أهم الاستنتاجات

١- العلاقة بين التردد و الطول الموجى وسرعة انتشار الموجة

إذا انتقلت موجة بسرعة (v) من مكان إلى آخر يبعد مسافة تعادل الطول الموجى λ فإن الموجة تستغرق زمنا قدره الزمن الدورى T . (أى أن فى زمن دورى (T) تنتقل الموجة مسافة تعادل الطول الموجى)

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

ونظرا لأن :

$$\upsilon = \frac{1}{T}$$

فإن :

$$V = \lambda \upsilon$$

٢- تعيين تردد النغمة الصادرة من الوتر

١- عندما يهتز وتر مشدود تحدث فيه أمواج موقوفة و ينقسم إلى عدد من القطاعات (n) كل منها عبارة عن عقدتين وبطن (طول القطاع) = المسافة بين عقدتين متتاليتين = $\frac{\lambda}{2}$)

٢- بفرض أن طول الوتر L

$\therefore$ طول القطاع = $\frac{L}{n}$

$$\therefore \frac{\lambda}{2} = \frac{L}{n} \Rightarrow \therefore \lambda = \frac{2L}{n}$$

٣- $$\because V = \lambda \upsilon \Rightarrow \upsilon = \frac{V}{\lambda}$$

$$\because V = \sqrt{\frac{F_T}{m}}$$

وبالتعويض عن قيمة (V) ، (λ) من العلاقات السابقة

$$\therefore \upsilon = \frac{n}{2L}\sqrt{\frac{F_T}{m}}$$

٣- استنتاج قانون سنل

$$\because {}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} , {}_1n_2 = \frac{Sin\phi}{Sin\theta}$$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{Sin\phi}{Sin\theta} \Rightarrow \therefore n_1 \times Sin\phi = n_2 \times Sin\theta$$

وهذا ما يعرف **بقانون سنل** الذى ينص على :

معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط فى جيب زاوية السقوط يساوى معامل الانكسار لوسط الانكسار فى جيب زاوية الانكسار .

٤- استنتاج العلاقة بين الزاوية الحرجة لوسط ومعامل الانكسار المطلق له

بتطبيق قانون سنل : $n_1 \times Sin\phi = n_2 \times Sin\theta$

وفى حالة الزاوية الحرجة تكون $\theta = 90^0$, $\phi = \phi_C$

$$\therefore n_1 \times Sin\,\phi_C = n_2 \times Sin\,90$$

لكن $Sin\ 90 = 1$

$$\therefore n_1 \times Sin\,\phi_C = n_2$$

$$\therefore Sin\,\phi_C = \frac{n_2}{n_1}$$

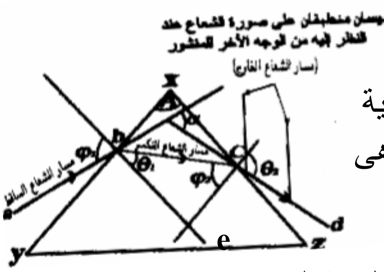
حيث : ϕ_C الزاوية الحرجة ، n_1 معامل الانكسار للوسط الأكبر كثافة ضوئية ، n_2 معامل الانكسار للوسط الأقل كثافة ضوئية .

$${}_1n_2 = \frac{n_2}{n_1} \longrightarrow \therefore Sin\,\phi_C = \frac{n_2}{n_1} = {}_1n_2$$

وعندما يكون الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الهواء فإن $n_2 = 1$ وعندئذ يكون :

$$\therefore Sin\,\phi_C = \frac{1}{n_1} \quad Or \quad n_1 = \frac{1}{Sin\,\phi_C}$$

٥- استنتاج قانونى المنشور



إذا كانت زاوية السقوط ϕ_1 وزاوية الانكسار عند الوجه الأول هى θ_1 ، وزاوية السقوط على الوجه الثانى هى θ_2 وزاوية الخروج ϕ_2 وزاوية رأس المنشور A

فإننا نتبين من هندسة الشكل ما يلى :

أولا: الشكل (bxce) رباعى دائرى مجموع زاويا هو 2π ($\pi = 180^0$)

