اجابات اسئلة الكتاب المدرسي

(٢٤) تأثير فان دارفالز يعمل على تأثير قوة التجاذب بين جزيئات الغاز وبذلك تتقارب الجزيئات وتفقد حرية الحركة وتقل المسافات الجزيئية وتتلاصق الجزيئات ويتتابع ذلك وتزيد الكثافة حتى تنتقل المادة إلى حالة السيولة.

(٢٥) لأنه فى درجات الحرارة المنخفضة يقل جذر متوسط مربع السرعات ويزيد التجاذب بين الجزيئات ويتتابع ذلك حتى تتكثف المادة وتتحول إلى الحالة السائلة.

(٢٦) فى حالة الغاز المثالي يهمل قوى التجاذب بين الجزيئات ويهمل أيضا حجم الجزيئات وعند زيادة الكثافة تقترب الجزيئات معا و تقل المسافة بين الجزيئات فيزيد التجاذب بين الجزيئات وبذلك لا يهمل التجاذب وكذلك عند زيادة الكثافة تقترب الجزيئات معا فلا يهمل حجم الجزيئات بالنسبة للحجم الذى يشغله الغاز وبذلك يحيد سلوك الغاز عن الغاز المثالى.

(٢٧) الأساس العلمى لقارورة ديوار: منع انتقال الحرارة بالطرق الثلاثة الحمل والتوصل والإشعاع، حيث لا يوجد وسط مادى بين الجدارين فلا تنقل الحرارة بالتوصيل ولا الحمل ويعمل السطح العاكس للجدار الداخلى والخارجى على منع انتقال الحرارة بالإشعاع.

(٢٨) وذلك حتى يتم التبريد يلزم ملامسة 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 للحرارة فهو الأفضل.

(٢٩)

التغير الايزوثرمي	التغير الاديباتيكي
١- درجة الحرارة ثابتة بين الغاز والوسط المحيط. ٢- الطاقة الداخلية لا تتغير $\Delta U = 0$ ٣- تتحول الطاقة المكتسبة إلى شغل. $\Delta Q_{th} = W$	١- يتم بمعزل عن الوسط المحيط به حراريا. ٢- لا يكتسب أو يفقد طاقة $Q_{th} = 0$. ٣- يكون الشغل المبذول على حساب الطاقة الداخلية وتكون W موجبة يكون له سالبة والعكس صحيح.

(٣٠) هى درجة الحرارة التى عندما ينتقل الفلز من بجيد التوصيل إلى فائق التوصيل وعندها تنعدم المقاومة كليا.

(٣١) حتى تتولد فيها تيارات مداومة تولد مجال مغناطيسى قوى يتنافر مع المجال المغناطيسى فى الملفات التى توجد فى القطبان مما يسبب رفع القطار عدة سنتيمترات وبذلك ينعدم الاحتكاك.

(٣٢) وذلك لأنها تستطيع التقاط أضعف الإشارات اللاسلكية بوضوح عندما توجد فى دوائر الاستقبال فى الأقمار الصناعية ولا تتولد حرارة فى الأسلاك لانعدام مقاومتها.

٣٣١) وذلك انعدام مقاومتها الكهربية حيث يسبب سهولة حركة الالكترونات وتأثرها بالمجال المغناطيسى الخارجى وتحتفظ بطاقة الحركة دون فقد في صورة طاقة حرارية حيث يعمل على استمرار سريان التيار الكهربى الذى يولد مجال مغناطيسى.

الوحدة الرابعة

(٣٩) 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 طرفى البطارية فتزيد الكفاءة.

(٤٠) لأنه فى حالة التوصيل على التوازى تقل المقاومة المكافئة فيزيد التيار الناتج من البطارية والمار بها لذلك تستخدم أسلاك سميكة ولكن التيار يتوزع على المقاومات فيقل تيار كل مقاومة وتستخدم أسلاك أقل سمكا لتوصيل تلك المقاومة.

(٤١) الفكرة العلمية لكل من :

الجلفانومتر الحساس : عزم الازدواج المغناطيسى المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار فى المجال المغناطيسى. المحول الكهربى : الحث المتبادل بين ملفين.

مجزيء التيار في الاميتر : 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 القاومة المراد قياس فرق الجهد فيها فلا يؤثر على فرق الجهد المقاس.

