Omega$

$R_t = R_{\text{خارجي}} + r = 14\Omega$

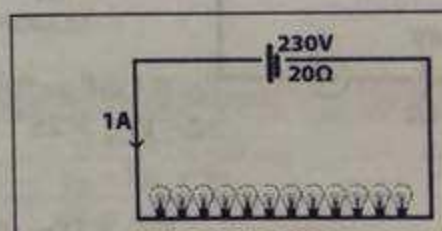
$I_t = 0.6A$

$V_B = I(R+r) = 0.6 \times 14 = 8.4V$

---

٩) أوجد عدد المصابيح التي يمكن اضاءتها معا بواسطة مصدر قوته الدافعة الكهربية $230V$ ومقاومته الداخلية 20Ω إذا وصلت : ا) على التوالي ب) على التوازي

علما بأن مقاومة كل مصباح 10Ω ويمر به تيار شدته $1A$

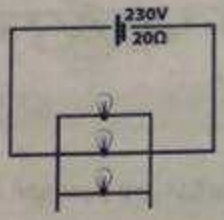


$R_t = \frac{V_B}{I} = \frac{230}{1} = 230\Omega$

$R_{\text{مصابيح}} = 210\,\Omega$

$R_{\text{مصابيح}} = nR_{\text{مصباح}}$

$n = \frac{R_{\text{مصابيح}}}{R_{\text{مصباح}}} = 21$ مصباح

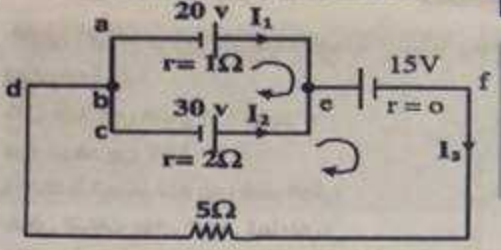


$I_t = \frac{V_B}{R+r} = \frac{230}{20 + R_{\text{مصابيح}}}$

$N \times 1 = \frac{230}{20 + \frac{10}{N}}$

$20N + 10 = 230$

$N = \frac{220}{20} = 11$ مصباح



١) في الدائرة الموضحة بالشكل احسب:
١- شدة التيار المار في كل بطارية.
٢- فرق الجهد بين قطبي كل بطارية.
٣- فرق الجهد عبر المقاومة ٥ أوم.

بتطبيق قانون كيرشوف الأول عند النقطة e نجد أن:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad \rightarrow \quad (1)$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار المغلق aecba مع عقارب الساعة نجد أن:

$$I_1 - 2I_2 + 0 = -10 \quad \rightarrow \quad (2)$$

بتطبيق قانون كيرشوف الثاني في المسار المغلق aefdba مع عقارب الساعة نجد أن:

$$6I_1 + 5I_2 + 0 = 5 \quad \rightarrow \quad (3)$$

وبحل المعادلات باستخدام الآلة الحاسبة نجد أن: $I_1 = -\frac{40}{17}\,A \quad . \quad I_2 = \frac{65}{17}\,A \quad . \quad I_3 = \frac{25}{17}\,A$

حساب فرق الجهد للبطارية 20V (هي بطارية مستهلكة):-

$$V = V_B + Ir = 20 + \left(\frac{40}{17} \times 1\right) = \frac{380}{17} V = 22.35\,V$$

حساب فرق الجهد للبطارية 30V (هي بطارية منتجة):-

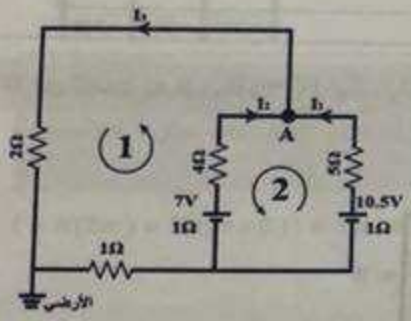
$$V = V_B - Ir = 30 - \left(\frac{65}{17} \times 2\right) = \frac{380}{17} V = 22.35\,V$$

- حساب فرق الجهد للبطارية 15V

$$V = V_B = 15\,V$$

حساب فرق الجهد عبر المقاومة ٥ أوم

$$V = IR = \frac{25}{17} \times 5 = \frac{125}{17}\,V = 7.35V$$



٢) باستخدام قانوني كيرشوف أوجد كلا من:
تيار كل فرع.
الجهد الكهربي عند نقطة A
القدرة المستنفذة في الدائرة كلها.

باستخدام قانون كيرشوف الأول عند نقطة A :

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad \rightarrow \quad (1)$$

باستخدام قانون كيرشوف الثاني على المسار رقم ١ :

$$0 + 5I_2 + 3I_3 = 7 \quad \rightarrow \quad (2)$$

باستخدام قانون كيرشوف الثاني على المسار رقم ٢ :

$$6I_1 - 5I_2 + 0 = 3.5 \quad \rightarrow \quad (3)$$

وبحل المعادلات الثلاثة باستخدام الآلة الحاسبة نجد أن:

$$I_1 = 1\,A \quad I_2 = \frac{1}{2}\,A \quad I_3 = \frac{3}{2}\,A$$

ولحساب الجهد عند النقطة A :

$$V_A = 0 - (-1.5 \times 2) = +3\,V$$

أو :

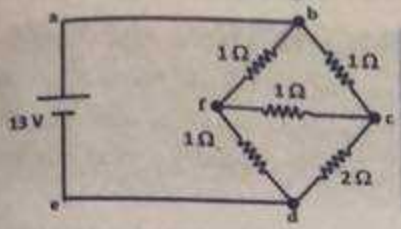
$$V_A = 0 - (1.5 \times 1) + 7 - (0.5 \times 5) = +3\,V$$

أو :

$$V_A = 0 - (1.5 \times 1) + 10.5 - (1 \times 6) = +3\,V$$

-لحساب القدرة المستنفذة نستطيع إيجادها بطريقتين من خلال القدرة المنتجة مرة والمستهلكة مرة (للتأكد)

القدرة المنتجة	القدرة المستهلكة
البطاريتان منتجتان: $P_w = (7 \times 0.5) + (10.5 \times 1) = 14\,W$	$P_W = (1^2 \times 6) + (1.5^2 \times 3) + (0.5^2 \times 5) = 14\,W$



١٢) في الدائرة الموضحة بالشكل احسب باستخدام قانوني كيرشوف كلا من:

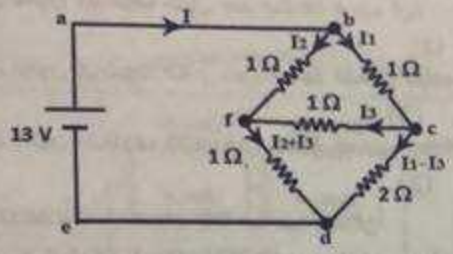
المقاومة الكلية.

شدة التيار في الفرع cf واتجاهه

فرق الجهد بين c و f

د- القدرة المستنفذة في هذه الدائرة.

نفرض التيارات على الرسم كما يلي:



ونلاحظ أننا قد استخدمنا القانون الأول لكيرشوف على الرسم

وباستخدام القانون الثاني لكيرشوف على المسار abcdea

$$3I_1 + 0 - 2I_3 = 13 \rightarrow (1)$$

وباستخدام القانون الثاني لكيرشوف على المسار bcfb

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0 \rightarrow (2)$$

وباستخدام القانون الثاني لكيرشوف على المسار fcdf

$$2I_1 - I_2 - 4I_3 = 0 \rightarrow (3)$$

وبحل المعادلات الثلاثة باستخدام الآلة الحاسبة نجد أن:

$$I_1 = 5\,A \qquad I_2 = 6\,A \qquad I_3 = 1\,A$$

$$\therefore I_{كلي} = I_1 + I_2 = 5 + 6 = 11\,A$$

-لحساب المقاومة الكلية

$$R_t = \frac{V_B}{I_t} = \frac{13}{11} = 1.181818\,\Omega$$

-شدة التيار في الفرع cf $I_3 = 1\,A$ وهو في الاتجاه من c إلى f أي أن النقطة c جهدها أعلى من جهد النقطة f

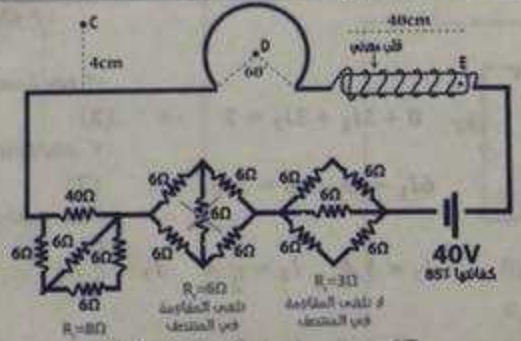
-فرق الجهد بين c و f

$$V_{cf} = IR = 1 \times 1 = 1\,V$$

-لحساب القدرة المستنفذة نستطيع إيجادها بطريقتين من خلال القدرة الم نتجة مرة والمستهلكة مرة (للتأكد)

القدرة المنتجة	القدرة المستهلكة
$P_w = V_B I = 13 \times 11 = 143\,W$	$P_W = (5^2 \times 1) + (6^2 \times 1) + (4^2 \times 2) + (7^2 \times 1) + (1^2 \times 1) = 143W$

١٣) من الرسم المقابل أوجد $B_E\,.\,B_D\,.B_C$ علما بأن : ($\mu_o = 4\pi \times 10^{-7}$. $\mu_{معدن} = 10^{-4}\ \frac{weh}{Am}$)



$$\text{كفاءة البطارية} = \frac{R_{out}}{R_{out} + R_{in}} \times 100\% = \frac{17}{17 + R_{in}} \times 100\% = 85\%$$

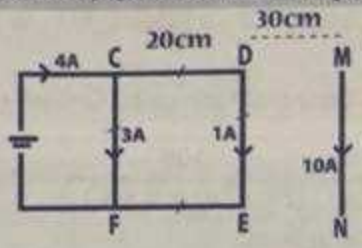
$$r = 3\Omega \qquad R_t = 17 + 3 = 20\Omega \qquad I_t = \frac{V_B}{R_t} = \frac{40}{20} = 2A$$

$$B_C = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \times 2)}{(2\pi \times 4 \times 10^{-2})} = 10^{-5}T$$

$$B_D = \frac{\mu N I}{2r} = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7} \times \frac{5}{6} \times 2\right)}{(2 \times 5 \times 10^{-2})} = \frac{2}{3}\pi \times 10^{-5}T$$

$$B_E = \frac{\mu N I}{L} = \frac{(10^{-4} \times 5 \times 2)}{(40 \times 10^{-2})} = \frac{1}{4} \times 10^{-2}\,T$$

١٤) في الشكل المقابل السلك MN يؤثر على المربع CDEF بكم قوة مغناطيسية ؟ ما محصلة هذه القوى وفي أي اتجاه ؟



يؤثر السلك على المربع بأربع قوى مغناطيسية

من قاعدة لليد اليسرى فإن CD لأعلى ، DE يمينا ، EF لأسفل ، FC يمينا

لحساب المحصلة فإن :

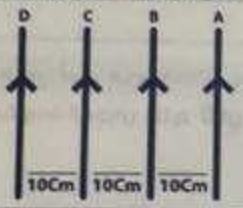
١- القوة على السلك CD لأعلى وهي تساوي القوة المؤثرة على السلك FE وهي لأسفل ، فتكون محصلتهما صفر

٢- القوة المؤثرة على السلك DE والسلك FC كلاهما يمينا

$$F_t = F_{DE,MN} + F_{FC,MN}$$
$$= \frac{\mu I_{DE} I_{MN} L}{2\pi d} + \frac{\mu I_{CF} I_{MN} L}{2\pi d}$$
$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 10 \times 0.2)}{(2\pi \times 0.3)} + \frac{(4\pi \times 10^{-7} \times 3 \times 10 \times 0.2)}{(2\pi \times 0.5)} = 3.733 \times 10^{-6}\ N$$

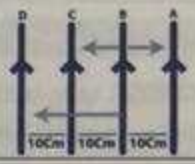
---

١٥) في الشكل أربع أسلاك متوازية يمر في كل منهم نفس التيار 4A وطولهم المتقابل 5m احسب القوة الكلية على السلك B واتجاهها علما بأن : $\mu = 4\pi * 10^{-7}$ w/A.m



$$F_{AB} = F_{BC} = \frac{(\mu \times 4 \times 4 \times 5)}{2\pi \times 0.1} = 1.6 \times 10^{-4} N$$
$$F_{DB} = \frac{(\mu \times 4 \times 4 \times 5)}{2\pi \times 0.2} = 8 \times 10^{-5}\ N$$
$$F_{tB} = F_{AB} - F_{BC} + F_{DB} = F_{DB} = 8 \times 10^{-5}\ N$$

واتجاهها يسارا



---

١٦) (دليل التقويم) بطارية قوتها الدافعة 14 V ومقاومتها الداخلية مهملة وصلت مع ملف دائري عدد لفاته 50 لفة ونصف قطره 10 cm والمقاومة النوعية لمادته 7×10^{-7} Ω.m ونصف قطر مادة السلك 1 mm . فكم يكون عزم الازدواج إذا وضع الملف في مجال مغناطيسي موازنا له كثافة فيضه 0.5 T . واحسب كثافة الفيض الناشئ عن الملف.