$\because$ الزاويتين b ، c قائمتان

$$\therefore \hat{e} = 180 - A$$

فى المثلث (bce) مجموع الزوايا 180^0 وعلى ذلك فإن

$$\theta_1 + \phi_2 + \hat{e} = 180 \Rightarrow \theta_1 + \phi_2 = 180 - \hat{e}$$

$$\theta_1 + \phi_2 = 180 - (180 - A)$$

$$\therefore A = \theta_1 + \phi_2 \quad ....(1)$$

ثانيا :

$$\alpha = (\phi_1 - \theta_1) + (\theta_2 - \phi_2)$$
$$= \phi_1 + \theta_2 - \theta_1 - \phi_2$$
$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - (\theta_1 + \phi_2)$$
$$\because \; A = \theta_1 + \phi_2$$
$$\therefore \; \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A \quad ....(2)$$

٦- العلاقة بين معامل الانكسار (n) وزاوية النهاية الصغرى للانحراف (α_0) زاوية رأس المنشور

فى وضع النهاية الصغرى للانحراف يمكن عمليا ونظريا إثبات أن :

$$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0$$
$$\theta_1 = \phi_2 = \theta_0$$

وبالتالى تصبح العلاقة $A = \theta_1 + \phi_2$ على الصورة $A = 2\,\theta_0$ ومنها $\theta_0 = \frac{A}{2}$

كما تصبح العلاقة $\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$ على الصورة $\alpha_0 = 2\,\phi_0 - A$ ومنها

$2\,\phi_0 = \alpha_0 + A$ و منها $\phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2}$

ولكن : $n = \frac{Sin\,\phi}{Sin\,\theta}$

وبالتعويض عن قيم ϕ ، θ نجد أن معامل الانكسار فى وضع النهاية الصغرى للانحراف يتعين من العلاقة

$$n = \frac{Sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{Sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

٧- استنتاج قانون المنشور الرقيق

$\because$ المنشور الرقيق يكون دائما فى وضع النهاية الصغرى للانحراف لذا فإن معامل انكسار مادته يحسب من العلاقة

$$n = \frac{Sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{Sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

ونظرا لأن $\frac{\alpha_0 + A}{2}$ وكذلك $\frac{A}{2}$ هى زوايا صغيرة يكون جيب الزاوية = قيمة الزاوية بالتقدير الدائرى .

وعلى ذلك يكون $Sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right) \cong \left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)$

وكذلك $Sin\left(\frac{A}{2}\right) \cong \left(\frac{A}{2}\right)$

وبالتعويض منهما فى العلاقة السابقة نجد أن معامل انكسار مادة المنشور الرقيق يتعين من العلاقة :

$$n = \frac{\alpha_0 + A}{A} \Rightarrow nA = \alpha_0 + A \Rightarrow \alpha_0 = nA - A$$
$$\alpha_0 = A\,(n-1)$$

٨- إثبات أن قوة التفريق اللونى صفة مميزة لمادة المنشور

$$(\alpha_0)_r = A\,(n_r - 1) \quad ، \quad (\alpha_0)_b = A\,(n_b - 1)$$

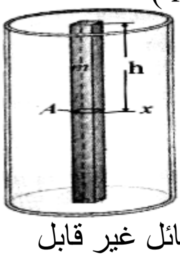
الانفراج الزاوى $= (\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A\,(n_b - n_r)$ .....(1)

$$(\alpha_0)_y = A\,(n_y - 1)$$

قوة التفريق اللونى $\omega_\alpha = \frac{(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r}{(\alpha_0)_y} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$

إذا قوة التفريق اللونى لا تتوقف على زاوية رأس المنشور لذا تكون صفة مميزة لمادة المنشور .

٩- استنتاج العلاقة المستخدمة فى تعين الضغط عند نقطة فى باطن سائل



- نفرض وجود لوح أفقى مساحته m^2(A) على عمق (h)m تحت سطح سائل كثافته (ρ) (كما بالشكل) يعمل هذا اللوح كقاعدة لعمود من السائل .
- القوة التى يؤثر بها السائل على اللوح **تساوى** وزن عمود من السائل ارتفاعه (h) ومساحة مقطعه (A) ، لأن السائل غير قابل للانضغاط ، القوة الناتجة عن ضغط السائل لابد أن تتزن مع وزن عمود السائل الذى ارتفاعه (h)