(٤٣) وذلك حسب قانون بقاء الطاقة والطاقة تتقل من الابتدائى إلى الثانوى بالحث المتبادل فعند زيادة فرق الجهد يكون على حساب نقص التيار من العلاقة: $I_S V_S = V_P I_P$

(٤٤) ١- جزء من الطاقة الكهربية يتحول إلي طاقة حرارية فى الأسلاك ، وللحد من ذلك تستخدم اسلاك معدنية مقاومتها النوعية صغيرة (أسلاك نحاسية غليظة).

٢ – جزء من الطاقة الكهربية يحول إلي طاقة حرارية فى القلب الحديدى بسبب التيارات الدوامية، وللحد من ذلك يصنع القلب الحديدى من شرائح معزولة من الحديد المطاوع فيحد ذلك من التيارات الدوامية.

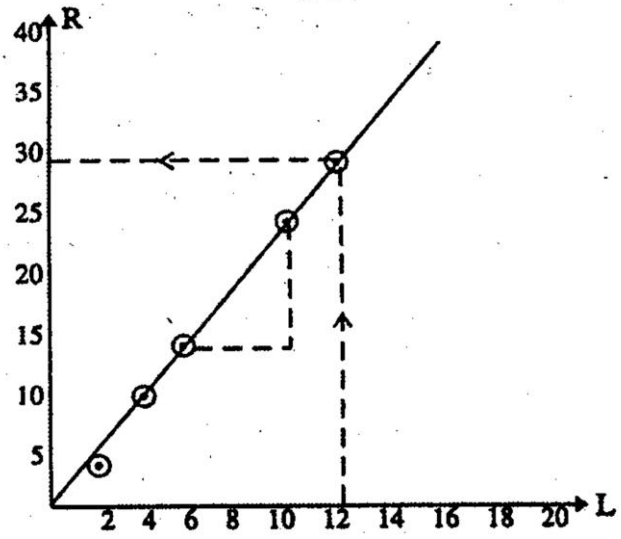
٣ – جزء من الطاقة الكهربية يحول إلى طاقة ميكانيكية تستنفذ فى تحريك الجزيئات المغناطيسي للقلب الحديد، وللحد من ذلك يصنع قلب المحول من الحديد المطاوع السليكونى لسهولة حركة جزيئاته المغناطيسية.

(٤٥) لأن التيارات الدوامية تيارات مستحثة تنتج عن تغير الفيض المغناطيسى الذي يقطع الموصل حسب قانون فاراداى

دينامو التيار المتردد	دينامو التيار موحد 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.
٣١) التيار الناتج متغير الشدة والاتجاه.	٣) التيار الناتج ثابت الشدة تقريبا وثابت الاتجاه.
(٤) يستخدم التيار فى الإضاءة وإدارة الآلات.	٤) يستخدم في الشحن الكهربى والتحليل الكهربى والطلاء بالكهرباء.
(٥) ينتقل لمسافات بعيدة بالمحولات.	٥) لا ينتقل لمسافاته بعيدة.
(٦) يمكن رفع وخفض قوته الدافعة.	٦) لا يمكن رفع وخفض قوته الدافعة.

(٤٧) وذلك لأنه عندما يكون العزم = صفر في ملف يكون له قيمة في الملف الآخر فيكون دائما هناك عزم قيمة عظمى لأى من الملفات ولا يحتاج إلى القصور الذاتي لدورانه.

(٤٨) رسم بيانى:



١ – من الرسم البيانى:

مقاومة 12 متر = 30 أوم

٢ – $\rho_e = \frac{RA}{L} = \text{slope} \times A$

$= \frac{10}{4} \times 0.1 \times 10^{-4}$

$= 2.5 \times 10^{-5}\ \Omega.m$

٣ – $\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{2.5 \times 10^{-5}}$

$= 4 \times 10^{4}\ \Omega^{-1}m^{-1}$

(٤٩)

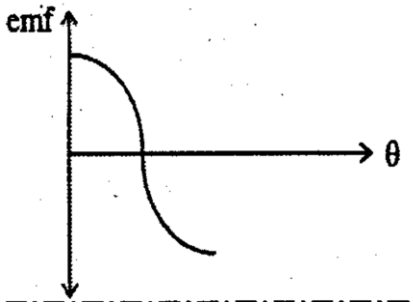
$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.8}{2} = 0.4\ \Omega$$

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

(٥٠) من الوضع الموازى

فيكون emf قيمة عظمى فى البداية

$(emf)_{max} = B\ A\ N\ \omega$



(٥١)