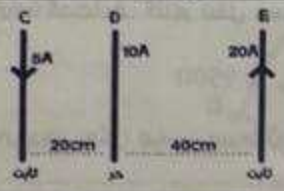
$$l = N(2\pi r) = 50(2\pi * 0.1) = 10\pi\ m$$
$$R = \frac{\rho_e l}{A} = \frac{7 * 10^{-7} * 10\pi}{\pi(0.001)^2} = 7\ \Omega \qquad I = \frac{V_B}{R} = \frac{14}{7} = 2\ A$$
$$\tau = BIAN = 0.5 * 2 * \pi(0.1)^2 * 50 = 1.57\ N.m$$
$$B = \frac{\mu N I}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 50 \times 2}{2 \times 0.1} = 6.28 \times 10^{-4} T$$

---

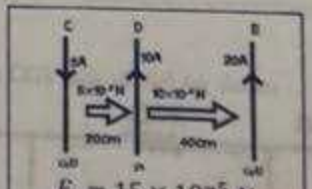
١٧) في الشكل ٣ أسلاك C,D,E متوازية وطويلة جدا وفي مستوى رأسي واحد. أحسب :

القوة المحصلة واتجاهها المؤثرة على وحدة الأطوال من السلك D عندما يكون :

١- تياره لأعلى ٢- تياره لأسفل

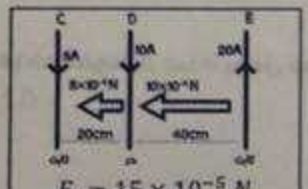


١-



$F_t = 15 \times 10^{-5}\ N$

يمينا في اتجاه السلك E



$F_t = 15 \times 10^{-5}\ N$

يسارا في اتجاه السلك C

$$F_{CD} = \frac{\mu I_C I_D L}{2\pi d_{CD}} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 10)}{(2\pi \times 0.2)} = 5 \times 10^{-5} N$$
$$F_{DE} = \frac{\mu I_E I_D L}{2\pi d_{ED}} = \frac{(4\pi \times 10^{-7} \times 5 \times 10)}{(2\pi \times 0.4)} = 10 \times 10^{-5}\ N$$

١٨) سلك مستقيم طوله 100m تم استخدامه في عمل ملف طوله 10cm وعرضه 20cm تم أمر فيه تيار شدته 2A أحسب :
أ) أقصى عزم ازدواج يتعرض له عندما يوضع في مجال مغناطيسي قدره 0.5T وبين وضع الملف عندئذ
ب) متى ينعدم عزم الازدواج ولماذا
ج) ما هو الشكل الهندسي الذي إذا تم لف الملف عليه بنفس عدد اللفات يكون عزم الازدواج أكبر ما يمكن واحسبه

$$N = \frac{L_{\text{سلك}}}{\text{محيط اللفة}} = \frac{100}{(20+30)\times 2\times 10^{-2}} = 100 \text{ لفة}$$

$$A = 0.2 \times 0.3 = 0.06\ m^2 \qquad I = 2A \qquad B = 0.5T$$

$$\tau = BIAN = 0.5 \times 2 \times 0.06 \times 100 = 6\ Nm$$

وعندئذ يكون الملف موازيا للمجال

ب) ينعدم عزم الازدواج عندما يكون مستوى الملف عمودي على المجال فتكون θ بين مستوى الملف والعمودي على المجال تساوي صفر فيكون العزم = صفر

ج) إذا اعيد لفه إلى ١٠٠ لفة دائرية يزداد عزم الازدواج لأن الدائرة هي الشكل الهندسي الذي له أكبر مساحة لنفس المحيط ولحساب مساحتها :

$$2\pi r = 1 \qquad \therefore r = \frac{1}{2\pi}$$

$$A = \pi r^2 = \frac{1}{4\pi} = \frac{7}{88} m^2$$

$$\tau = BIAN = 0.5 \times 2 \times \frac{7}{88} \times 100 = \frac{700}{88} = 7.95\ Nm$$

---

١٩) ملي أميتر مداه 10mA ومقاومته 50Ω أحسب :

أ) مقاومة المجزئ اللازم لكي يقيس تيار أقصاه 10 A

$$R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.01 \times 50}{10 - 0.01} = \frac{0.5}{0.99} = \frac{50}{99}\Omega$$

ب) مقاومة المجزئ اللازم لأنقاص حساسيته إلى السدس

$$\frac{\text{حساسية الأميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{R_S}{R_g + R_S} \qquad \frac{1}{6} = \frac{R_S}{50 + R_S} \qquad R_S = 10\Omega$$

ج) أقصى تيار يمكنه قياسه عندما يوصل بمجزئ2Ω

$$I = I_g + \frac{I_g R_g}{R_s} = 0.01 + \frac{0.01 \times 50}{2} = 0.26\ A$$

د) مقاومة المضاعف اللازم لكي يقيس فرق جهد أقصاه 5V

$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g} = \frac{5 - 0.01 \times 50}{0.01} = 450\Omega$$

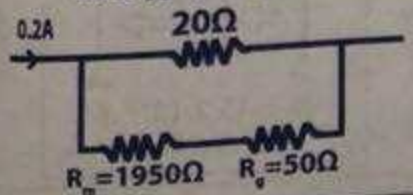
هـ) مقاومة المضاعف اللازم لتقل حساسية الفولتميتر إلى $\frac{1}{20}$

$$\frac{\text{حساسية الفولتميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{R_g}{R_g + R_m} \qquad \frac{1}{20} = \frac{50}{50 + R_m} \qquad R_m = 950\Omega$$

و) أقصى جهد يمكن قياسه عندما يوصل بمضاعف 1450Ω

$$V = I_g(R_g + R_m) = 0.01(50 + 1450) = 15V$$

ز) قراءته كفولتميتر عندما يوصل معه مضاعف 1950Ω عندما يوصل بعد ذلك بين طرفيه مقاومة 20Ω ويمر بالدائرة تيار شدته 0.2 A



$$V = IR_{\text{مجموعة}} = 0.2 \times \frac{20 \times 2000}{20 + 2000} = 3.96\ V$$

٢٠) جلفانومتر مقاومته 50Ω يتحمل تيار أقصاه $0.1A$ تم توصيله بمقاومة 250Ω على التوالي حتى يكونا معا جهازا واحد . احسب قيمة مجزئ التيار الواجب توصيله مع هذا الجهاز حتى يقيس تيار $5A$

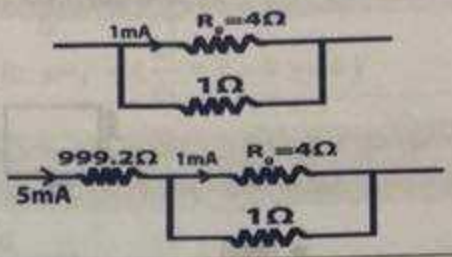
$$R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.1 \times 300}{5 - 0.1} = 6.12\Omega$$

---

٢١) (تحويل الأميتر إلى فولتميتر) جلفانومتر حساس مقاومة ملفه 4Ω وأقصى تيار يتحمله $1mA$ وصل ملفه بمقاومة على التوازي مقدارها 1Ω ليكونا معا جهازا واحدا. ثم وصل هذا الجهاز على التوالي بمقاومة مقدارها 999.2Ω ليستخدم كفولتميتر أحسب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه هذا الفولتميتر

$$I_A = I_g + \frac{I_g R_g}{R_s} = 10^{-3} + \frac{10^{-3} \times 4}{1} = 5mA$$

$$V_{max} = I_A(R_A + R_m) = 5 \times 10^{-3}\left(\frac{4 \times 1}{4+1} + 999.2\right) = 5V$$



---

٢٢) ميكرو أميتر مقاومته 200Ω ومداه $500\mu A$ وبطارية $2V$ ومقاومته $5\ \Omega$ يراد تحويلهم للأوميتر أحسب :

أ) المقاومة الواجب توصيلها معهم لتحويله إلى أوميتر

$$R_{\text{أوميتر}} = \frac{V_B}{I_{\text{كلي}}} = \frac{2}{500 \times 10^{-6}} = 4000\Omega$$

معنا منهم $205\ \Omega$ ، نحتاج لمقاومة $3795\ \Omega$

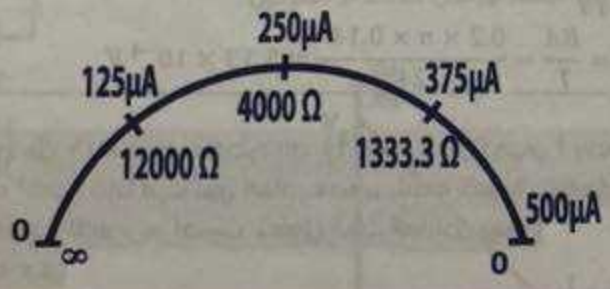
ب) المقاومة التي لو وصلت معه لأنحرف مؤشره إلى ربع التدريج

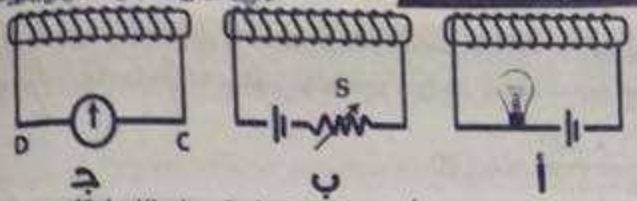
$$\frac{I_{\text{جزئي}}}{I_{\text{كلي}}} = \frac{R_{\text{أوميتر}}}{R_{\text{أوميتر}} + R_X} \qquad \frac{1}{4} = \frac{4000}{4000 + R_X} \qquad R_X = 12000\Omega$$

جـ) شدة التيار في الجهاز عندما يوصل معه مقاومة $16000\ \Omega$

$$I = \frac{V_B}{R_{\text{أوميتر}} + R_X} = \frac{2}{4000 + 16000} = 1 \times 10^{-4}A$$

د) أرسم تدريج هذا الأوميتر





ج ب أ

٢٣) عند زيادة الريوستات ماذا يحدث ثم أذكر السبب

أولا : لأضاءة المصباح

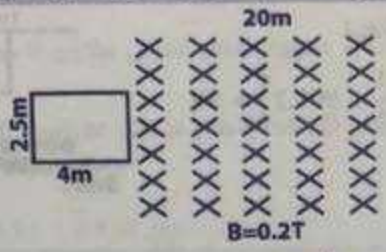
ثانيا : اتجاه التيار المار عبر الجلفانومتر

اضاءة المصباح سوف تزداد لحظيا (التفسير تتولد ق.د.ك مستحثة لحظية في الملف أ في نفس اتجاه ق.د.ك الاصلية)

اتجاه التيار المار عبر الجلفانومتر من C إلى D : التفسير تتولد ق.د.ك مستحثة لحظية في الملف ج ويكون القطب P شمالي والتيار مع عقارب الساعة

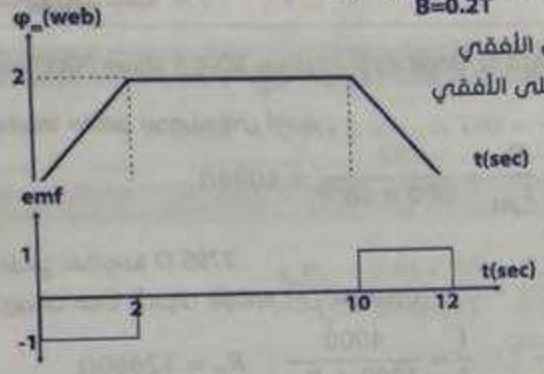
---

٢٤) في الشكل المقابل يتحرك الاطار المستطيل المعدني عموديا على المجال بسرعة 2m/s



أ)أرسم علاقة بين φ_m على الرأسي والزمن على الأفقي

ب) أرسم علاقة بين emf على الرأسي والزمن على الأفقي



---

٢٥) سلك طوله 14cm مثبت من احد طرفيه ويدور افقيا حول نقطة التثبيت بسرعة 15deg/s بحيث يقطع فيض منتظم عموديا عليه شدته 0.2T احسب emf المتولدة فيه

$$T = \frac{360}{15} = 24s$$

$$emf = \frac{BA}{T} = \frac{0.2 \times \pi \times 0.14^2}{24} = 5.13 \times 10^{-4}\,V$$