$F_g = m\,g = \rho\,V\,g = \rho\,A\,h\,g$

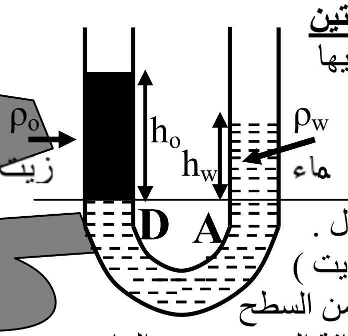
وعندئذ يتعين ضغط السائل (P) على اللوح من العلاقة

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho\,A\,h\,g}{A} = \rho\,g\,h$$

$P = \rho\,g\,h$

وعندما يكون السطح الخالص للسائل معرضاً للضغط الجوى (P_a) ،فإن الضغط الكلى عند نقطة فى باطن السائل يتعين من العلاقة : $P = P_a + \rho\,g\,h$

١٠د استنتاج القانون المستخدم فى الأنبوبة ذات الشعبتين



- عند صب ماء من أحد فرعيها فإنه يأخذ مستوى أفقى واحد و عند صب زيت فى الفرع الثانى يهبط الماء فى هذا الفرع ليرتفع فى الفرع الأول .
- إذا كان إرتفاع السائل (الزيت) و الماء على الترتيب إبتداءاً من السطح الفاصل h_o ، h_w و كانت كثافة الزيت ρ_o ، و الماء ρ_w لكن النقطتان (أ) ، (ب) فى مستوى أفقى واحد

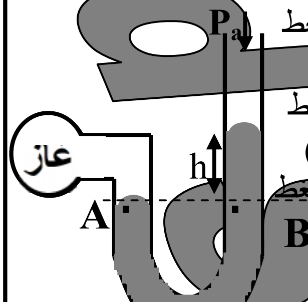
$$P_A = P_B$$

$$\cancel{P_a} + \rho_w g h_w = \cancel{P_a} + \rho_o g h_o$$

$$\rho_w h_w = \rho_o h_o$$

١١د استنتاج القانون المستخدم فى المانومتر

نأخذ نقطتان (A , B) فى مستوى أفقى واحد



الضغط عند النقطة (A) = الضغط عند النقطة (B)

الضغط عند النقطة (A) = ضغط الغاز المحبوس (P)

الضغط عند النقطة (B) = الضغط الجوى + الضغط الناشئ عن وزن عمود الزئبق

$$\therefore P_A = P_B$$

$$P = P_a + \rho g h \quad \text{(الضغط المطلق للغاز)}$$

⇦ **حساب فرق الضغط لغاز محبوس فى مستودع (ΔP) :**

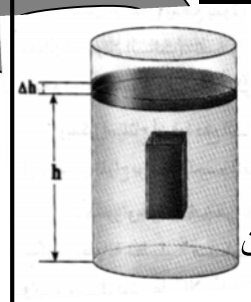
$$P = P_a + \rho g h$$

$$P - P_a = \rho g h$$

لكن $\Delta P = P - P_a$

$$\therefore \Delta P = \rho g h \quad \text{(فرق الضغط)}$$

١٢د استنتاج قاعدة أرشيميدس



نتصور وجود حجم من سائل (V_{oL}) على شكل اسطوانة تخيلية مساحة مقطعها (A) وارتفاعها (h)

حيث : (h) يساوى الفرق بين بعد الوجه السفلى للأسطوانة عن سطح السائل (h_1)، وبعد السطح العلوى عن السطح الخالص (h_2) $h = h_1 - h_2$

⇦ تؤثر على الاسطوانة قوى من جميع الجهات .

هذا الجزء من السائل (كأى جزء أخر من السائل مستقر) لا يتحرك ولذلك يكون فى حالة اتزان .

د **بالنسبة للقوى الأفقية :** يلاشى بعضها بعضا لأن كل قوتان متقابلتين متساويتان فى المقدار و متضادتان فى الاتجاه و خط عملهما على استقامة واحده

٢د **بالنسبة للقوة الرأسية : فهناك قوتان**

⬅ **قوى تؤثر لأسفل :** وهى وزن هذا الحجم من السائل (F_g)

$$F_g = m g = \rho_L . g . V_{oL} \quad .... \quad 1$$

⬅ **القوة التى تؤثر لأعلى :** وهى قوة دفع السائل على الجسم (F_b) وهذه **القوة تنشأ عن** فرق الضغط على الوجهين السفلى و العلوى للاسطوانة .

