

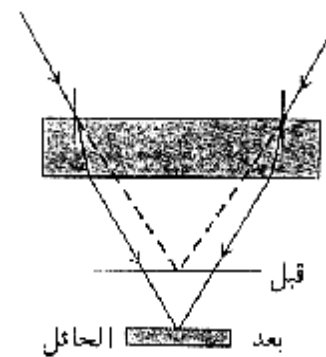
الإجابات النموذجية لأسئلة الكتاب المدرسي (ص/٣٧٥)

الوحدة الأولى :

١. تتأثر سرعة انتشار الموجة في سلك مشدود بين دعامتين بتغير درجة الحرارة وذلك لأن السلك معدني عند رفع درجة حرارته يتمدد ويزيد الطول فتقل قوة الشد وتقل السرعة حسب العلاقة : $V = \sqrt{\frac{E}{m}}$ والعكس عند التبريد تزيد قوة الشد وتزيد السرعة .

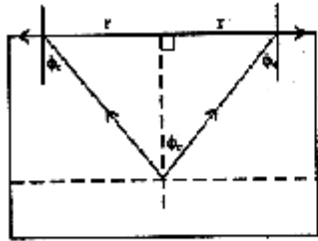
٢. يمكن زيادة سرعة انتشار النبضة في الوتر الثاني وذلك بزيادة قوة الشد له فتزيد سرعة الموجة الثانية فيمكن أن تلحق الأولى السابقة لها بفترة صغيرة لأن : $V \propto \sqrt{E_T}$

٣. لأن الأشعة المنعكسة من الجسم في غرفة مضيئة تسقط على زجاج النافذة تنقسم إلى قسمين قسم ينفذ منكسراً للخارج وقسم ينعكس مرتد فإذا كان الخارج ظلام فإن النسبة المنعكسة من الزجاج تكفي لرؤية الصورة في الزجاج ليلاً . ولكن إذا كان الخارج نهاراً فإن كمية الأشعة النافذة من الخارج إلى الداخل كبيرة تكون أقوى وأكثر من المنعكس لذلك يصعب معها رؤية الصورة .



٤. يعمل لوح الزجاجي عمل متوازي مستطيلات ينكسر الشعاع عند الدخول والخروج والشعاع الخارجى يساوى امتداد الشعاع الساقط وكما بالشكل . لذلك تراه نقطة التقابل وتبعد عن مكانها أولاً .

٥. حيث أن معامل الانكسار يتغير بتغير الطول الموجي (لون الضوء) $n \propto \frac{1}{\lambda}$



لذلك الضوء الأزرق له أكبر n من الأحمر وبذلك تكون الزاوية الحرجة للأزرق أقل منها للأحمر $\sin \phi_c = \frac{1}{n}$ فيكون من هندسة الشكل r للأزرق صغير أقل من نصف طول ضلع المكعب فيخرج الضوء على بقعة نقطة دائرية نصف قطرها r .

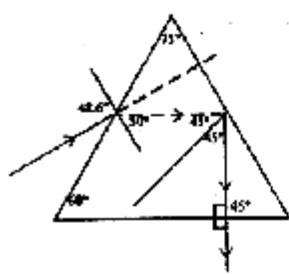
أما في حالة الأحمر تكون ϕ_c كبير فيكون r أكبر من نصف طول الضلع فيخرج الضوء من الوجه بالكامل ويكون شكل البقعة مربع .

٦. (١) لأن الشعاع ساقط عمودياً على السطح الفاصل لا يعاني أى انحراف (عند S, P) .

(٢) لأن الشعاع سقط من وسط أكبر إلى أقل كثافة ضوئية بزاوية أكبر من الحرجة .
(٣) تفضل الليقة الضوئية المكونة من طبقتين عن المكونة من طبقة واحدة وذلك (١) حتى يحدث انعكاسات كلية عند تلامس الليقات معا فيكون هناك سطح فاصل مختلف في معامل الانكسار بينهم فلا ينفذ الشعاع من أحدهما للآخرى .

(ب) حتى إذا كانت الليقة في وسط n له أكبر n لليقة فإن الشعاع ينعكس انعكاسات كلية لأن هناك فاصل بين n لليقة و n للوسط الخارجى .

٧. حيث أن الزاوية الحرجة 42° يكون معامل الانكسار $n = \frac{1}{\sin 42^\circ}$ ، $n = 1.5$.



(أ) الشعاع لا ينفذ على استقامة إلا إذا كان ساقط عمودياً تحسب زاوية السقوط بتطبيق قانون مثل منها $\phi_1 = 48.6^\circ$ زاوية السقوط $1 \sin \phi_1 = 1.5 \sin 30^\circ$
(ب) الشعاع ساقط $\phi_2 = 45^\circ$ أكبر من الحرجة لذلك ينعكس كلياً ويصبح العيار يكون كما بالشكل .

١٥ عندما يغوص (جسم وليس شخص) في الماء فإن الضغط يزيد بزيادة العمق ولكن قوة الدفع على الجسم وهو مغمور قرب السطح أو قرب القاع يظل الدفع ثابتاً ويساوي وزن الجسم . ∴ العبارة خطأ
ملحوظة : إذا كان جسم إنسان عندما يغوص إلى عمق كبير يقل الحجم بسبب الضغط العالي وبذلك يتغير الدفع .

١٦ عندما ينصهر الثلج يتحول إلى ماء ويكون وزن الماء = وزن الثلج وحيث أن كثافة الماء أكبر من كثافة الثلج يكون حجم الماء أقل من حجم الثلج ولكنه يساوي حجم الجزء المغمور من الثلج لذلك يبقى سطح الماء ثابت في الكأس (حجم الماء الناتج من تحول الثلج = V^* (حجم الثلج المغمور))
 $\rho_i V = \rho_m V^*$

١٧ قراءة الميزان لا تتغير سواء كان الجسم طافي أو معلق ، بالنسبة للخشب يطفو فيكون وزن الخشب = وزن الماء المزاح فتظل قراءة الميزان ثابتة .
بالنسبة للحديد المعلق بواسطة خيط يزيح ماء وزنه = قوة الدفع لأعلى وحيث أن رد الفعل لأسفل على قاعدة الإناء = قوة الدفع = وزن السائل المزاح فتظل قراءة الميزان ثابتة .

١٨ شروط السريان المستقر : ١- السائل يملأ الأنبوبة بالكامل .
٢- كمية السائل الداخلة عند مقطع = كمية السائل الناتجة من مقطع آخر في نفس الزمن (ولا توجد دوامات دائرية) .
٣- سرعة السائل عند نقطة تظل ثابتة مهما تغير الزمن .
٤- إهمال قوى الاحتكاك بين الطبقات للسائل غير اللزج .