---

٢٦) ملف دائري كبير مكون من ٧ لفات نصف قطره 11 cm ويمر به تيار كهربي I وضع في مركزه ملف صغير مقاومته 50 Ω مكون من ١٠ لفات مساحته 5 cm^2 فإذا مرت في الملف الصغير شحنة كهربية ٢٠٠ نانوكولوم ، احسب شدة التيار I المار في الملف الكبير عندما يقلب الملف الكبير . ثم احسب معامل الحث المتبادل بينهما (علما بأن $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ w/A.m)

$$emf = -N_{صغير}\frac{\Delta B_{كبير} A_{صغير}}{\Delta t} = I_{صغير} R_{صغير} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \times R$$

$$-10 \times \left(-2B_{كبير}\right) \times 5 \times 10^{-4} = 20 \times 10^{-9} \times 50$$

$$B_{كبير} = \left(\frac{\mu N I}{2r}\right)_{كبير} = 10^{-4}\,T \qquad I_{كبير} = \frac{10^{-4} \times 2 \times 0.11}{4\pi \times 10^{-7} \times 7} = 2.5\,A$$

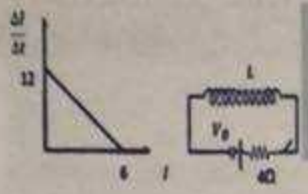
$$M = \frac{N_{صغير} B_{كبير} A_{صغير}}{I_{كبير}} = \frac{10 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-4}}{2.5} = 2 \times 10^{-7}\,H$$

---

٢٧) يمكن تمثيل العلاقة بين معدل نمو التيار بالنسبة للزمن وشدة التيار الكهربي للدائرة المقابلة بعد اغلاق المفتاح كما في الشكل التالي. أحسب :

١- القوة الدافعة الكهربية للمصدر

٢- القوة الدافعة المستحثة المتولدة في ملف الحث عندما تكون شدة التيار 2A



$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B}{L} - \frac{IR}{L} \qquad 0 = \frac{V_B}{L} - \frac{4 \times 6}{L} \qquad V_B = 24\,V$$

$$\frac{V_B}{L} = 12 \qquad L = \frac{24}{12} = 2H \qquad I = 2 \qquad \therefore \frac{\Delta I}{\Delta t} = 12 - \frac{4}{2} \times 2 = 8\,A/sec$$

$$emf = V_B - IR = 24 - 2 \times 4 = 16\,V \quad OR: \quad emf = L\frac{\Delta I}{\Delta t} = 2 \times 8 = 16\,V$$

---

٢٨) ملف معامل حثه الذاتي 0.6H ومقاومته 15Ω وصل ببطارية 120V مقاومتها الداخلية مهملة احسب معدل نمو التيار في الملف لحظة التوصيل ولحظة وصوله إلى 80% من قيمته العظمى

$$I_{max} = \frac{V_B}{R} = \frac{120}{15} = 8A$$

$$I_{لحظي}R = V_B - L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B - I_{لحظي}R}{L}$$

لحظة التوصيل $I_{لحظي} = 0$

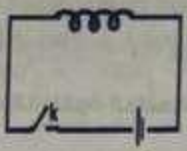
$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{120 - (0 \times 15)}{0.6} = 200\,A/s$$

لحظة وصول التيار 80% من قيمته العظمى

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{120 - (6.4 \times 15)}{0.6} = 40\frac{A}{s}$$

ملاحظات على نمو التيار:

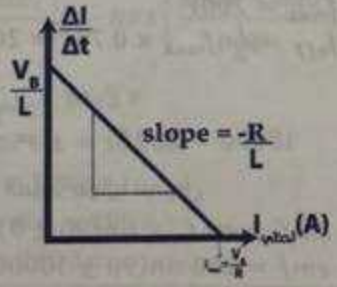
عند غلق المفتاح في تلك الدائرة تتولد ق.د.ك مستحثة عكسية في الملف تساوي V_B (لأنها تكون رد فعل لها ثم تتناقص تدريجيا حتى تنعدم ويمكن استخدام القوانين الاتية في فترة نمو التيار



$$V_{لحظي} = V_B - emf$$

$$I_{لحظي}R = V_B - L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B}{L} - \frac{I_{لحظي}R}{L}$$

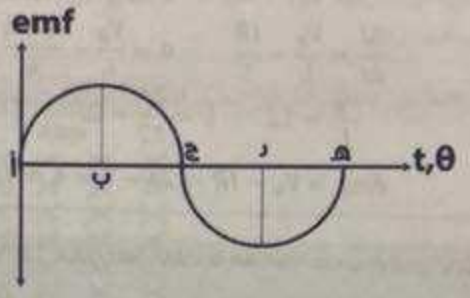


ويمكن تمثيل العلاقة بيانيا كالآتي

---

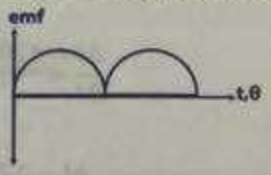
٢٩) يمثل الشكل الاتي العلاقة بين كل من emf الناتجة من الدينامو على المحور الرأسي و $\theta.t$ على الأفقي من الرسم أكمل الجدول الاتي

	θ	t	φ_m	emf	I
ا	0	0	max	0	0
ب	90	$\frac{1}{4}T$	0	max	max
ج	180	$\frac{1}{2}T$	- max	0	0
د	270	$\frac{3}{4}T$	0	- max	- max
هـ	360	T	max	0	0



خلال	متوسط emf
اب	$\frac{2}{\pi} emf_{max}$
اجـ	$\frac{2}{\pi} emf_{max}$
اد	$\frac{2}{3\pi} emf_{max}$
اهـ	zero

ملحوظة : في حالة التيار موحد الاتجاه يكون متوسط ق.د.ك في ربع دورة = في نصف دورة = في ثلاث ارباع دورة = في دورة كاملة $\frac{2}{\pi} emf_{max}$



---

٣٠) إذا كانت القوة الدافعة المستحثة المترددة الناتجة عن دوران ملف في مجال مغناطيسي تعطي من العلاقة $emf = 200\sin(18000t)$ أحسب :

ا) القيمة الفعالة للقوة الدافعة المستحثة

$$emf_{max} = 200V$$
$$emf_{eff} = emf_{max} \times 0.707 = 200 \times 0.707 = 141.4\,V$$

ب) التردد

$$18000 = 360f \qquad f = \frac{18000}{360} = 50Hz$$

جـ) ق.د.ك بعد $5ms$ من الوضع الذي يكون فيه مستوى الملف موازيا للمجال

$$emf = emf_{max}\sin(90 \pm \theta)$$
$$emf = 200\sin(90 \pm 18000 \times 0.005) = zero$$

---

(٣) ملف عدد لفاته ١٠٠ لفة أبعاده 30 cm , 20 cm يدور بمعدل ٣٠٠٠ دورة كل دقيقة في مجال مغناطيسي شدته 0.1 T ، احسب :

أ) ق.د.ك العظمى . ب) ق.د.ك الفعالة . جـ) ق.د.ك بعد ١/٦ دورة بدءا من وضع العظمى .

د) ق.د.ك بعد ٠,٠٠٥ ثانية من وضع الصفر .

هـ) الزمن اللازم لوصول ق.د.ك إلى نصف العظمى في الاتجاه الموجب لأول مرة ولثاني مرة ، وفي السالب لأول مرة ولثاني مرة .

و) متوسط ق.د.ك خلال ١/٦ دورة بدءا من وضع الصفر .

ز) متوسط ق.د.ك خلال ١/٦ دورة بدءا من وضع العظمى .

ح) عدد مرات الوصول للصفر في الثانية .

ط) عدد مرات الوصول للعظمى في الثانية .

ي) عدد مرات الوصول لنصف العظمى في الثانية .

ك) عدد مرات الوصول للفعالة في الثانية .

ل) القدرة المستنفذة في مقاومة قدرها R

م) كمية الحرارة المتولدة في هذه المقاومة خلال دورة كاملة .

$$a)\ emf_{max} = -NBA\omega = 100 * 0.1 * 0.06 * 2\pi * 50 = 60\pi\ V$$

$$b)\ emf_{eff} = emf_{max} * 0.707 = 60\pi * \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{60}{\sqrt{2}}\pi\ V$$

$$c)\ emf = emf_{max} sin\theta = 60\pi \sin(150°) = 30\pi\ V$$

$$d)\ emf = emf_{max} \sin(360vt) = 60\pi \sin(360 * 50 * 0.005) = 60\pi\ V$$

$$e)\ emf = \frac{1}{2} emf_{max} = emf_{max} sin\theta$$

$$\rightarrow sin\theta = \pm\frac{1}{2}$$

$$\therefore\ \theta = 30°\quad 150°\quad 210°\quad 330°$$

$$\theta = 360vt \rightarrow t = \frac{\theta}{360vt}$$

$$t_1 = \frac{30}{360*50} = \frac{1}{600}\ sec$$

$$t_2 = \frac{150}{360 * 50} = \frac{1}{120}\ sec$$

$$t_3 = \frac{210}{360*50} = \frac{7}{600}\ sec$$

$$t_4 = \frac{330}{360*50} = \frac{11}{600}\ sec$$

$$f)\ emf_{\frac{1}{6}} = -NBA\left(\frac{sin\theta_2 - sin\theta_1}{\frac{1}{6}T}\right) = -NBA\left(\frac{sin150 - sin90}{\frac{1}{6}T}\right) = 3NBA\omega = \frac{1.5}{\pi} emf_{max} = \frac{1.5}{\pi} * 60\pi = 90\,V$$

$$g)\ emf_{\frac{1}{6}} = -NBA\left(\frac{sin\theta_2 - sin\theta_1}{\frac{1}{6}T}\right) = -NBA\left(\frac{sin60 - sin0}{\frac{1}{6}T}\right) = 3\sqrt{3}NBAv\frac{2\pi}{2\pi}$$

$$= \frac{1.5\sqrt{3}}{\pi} NBA\omega = \frac{1.5\sqrt{3}}{\pi} emf_{max} = 90\sqrt{3}\,V$$

$h)$ عدد مرات الوصول للصفر في الثانية $= 2N + 1 = 2vt + 1 = 101$ مرة

$i)$ عدد مرات الوصول للعظمى في الثانية $= 2N = 2vt = 100$ مرة

$j)$ عدد مرات الوصول لنصف العظمى في الثانية $= 4N = 4vt = 200$ مرة

$k)$ عدد مرات الوصول للفعالة في الثانية $= 4N = 4vt = 200$ مرة

$$l)\ P_w = V_{eff} I_{eff} = I_{eff}^2 R = \frac{V_{eff}^2}{R}$$

$$m)\ Q_{th} = W = V_{eff} I_{eff} t = I_{eff}^2 Rt = \frac{V_{eff}^2}{R} t$$

حيث T=t الزمن الدوري (زمن دورة كاملة) t=0.02 sec

٣٢) جهاز يعمل على فرق جهد 550V وتردده 50Hz يستمد هذا الجهد عن طريق محول رافع يتصل ملفه الابتدائي بطرفي دينامو تيار متردد أبعاد ملفه 10cm , 20cm وكثافة فيضه 0.14T عدد لفاته تساوي نصف عدد لفات الملف الابتدائي احسب عدد لفات الثانوي

$$V_P = emf_{Dinamo} = NBA\omega$$
$$V_s = V_{جهاز} = 550\ V$$
$$V_p = 0.5\ N_P \times 0.14 \times 0.1 \times 0.2 \times 2\pi \times 50 = 0.44\ N_P$$
$$\frac{N_S}{N_P} = \frac{V_S}{V_P} \qquad N_S = \frac{V_S N_P}{V_P} = \frac{550 N_P}{0.44 N_P} = 1250 \text{ لفة}$$