$$= \Delta P . A = (P_1 - P_2) A$$

$$= (\rho g h_1 - \rho g h_2) A$$

$$F_b = (h_1 - h_2) \rho g A = \rho g (A h)$$

لكن $V = A h$ (الحجم)

$$F_b = \rho g V_{OL} \quad .... \quad 2$$

من المعادلتين 1 ، 2 نجد أن:

وزن اسطوانة السائل لأسفل (F_g) = قوة دفع السائل على الجسم لأعلى (F_b)

٣د شروط السريان الهادئ و استنتاج معادلة الاتصال

شروط السريان الهادئ

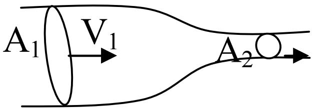
د أن يكون معدل سريان السائل ثابتا على طول مساره لأن السائل غير قابل للانضغاط وكثافة السائل لا تتغير مع المسافة أو الزمن .

٢د لا تتوقف سرعة السائل عند كل نقطة على الزمن .

٣د السريان غير دوار (أى لا توجد دوامات) .

٤د لا توجد قوى احتكاك بين طبقات السائل .

استنتاج معادلة الاتصال



نختار مستويين عموديين على خطوط الانسياب عند مقطعين مساحه مقطع المستوى الأول A_1 ، ومساحة مقطع المستوى الثانى A_2

- حجم السائل المنساب خلال المساحة (A_1) فى وحدة الزمن (معدل الانسياب الحجمى)هو

$$Q_V = A_1 V_1$$

حيث V_1 سرعة السائل المنساب فى وحدة الزمن و الذى كثافته ρ

أى معدل الانسياب الكتلى هو $Q_m = \rho Q_V = \rho A_1 V_1$

- وبالمثل يكون معدل الانسياب الكتلى عند المساحة (A_2) هو $Q_m = \rho Q_V = \rho A_2 V_2$

ونظرا لأن معدل الانسياب الكتلى ثابت فى حالة السريان الهادئ فإن

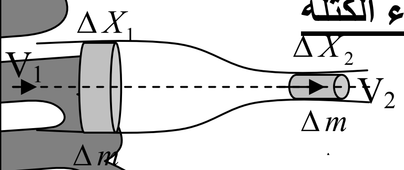
$$A_2 V_2 \times \rho = A_1 V_1 \times \rho$$

$$A_2 V_2 = A_1 V_1$$

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{A_2}{A_1} \Rightarrow V\ \alpha\ \frac{1}{A}$$

معادلة الاتصال :" سرعه انسياب مائع عند نقطة فى أنبوبة تتناسب تناسباً عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة " .

٤ د تفسير معادلة الاستمرار باستخدام قانون بقاء الكتلة



نتصور سائل ونعتبر كتلة صغيرة منه Δm ،هذه الكتلة هى : $\Delta m = \rho\ \Delta V_{OL}$ حيث $(\Delta V_{OL}=A_1\Delta X_1)$ بينما ΔX_1 هى المسافة التى يتحركها السائل فى زمن Δt أى $(\Delta X_1=V_1\ \Delta t)$

وبذلك يكون $\Delta V_{OL}=A_1V_1\ \Delta t$

نفس هذا الحجم لابد أن ينتقل فى الجانب الأخر من الأنبوبة لأن السائل غير قابل للانضغاط

أى أن : $\Delta V_{OL}=A_2V_2\ \Delta t$

ومن ثم ينبغى التأكيد هنا على أن معدل الانسياب لسائل هو معدل انسياب حجمى (Q_V) أو معدل الانسياب الكتلى (Q_m) **وكلاهما ثابت لأى مساحة مقطع** . وهذا يسمى قانون بقاء الكتلة و الذى يؤدى إلى معادلة الاتصال .

٥ د معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت

لقد وجد أن الزيادة فى حجم الغاز (ΔV_{OL}) يتناسب طردياً مع : ١ الحجم الأصلى للغاز وهو عند صفرْ سيلزيوس $(V_{OL})_0$

٢ مقدار الإرتفاع فى درجة حرارة (Δt)

أى أن : $\Delta V_{OL}\ \alpha\ (V_{OL})_0\ \Delta t$

$\Delta V_{OL}=const\ (V_{OL})_0\ \Delta t$

و يرمز لهذا الثابت بالرمز (α_V) **و يسمى معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت .**

$$\Delta V_{OL}=\alpha_V\ (V_{OL})_0\ \Delta t$$

ومنها $\alpha_V=\frac{\Delta V_{OL}}{(V_{OL})_0\ \Delta t}$

٦ د معامل الزيادة فى الضغط عند ثبوت الحجم

عند رفع درجة حرارة كمية معينة من غاز مع بقاء حجمها ثابت فإن ضغط الغاز يزداد وتكون : **الزيادة فى الضغط (ΔP) تتناسب طردياً مع :**