١٩ من معادلة الاستمرارية :
 $A_1 V_1 = n A_2 V_2$
 $\rho^2 V_1 = n \rho^2 V_2$ ∴ $(0.5 \times 10^{-3})^2 \times 0.4 = n (0.2 \times 10^{-2})^2 \times 0.25$
شعيرات $n = 10$ منها

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{F_{r1}}{F_{r2}}} = \sqrt{\frac{70}{80}} = \sqrt{\frac{7}{8}}$$

٩ طول الوتر 0.6 m وكتلته $2.6 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$v = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{F_T}{m}} = \frac{3}{2 \times 0.6} \sqrt{\frac{400}{4.33 \times 10^{-3}}} = 760 \text{ Hz}$$

$$\therefore m = \frac{2.6 \times 10^{-3}}{0.6} = 4.33 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$$

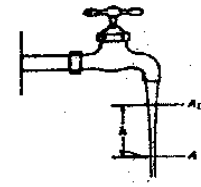
$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad \therefore \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right)}{\sin 30}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right) \quad \therefore 45 = \frac{\alpha_0 + 60}{2} \quad \text{منها} \quad \alpha = 30^\circ$$

$$\alpha_0 = 2\phi - A \quad \therefore 30 = 2\phi_1 - 60^\circ \quad \text{منها} \quad \phi = 45^\circ$$

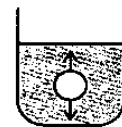
$$\Delta y = \frac{\lambda \cdot R}{d} = \frac{66 \times 10^{-8} \times 5}{11 \times 11^{-4}} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m} = 1.5 \text{ mm} \quad \text{من العلاقة :}$$

الوحدة الثانية :



١٢ عندما توجه فوهة الخرطوم لأسفل فإن سرعة سقوط الماء تزيد بزيادة المسافة الساقطة بسبب الجاذبية فتزيد السرعة وتقل مساحة المقطع حسب معادلة الاستمرارية : $A_1 V_1 = A_2 V_2$

١٣ البالون مغمور في الماء عليه ضغط من الماء pgh وحيث أن عجلة السقوط الحر في القمر أقل منها في الأرض لذلك يقل الضغط عليه فزيد حجمه حتى يتزن الضغط داخله مع خارجه (يفرض أن الماء بالكامل لا يتبخر هناك) .



١٤ لا يتغير وضع الكرة المعلقة لأن وزنها = قوة الدفع أي كتلتها = كتلة الماء المزاح $mg = \rho_m g V$
والكتلة لا تتغير بتغير الجاذبية هناك .

الجزئيات فيزيد التجاذب بين الجزئيات وبذلك لا يهمل التجاذب وكذلك عند زيادة الكثافة (بنقص الحجم بين الجزئيات) فلا يهمل حجم الجزئيات بالنسبة للحجم الذى يشغله الغاز وبذلك يحيد سلوك الغاز عن المثالي .

٢٧ الأساس العلمى لقارورة دايوور: منع انتقال الحرارة بالطرق الثلاثة الحمل والتوصيل والإشعاع ، حيث لا يوجد وسط مادي بين الجدارين فلا تنتقل الحرارة بالتوصيل ولا الحمل ويعمل السطح العاكس للجدار الداخلى والخارجى على منع انتقال الحرارة بالإشعاع .

٢٨ وذلك حتى يتم التبريد يلزم ملاسة المادة المراد تبريدها بجسم درجة حرارته أقل منها حتى تنتقل الحرارة من الساخن إلى البارد والهليوم المسال له أقل درجة حرارة كما أنه جيد التوصيل الحرارة فهو الأفضل .

التغير الأديباتيكي	التغير الأيزوثرمى
(١) درجة الحرارة ثابتة بين الغاز (١) يتم يعزل عن الوسط المحيط به حرارياً .	(١) الوسط المحيط .
(٢) لا يكتسب أو يفقد طاقة $Q_{\text{هـ}} = 0$.	(٢) الطاقة الداخلية لا تتغير $\Delta U = 0$.
(٣) يكون الشغل المبذول على حساب الطاقة الداخلية وتكون W موجبة يكون U سالبة والعكس .	(٣) تتحول الطاقة المكتسبة إلى شغل . $\Delta Q_{\text{هـ}} = W$

٢٩ هي درجة الحرارة التي عندما ينتقل الغاز من جيد التوصيل إلى فائق التوصيل وعندها تنعدم المقاومة الكهربائية الداخلية كلياً .

٣٠ حتى تتولد فيها تيارات مستحثة تولد مجال مغناطيسى قوى يتنافر مع المجال المغناطيسى فى الملفات التى توجد فى القطبان مما يسبب رفع القطار عدة سنتيمترات وبذلك يندعم الاحتكاك .

٣٠ عندما ينخفض الماء فى الواسع 0.5 سم يرتفع فى الضيق 1 سم يصبح الفرق بين سطحي الماء 1.5 سم

$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 \Rightarrow 1000 \times 1.5 = 800 \times h_2$

$\therefore h_2 = 1.875 \text{ cm}$

٣١ منها $m = 100 \text{ kg}$

$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} \therefore \frac{m \times 10}{200} = \frac{20 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-4}}$

٣٢ سمك الطبقة الظاهرة فوق الماء 5 سم حتى تنغمر كاملاً يكون الدفع الإضافى = الوزن الإضافى لأن الجسم طافى .

$\rho \cdot g V' = mg$ $V' = A \cdot h$

$1000 \times 5 \times 10^{-2} \times A = 16000$ منها $A = 320 \text{ m}^2$

٣٣ الجسم طافى يكون الدفع = وزن الجسم :

$\rho \cdot g V_{\text{ال}} = \rho_{\text{ال}} g V_{\text{ال}} \therefore \rho_{\text{ال}} = 4000 \text{ kg/m}^3$

$1000 \times \frac{2}{3} \times V_{\text{ال}} = \rho_{\text{ال}} \times V_{\text{ال}}$

ثانياً : حتى تنغمر بالكامل يكون قوة الدفع عليها = وزنها + القوة عليها

$\rho \cdot g V_{\text{ال}} = mg + F \Rightarrow 1000 \times 9.8 \times 5 \times 10^{-3} = 400 \times 5 \times 10^{-3} \times 9.8 + F$

منها $F = 29.4 \text{ N}$

الوحدة الثالثة :

٣٤ تأثير فان دارفالز يعمل على تأثير قوة التجاذب بين جزئيات الغاز وبذلك تتقارب الجزئيات وتفقد حرية الحركة وتقل المسافات الجزيئية وتتلاصق الجزئيات ويتتابع ذلك وتزيد الكثافة حتى تنتقل المادة إلى حالة السيولة .

٣٥ لأنه فى درجات الحرارة المنخفضة يقل جذر متوسط مربع السرعات ويزيد التجاذب بين الجزئيات ويتتابع ذلك حتى تنكثف المادة وتتحول إلى الحالة السائلة .