---

٣٣) محول كهربي كفاءته 80% له ملفان ثانويان احدهما يتصل بجهاز مكتوب عليه (0.4A,5V) والآخر بجهاز مكتوب عليه (0.6A ,10V) فإذا كان جهد الدخل 200V أحسب كل من تيار الدخل وعدد لفات كل من الملفين الثانويين إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي 1280 لفة

$$\eta = \frac{(Pws_1 + P_{Ws_2})}{P_{W_P}} \times 100\% = \frac{(Vs_1 Is_1 + Vs_2 Is_2)}{V_P I_P} \times 100\% = \frac{(Vs_1 + Vs_2) N_P}{V_P (N_{s1} + N_{s2})} \times 100\%$$
$$80 = \frac{(0.4 \times 5) + (0.6 \times 10)}{200 I_P} \times 100 = \frac{(5 + 10) \times 1280}{200 (N_{s1} + N_{s2})}$$
$$I_P = 0.05\ A \qquad N_{s1} + N_{s2} = 120 \qquad \frac{N_{S1}}{N_{S2}} = \frac{V_{S1}}{V_{S2}} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$$
$$N_{S1} = 40 \qquad N_{S2} = 80$$

---

٣٤) إذا كانت قدرة إحدى محطات توليد الكهرباء 10^5 KW وتعمل هذه المحطة على فرق جهد قدره $5x10^4$ V فإذا أردنا نقل طاقة كهربية من هذه المحطة إلى أماكن توزيع تبعد عنها بمقدار 1000 Km عبر أسلاك نقل مقاومة 1 Km منها 0.25 Ω فهل من الأفضل نقل الطاقة الكهربية عند فرق جهد المحطة أم رفعه إلى $5x10^6$ V قبل نقله ؟

$R_{الأسلاك} = 2 * 1000 * 0.25 = 500\ \Omega$

* عند فرق جهد $5x10^4$ V

$$I = \frac{P_w}{V} = \frac{10^5 * 10^3}{5 * 10^4} = 2000\ A$$
$$\text{القدرة المفقودة} = I^2 R = (2000)^2 * 500 = 2 * 10^9\ W$$

* عند فرق جهد $5x10^6$ V

$$I = \frac{P_w}{V} = \frac{10^5 * 10^3}{5 * 10^6} = 20\ A$$
$$\text{القدرة المفقودة} = I^2 R = (20)^2 * 500 = 2 * 10^5\ W$$

وبذلك يفضل رفع الجهد إلى $5x10^6$ V لأن الفقد في القدرة يكون أقل .

٣٥- (دليل التقويم) القدرة المتولدة من محطة قوى كهربية 100 كيلو وات بفرق جهد 20عند طرفي المحطة. ويوجد محول كهربي عند المحطة والنسبة بين عدد لفات ملفية 5:1 . أوجد كفاءة النقل إذا استخدم لنقل هذه القدرة أسلاك مقاومتها 4Ω

$$I_p = \frac{Pw_P}{V_p} = \frac{100 \times 10^3}{200} = 500A \qquad \frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p} \qquad \frac{500}{I_s} = \frac{5}{1} \qquad I_S = 100A$$
$$P_{w_{استهلاك}} = P_{w_{متولدة}} - P_{w_{مفقودة}} = (100 \times 10^3) - ((100)^2 \times 4) = 6 \times 10^4\ watt$$
$$\eta_{كفاءة} = \frac{P_{w_{استهلاك}}}{P_{w_{متولدة}}} \times 100 = \frac{6 \times 10^4}{100 \times 10^3} \times 100 = 60\%$$

٣٦- محطة كهرباء قدرتها 1Mwatt تعمل المحولات بها بجهد 200V ثم تمر الكهرباء على محول النسبة بين عدد لفاته 10:1 ثم محول آخر نسبة لفاته 10:1 ثم تمر خلال شبكة نقل مقاومة الكيلومتر الواحد منها 1Ω وكانت المسافة 20kΩ احسب:

١-الجهد المفقود في الاسلاك

٢-القدرة المفقودة في الاسلاك

٣-كفاءة النقل

٤-نوع المحول والنسبة بين لفات ملفيه وشدة التيار الناتج منه لكي تستخدم الكهرباء عند أماكن الاستهلاك لتشغيل أجهزة تعمل على 220V

أولا : أنواع المحولات عند المحطات رافعة للجهد ولأنه لم يذكر الكفاءة ستكون 100% لذلك ستخرج الكهرباء من تلك المحولات

$P_w = 1 \times 10^6\ watt \qquad V = 20000V \qquad I = 50A$

وسيكون هذا التيار هو المار في اسلاك النقل ومقاومة الأسلاك

البعد بين المحطة واماكن الاستهلاك

$R_{\text{اسلاك}} = R_{km} \times 2 \times$

$R = 1 \times 2 \times 20 = 40\Omega$

$V_{\text{مفقود}} = IR_{\text{اسلاك}} = 50 \times 40 = 2000V$

$P_{w_{\text{مفقود}}} = I^2 R_{\text{اسلاك}} = 50^2 \times 40 = 100000\ watt$

$$\text{كفاءةالنقل} = \frac{P_{w_{\text{استهلاك}}}}{P_{w_{\text{توليد}}}} \times 100\% = \frac{P_{w_{\text{توليد}}} - P_{w_{\text{مفقود}}}}{P_{w_{\text{توليد}}}} \times 100\% = \frac{10^6 - 100000}{10^6} \times 100\% = 90\%$$

عند أماكن الاستهلاك للبد ان تكون المحولات خافضة للجهد

$V_p = V_{\text{توليد}} - V_{\text{مفقود}} = 20000 - 2000 = 18000\ V$

$V_s = 220\ \text{V}$

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{220}{18000} = \frac{11}{900}$$

$$I_s = \frac{P_{w_{\text{استهلاك}}}}{V_s} = \frac{900000}{220} = 4090.9\ A$$

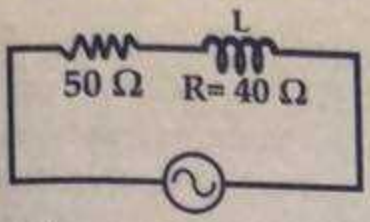
---

٣٧) محرك كهربي وصل ببطارية 20V فإذا كان ملفه يحتاج 4A أحسب قيمة emf العكسية اللازم وجودها حتى لا يحترق الملف علما بأن مقاومته 3Ω ثم احسب قيمة المقاومة الواجب توصيلها مع الملف في بداية التشغيل حتي لا يحترق الملف

$$I_{\text{ملف}} = \frac{V_B - emf}{R_{\text{ملف}}} = \frac{V_B}{R_{\text{ملف}} + R_{\text{مؤقت}}}$$

$$4 = \frac{20 - emf}{3} = \frac{20}{3 + R_{\text{مؤقت}}}$$

$emf = 8V \qquad R_{\text{مؤقت}} = 2\Omega$



٣٨) في الدائرة الموضحة مقاومة 50Ω وملف مقاومته 40Ω فإذا كان فرق الجهد بين طرفي الملف = فرق الجهد بين طرفي المقاومة وتردد المصدر 50Hz والقوة الدافعة له $\sqrt{90}\ V$ أوجد :

أ- معامل الحث الذاتي

$$V_R = V_L \qquad R = Z_L \qquad \therefore 50 = \sqrt{40^2 + X_L^2} \qquad X_L = 30\Omega$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{30}{100\pi} H$$

ب- شدة التيار المار

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{\sqrt{90}}{\sqrt{90^2 + 30^2}} = 0.1\ A$$

ج- ق.د.ك لمصدر مستمر يعطي نفس التيار

$$V_B = IR = 0.1 \times 90 = 9V$$

د- كيف تجعل زاوية الطور صفر

لكي تكون زاوية الطور صفر لابد أن تكون $X_c = X_L$ أي نستخدم مكثف

$$X_c = X_L = 30 = \frac{1}{2\pi fc}$$

$$c = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 30} = \frac{1}{3000\pi} F$$

هـ- كيف تجعل زاوية الطور صفر دون تغيير التيار

نضيف نفس المكثف السابق ولكن للحفاظ على I يجب الحفاظ على Z بإضافة R حيث :

$$R = \sqrt{90^2 + 30^2} - 90 = 4.868\ \Omega$$

---

٣٩) مصدر تيار متردد تردده 50Hz يتصل على التوالي مع ملف حث مفاعلته 318.8 Ω ومكثف C_1 سعته 5μF ومقاومة أومية 15 Ω علما بأن (π=3.14)

أوجد زاوية الطور بين الجهد الكلي والتيار في الدائرة . وكيف تجعل زاوية الطور تساوي صفر بطريقتين مختلفتين

$$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 5 \times 10^{-6}}$$

$$tan\theta = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{318.8 - 636.94}{15} = -21.2$$

$$\theta = -87.3$$

يتأخر فرق الجهد الكلي عن التيار الكلي بزاوية 87.3° ولكي تكون زاوية الطور صفر لدينا طريقتين

أ) إضافة ملف على التوالي مع الملف الاول حيث :

$$X_{L2} = X_C - X_{L1} = 6.36.94 - 318.8 = 318.4\Omega$$

ب) إضافة مكثف على التوازي مع المكثف الأول حيث :

$$X_{Ct} = X_L = \frac{X_{C1}\, X_{C2}}{X_{C1} + X_{C2}} \qquad 318.8 = \frac{636.94\ X_{C2}}{636.94 + X_{C2}}$$

$$X_{C2} = 636.94\ \Omega \qquad C_2 = 5\mu F$$

---

٤) مصدر متردد $(50Hz\ ,220V)$ في دائرة مقاومة أومية 40Ω وملف حث مفاعلته 30Ω ومكثف مفاعلته 60Ω أحسب ما يلي :

١) معامل الحث الذاتي للملف

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{30}{2\pi \times 50} = 0.095H$$

٢) سعة المكثف

$$C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 60} = 5.3 \times 10^{-5}F$$

٣) المعاوقة الكلية في هذه الدائرة

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{40^2 + (30 - 60)^2} = 50\Omega$$

٤) شدة التيار في هذه الدائرة

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{220}{50} = 4.4A$$

٥) أقصى شحنة يمكن أن تتواجد على أحد لوحي المكثف

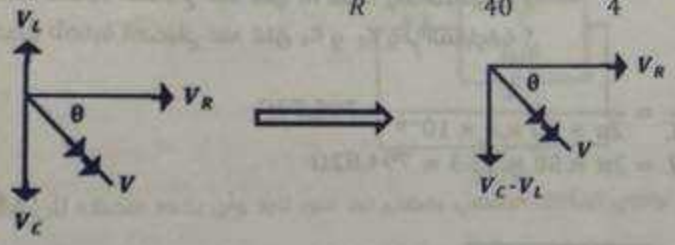
$$Q_{max} = C \times V_{max} = 5.3 \times 10^{-5} \times \left(4.4 \times 60\sqrt{2}\right) = 0.019\ C$$

٦) زاوية الطور وخصائص الدائرة

$$tn\theta = \frac{(X_L - X_C)}{R} = \frac{30 - 60}{40} = -\frac{3}{4} \qquad \theta = -36.87°$$

الدائرة لها خصائص سعوية حيث $X_L < X_C$

٧) ارسم مخطط الجهد لهذه الدائرة



٨) القدرة المستنفذة في تلك الدائرة

$$P_w = I_{eff}^2 R = 4.4^2 \times 40 = 774.4\ Watt$$

٩) كيف يمكن أن تجعل زاوية الطور تساوي صفر بطريقتين مختلفتين

أ) بتوصيل ملف حث على التوالي مفاعلته 30Ω بحيث يكون $X_L = X_C$

ب) بتوصيل مكثف على التوازي مع المكثف الموجود مفاعلته $60\ \Omega$ بحيث يكون $X_L = X_C$

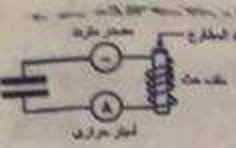
١٠) كيف يمكن أن تجعل زاوية الطور تساوي صفر بطريقتين مختلفتين مع عدم تغيير شدة التيار

أ) بتوصيل ملف حث على التوالي مفاعلته 30Ω بحيث يكون $X_L = X_C$ وتوصيل مقاومة أومية قيمتها

$Z\text{-}R=50\text{-}40=10\ \Omega$

ب) بتوصيل مكثف على التوازي مع المكثف الموجود مفاعلته $60\ \Omega$ بحيث يكون $X_L = X_C$ وتوصيل مقاومة أومية قيمتها Ω

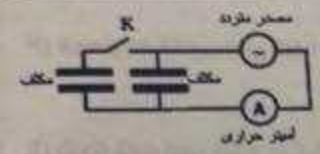
$Z\text{-}R=50\text{-}40=10$



E1) (بوكليت الوزارة) الدائرة المبينة بالشكل في حالة رنين : ماذا يحدث لقراءة الأميتر الحراري عند نزع ساق الحديد المطاوع من ملف الحث ، علل لأجابتك