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{20 \times 10^{-3} \times 40}{0.1 - 20 \times 10^{-3}} = 10\ \Omega$$

$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g} \qquad \therefore 210 = \frac{V - 20 \times 10^{-3} \times 40}{20 \times 10^{-3}}$$

فولت 5 = V منها

المحول الرافع	المحول الخافض
١- يستخدم لرفع emf المتردد وخفض شدة التيار .	١- يستخدم لخفض emf المتردد ورفع شدة التيار .
٢- يستخدم عند محطات توليد الكهرباء لرفع الجهد وخفض التيار .	٢- يستخدم عند المستهلك لخفض الجهد .
٣- عدد لفات الثانوي اكبر من الابتدائي	٣- عدد لفات الثانوي اقل من الابتدائي

الدينامو : يستخدم لتوليد الطاقة الكهربية من الطاقة الديناميكية.

الموتور : يستخدم لتحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حركية فى إدارة الآلات والمحركات وغيرها.

(٥٣) لتقليل الفاقد في الطاقة الكهربية

٥٤) ١- أي أن القوة الدافعة المستحثة المتولدة في الملف الثانوي = 2 فولت عند تغير شدة التيار فى الابتدائى بمعدل 1 أمبير/ ث.

٢ – أى أن النسبة بين الطاقة أو القدرة فى الملف الثانوي إلى الطاقة أو القدرة فى الابتدائي = 90 %

٣ – هى التيارات التى تنشأ داخل قالب معدنى مصمت عندما يوضع فى مجال مغناطيسى متغير الشدة أو يلف حولها سلك يمر به تيار متغير.

٤ –أى أن شدة التيار المستمر التى تعطى نفس الطاقة الحرارية للتيار المتردد فى نفس المقاومة ونفس الزمن تساوى 2A

(٥٥) قدرة المصباح (قدرة الثانوي) I_sV_s = القدرة

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

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

منها: $I_p = 0.1\ A$ ، $N_p = 9600$ لفة

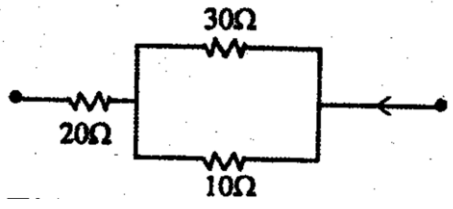
(٥٦) المحرك الكهربي

(٥٧) $V = \frac{100}{5} = 20$ فولت $\qquad W = Q.V$

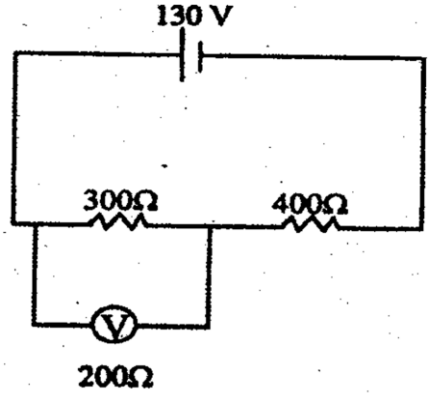
(٥٨)

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

∴ المقاومات 10 ، 30 توازى لأن فرق الجهد واحد وتوصل هكذا



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



(٥٩) عند توصيله بطرفى 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 توصيله بطرفى المقاومة 400 أوم يكون فرق الجهد 40 فولت تكون النسبة 4:3

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

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

$m = \rho . L . A$ (٦١)

$\therefore 0.1 = \rho \times 10 \times A_1 \longrightarrow$ الأول

$0.2 = \rho \times 40 \times A_2 \longrightarrow$ الثاني

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

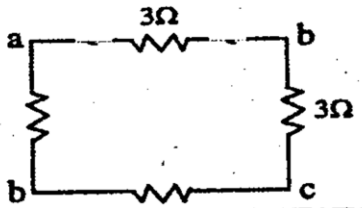
$$\therefore A_2=\frac{0.2}{40\rho} \Rightarrow \frac{1}{200\rho}$$

---

(٦٢) مقاومة السلك كله:

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

كل ضلع فى المربع مقاومة 3 أوم



(1) a,c $\therefore R=\frac{6\times 6}{12}=3\ \Omega$

(2) a,d $R=\frac{9\times 3}{9+3}=2.25\ \Omega$

---

(٦٣) فرق الجهد عبر الأسلاك = 20 فولت:

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

. . الطول الكلى 5 km

$$R\ (\text{مقاومة 1 متر})=\frac{0.25}{5000}=5\times10^{-5}\ \Omega$$

(ذهاب وإياب)

$$\therefore R=\rho\frac{L}{A}=1.57\times10^{-8}\times\frac{1}{3.14\ r^2}=5\times10^{-5}$$

منها $r = 10^{-2}\ m = 1\ cm$

---

(٦٤)

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

فرق الجهد المفقود فى المقاومة الداخلية Ir

$Ir = 4.8 \times 0.5 = 2.4\ V$

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

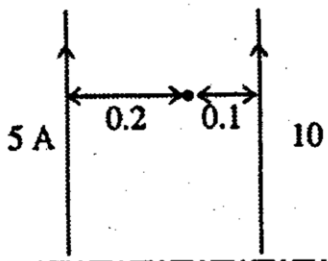
---

(٦٥)

$$B=\frac{\mu I}{2\pi d}=2\times10^{-7}\ \frac{10}{0.1}=2\times10^{-5}$$ تسلا

---

(٦٦) فى نفس الاتجاه:



$B = B_1 - B_2 = 2\times10^{-7}\left(\frac{10}{0.1}-\frac{5}{0.2}\right) = 15\times10^{-6}$ تسلا

ثانيًا $B = B_1 + B_2 = 2\times10^{-7}\left(\frac{10}{0.1}+\frac{5}{0.2}\right) = 25\times10^{-6}$ تسلا

---

(٦٧)

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

---

(٦٨)

$$B=\frac{\mu I N}{L} \Rightarrow \therefore 1.2\times10^{-3}=\frac{4\times3.14\times10^{-7}\times I\times300}{0.22}$$

$I = 0.7\ A$, $\phi = B.A = 1.2\times10^{-3}\times25\times10^{-4} = 30\times10^{-7}$ وبر

---

(٦٩)

$$F = B.I.L \sin\theta = 2\times10^{-3}\times20\times0.1\times0.5 = 2\times10^{-3}\ N$$

---

(٧٠)

$$\tau = B.I.A.N \sin\theta = 0.1\times3\times600\times10^{-4}\times10\sin40 = 0.116\ N.m$$

---

(٧١) يكون مستوى الملف موازيًا للفيض .

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \quad \Rightarrow \quad 0.1 = \frac{I_g R_g}{9 I_g} \quad \therefore R_g = 0.9\ \Omega \qquad (٧٤)$$

المجزئ اللازم لإنقاص الحساسية إلى $\frac{1}{4}$ يحسب $R_s = \frac{I_g \times 0.9}{3 I_g} = 0.3\ \Omega$

الوحدة الخامسة

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

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

٧٦١) أشرح كيف استطاع بلانك أن يفسر ظاهرة إشعاع الجسم الأسود.

وجد بلانك أن منحنى الاشعاع يتكرر مع كل الأجسام الساخنة وأن هذا الاشعاع يتألف من وحدات صغيرة أو دفقات من الطاقة تسمى فوتونات وهى مكماه أى ليست متصلة. وتأخذ قيم $h\upsilon$ ومضاعفاتها وتزداد طاقتها بزيادة ترددها. ويتناقص عددها كلما زادت الطاقة وتصدر من متذبذب صغير أي من الذرات حيث لا تشع الذرة طالما بقيت فى نفس المستوى ولكن تشع عندما تنتقل من مستوى أعلى إلي أدنى وفرق الطاقة يبعث على هيئة فوتون طاقة $h\upsilon$ لذلك هناك فوتونات ذات طاقة أكبر وأخرى أقل طاقة. وتقل شدة الاشعاع فى الطول الموجى الصغير جدا لأن الذرة المثارة إلى مستويات عليا بطاقة عالية لا تهبط مرة واحدة والا كانت تشع إشعاعات كثيرة طاقتها عالية بل تهبط على مراحل فتشع فوتونات فى المنطقة المتوسطة – وكذلك لا تشع إشعاعات ذات طول موجى كبير جدا لأنها لا تشع إلا عندما تتجمع قدر كبير من الطاقة.

(٧٧) الظاهرة الكهروضوئية هى ظاهرة انبعاث الالكترونات من أسطح بعض الفلزات عند سقوط الضوء عليها ويصبح السطح موجب وتفسير آينشتين:

١ – انطلاق الالكترونات يتوقف أساسا على تردد الموجة الساقطة على السطح .