٣٦ فى حالة الغاز المثالي يهمل قوى التجاذب بين الجزئيات ويهمل أيضاً حجم الجزئيات وعند زيادة الكثافة تقترب الجزئيات معاً وتقل المسافة بين

المقاومات فيقل تيار كل مقاومة وتستخدم أسلاك أقل سمكاً لتوصيل تلك المقاومة .

٤١ القيمة الفعالة لشدة التيار المتردد I_{eff} : هي شدة التيار المستمر التي تعطي نفس التأثير الحرارة للتيار المتردد في نفس المقاومة ونفس الزمن .

- التيارات الدوامية : هي التيارات التي تنشأ داخل قالب معدني مصمت عندما يوضع في مجال مغناطيسي متغير ولها تأثير حراري .
- حساسية الجلفانومتر : هي النسبة بين زاوية انحراف مؤشره عن وضع الصفر إلى شدة التيار المار بملفه .

• كفاءة المحول : هي النسبة بين الطاقة أو القدرة في الملف الثانوي إلى الطاقة أو القدرة في الملف الابتدائي في نفس الزمن .

٤٢ الفكرة العلمية لكل من :

الجلفانومتر الحساس : عزم الازدواج المغناطيسي المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار في المجال المغناطيسي .

المحول الكهربى : الحث المتبادل بين ملفين .

مجزئ التيار في الأميتر : تقليل مقاومة الأميتر حتى يقيس تيارات أكبر ولا يؤثر على شدة التيار المراد قياسها تأثير كبير .

مضاعف الجهد : زيادة مقاومة الفولتميتر حتى يقيس فرق جهد كبير ولا يسحب تيار كبير من المقاومة المراد قياس فرق الجهد فيها فلا يؤثر على فرق الجهد المقاس .

٤٣ وذلك حسب قانون بقاء الطاقة والطاقة تنتقل من الابتدائي إلى الثانوي بالحث المتبادل فعند زيادة فرق الجهد يكون على حساب نقص التيار من العلاقة :

$$I_1 V_1 = V_2 I_2$$

٤٤ (١) جزء من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة حرارية في الأسلاك ، وللحد من ذلك تستخدم أسلاك معدنية مقاومتها النوعية صغيرة (أسلاك نحاسية غليظة) .

٢٢ وذلك لأنها تستطيع التقاط أضعف الإشارات اللاسلكية بوضوح عندما توجد في دوائر الاستقبال في الأقمار الصناعية ولا تتولد حرارة في الأسلاك لانعدام مقاومتها .

٢٣ وذلك لانعدام مقاومتها الكهربائية حيث يسبب سهولة حركة الإلكترونات وتأثيرها بالمجال المغناطيسى الخارجى وتحفظ بطاقة الحركة دون فقد في صورة طاقة حرارية حيث يعمل على استمرار سريان التيار الكهربى الذي يولد مجال مغناطيسى .

٢٤ حسب العلاقة : $\frac{T_1}{m_1} = \frac{T_2}{m_2} \Rightarrow V^2 = \frac{3KT}{m} \quad \frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}KT$

حيث أن كتلة ذرة الأرجون أكبر من كتلة ذرة الهليوم تكون درجة حرارة الأرجون أعلى من الهليوم .

٢٥ طاقة الحركة : $\frac{3}{2}KT = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 = 6.21 \times 10^{-21} J$

$V = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}{9.1 \times 10^{-31}}} = 1.168 \times 10^5 m/s$

٢٦ من العلاقة : المعادلة العامة للغازات : $P V_{ol} = nRT$
 $10^5 \times 0.285 \times 10^{-3} = \frac{0.8 \times 10^{-3}}{M_0} \times 8.31 \times 285$ منها $M_0 = 66.48 gm$

٢٧ $\frac{3}{2}KT = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 323 = 6.686 \times 10^{-21} J$ طاقة الحركة

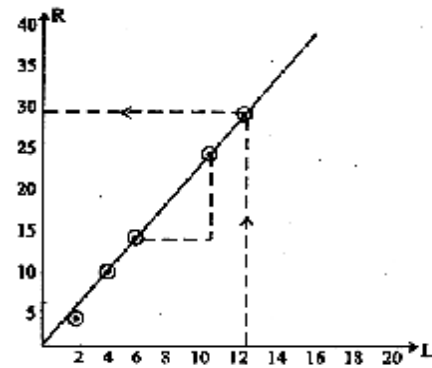
٢٨ $V = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.38 \times 10^{-23} \times 6000 \times 6.02 \times 10^{23}}{10^{-3}}} = 12.2 \times 10^3 m/s$

الوحدة الرابعة :

٢٩ من قانون أوم للدائرة المغلقة : $V = V_B - Ir$

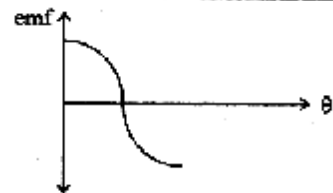
كلما قلت المقاومة الداخلية قل مقدار الشغل المفقود عند التشغيل .
 أى يقل المقدار Ir فيزيد فرق الجهد بين طرفي البطارية فتزيد الكفاءة .

٣٠ لأنه في حالة التوصيل على التوازي تقل المقاومة المكافئة فيزيد التيار الناتج من البطارية والمار بها لذلك تستخدم أسلاك سميكة ولكن التيار يتوزع على



رسم بياني :
(١) من الرسم البياني :
مقاومة 12 متر = 30 أوم
$$\rho_e = \frac{RA}{L} = \text{slope} \times A$$
$$= \frac{10}{4} \times 0.1 \times 10^{-4}$$
$$= 2.5 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$$
$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{2.5 \times 10^{-5}}$$
$$= 4 \times 10^4 \Omega^{-1} m^{-1}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.8}{2} = 0.4 \Omega$$
$$\sigma = \frac{L}{RA} = \frac{30}{0.4 \times 0.3 \times 10^{-4}} = 25 \times 10^5 \Omega^{-1} m^{-1}$$



من الوضع الموازي
فيكون emf قيمة عظمى
 $(emf)_{max} = BAN \omega$

$$R_e = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{20 \times 10^{-3} \times 40}{0.1 - 20 \times 10^{-3}} = 10 \Omega$$
$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g} \therefore 210 = \frac{V - 20 \times 10^{-3} \times 40}{20 \times 10^{-3}}$$
 فولت $V = 5$ منها

المحول الخافض	المحول الرافع
(١) يستخدم لخفض emf المتردد ورفع شدة التيار .	(١) يستخدم لرفع emf المتردد وخفض شدة التيار .
(٢) يستخدم عند المستهلك لخفض الجهد .	(٢) يستخدم عند محطات التوليد الكهربى لرفع الجهد وخفض التيار .
(٣) عدد لفات الثانوى اقل من الابتدائى .	(٣) عدد لفات الثانوى أكبر من الابتدائى .