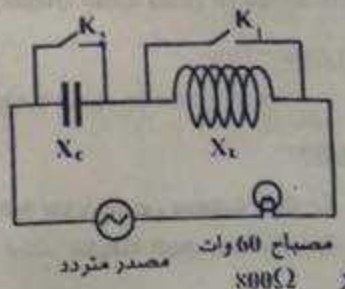
في حالة الرنين تكون المعاوقة أقل قيمة لها وهي $Z=R$ حيث يكون الفرق بين المفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية مساويا للصفر. عند نزع ساق الجديد تقل قيمة النفاذية المغناطيسية للملف وبالتالي تقل قيمة معامل الحث الذاتي حيث $L=\frac{\mu AN^2}{l}$ فتقل قيمة المفاعلة الحثية للملف وبالتالي يزداد الفرق بين قيمة كل من المفاعلة الحثية والمفاعلة السعوية فتزداد قيمة المعاوقة الكلية حيث $Z=\sqrt{R^2-(X_L-X_C)^2}$ فتقل قيمة التيار المار في الدائرة وتقل قراءة الأميتر الحراري

E2) (بوكليت الوزارة) ماذا يحدث لقراءة الأميتر الحراري عند غلق المفتاح K علل لأجابتك



عند غلق المفتاح k تقل المفاعلة السعوية الكلية لأننا قمنا بتوصيل المكثفين على التوازي فيزداد التيار الكلي المار في الدائرة وبالتالي تزداد قراءة الأميتر الحراري

E3) في الدائرة الموضحة بالشكل مصدر كهربي متردد تردده 50Hz وقوته الدافعة 220 V ومكثف سعته 4 μF وملف حثه الذاتي 2.53H احسب:



١-المفاعلة السعوية

٢- المفاعلة الحثية

٣-ماذا يحدث لأضاءة المصباح عند غلق K_1 فقط وما المعاوقة ؟

٤- ماذا يحدث لأضاءة المصباح عند غلق K_2 فقط وما المعاوقة ؟

٥- ماذا يحدث لأضاءة المصباح عند غلق K_1 و K_2 وما المعاوقة ؟

$$X_c=\frac{1}{2\pi fC}=\frac{1}{2\pi\times 50\times 4\times 10^{-6}}=795.77\Omega$$

$$X_L=2\pi fL=2\pi\times 50\times 2.53=794.82\Omega$$

* عند غلق K_1

$$Z=\sqrt{794.82^2+800^2}=1127.7\ \Omega$$

$$I=0.19\ A \quad < \quad I_{\text{للمصباح}}$$

∴ تقل إضاءة المصباح

* عند غلق K_2

$$Z=\sqrt{795.77^2+800^2}=1128.38\ \Omega$$

$$I=0.19\ A \quad < \quad I_{\text{للمصباح}}$$

∴ تقل إضاءة المصباح

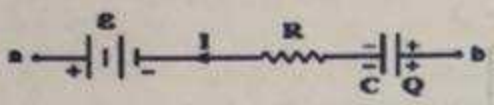
* عند غلق K_1 ، K_2

$$Z=R=800\ \Omega$$

$$I=\frac{220}{800}=0.28\ A \quad > \quad I_{\text{للمصباح}}$$

∴ تزداد إضاءة المصباح

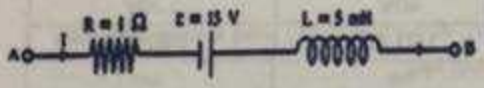
٤٤) في جزء الدائرة الموضح امامك اذا كانت R=4k Ω , C=3mF , E=15 V , Q=12 mC وشدة التيار I= 2mA فاحسب فرق الجهد V_b-V_a



$$Va = V$$
$$V_b = V - 15 + (2 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{3}) + \frac{12 \times 10^{-3}}{3 \times 10^{-3}} = V - 3$$
$$V_b - V_a = V - 3 - V = -3V$$

---

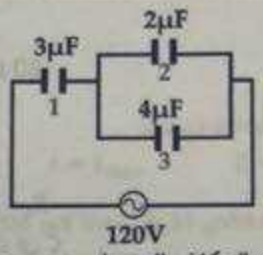
٤٥) في الدائرة الموضحة أمامك إذا كانت شدة التيار 5A وتتناقص بمعدل $10^3\ A.s^{-1}$ أوجد فرق الجهد بين النقطتين a , b



$$V_a = V$$
$$V_b = V - 5 \times 1 + 15 + (5 \times 10^{-3} \times 10^{-3}) = V + 15$$
$$V_{ab} = (V + 15) - V = 15\ V$$

---

٤٦) مكثفات مع مصدر متردد :

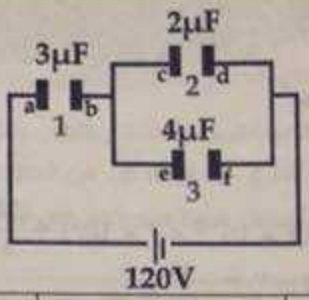


ملحوظة هامة : عندما يطلب الشحنة على أحد لوحي المكثف المتصل بمصدر تيار متر لابد وأن يحدد اللحظة لأن الشحنة تختلف من لحظة لأخرى

	1	2	3	total
C	3μF	2 μF	4 μF	2 μF
V	80V	40V	40V	120V
Q_{max}	$240\sqrt{2}$ μC	$80\sqrt{2}$ μC	$160\sqrt{2}$ μC	240 μC
X_C	$\frac{10000}{3}\Omega$	$\frac{10000}{2}\Omega$	$\frac{10000}{4}\Omega$	$\frac{10000}{2}\Omega$
I	0.024A	0.008A	0.016A	0.024A

لكي نحصل على أقصى شحنة للمكثف المتصل بمصدر متردد Q_{max} لابد أن نحسب V_{max} للمكثف أولا
ثم نحسب $Q_{max} = V_{max} \times C$

E٧) مكثفات مع مصدر مستمر :



	1	2	3	total
C	3μF	2 μF	4 μF	2 μF
V	80V	40V	40V	120V
Q_{max}	240 μC	80 μC	160 μC	240 μC
X_C	∞	∞	∞	∞
I	0	0	0	0

ملحوظة :

اللوح a يحمل شحنة 240 μC+ واللوح b شحنة 240 μC-

اللوحين C,E يحملان شحنة مجموعهم 240 μC+ واللوحين D,f يحملان 240 μC-

وتقسم الشحنات بنفس نسب السعة C :

نجد أن اللوح C يحمل 80 μC+ واللوح d يحمل 80 μC-

واللوح E يحمل 60 μC+ واللوح f يحمل 60 μC-

ملاحظات توصيل المكثفات على التوالي :

- يقسم الجهد على المكثفات المتوالية بنفس نسب ال X_C
- يقسم الجهد على المكثفات المتوالية بنسب مقلوبات ال C

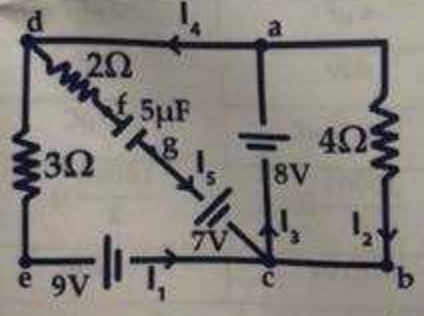
ملاحظات توصيل المكثفات على التوازي :

- يقسم الشحنات على المكثفات المتوازية بنفس نسب ال C
- يقسم التيار على المكثفات المتوازية بنسب مقلوبات ال X_C

E٨) مستخدما الدائرة الكهربية المبينة بالشكل : أوجد عند تمام شحن المكثف :

١) I_1, I_2, I_3, I_4, I_5

٢) الشحنة المترسبة على أحد لوحي المكثف ثم حدد اللوح السالب للمكثف



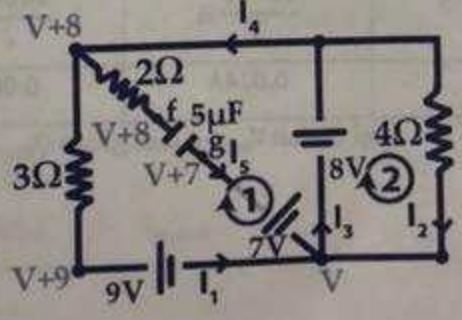
$Loop1: \quad 1 = -3I_1 \quad I_1 = -\frac{1}{3}A = I_4$

$Loop2: \; 8 = 4I_2 \quad I_2 = 2A$

$I_3 = -\frac{1}{3} + 2 = \frac{5}{3}A$

$I_5 = 0$

$Q = CV = 5 \times 10^{-6} \times 1 = 5\mu C$



اللوح السالب هو اللوح g

قوانين الدائرة المهتزة :-

عندما تهتز الدائرة بالتردد الطبيعي فإنها تهتز بالتردد الذي يجعل التيار أكبر ما يمكن أي يجعل المعاوقة أقل مايمكن وبالتالي

$$X_L = X_C \qquad \therefore 2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$$

التردد الطبيعي للدائرة المهتزة $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

ملاحظات : ١) يمكن التحكم في التردد الطبيعي للدائرة المهتزة عن طريق التحكم في C,L لذلك نستخدم مكثف متغير السعة وملف يمكن التحكم في عدد لفاته

٢) للمقارنة بين ترددين طبيعيين لدائرة مهتزة : $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{L_2 C_2}{L_1 C_1}}$

٣) عندما نقوم بأرجحة طفل على ارجوحة نختار اللحظات المناسبة لدفعها حتى تزداد سعة الاهتزازة بها وبالتالي تكون هذه اللحظات متوافقة مع ترددها الطبيعي .. أي أنه عندما يقوم مذبذب بالتأثير على متذبذب وكان تردد المذبذب مساوي لتردد المتذبذب فإن ساعة الاهتزازة تزداد وتسمى هذه الحالة بحالة الرنين

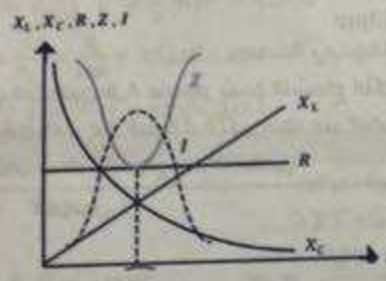
٤) بالمثل عندما يتصل مصدر متردد بدائرة مهتزة ويكون تردد المصدر مساوي للتردد الطبيعي للدائرة المهتزة فإن سعة الاهتزازة للالكترونات في الدائرة تكون أكبر ما يمكن وبالتالي يزداد التيار إلى أكبر ما يمكن وتسمى هذه الحالة بحالة الرنين

$$f_{مصدر} = f_{طبيعي} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

٥) وبالتالي يمكن الوصول إلى حالة الرنين كما يلي :

أ- تبديل تردد المصدر ليتساوى مع التردد الطبيعي للدائرة

ب- تعديل التردد الطبيعي للدائرة ليتساوى مع تردد المصدر ويتم هذا اما :



١- بتعديل L $\quad L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C}$

٢- بتعديل C $\quad C = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L}$

شرط الرنين : أن يتساوى تردد المصدر مع التردد الطبيعي للدائرة المهتزة

نتائج الرنين : $tan\theta = 0 \quad . \quad X_L = X_C \quad . \quad Z = R \quad I = I_{max}$

٦) - عند الترددات المنخفضة تكون X_C كبيرة و X_L صغيرة وبالتالي الفرق بينهما كبير فتكون Z كبيرة ويقل التيار

- وكلما زاد التردد مقتربا من تردد الرنين تقل X_C وتزداد X_L ويقل الفرق بينهما وتقل Z ويزداد التيار

-وعند تردد الرنين $X_L = X_C \, . \, Z = R \, . \, I = I_{max}$

- وعندما يزداد التردد عن تردد الرنين تزداد X_L وتقل X_C ويزداد الفرق بينها وتزداد Z ويقل التيار

٧) لا تستهلك قدرة في دائرة التيار المتردد الا في المقاومة الأومية لأن الملف يختزن الطاقة في صورة مجال مغناطيسي ثم يعيدها للمصدر عن التفريغ . والمكثف يختزن الطاقة في صورة مجال كهربي ثم يعيدها للمصدر عند التفريغ

(الياباني) يتصل الملف الابتدائي لمحول كهربي بمصدر تيار متردد متغير الجهد . وسجلت قيم الجهد الكهربي عبر كل لفة من لفات ملفه الابتدائي V_1 وأيضا الجهد الكهربي عبر كل لفة من لفات ملفه الثانوي V_2 في الجدول التالي :
(مع اهمال اثر التغير في درجة حرارة المحول اثناء التشغيل)

الجهد الكهربي عبر كل لفة من لفات ملفه الابتدائي V_1	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
الجهد الكهربي عبر كل لفة من لفات ملفه الثانوي V_2	0.90	1.35	1.80	2.25	2.70

١- أرسم خطا بيانيا يمثل العلاقة بين الجهد الكهربي عبر كل لفة من لفات ملفه الابتدائي V_1 على المحور الأفقي . والجهد الكهربي عبر كل لفة من لفات ملفه الثانوي على المحور الرأسي V_2

٢- من الشكل البياني أوجد ميل الخط المستقيم وكفاءة المحول الكهربي

٣- في احد المحولات وجد أن القدرة الناتجة في المحول الثانوي $360W$ فكم تكون القدرة المستمدة من المصدر في تلك الحالة.

$$slope = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} = \frac{2.25 - 1.8}{2.5 - 2} = 0.9$$

$$\eta = \frac{V_{2T}\, N_2}{V_{1T}\, N_1} \times 100 = \frac{V_2\, N_S\ \ N_P}{V_2\, N_P\ \ N_S} \times 100 = slope \times 100 = 90\%$$

$$\eta = \frac{P_{WS}}{P_{WP}} \times 100 \qquad P_{WP} = \frac{360}{0.9} = 400\, watt$$

- قانون فين :

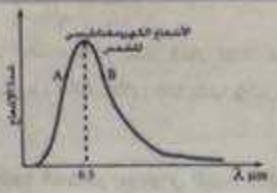
"الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع يتناسب عكسيًا مع درجة الحرارة على تدريج كلفن" $\lambda_{max} \propto \frac{1}{T^oK}$

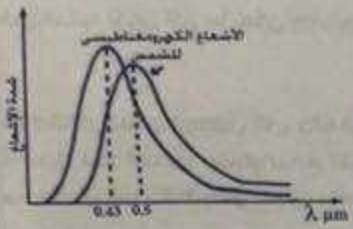
مثال :

احسب الطول الموجي المصاحب لأقصى شدة إشعاع يصدر من جسم درجة حرارته 300°K بمعلومية إشعاع الشمس.