٢ – إذا كانت طاقة الفوتون $h\upsilon$ تساوى حد معين وهو $h\upsilon_c$ أو ما يسمى دالة الشغل (E_w) فإن هذا الفوتون يستطيع بالكاد أن يحور الإلكترون. $E_w = h\upsilon_c$

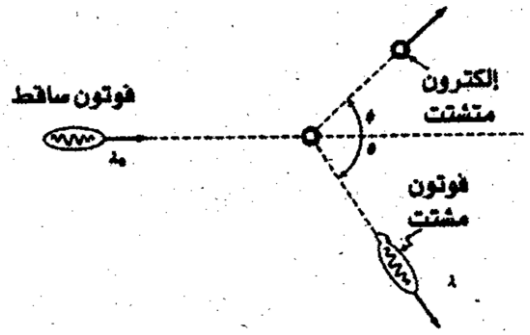
٣– إذا زادت طاقة الفوتون عن هذا الحد ينبعث إلكترون ومعه فرق الطاقة على هيئة طاقة حركة (KE) ويتحرك بسرعة اكبر.

٤ – إذا كان طاقة الفوتون أقل من $h\upsilon_c$ لا يتحرر إلكترونات حتى لو سقط الضوء لمدة كبيرة فلا تتجمع الطاقة حتى تكفى للانبعاث أو إذا زادت شدة الضوء. لأن الانبعاث يتوقف على نوع مادة السطح EW ولا يتوقف على (شدة الضوء

وزمن التعرض – فرق الجهد بين المهبط والمصعد) معادلة أينشتين:

$$1/2\ m.V^2 = h\ .\ \upsilon - h\ \upsilon_c$$

(٧٨) ظاهرة كومتون التى توضح الخاصية (المادية) ~



الجسيمية للموجات عند سقوط فوتون عال التردد مثل أشعة x على إلكترون ساكن نجد تحرك الإلكترون وتشتت الفوتون كما بالشكل وتحرك الإلكترون وهو جسيم دليلا علي ان الفوتون له طبيعة جسيمية حيث يكون

(أ) مجموع طاقتي الفوتون والإلكترون قبل التصادم = مجموع طاقتى الفوتون المشتت والإلكترون المشتت بعد التصادم.

(ب) مجموع كميتى حركة الفوتون والالكترون قبل التصادم = مجموع كميتى حركة الفوتون المشتت والإلكترون بعد التصادم.

(٧٩) فكرة عمل الميكروسكوب الإلكترونى الخاصية الموجية (الإلكترون) وللإلكترون موجات ترافقه وكذلك يمكن التحكم فى الطول الموجى المرافق له وذلك بزيادة فرق الجهد تزيد السرعة فيقل λ المرافق له حسب علاقة دى برولى. يمتاز الميكروسكوب الالكتروني عن الميكروسكوب الضوئى فى أن له قوة تحليل كبير يمكن أن يكبر أى جسم مهما كان صغير وذلك بالتحكم فى الطول الموجى المرافق للإلكترون حتى يكون دائما أقل من أبعاد الجسم فيكبره وهذا شرط التكبير بينما الضوئى لا يكبر الجسيم الذى أبعاده أقل من λ للضوء ولا يمكن التحكم فى λ للضوء.

(٨٢) 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 منفصلة حيث عندما تكتسب طاقة فى هذه الحالة تثار الذرة لمستويات عليا وعندما تهبط إلى المستوى الأقل تشع طيف مميز لها . أما فى الحالة الصلبة والسائل تعمل على تفكك الذرات وانفصالها..ولا تعطى طاقة للالحكترونات فلا تثار، وعندما تشع المادة الصلبة الساخنة تشع إشعاع حرارى فقط ليس طيف مميز.

٨٣١) المجال الكهربى بين الكاثود والهدف فى أنبوبة كولدج لتوليد الأشعة السينية الالكترونات المنبعثة من الفتيلة طاقة عالية تساوى = ev حيث v فرق الجهد العالي بينهما مما يسبب عند دخوله فى الذرة أعطاءها طاقة عالية جدا تتخلص منها الذرة بصورة أشعة x.

(٨٤) وذلك لأن الطيف المميز للأشعة السينية ناتج عن عودة الإلكترون من مستوي اعلي إلي مستوى أقل بعد خروج الإلكترون من المستوى القريب من النواة بسبب تصادم الإلكترون المعجل به فيهبط الإلكترون من مستوي الأعلى إلى الأدنى:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\upsilon$$

وهذا يعتمد أساسا على مادة الهدف ولكل مستوى طاقة معينة تتوقف على نوع مادته .