(٢) جزء من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة حرارية في القلب الحديدى بسبب التيارات الدوامية ، وللحد من ذلك يصنع القلب الحديدى من شرائح معزولة من الحديد المطاوع فيحد ذلك من التيارات الدوامية .
(٣) جزء من الطاقة الكهربائية يتحول إلى طاقة ميكانيكية تستنفد في تحريك الجزئيات المغناطيسية للقلب الحديدى ، وللحد من ذلك يصنع قلب المحول من الحديد المطاوع السليكونى لسهولة حركة جزئياته المغناطيسية .

٤٥ لأن التيارات الدوامية تيارات مستحثة تنتج عن تغير الفيض المغناطيسى الذى يقطع الموصل حسب قانون فاراداي :
e.m.f a Df/Dt

دينامو التيار المتردد	دينامو التيار موحدى الاتجاه ثابت الشدة تقريبا
(١) يستخدم ملف واحد .	(١) يستخدم عدة ملفات بينها زوايا متساوية .
(٢) يوصل طرفى الملف بحلقتين معدنيتين .	(٢) يوصل كل طرف بقسم من الأسطوانة المقسمة إلى أجزاء عددها ضعف عدد الملفات .
(٣) التيار الناتج متغير الشدة والاتجاه .	(٣) التيار الناتج ثابت الشدة تقريبا وثابت الاتجاه .
(٤) يستخدم التيار فى الإضاءة وإدارة الآلات	(٤) يستخدم فى الشحن الكهربى والتحليل الكهربى والطلاء بالكهرباء .
(٥) ينتقل لمسافات بعيدة فى المحولات .	(٥) لا ينتقل لمسافات بعيدة .
(٦) يمكن رفع وخفض قوته الدافعة .	(٦) لا يمكن رفع وخفض قوته الدافعة .

٤٦ وذلك لأنه عندما يكون العزم = صفر فى ملف يكون له قيمة فى الملف الآخر فيكون داعماً هناك عزم قيمة عظمى لأى من الملفات ولا يحتاج إلى القصور الذاتى لدورانه .

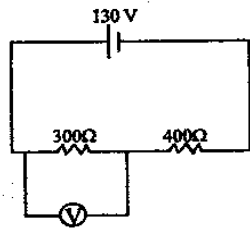
عند توصيله بطرفي المقاومة 300 أوم

$$R_t = \frac{300 \times 200}{500} + 400 = 520 \Omega$$

$$I = \frac{130}{520} = \frac{1}{4} A$$

$$V = IR = \frac{1}{4} \times 120 = 30 \text{ فولت}$$

وبالمثل عند توصيل بطرفي المقاومة 400 أوم يكون فرق الجهد 40 فولت
تكون النسبة 3 : 4



59

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10}{2} = 5 \text{ W}, \quad \rho = \frac{RA}{L} = \frac{5 \times 0.1}{2} = 0.25 \Omega m$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{0.25} = 4 \Omega^{-1} m^{-1}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1}{L_2} \times \frac{A_2}{A_1}$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{10}{40} \times \frac{100\rho}{200\rho} = \frac{1}{8}$$

$$m = \rho \cdot L \cdot A$$

$$\therefore 0.1 = \rho \times 10 \times A_1 \rightarrow \text{الاول}$$

$$0.2 = \rho \times 40 \times A_2 \rightarrow \text{الثاني}$$

$$\therefore A_1 = \frac{0.1}{10\rho} \Rightarrow \frac{1}{100\rho}$$

$$\therefore A_2 = \frac{0.2}{40\rho} \Rightarrow \frac{1}{200\rho}$$

59

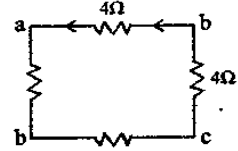
$$R = \frac{V}{I} = \frac{1.2}{0.1} = 12 \Omega$$

مقاومة السلك كله :

كل ضلع في المربع مقاومة 4 أوم

$$(1) a, c \therefore R = \frac{8 \times 8}{16} = 4 \Omega$$

$$(2) a, d \therefore R = \frac{12 \times 4}{12 + 4} = 3 \Omega$$



$$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{80} = 0.25 \Omega$$

فرق الجهد عبر الأسلاك = 20 فولت :

$$R (\text{مقاومة 1 متر}) = \frac{0.25}{5000} = 5 \times 10^{-5} \Omega$$

$$\therefore R = \rho \frac{L}{A} = 1.57 \times 10^{-8} \times \frac{1}{3.14 r^2} = 5 \times 10^{-5}$$

$$\text{منها } r = 10^{-2} m = 1 \text{ cm}$$

الطول الكلي = 5 كم = 5000 متر
ذهاب وإياب

الدينامو : يستخدم لتوليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الديناميكية .
الموتور : يستخدم لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية في إدارة الآلات
والمحركات وغيرها .

56 لتقليد الفاقد في الطاقة الكهربائية .

55 (1) أي أن القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف الثانوي = 2 فولت

عند تغير شدة التيار في الابتدائي بمعدل 1 أمبير/ث .

(2) أي أن النسبة بين الطاقة أو القدرة في الملف الثانوي إلى الطاقة أو
القدرة في الابتدائي = 90% .

(3) هي التيارات التي تنشأ داخل قالب معدني مصمت عندما يوضع في
مجال مغناطيسي متغير الشدة أو يلف حولها سلك يمر به تيار متغير .

(4) أي أن شدة التيار المستمر التي تعطى نفس الطاقة الحرارية للتيار المتردد
في نفس المقاومة ونفس الزمن تساوي 2 أمبير .

55 قدرة المصباح (قدرة الثانوي) : $I_s V_s = \text{القدرة}$

$$24 = I_s \times 12 \therefore I_s = 2A$$

$$\therefore \frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{I_p}{I_s} \therefore \frac{12}{240} = \frac{480}{N_p} = \frac{I_p}{2}$$

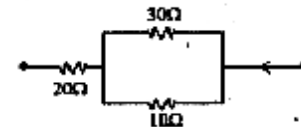
$$N_p = 9600 \text{ لفة}, \quad I_p = 0.1 A \text{ منها}$$

56 المحرك الكهربائي .

$$W = Q \cdot V \therefore V = \frac{100}{5} = 20 \text{ فولت}$$

58 \therefore المقاومات 10 ، 30 توازي لأن

فرق الجهد واحد وتوصيل هكذا



$$\therefore R_{eq} = \frac{30 \times 10}{40} + 20 = 27.5 \Omega$$

R	I	V
10	0.15	1.5
20	0.2	4
30	0.05	1.5

الوحدة الخامسة :

٧٥ تعتبر الفيزياء الكلاسيكية أن الإشعاع موجات كهرومغناطيسية ، فإن شدة الإشعاع تزداد كلما زاد التردد والطاقة لذلك لا تستطيع تفسير أن شدة الإشعاع تقل عند الترددات العالية في منطقة الأشعة فوق البنفسجية (وكذلك في درجات الحرارة المنخفضة والتردد المنخفض) .