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{T_2^oK}{T_1^oK} \rightarrow \frac{\lambda_1}{500} = \frac{6000}{300} \rightarrow \lambda_1 = 10000\,nm$$

مثال ٢:





١) أوجد درجة حرارة الشمس والطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع لها

درجة حرارة الشمس 6000°K والطول الموجي المصاحب لأقصى شدة اشعاع 0.5μm

٢) ارسم منحنى بلانك لجسم درجة حرارته 7000°K

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{T_2}{T_1} \qquad \frac{0.5}{\lambda_2} = \frac{7000}{6000} \qquad \lambda_2 = 0.43\mu m$$

٣) أي النقطتين A,B عندهم شدة الاشعاع الأكبر . وايهما اكبر طاقة وايهما يكون عدد الفوتونات اكبر

عدد الفوتونات عند النقطة b أكبر منها عند النقطة a لأن طاقته عند b اقل فيكون العدد اكبر مع نفس القدرة لوحدة المساحات وتتساوى شدة الاشعاع عند النقطتين

- الفوتون :

$E = h\upsilon = P_L C = mC^2 = h\frac{C}{\lambda}$ = طاقته

$P_L = mC = \frac{E}{C} = h\frac{\upsilon}{C} = \frac{h}{\lambda}$ = كمية تحركه

$m = \frac{E}{C^2} = \frac{h\upsilon}{C^2} = \frac{h\upsilon}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} = \frac{P_L}{C}$ = كتلته

$m_{\text{سكونية}} = zero$ = كتلته السكونية

$C = \upsilon\lambda = \sqrt{\frac{E}{m}} = \frac{P_L}{m}$ = سرعته

$\lambda = \frac{C}{\upsilon} = \frac{hC}{h\upsilon} = \frac{h}{\frac{h\upsilon}{C}} = \frac{h}{P_L}$ = الطول الموجي المصاحب له

مثال :

فوتون طوله الموجي 400 nm احسب P_L , m , E , υ

$$\upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} = \frac{3}{4} \cdot 10^{15}\,Hz$$

$$E = h\upsilon = 6.625 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3}{4} \cdot 10^{15} = 4.96875 \cdot 10^{-19}\,J$$

$$m = \frac{E}{C^2} = \frac{4.96875 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{16}} = 0.552 \cdot 10^{-35}\,Kg$$

$$P_L = mC = 0.552 \cdot 10^{-35} \cdot 3 \cdot 10^8 = 1.656 \cdot 10^{-27}\,Kg.m.s^{-1}$$

- شعاع الفوتونات (المتماثلة) :

$E = E_{\text{شعاع}} = NE_{\text{فوتون}} = Nh\upsilon = P_{w_{\text{شعاع}}} \cdot t$ = طاقته

$\varphi_l = \varphi_{l_{\text{شعاع}}} = \frac{N}{t} = \frac{P_{w_{\text{شعاع}}}}{E_{\text{فوتون}}} = \frac{P_{w_{\text{شعاع}}}}{h\upsilon}$ = شدته

$P_w = \frac{E_{\text{شعاع}}}{t} = \frac{N_{\text{فوتون}} E}{t} = \varphi_L E_{\text{فوتون}} = \varphi_L h\upsilon = \frac{FC}{2}$ = قدرته

$F = \frac{2P_w}{C} = 2mc\emptyset_L = 2P_L\emptyset_L = 2\frac{h\upsilon}{c}\phi_L = 2\frac{h}{\lambda}\phi_L$ قوته (على سطح عاكس)

مثال :

شعاع ضوئي طوله الموجي 400 nm قدرته 5 KW احسب :

١- طاقة الفوتون .

٢- معدل سقوط الفوتونات . ٣- عدد الفوتونات الساقطة خلال 4 ns

٤- القوة التي يؤثر بها شعاع فوتونات على جسم كتلته 10 gm ٥- ماذا يحدث لو كان هذا الجسم إلكترون ؟

$$E_{\text{فوتون}} = h\upsilon = 6.625 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^{8}}{400 \cdot 10^{-9}} = 4.96875 \cdot 10^{-19}\ J$$

$$\varphi_l = \frac{P_{w\ \text{شعاع}}}{E_{\text{فوتون}}} = \frac{5000}{4.96875 \cdot 10^{-19}} = 1006.28 \cdot 10^{19}$$ فوتون كل ثانية

$$N = \varphi_l t = 1006.28 \cdot 10^{19} \cdot 4 \cdot 10^{-9} = 4025 \cdot 10^{10}\ photon$$

$$F = \frac{2P_w}{C} = \frac{2 \cdot 5000}{3 \cdot 10^{8}} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-4}\ N$$

ولو كان هذا الجسم إلكترونا لقذف بعيدا لأنه سوف يكتسب عجلة كبيرة تُحسب من العلاقة :

$$a_e = \frac{F}{m_e} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 10^{-4}}{9.1 \cdot 10^{-31}} = \frac{1}{27.3} \cdot 10^{27}\ ms^{-2}$$

- **الإلكترون :**

$E_e = e_{\text{شحنة}} . V = \frac{1}{2}mv^2$ = طاقته

$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{h}{mv}$ = الطول الموجي المصاحب للحركة

$P_L = mv = \frac{h}{\lambda}$ = كمية تحركه

مثال :

إلكترون تعرض لفرق جهد 5 KV احسب : ١- طاقة حركته. ٢- سرعته. ٣- كمية تحركه.

٤- الطول الموجي المصاحب لحركته. ٥- القوة المغناطيسية المؤثرة عليه في مجال شدته 0.2 T

$$K.E = \frac{1}{2}mv^2 \qquad v_e = \sqrt{\frac{2KE}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-1}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 4.193 \cdot 10^{7}\ ms^{-1}$$

$$P_L = mv = 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 4.193 \cdot 10^{7} = 38.1563 \cdot 10^{-24}\ kgms^{-1}$$

$$\lambda = \frac{h}{P_L} = \frac{6.625 \cdot 10^{-34}}{38.1563 \cdot 10^{-24}} = 1.736 \cdot 10^{-11}\ m$$

$$F_B = Bev = 0.2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 4.193 \cdot 10^{7} = 1.34176 \cdot 10^{-12}\ N$$

$$F_E = e\mathcal{E} = 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 40 = 64 \cdot 10^{-19}\ N$$

مثال ٢ : إذا زادت طاقة حركة جسيم 16 أمثالها فإن نسبة التغير في طول موجة دي برولي لهذا الجسم .....

75% (لأن زيادة طاقة حركة الجسم 16 أمثالها تعني زيادة سرعته 4 امثالها حيث $K.E = \frac{1}{2}mv^2$ وتبعا لعلاقة دي برولي $\lambda = \frac{h}{mv}$ يقل الطول الموجي المصاحب لحركة الجسيم إلى الربع أي يقل بمقدار $\frac{3}{4}$ فتكون نسبة التغير 75%)

مثال ٣ : إذا زادت طاقة حركة جسيم بنسبة 30% فإن طاقة حركته تزداد تقريبا .....

69%(لأنه عند زيادة كمية تحرك جسيم بنسبة 30% تصبح كمية تحركه $P_{L2} = 1.3\ P_{L1}$ وتبعا للعلاقة $P_L = mv$

$\therefore V_2 = 1.3\ V_1$ وتبعا للعلاقة $K.E = \frac{1}{2}mv^2$ تصبح طاقة حركته $K.E_2 = 1.3^2\ K.E_1$ أي $K.E_2 = \frac{169}{100}\ K.E_1$

فتزداد طاقة الحركة بمقدار $\frac{69}{100} = 1 - \frac{169}{100}$ أي بنسبة 69%)

- ملاحظات :

١- للمقارنة بين الطول الموجي المصاحب للإلكترون ولأي جسيم :

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{P_{L2}}{P_{L1}} = \frac{m_2 v_2}{m_1 v_1}$$

٢- للمقارنة بين سرعات مكتسبة وفروق جهد مؤثرة على جسيمات مختلف :

$$\frac{V_1 e_1}{V_2 e_2} = \frac{m_1 v_1^2}{m_2 v_2^2}$$

- **ميكرسكوب إلكتروني :**

مثال :

فيروس طوله 1 Å احسب أقل فرق جهد يلزم لرؤيته.

من شرط الرؤية : $\lambda \leq l_{\text{جسم}}$

يجب أن يكون الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون على الأقل مساويا لطول الفيروس وهذا يلزمه سرعة يمكن حسابها من دي براولي

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

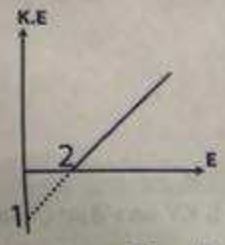
$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.625 \cdot 10^{-34}}{9.1 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-1}} = 0.72 \cdot 10^{7}\ ms^{-1}$$

وهذه السرعة لكي يتحرك بها الإلكترون يحتاج لفرق جهد يمكن حسابه كما يلي :

$$V = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{e} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 9.1 \cdot 10^{-3} \cdot (0.72 \cdot 10^{7})^2}{1.6 \cdot 10^{-1}} = 1.5 \cdot 10^{2} = 1500\ V$$

- **التأثير الكهروضوئي :**

عند سقوط فوتون طاقته E على معدن دالة الشغل له E_w حيث $E_w < E$ فإنه يتحرر إلكترون من سطح المعدن طاقته KE تساوي الفرق بين E_w , E



$$K.E = E - E_w$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = hv - hv_c$$

$$= h\frac{C}{\lambda} - h\frac{C}{\lambda_c}$$

$$= P_L C - P_{L_c} C$$

$$= mC^2 - m_c C^2$$

النسبة بين 1 : 2 تساوي (-1) لأن النقطة 2 تمثل Ew والنقطة 1 تمثل Ew-

مثال ١ :

سقط فوتون طوله الموجي 600 nm على معدن فتحرر إلكترون سرعته 500 km/s احسب سرعة الإلكترون المحرر منه إذا سقط ضوء طوله الموجي 400 nm . احسب دالة الشغل.