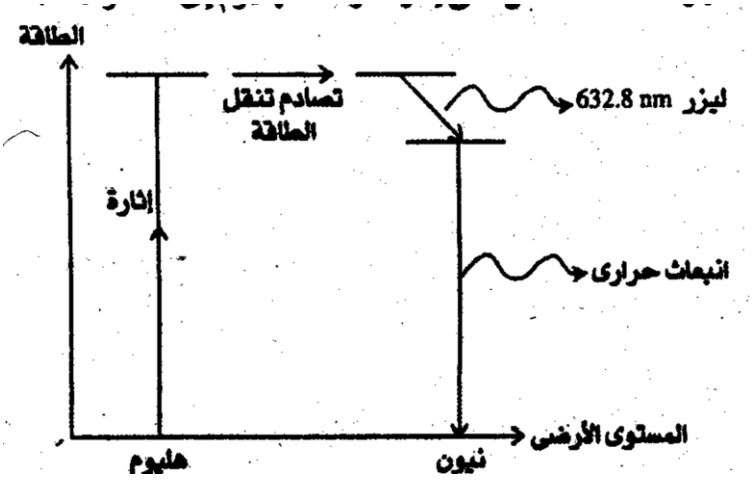
٨٥ ا) وذلك حتى يسقط الفوتون التلقائى على الذرات المثارة جميعا فى مستوى معين شبه مستقر فيحث الذرات جميعا فى اتجاه واحد وبذلك يتضخم الشعاع لأن كل الذرات تكون مثارة فى نفس المستوي شبه المستقر .

٨٦) لأن التجويف الرنينى تكون الذرات جميعها مثارة فى مستوى معين حالة الإسكان المعكوس وعند انبعاث فوتون فى البداية تلقائى موازى محور الأنبوبة يعكس عدة انعكاسات فيحث ذرات كثيرة ويتضخم الشعاع بالانعكاسات المتكررة حتى يصبح بالغ الشدة ينفذ جزء منه المرآة الشبه عاكسة .

(٨٧) الهليوم هو الذى يكتسب الطاقة من مصادر الطاقة حيث تثار ذرات الهليوم إلي المستوى شبه المستقر الذى طاقته تساوى طاقة المستوى شبه المستقر فى ذرات النيون وتصدم ذرات الهليوم المثارة بذرات النيون غير المثارة تصادم غير مرن فتنتقل الطاقة إلى ذرات النيون.

ذرات النيون هى التى تشع الطيف المميز لليزر الهليوم نيون حيث تشع ذرة تلقائيا فوتون ضوئى له $\lambda = 632.8\ nm$ والتى تنعكس عدة مرات وتتضخم وتعطر شعاع الليزر.

(٨٨) فى حالة ليزر الهليوم – نيون فإن الطاقة الكهربية المعطاة تعمل على إثارة ذرات الهليوم إلى المستوى شبه المستقر الذى يساوى فى طاقته المستوى شبه المستقر فى ذرات النيون فتنتقل الطاقة من ذرات الهليوم إلى النيون بالتصادم ثم تهبط ذرات النيون إلى مستوى أقل تشع ضوئي مرئى هو شعاع الليزر (طاقة ضوية) ثم بعد ذلك تهبط ذرات النيون من هذا المستوى إلى المستوى الأرضي وفرق الطاقة على هيئة إشعاع حرارة.



الطاقة الكهربية = طاقة ضوئية شعاع الليزر + طاقة حرارية منبعثة .

(٨٩) مقارنة بين التصوير العادي والتصوير المجسم

التصوير العادي	التصوير المجسم
• يتكون علي لوح فوتوغرافي عادة . • تنتج الصورة من اختلاف الشد فقط . • تظهر الصورة مستوية في بعد واحد . • إذا تلف اللوح تفقد الصورة . • يستخدم الفلم الحساس لصورة واحدة . • يستخدم ضوء عادي	• يتكون علي لوح يسمي الهلوجرام . • تنتج الصورة من اختلاف في الشدة والطور وفرق المسار. • تظهر الصورة مجسمة في أبعاد ثلاثة . • أي جزء من الهولوجرام يعطي الصورة كاملة . • يمكن التسجيل علي الهولوجرام اكثر من صورة . • يستخدم الليزر