وكذلك تعتبر الفيزياء الكلاسيكية أن الجسم يمكن أن يهتز مع أى طاقة مهما كانت صغيرة . لذلك فشل العلماء في تفسير توزيع الطاقة الإشعاعية .

٧٦ أشرح كيف استطاع بلانك أن يفسر ظاهرة إشعاع الجسم الأسود .
وجد بلانك أن منحنى الإشعاع يتكرر مع كل الأجسام الساخنة وأن هذا الإشعاع يتألف من وحدات صغيرة أو دقائق من الطاقة تسمى فوتونات وهى مكماة أى ليست متصلة . وتأخذ قيم $h\nu$ ومضاعفاتها وتزداد طاقتها بزيادة ترددها . ويتناقص عددها كلما زادت الطاقة وتصدر من متذبذب صغير أى من الذرات حيث لا تشع الذرة طالما بقيت في نفس المستوى ولكن تشع عندما تنتقل من مستوى أعلى إلى أدنى و فرق الطاقة يتبعث على هيئة فوتون طاقة $h\nu$ لذلك هناك فوتونات ذات طاقة أكبر وأخرى أقل طاقة . وتقل شدة الإشعاع في الطول الموجي الصغير جداً لأن الذرة المثارة إلى مستويات عليا بطاقة عالية لا تهبط مرة واحدة وإلا كانت تشع إشعاعات كثيرة طاقتها عالية بل تهبط على مراحل فتشع فوتونات في المنطقة المتوسطة - وكذلك لا تشع إشعاعات ذات طول موجي كبير جداً لأنها لا تشع إلا عندما تتجمع قدر كبير من الطاقة .

٧٧ الظاهرة الكهروضوئية هي ظاهرة انبعاث الإلكترونات من أسطح بعض الفلزات عند سقوط الضوء عليها ويصبح السطح موجب وتفسير أينشتاين :
(١) انطلاق الإلكترونات يتوقف أساساً على تردد الموجة الساقطة على السطح .
(٢) إذا كانت طاقة الفوتون $h\nu$ تساوى حد معين وهو $h\nu_0$ أو ما يسمى دالة الشغل (E_w) فإن هذا الفوتون يستطيع بالكاد أن يحرر الإلكترون .
 $E_w = h\nu_0$

$$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{12}{2+0.5} = 4.8 \text{ A}$$

٦٤ فرق الجهد المفقود في المقاومة الداخلية Ir

$$Ir = 4.8 \times 0.5 = 2.4 \text{ V}$$

$$\therefore \frac{2.4}{12} \times 100 = 20\% \text{ النسبة المفقودة}$$

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d} = 2 \times 10^{-7} \frac{10}{0.1} = 2 \times 10^{-5} \text{ تسلا}$$

٦٦ في نفس الاتجاه :

$$B = B_1 - B_2 = 2 \times 10^{-7} \left(\frac{10}{0.1} - \frac{5}{0.2} \right) = 15 \times 10^{-6} \text{ T}$$

٦٧ لاحظ أن طول السلك ثابت .

$$B = B_1 + B_2 = 2 \times 10^{-7} \left(\frac{10}{0.1} + \frac{5}{0.2} \right) = 25 \times 10^{-6} \text{ تسلا}$$

٦٨

$$B = \frac{\mu IN}{2r} \Rightarrow \frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1}{N_2} \times \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$\therefore B = \frac{\mu IN}{L} \Rightarrow 1.2 \times 10^{-3} = \frac{4 \times 3.14 \times 10^{-7} \times 1 \times 300}{0.22}$$

٦٩ وير $I = 0.7 \text{ A}$ ، $\phi = B.A = 1.2 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-4} = 30 \times 10^{-7}$

$$F = B.I.L \sin \theta = 2 \times 10^{-3} \times 20 \times 0.1 \times 0.5 = 2 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\tau = B.I.A.N \sin \theta = 0.1 \times 3 \times 600 \times 10^{-4} \times 10 \sin 40 = 0.116 \text{ N.m}$$

٧٠ يكون مستوى الملف موازياً للفيض :

$$\tau = B.I.A.N \sin \theta = 0.2 \times 10 \times 100 \times 0.3 = 50 \text{ N.m}$$

٧١ الحساسية = $\frac{\theta}{I} = \frac{60}{30} = 2$ درجة/مللي. أمبير

٧٢ منها $I = 1.02 \text{ A}$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow 0.1 = \frac{20 \times 10^{-3} \times 5}{I - 20 \times 10^{-3}}$$

$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g} = \frac{5 - 20 \times 10^{-3} \times 5}{20 \times 10^{-3}} = 245 \Omega$$

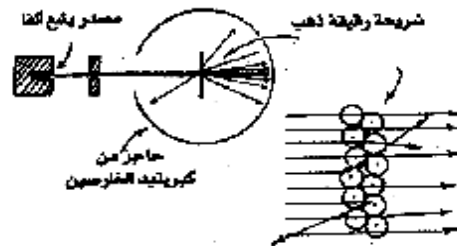
٧٣ لاحظ أن : $I = 10 I_g$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \Rightarrow 0.1 = \frac{I_g R_g}{9 I_g} \therefore R_g = 0.9 \Omega$$

المعتمد m اللازم لإتصاص الحساسية إلى $\frac{1}{4}$ لاحظ أن : $I = 10 I_g$

$$R_s = \frac{I_g \times 0.9}{3 I_g} = 0.3 \Omega$$

- ذرة طومسون : أعتبر أن الذرة مصمتة مشحونة بشحنة موجبة تنغمس فيها الإلكترونات السالبة والذرة متعادلة كهربية .
- تجربة رذرفورد : أسقط جسيمات ألفا الموجبة (أنوية هليوم ^4He) على شريحة رقيقة من الذهب وجد أن :



- (أ) أغلب الجسيمات تنفذ دون انحراف دليل على أن معظم حجم الذرة فراغ .
- (ب) نسبة صغيرة انحرقت عن مسارها دليلاً على اقترابها من جسم موجب تتركز فيه كتلة الذرة .

- (ج) ارتداد نسبة ضئيلة جداً دليلاً على اصطدامها بجسم موجب الشحنة مثلها .
- وبذلك وضع رذرفورد تصور الذرة :

- (١) تتكون الذرة من نواة موجبة صغيرة تتركز فيها معظم الكتلة .
- (٢) الذرة متعادلة كهربياً عدد الإلكترونات خارج النواة = عدد الشحنات الموجبة في النواة .
- (٣) معظم الذرة فراغ .
- (٤) الذرة ديناميكية والإلكترونات السالبة تدور حول النواة .