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\frac{C}{\lambda} - E_w \quad \rightarrow \quad E_w = h\frac{C}{\lambda} - \frac{1}{2}mv^2$$

$$\therefore E_w = \frac{6.625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{600 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{2} \cdot 9.1 \cdot 10^{-3} \cdot (5 \cdot 10^{5})^2 = 3.19875 \cdot 10^{-18}\ J$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\frac{C}{\lambda} - E_w = \frac{6.625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{400 \cdot 10^{-9}} - 3.19875 \cdot 10^{-18} = 46.48875 \cdot 10^{-18}\ J$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 46.48875 \cdot 10^{-18}}{9.1 \cdot 10^{-31}}} = 10.1 \cdot 10^{6}\ ms^{-1}$$

مثال ٢ :

سقط فوتون طاقته E فتحرر إلكترون طاقته 20 eV وعندما سقط فوتون طاقته 2E تحرر إلكترون طاقته 50 eV احسب دالة الشغل .

$$K.E_2 = E_2 - E_w$$

$$K.E_1 = E_1 - E_w \qquad \text{بالطرح}$$

$$K.E_2 - K.E_1 = E_2 - E_1 = 50 - 20 = E_{\text{فوتون}}$$

$$E_{\text{فوتون}} = 30\ eV = 30 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 4.8 \cdot 10^{-18}\ J$$

$$E_w = E_{\text{فوتون}} - K.E_1 = 30 - 20 = 10\ eV = 10 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = 1.6 \cdot 10^{-18}\ J$$

- تصادم فوتون مع إلكترون يتطبق قانون بقاء الطاقة :

$$E_{\text{فوتون}} + K.E_{\text{إلكترون}}(\text{قبل}) = E^{-}_{\text{فوتون}} + K.E^{-}_{\text{إلكترون}}(\text{بعد})$$

$$h\upsilon + \frac{1}{2}mv^2 = h\upsilon^{-} + \frac{1}{2}mv^{-2}$$

$$h\frac{C}{\lambda} + \frac{1}{2}mv^2 = h\frac{C}{\lambda^{-}} + \frac{1}{2}mv^{-2}$$

$$mC^2 + \frac{1}{2}mv^2 = m^{-}C^2 + \frac{1}{2}mv^{-2}$$

$$P_L C + \frac{1}{2}mv^2 = P_L^{-}C + \frac{1}{2}mv^{-2}$$

ملاحظة : في كومتون (الفوتون) تقل طاقته $E \downarrow = h\upsilon \downarrow = mC^2 \downarrow = \frac{hC}{\lambda} \downarrow = P_L C \downarrow$ فيقل تردده . كمية تحركه . كتلته ويزداد طوله الموجي ونصف قطره وتظل سرعته ثابتة.

مثال :

سقط فوتون X طوله الموجي $5\text{x}10^{-10}$ m على إلكترون يصاحبه طول موجي $10\text{x}10^{-10}$ m فإذا زاد الطول الموجي للفوتونات إلى $5\text{x}10^{-9}$ m بعد التصادم احسب الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون بعد التصادم.

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e} \rightarrow v_e = \frac{h}{m_e \lambda_e} = \frac{6.625 * 10^{-34}}{9.1 * 10^{-31} * 10 * 10^{-10}} = 0.728 * 10^6\ ms^{-1}$$

ومن قانون بقاء الطاقة :

$$E_{\text{فوتون}}(\text{قبل}) + K.E_{\text{إلكترون}}(\text{قبل}) = E^{-}_{\text{فوتون}}(\text{بعد}) + K.E_{\text{إلكترون}}(\text{بعد})$$

$$h\frac{C}{\lambda} + \frac{1}{2}mv^2 = h\frac{C}{\lambda^{-}} + \frac{1}{2}mv^{-2}$$

$$6.625 * 10^{-34} * \frac{3 * 10^8}{5 * 10^{-10}} + \frac{1}{2} * 9.1 * 10^{-31} * (0.728 * 10^6)^2 = \frac{6.625 * 10^{-34} * 3 * 10^8}{5 * 10^{-9}} + \frac{1}{2} * 9.1 * 10^{-31} * v_e^2$$

$$\therefore v_e^2 = 7.8676 * 10^{14} \rightarrow v_e = 28049843\ ms^{-1}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{mv} = \frac{6.625 * 10^{-34}}{9.1 * 10^{-31} * 28049843} = 2.59 * 10^{-1}\ m$$

- سقوط فوتون على ذرة :

لا تمتصه الذرة إلا إذا كانت طاقته تساوي فرق الطاقة بين مستويين أو تساوي طاقة التأين أو أكبر منها.

سقوط إلكترون على ذرة تمتص الذرة جزء من طاقة الإلكترونات لتثار ويتطبق عندئذ قانون بقاء الطاقة :

$$E_{\text{إلكترون}}(\text{قبل}) = E^{-}_{\text{إلكترون}}(\text{بعد}) + \Delta E_{atom}$$

$E_n = -\frac{13.6}{n^2} eV$ (طاقة مستوى n في ذرة هيدروجين)

مثال هام :

إذا سقط إلكترون طاقته 20 eV على ذرة هيدروجين في المستوى الأرضي احسب الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون بعد التصادم إذا علمت أن الذرة قد أصدرت نتيجة لذلك التصادم فوتونين أحدهما صاحب أكبر طول موجي في ليمان والآخر صاحب أكبر طول موجي في بالمر.

الطاقة التي أصدرتها الذرة هي الطاقة هي الطاقة التي امتصتها وهي تساوي :

$$(E_3 - E_2) + (E_2 - E_1)$$

$$((-1.51) - (-13.6)) = 12.09\ eV$$

$$E_{\text{إلكترون}}(\text{بعد}) = 20 - 12.09 = 7.91\ eV = 7.91 * 1.6 * 10^{-19}\ J = 12.656 * 10^{-19}\ J$$

$$v_e(\text{بعد}) = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{2 * 12.656 * 10^{-19}}{9.1 * 10^{-31}}} = 1667794.5\ ms^{-1}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{mv} = \frac{6.625 * 10^{-34}}{9.1 * 10^{-31} * 1667794.5} = 4.36 * 10^{-10}\ m$$

- مسائل أنبوبة كولدج :

١- الطيف المتصل :

عندما تقترب إلكترونات الكاثود من الهدف تتناقص سرعة الإلكترونات ويتحول جزء من طاقتها أو كل طاقتها إلى فوتونات أشعة X ومن قانون بقاء الطاقة فإن طاقة الإلكترون تتحول إلى طاقة فوتون.

$$W(V.e) = K.E\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = E_{max}(\text{فوتون})$$

$$h\upsilon_{max} = h\frac{C}{\lambda_{min}} = P_{L\,max}C = m_{max}C^2 \leftarrow E_{max}(\text{فوتون})$$

- في تلك المسائل فإن المؤلف يعطي معلومة عن الإلكترونات (فرق الجهد أو السرعة أو كمية التحرك أو الطول الموجي المصاحب له) نحسب منها طاقة الإلكترون وهي تساوي طاقة الفوتون ونحسب منها أي معلومة عن الفوتون (m_{max} , $P_{L\,max}$, λ_{min} , υ_{max})

مثال :

إذا كان فرق الجهد المستخدم في أنبوبة كولدج هو 5 KV احسب الطول الموجي المصاحب للإلكترونات واحسب أقل طول موجي للفوتونات الصادرة منها.

$$Ve = \frac{1}{2}mv^2 \qquad 5000 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$$

$$v_e = 13259871\frac{m}{s}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{mv_e} = \frac{6.625 \cdot 10^{-3}}{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 13259871} = 5.49 \cdot 10^{-11}\,m$$

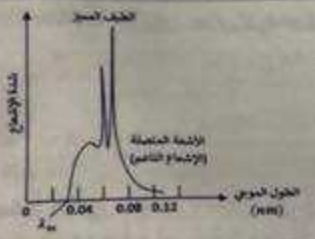
$$E_{\text{فوتون}} = E_{\text{إلكترون}} \rightarrow h\frac{C}{\lambda_{min}} = e.V$$

$$\lambda_{min} = \frac{hC}{eV} = \frac{6.625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 5000} = 2.484 \cdot 10^{-1}\ \ m$$

٢- الطيف الخطي : عندما يصطدم الإلكترون بذرة الهدف فإنه يعطيها طاقة كبيرة يثيرها ثم بعد ذلك ينتج منها الفوتونات وينطبق أيضًا قانون بقاء الطاقة

$$\Delta E(\text{إلكترون مصطدم}) = \Delta E_{\text{ذرة}} = E_{\text{عالي}} - E_{\text{منخفض}} = E(\text{فوتون صادر}) = h\frac{C}{\lambda_{\text{مميز}}}$$

من الرسم البياني ، احسب :



١- فرق الجهد المستخدم في أنبوبة كولدج .

٢- أكبر تردد في أشعة X الصادرة وأكبر كمية تحرك للفوتونات وأكبر كتلة للفوتون الصادر .

٣- الطاقة اللازمة لانبعاث الطيف المميز .

٤- أقل فرق جهد يظهر عند الطيف الخطي .

أقل طول موجي في أشعة X المتصل λ_{min} هو 0.04 nm ومن قانون بقاء الطاقة :

$$E_{\text{إلكترون}} = E_{max\,\text{فوتون}} \qquad V.e = h\frac{C}{\lambda_{min}}$$

$$V = \frac{hC}{\lambda_{min}.e} = \frac{6.625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{0.04 \cdot 10^{-9} \cdot 1.6 \cdot 10^{-1}} = 310\,V$$

$$2)\ E_{max\,\text{فوتون}} = h\frac{C}{\lambda_{min}} = h\upsilon_{max} = m_{max}C^2 = P_{L\,max}C$$

الطاقة اللازمة لانبعاث الطيف المميز هي طاقة الفوتون المميز :

$$E(\text{فوتون مميز}) = h\frac{C}{\lambda_{\text{مميز}}} = \frac{6.625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{0.08 \cdot 10^{-9}} = 2.484 \cdot 10^{-1}\ \ J$$

أقل فرق جهد يظهر عنده الطيف الخطي :

$$E(\text{فوتون مميز}) = V.e \rightarrow V = \frac{E}{e} = \frac{2.484 \cdot 10^{-15}}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 15527\,V$$

- فرق الطور بين موجتين = فرق المسير $\times \frac{2\pi}{\lambda}$

$\pi = 180^{\circ}$

مثال :

عندما يكون فرق المسير 2λ يكون فرق الطور ..... (4π)

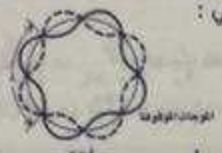
عندما يكون فرق المسير 1.5λ يكون فرق الطور ..... (3π)

شرط انعدام فرق الطور بين موجتين هو انعدام فرق المسير.

- ارسم المستوى الرابع في ذرة الهيدروجين طبقًا لتصور بور.

$\because 2\pi r_n = n\lambda \quad \rightarrow \quad 2\pi r = 4\lambda$

∴ هذا المستوى (الرابع) يتكون من ٤ أطوال موجية أي من ٨ قطاعات ويرسم كما يلي :



وإذا أعطانا المؤلف r يمكن حساب ما يلي :

$\lambda = \frac{2\pi r}{n} \qquad v = \frac{h}{m\lambda}$

$T(\text{الزمن الدوري}) = \frac{2\pi r}{v}$

عدد الدورات في الثانية $= \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{v}{2\pi r}$

شدة التيار $I = \frac{N}{t} q_e$

$B_{\text{عند المركز}} = \frac{\mu N I}{2r}$

مثال :

يدور الكترون ذرة هيدروجين في المستوى الثاني للطاقة . فإذا كان نصف قطر هذا المستوى $21.12 \times 10^{-11}\ m$ احسب طول موجة دي برولي المصاحبة للالكترون علما بأن $h = 6.625 \times 10^{-34}\ J.s$ وكمية حركته

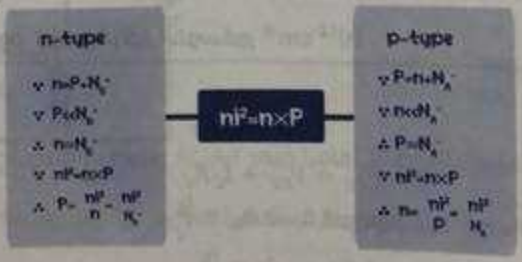
$2\pi r_2 = 2\lambda$

$\lambda = \pi r_2 = \frac{22}{7} \times 21.12 \times 10^{-11} = 66.37 \times 10^{-11}\ m$

$\lambda = \frac{h}{P_L} \quad \therefore P_L = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{66.37 \times 10^{-1}} = 9.98 \times 10^{-25}\ kg.m.s^{-1}$

- **قانون فعل الكتلة :**

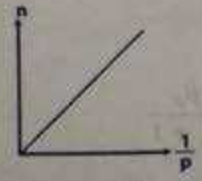
عند ثبوت درجة حرارة بللورة شبه موصل فإن حاصل ضرب تركيز الالكترونات × تركيز الفجوات = مقدار ثابت (مربع تركيز الالكترونات الحرة أو الفجوات في البللورة النقية)



ملاحظات :

١- لاحظ أن لقانون فعل الكتلة ٣ صور رياضية

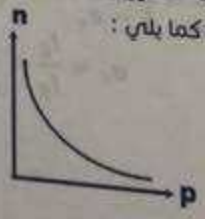
٢- يمكن التعامل معهم بيانيا كما يلي :