فشلت النظرية الكلاسيكية في تفسير استقرار الذرة :

لأن رذرفورد علل استقرار الذرة إلى أن قوة الجذب بين الشحنة الموجبة في النواة وبين الإلكترونات السالبة تعادلها قوة الطرد المركزي الناتجة عن حركة الإلكترونات حول النواة وهذا يعني أن لها عجلة مركزية لذلك تشع طاقة وحسب نظرية مكسويل - هارتر فإن الإلكترون يفقد طاقة على هيئة إشعاع أمواج كهرومغناطيسية وتقل طاقة حركته تدريجياً ويصغر المدار تدريجياً ويأخذ مسار حلزوني حتى يسقط في النواة فتفتر الذرة وهذا لا يحدث في الواقع .



(٣) إذا زادت طاقة الفوتون عن هذا الحد يتبعث إلكترون ومعه فرق الطاقة على هيئة طاقة حركة (KE) ويتحرك بسرعة أكبر .

(٤) إذا كان طاقة الفوتون أقل من $h \cdot \nu_0$ لا يتحرر إلكترونات حتى لو سقط الضوء لمدة كبيرة فلا تتجمع الطاقة حتى تكفي للانبعاث أو إذا زادت شدة الضوء . لأن الانبعاث يتوقف على نوع مادة السطح E_0 ولا يتوقف على شدة الضوء وزمن التعرض - فرق الجهد بين المهبط والمصعد) معادلة أينشتاين :

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = h \cdot \nu - h \cdot \nu_0$$

ظاهرة كومبتون التي توضح الخاصية (المادية) الجسيمية للموجات عند سقوط فوتون عالي التردد مثل أشعة X على إلكترون ساكن نجد تحرك الإلكترون وتشتت الفوتون كما بالشكل وتحرك الإلكترون وهو جسيم

دليلاً على أن الفوتون له طبيعة جسيمية حيث يكون :

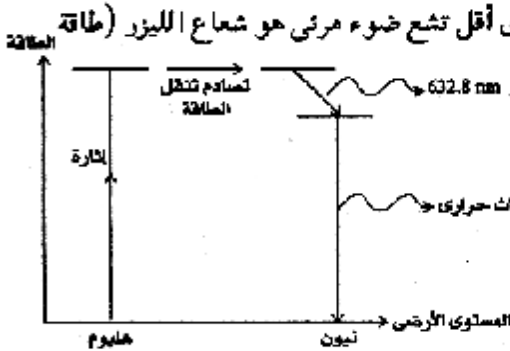
- (أ) مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع طاقتي الفوتون المشتت والإلكترون المشتت بعد التصادم .
- (ب) مجموع كميتي حركة الفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع كميتي حركة الفوتون المشتت والإلكترون المشتت بعد التصادم .

فكرة عمل الميكروسكوب الإلكتروني : الخاصية الموجية للجسيم (الإلكترون)

وللإلكترون موجات ترافقه وكذلك يمكن التحكم في الطول الموجي المرافق له وذلك بزيادة فرق الجهد تزيد السرعة فيقل λ المرافق له حسب علاقة دي برولي .
يمتاز الميكروسكوب الإلكتروني عن الميكروسكوب الضوئي في أن له قوة تحليل كبير يمكن أن يكبر أي جسم مهما كان صغير وذلك بالتحكم في الطول الموجي المرافق للإلكترون حتى يكون دائماً أقل من أبعاد الجسم فيكبره وهذا شرط التكبير بينما الضوئي لا يكبر الجسيم الذي أبعاده أقل من λ للضوء ولا يمكن التحكم في λ للضوء .

المستقر في ذرات النيون وتصدم ذرات الهليوم المشارة بذرات النيون غير المشارة تصادم غير مرئي فتنتقل الطاقة إلى ذرات النيون .
ذرات النيون : هي التي تشع الطيف المميز لليزر الهليوم نيون حيث تنبعث ذرة تلقائياً فوتون ضوئي له $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ والتي تنعكس عدة مرات وتتضخم وتعطي شعاع الليزر .

٨٨ في حالة ليزر الهليوم - نيون فإن الطاقة الكهربائية المعطاة تعمل على إثارة ذرات الهليوم إلى المستوى شبه المستقر الذي يساوي في طاقته المستوى شبه المستقر في ذرات النيون فتنتقل الطاقة من ذرات الهليوم إلى النيون بالتصادم ثم تهبط ذرات النيون إلى مستوى أقل تشع ضوء مرئي هو شعاع الليزر (طاقة ضوئية) ثم بعد ذلك تهبط ذرات النيون من هذا المستوى إلى المستوى الأرضي و تفرق الطاقة على هيئة إشعاع حرارة



∴ الطاقة الكهربائية = طاقة ضوئية شعاع الليزر + طاقة حرارية منبعثة

٨٩ مقارنة بين التصوير العادي والتصوير المجسم

التصوير العادي	التصوير المجسم
• يتكون على لوح فوتوغرافي عادي .	• يتكون على لوح يسمى الهولوجرام .
• تنتج الصورة من اختلاف الشد فقط .	• تنتج الصورة من اختلاف في الشدة والطور و الفرق المسار .
• تظهر الصورة مستوية في بعد واحد .	• تظهر الصور مجسمة في أبعاد ثلاثة .
• إذا تلف اللوح تفقد الصورة .	• أي جزء من الهولوجرام يعطي الصورة كاملة .
• يستخدم الفلم الحساس لصورة واحدة .	• يمكن التسجيل على الهولوجرام أكثر من صورة .
• يستخدم ضوء عادي .	• يستخدم الليزر .

٨٦ للحصول على الطيف المميز للعنصر لابد من إثارة ذراته بطرق منها رفع درجة حرارته - التفريغ الكهربى للغاز أو بخاره تحت ضغط منخفض أو عن طريق القوس الكهربى - والمادة لا تشع الأطياف المميزة لها إلا إذا كانت ذرات متفصلة حيث عندما تكتسب طاقة في هذه الحالة تثار الذرة لمستويات عليا وعندما تهبط إلى المستوى الأقل تشع طيف مميز لها . أما في الحالة الصلبة - والسائل فإن الطاقة التي تكتسبها تعمل على تفكك الذرات وانفصالها . ولا تعطي طاقة للإلكترونات فلا تثار ، وعندما تشع المادة الصلبة الساخنة تشع إشعاع حرارى فقط ليس طيف مميز .

٨٧ المجال الكهربى بين الكاثود والهدف في أنبوبة كوليدج لتوليد الأشعة السينية يعمل على إعطاء الإلكترونات المنبعثة من الفنتيلة طاقة عالية تساوى ev حيث v فرق الجهد العالى بينهما مما يسبب عند دخوله نوى الذرة أعطاءها طاقة عالية جداً تتخلص منها الذرة بصورة أشعة X .

٨٨ وذلك لأن الطيف المميز للأشعة السينية ناتج عن عودة الإلكترون من مستوى أعلى إلى مستوى أقل بعد خروج الإلكترون من المستوى القريب من النواة بسبب تصادم الإلكترون المعجل به فيبط الإلكترون من مستوى أعلى فتكون طاقة الإشعاع الناتج هي الفرق بين طاقتي المستوى الأعلى والأدنى : $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$ وهذا يعتمد أساساً على مادة الهدف ولكل مستوى طاقة تتوقف على نوع مادته .

٨٩ وذلك حتى يسقط الفوتون التلقائى على الذرات المشارة جميعاً في مستوى معين شبه مستقر فينبعث الذرات جميعاً في اتجاه واحد وبذلك يتضخم الشعاع لأن كل الذرات تكون مثارة في نفس المستوى شبه المستقر .

٩٠ لأن التجويف الرنينى تكون الذرات جميعها مثارة في مستوى معين حالة الإسكان المعكوس وعند انبعاث فوتون في البداية تلقائى موازى لمحور الأنبوبة ينعكس عدة انعكاسات فينبعث ذرات كثيرة في نفس الاتجاه ويتضخم الشعاع بالانعكاسات المتكررة حتى يصبح بالغ الشدة ينفذ جزء منه من المرآة الشبه عاكسة .

٩١ عنصر الهليوم : هو الذى يكتسب الطاقة من مصادر الطاقة حيث تثار ذرات الهليوم إلى المستوى شبه المستقر الذى طاقته تساوى طاقة المستوى شبه

(٥) شبه موصل من النوع السالب : هو بلورة شبه موصل مطعمه بعنصر خماسي التكافؤ ويكون حاملات الشحنة فيها هي الإلكترونات وتركيز الإلكترون أكثر من الفجوات .

(٦) تيار الانتشار : هو التيار الناتج عن انتقال الفجوات من المنطقة p إلى المنطقة n وانتقال الإلكترونات من المنطقة n إلى المنطقة p في الوصلة الثنائية .

(٧) تيار الانسياب : هو ناتج عن منطقة المجال الكهربى داخل الوصلة الثنائية يدفع التيار فى عكس اتجاه تيار الانتشار وعند الاتزان يتساوى التيار الأمامى والتيار العكسى .

٩٣ فى بلورة شبه الموصل فى درجة حرارة معينة تنكسر الروابط وينتج إلكترونات وفجوات وكلما زادت درجة الحرارة يزيد عدد الروابط التى تنكسر حتى يحدث اتزان ديناميكى حرارى أى عدد الروابط التى تنكسر = عدد الروابط التى تلتئم والروابط التى تنكسر تحتاج إلى حرارة والنسبة تلتئم تعطى حرارة وعند الاتزان تثبت الحرارة أى كمية الحرارة الناتجة = كمية الحرارة اللازمة يسمى اتزان حرارى وحركة الإلكترونات من كسر والتأم تسمى اتزان ديناميكى .

٩٤ مقارنة بين التوصيل الأمامى والتوصيل الخلفى للوصلة الثنائية (الدايود)

التوصيل الخلفى	التوصيل الأمامى	
طريقة التوصيل	توصيل البلورة السالبة بالقطب السالب والبلورة الموجبة بالقطب الموجب .	توصيل البلورة السالبة بالقطب السالب والبلورة الموجبة بالقطب الموجب .
الرسم		
الجهد الحاجز	يقل فرق الجهد بينهما مجال البطارية عكس المجال الداخلى .	يزيد فرق الجهد بينهما مجال البطارية والمجال الداخلى فى نفس الاتجاه .

٩٥ شبه الموصل النقى : هى مادة توصل التيار الكهربى فى درجات الحرارة العالية ولا توصل فى الدرجات المنخفضة وهى بذلك لا تعتبر موصلات كما لا تعتبر عازلات - ويزيد التوصيل الكهربى بارتفاع درجة الحرارة حيث تنكسر روابط أكثر وتزيد عدد الإلكترونات والفجوات .

٩٦ طرق رفع كفاءة المادة شبه الموصلة :

(١) رفع درجة الحرارة حيث تنكسر الروابط وتنبعث إلكترونات وفجوات ويزيد التوصيل ، وفيها يكون تركيز الإلكترونات = تركيز الفجوات .

$$n_i = p_i \quad , \quad n.p = n_i^2$$

(٢) تطعيم شبه الموصل بعنصر خماسى التكافؤ يزيد تركيز الإلكترونات عن الفجوات ويكون (بلورة سالبة) .

$$n = p + N_D^+$$

حيث N_D^+ تركيز الذرات الشائبة : $n \approx N_D^+$ وتزيد التوصيل الكهربى (٣) تطعيم شبه الموصل بعنصر ثلاثى التكافؤ يزيد تركيز الفجوات ويكون

$$p = n + N_A^-$$

بلورة موجبة . حيث N_A^- تركيز الذرات الشائبة $p \approx N_A^-$ وتزيد التوصيل الكهربى

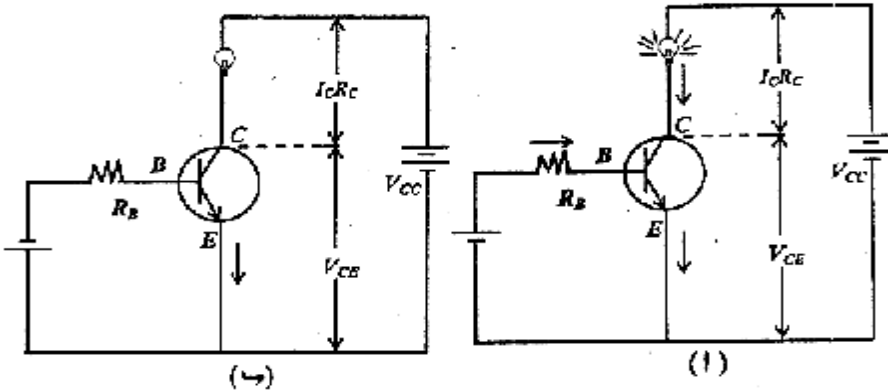
٩٧ (١) الفجوة الموجبة : هى مكان فارغ فى الرابطة المكسورة فى شبه الموصل كان يشغلها الإلكترون وتعمل عمل الشحنة الموجبة فى اقتناص إلكترون سالب لذلك تتحرك فى البلورة فى اتجاه عكس حركة الإلكترونات .