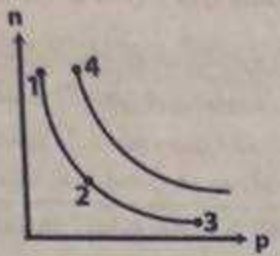
$slope = ni^2$

يتوقف على درجة الحرارة

$\Leftarrow \quad n = \frac{ni^2}{p} \quad \Rightarrow$



ب-



البلورة ١ من النوع n-type لأن $n > p$

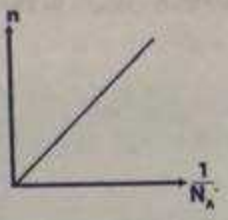
البلورة ٣ من النوع p-type لأن $n < p$

البلورة ٢ نقية لأن n=p

البلورة ٤ درجة حرارتها أكبر من ١ لأن :

$$n_4 p_4 > n_1 p_1$$
$$ni_4^2 > ni_1^2$$

جـ-



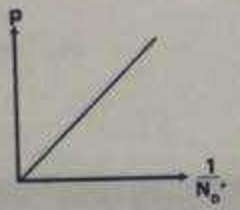
العلاقة الرياضية : $n = \frac{1}{N_A} \times ni^2$

الميل : $slope = \frac{\Delta n}{\Delta \frac{1}{N_A}} = ni^2$

العوامل التي يتوقف عليها الميل (درجة حرارة البلورة)

نوع البلورة *p-type*

د-



العلاقة الرياضية : $p = \frac{1}{N_D} \times ni^2$

الميل : $slope = \frac{\Delta p}{\Delta \frac{1}{N_D}} = ni^2$

العوامل التي يتوقف عليها الميل (درجة حرارة البلورة)

نوع البلورة *n-type*

مثال :

إذا كان تركيز الإلكترونات أو الفجوات في السليكون النقي $1x10^{10}\ cm^{-3}$ أضيف إليه فوسفور بتركيز $10^{12}\ cm^{-3}$ ، احسب تركيز الإلكترونات و الفجوات في هذه الحالة. هل السليكون يصبح n-type أم p-type ؟ ثم احسب تركيز الألومنيوم المطلوب إضافته حتى يعود السليكون نقيا مرة أخرى.

$n_i = 10^{10} cm^{-3} \quad N_D = 10^{12}\ cm^{-3}$

$n \approx N_D = 10^{12}\ cm^{-3}$

$p = \frac{n_i^2}{n} \approx \frac{n_i^2}{N_D} = \frac{10^{20}}{10^{12}} = 10^8\ cm^{-3}$

$n > p \rightarrow$ البلورة $n - type$

لكي يعود السليكون نقيا نضيف الومنيوم بنفس تركيز الفوسفور $10^{12}\ cm^{-3}$

مسائل الترانزستور :

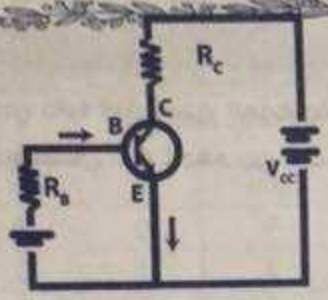
$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

نسبة التوزيع $\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$

نسبة التكبير $\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{\alpha_e I_E}{I_E - \alpha_e I_E} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e} \rightarrow \beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{\beta_e I_B}{\beta_e I_B + I_B} = \frac{\beta_e}{\beta_e + 1} \rightarrow \alpha_e = \frac{\beta_e}{\beta_e + 1}$$



ملاحظات :

١) ماذا يحدث لكل من I_C و I_E عند زيادة I_B للضعف مع ذكر السبب :

تزداد I_C للضعف لأن النسبة $\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$ ثابتة في الترانزيستور الواحد

وتزداد I_E للضعف لأن النسبة $\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$ ثابتة في الترانزيستور الواحد

٢) تعتبر هذه العلاقة $V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$ القانون الثاني لكيرشوف وتكون V_{CC} ثابتة

مثال ١ :

ترانزستور له $\beta_e = 24$ احسب α_e ثم احسب تيار المجمع إذا كان تيار القاعدة 24 mA

$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{\beta_e + 1} = \frac{24}{24 + 1} = 0.96$$
$$I_C = I_B \beta_e = 24 * 24 = 576\ mA$$

مثال ٢ :

ترانزستور له $\alpha_e = 0.99$ احسب β_e ثم احسب تيار المجمع إذا كان تيار القاعدة 100 mA

إذا كانت الإشارة الكهربية في قاعدة الترانزستور 200 µA ومطلوب أن يكون تيار المجمع 10 mA احسب β_e ثم α_e

$$I_B = 200\ \mu A \quad I_C = 10\ mA = 10000\ \mu A$$
$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{10000}{200} = 50$$
$$\alpha_e = \frac{\beta_e}{\beta_e + 1} = \frac{50}{50 + 1} = \frac{50}{51} = 0.98$$

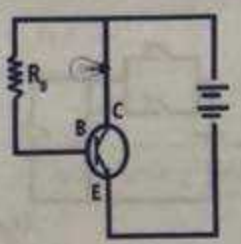
مثال ٣ :

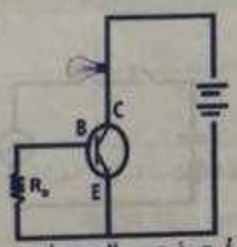
دايود يمكن تمثيله بمقاومة في الاتجاه الأمامي 100 Ω وفي الاتجاه العكسي ما لا نهاية وضعنا عليه فرق جهد 5 V+ ثم عكسناه إلى - 5 V ماذا يكون التيار في كل حالة ؟

$$I_{\text{امامي}} = \frac{V}{R} = \frac{5}{100} = 0.05\ A = 50\ mA$$
$$I_{\text{عكسي}} = \frac{V}{\infty} = \frac{5}{\infty} = zero$$

مثال ٤ :

في أي من الدائرتين المتتاليتين يضيئ المصباح

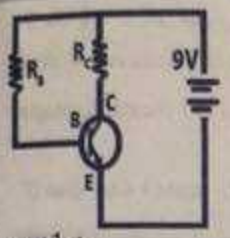




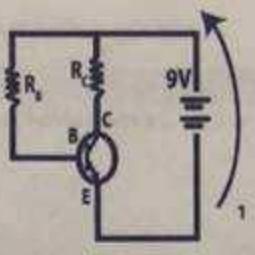
المصباح ٢ يضيئ نظرا لأن الدائرة موصلة توصيلا أماميا فيمر تيار Ic ويضيء المصباح

بينما المصباح ١ لا يضيئ نظرا لأن الدائرة موصلة توصيلا عكسيا فلا يمر I_B ولا يمر Ic ولا يضيء المصباح

مثال ٥ :



في دائرة الترانزيستور الموضحة بالشكل إذا كان $\beta_e = 80 \, . \, R_L = 750\Omega \, . \, R = 150 \, k\Omega$
مع اهمال فرق الجهد بين B,E احسب : تيار القاعدة I_B . فرق الجهد بين الباعث والمجمع V_{CE}



$Loop1$:

$9 = I_B \times 150000$

$I_B = 6 \times 10^{-5} A$

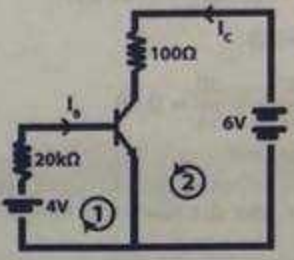
$Loop2$: $9 = I_C \times 750 + V_{CE}$

$I_C = \beta_e \, I_B = 80 \times 6 \times 10^{-5} = 4.8 \times 10^{-3} A$

$V_{CE} = 5.4 \, V$

مثال ٦ :

باستخدام قانون كيرشوف الثاني أوجد I_B و I_C و V_o في دائرة الترانزيستور الموضحة بالشكل علما بأن $\beta_e = 80$ و $V_{BE} = 0.7 \, V$



$Loop1$:

$4 = I_B \times 20000 = 0.7$

$I_B = 1.65 \times 10^{-4} A$

$I_C = \beta_e \, I_B = 50 \times 1.65 \times 10^{-4} = 8.25 \times 10^{-3} A$

$Loop2$:

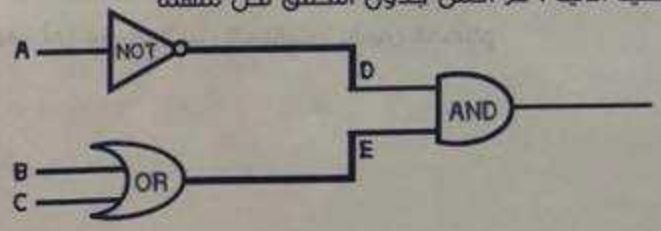
$6 = 100 \times 8.25 \times 10^{-3} + V_{CE}$

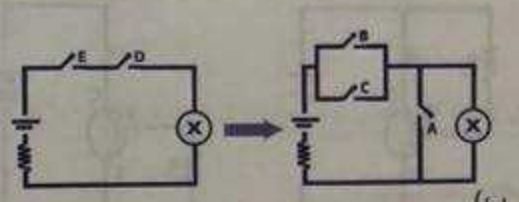
$V_{CE} = V_o = 5.175 \, V$

البوابات المنطقية :

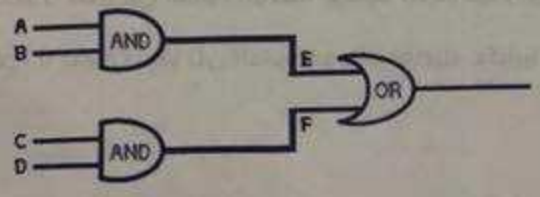
مثال ١ :

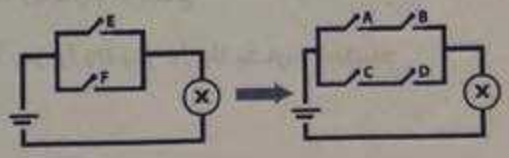
ارسم الدوائر الكهربية المكافئة لكل من الدوائر المنطقية الاتية : ثم أكمل جدول التحقق لكل منهما





ب)

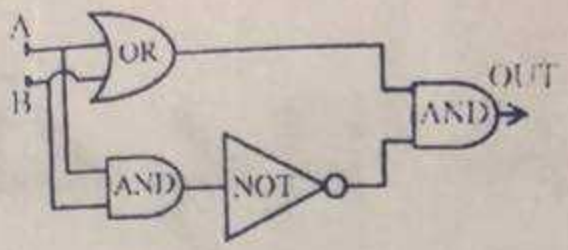




مثال ٢ :

(مصر أول ٢٠١٦) من الدائرة الالكترونية الموضحة أكمل جدول التحقق ثم حول الخرج إلى ناتج عشري

A	B	out
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



$$(0110)_2 \rightarrow (6)_{10}$$

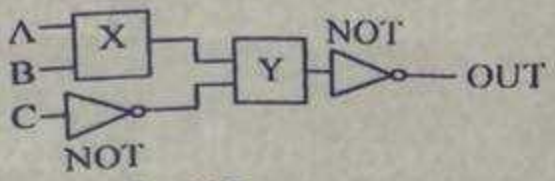
مثال ٣ :

(تجريبي أول ٢٠١٥) يعطي جدول التحقق الذي أمامك بعض قيم الدخل والخرج لدائرة البوابات الموضحة بالشكل:

١- تعرف على نوع كل من البوابة X والبوابة Y

٢- أوجد الخرج Z بالجدول

A	B	C	out
1	1	1	0
0	1	1	1
0	0	0	Z



$X = AND$

$Y = OR$

$Z = 0$

(البياني - دليل التقويم) الجدول التالي يبين العلاقة بين تركيز الالكترونات الحرة ومقلوب تركيز الذرات المستقبلة في بلورة من النوع p مع ثبوت درجة الحرارة

$n \times 10^6$	1	2	2.5	5	10
$\frac{1}{N_A}$	0.01	0.02	0.025	0.05	0.1

ارسم العلاقة البيانية بين تركيز الالكترونات الحرة n على المحور الرأسي ومقلوب تركيز الذرات المستقبلة $\frac{1}{N_A}$ على المحور الأفقي ثم أوجد تركيز الالكترونات الحرة في حالة البلورة النقية عند نفس درجة الحرارة.

$$slope = \frac{\Delta n}{\Delta \frac{1}{N_A}} = \frac{(5 - 2.5) \times 10^6}{0.05 - 0.025} = 10^8 = ni^2$$

$$ni = 10^4\ cm^{-3}$$