(٢) الذرة الشائبة : هى الذرة التى يطعم بها شبه الموصل النقى لزيادة التوصيل الكهربى وهى تكون إما مانحة (خماسية التكافؤ) أو مستقبلة (ثلاثية التكافؤ) .

(٣) الجهد الحاجز : هو فرق الجهد بين البلورة السالبة والبلورة الموجبة وأقصى جهد كافى لمنع عبور مزيداً من الإلكترونات بينهما .

(٤) شبه موصل من النوع الموجب : هو بلورة شبه موصل مطعمه بعنصر ثلاثة ويكون حاملات الشحنة فيها هو الفجوات وتركيز الفجوات أكثر من تركيز الإلكترونات .

حيث V_{CC} جهد البطارية الرئيسية ، V_{CE} جهد الخرج وهو فرق الجهد بين الباعث والمجمع I_C تيار المجمع R_C مقاومة دائرة المجمع .



• هي الدائرة (ا) :

الترانزستور n p n كمفتاح فى حالة توصيل (غلق) on حيث يتصل على القاعدة جهد موجب وهى بلورة موجبة وبذلك يكون توصيل أمامى (باعث - قاعدة) يمر تيار I_B وحيث أن العلاقة :

$$I_C = \beta_{dc} \cdot I_B$$

يكون تيار I_C كبيرة ويكون $I_C R_C$ كبير . أى يمر تيار فى دائرة المجمع ولو كان بها مصباح كما بالدائرة (أو مقاومة) يمر به التيار ويضيئ أى أصبح الترانزستور مفتاح موصل (مغلق) يمر تيار $I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C}$ من العلاقة

(ا) حيث V_{CC} مقدار ثابت ، عندما يكون $I_C R_C$ كبير يكون الخرج V_{CE} صغير أى الدخل وهو تيار القاعدة كبير يكون الخرج أى فرق الجهد بين الباعث والمجمع صغير .

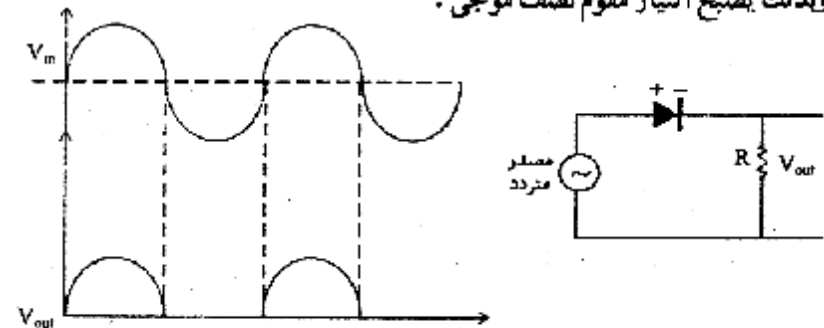
• هي الدائرة (ب) :

الترانزستور مفتوح فى حالة قطع التوصيل (فتح) Off .

حيث تتصل القاعدة بجهد سالب وهى بلورة موجبة أو تفتح دائرة القاعدة فلا يمر تيار فى دائرة القاعدة $I_B = 0$ ويكون $I_C = 0$ صفر فلا يمر تيار فى دائرة المجمع ولا فى المصباح (المقاومة) R_C تعتبر دائرة مفتوحة (off) وحسب

التوصيل الخلفى	التوصيل الأمامى	
يزيد اتساعها .	يقل اتساعها .	المنطقة الفاصلة
لا يمر التيار .	يمر التيار .	مرور التيار
تعمل كمفتاح مغلق .	تعمل كمفتاح مفتوح .	العمل
تزيد المقاومة بين طرفى الوصلة عند قياسها بالأميتر .	تقل المقاومة بين طرفى الوصلة عند قياسها بالأميتر .	قياس المقاومة
		الرمز

15 الوصل الثنائية تعمل على تقويم التيار المتردد تقويم نصف موجى ، أى جعل التيار يسير فى اتجاه واحد لأن التيار المتردد يمر فى اتجاهين عند توصيل مع الوصلة الثنائية نجد فى أنصاف الموجات الموجبة يكون التوصيل أمامى تسمح له بالمرور وفى الإنصاف السالبة يكون التوصيل خلفى فلا يمر تيار وبذلك يصبح التيار مقوم نصف موجى .



ويمكن استخدام 4 وصلات ثنائية لتقويم التيار تقويم موجى كامل .

16 الترانزستور كمفتاح Switch

• الدائرة توضح توصيل الترانزستور n p n كمفتاح حيث يكون

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C \cdot R_C \quad \dots\dots\dots (1)$$

٩٦ الدائرة المتكاملة (I.C) يقصد بها تجميع كل المكونات المطلوبة من ترانزستورات ووصلات ثنائية وغيرها في شريحة رقيقة واحدة من السيليكون يحدد عليها أماكن كل مكون وتقوم بجميع الوظائف معاً ، وبذلك تقلل الحجم والوزن وتزيد السرعة والسعة مثل اللوحة الأم في الكمبيوتر وغيره .

العلاقة (١) يكون V_{ce} كبير وهي الخرج (أي الدخل I_R) يكون الخرج كبير أي يعتبر الترانزستور بسيطة عاكسة وهو استخدام آخر للترانزستور (كبوابة عاكسة).

٩٧ الأجهزة التناظرية : هي أجهزة القياس التي تعتمد على قراءة مؤشر وتسمى أجهزة تناظرية منها أجهزة قياس الجهد والتيار والمقاومة وتعتمد على الكميات الطبيعية كما هي حيث تتحول إلى إشارة كهربائية متغيرة .
الأجهزة الرقمية : هي أجهزة تعتمد على قراءة أعداد رقمية تدل على قيمة الجهد أو التيار أو المقاومة على شاشة صغيرة بدون مؤشر وهي أجهزة تعتمد على الإلكترونيات الرقمية حيث تتعامل مع الكميات الطبيعية بعد تحويلها إلى شفرة غير متصلة على هيئة كود (0,1) وهي لا تتأثر بالشرشرة والعوامل الطبيعية .

٩٨ العد الثنائي هو الأساس العلمي لتكنولوجيا الإلكترونيات الرقمية والعمليات المنطقية حيث ترسل الإشارة على هيئة نبضات مجزأة على شكل شفرة أساسها رقماني (0,1) وبذلك اختزال الإشارة إلى شكل مبسط عبارة عن فتح وغلق في دائرة بواسطة مفاتيح تعمل بطريقة كهربائية وهي ما يسمى البوابات المنطقية وهذا النوع من الإلكترونيات يعتمد على المنطق الرقمي والجبر الثنائي .

٩٩ رسم الدائرة :

جدول التحقيق

خروج	C	B	A
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
0	1	0	1
1	1	1	1