١ الضغط الأصلى عند صفر ْ سيلزيوس (P_0)

$$\Delta P\ \alpha\ P_{0^0\ C}$$

٢ مقدار الإرتفاع فى درجة الحرارة (Δt)

$$\Delta P\ \alpha\ \Delta t^0\ C$$

أى أن :

$$\Delta P\ \alpha\ P_{0^0\ C}\times\Delta t^0c$$

$$\Rightarrow \Delta P=Const\times P_{0^0\ C}\times\Delta t^0c$$

و يُسمى المقدار الثابت بمعامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم (β_P)

$$\therefore \Delta P=\beta_P\times P_{0^0\ C}\times\Delta t^0c$$

$$\beta_P=\frac{\Delta P}{P_{0^0\ C}\ \Delta t}$$

٧ د استنتاج القانون العام للغازات

من قانون شارل $V_{OL}\ \alpha\ T$ ،

من قانون بويل $V_{OL}\ \alpha\ \frac{1}{P}$

$$V_{OL}\ \alpha\ \frac{T}{P} \Rightarrow V_{OL}=Const\times\frac{T}{P}$$

$$\therefore \frac{P\ V_{OL}}{T}=Const$$

$$\frac{P_1\ (V_{OL})_1}{T_1}=\frac{P_2\ (V_{OL})_2}{T_2}$$

نص القانون العام للغازات :" حاصل ضرب حجم كتلة معينة من غاز فى ضغطها مقسوما على درجة حرارته على تدريج كلفن تساوى مقدار ثابت" .

لاحظ : المقدار الثابت يسمى (الثابت العام للغازات [R] و يساوى 8.31 جول / مول.كلفن) .

$$\frac{P\ V_{OL}}{T}=R \Rightarrow PV_{OL}=RT$$

استنتاج قيمة الثابت العام للغازات (R):

يمكن استنتاج قيمة الثابت العام للغازات بأخذ مول من الغاز فى (S.T.P) و المعروف أنه فى معدل الضغط و درجة الحرارة يكون :

١ معدل الضغط = 0.76 m .Hg = 76Cm . Hg

٢ معدل درجة الحرارة = $273^0K = 0^0\ C$.

٣ المول من الغاز فى(S.T. P) يشغل حجما قدره = $22.4\times 10^{-3}\ m^3$ = 22.4 Litter .

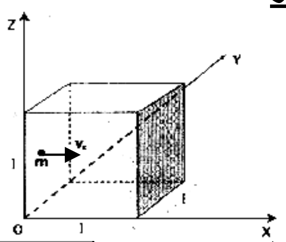
و بتطبيق ذلك يكون

$$P = 0.76\ m.\ Hg =\rho\ g\ h= 1360\times 9.8\times 0.76 = 1.013\times 10^5\ N / m^3$$

$$R=\frac{P\ V_{OL}}{T}=\frac{1.013\times 10^5\times 22.4\times 10^{-3}}{273}$$

$$=8.31\ J.mole^{-1}.^0K^{-1}$$

٨ د ضغط الغاز



نفرض إناء مكعب الشكل طول ضلعه (L) حجمه (V_{OL}) به عدد من الجزيئات لغاز (N) كتلة الجزئ الواحد (m) وتتحرك جزيئات الغاز على طول الإناء بسرعة متوسطة (v) ، فتكون مركبة سرعه الجزئ فى الاتجاه (X) هى (v_x) مصطدمة بجدار الإناء مسببة ضغطا عليه قدره P (وسنركز الآن على الحركة فى اتجاه X فقط

$$P = \frac{F}{A}$$

حيث : ($A = L^2$) ، F هى القوة التى يؤثر بها الجزئ على الحائط

$$F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t}$$

∵ سرعة الجزئ قبل التصادم (v_x) ، ∵ تصادم الغاز تصادم مرن ∴ سرعة الجزئ بعد التصادم هى ($-v_x$) حيث أن السرعة كمية متجهة .

$$\Delta P_L = -mV_X - (mV_X) = -2mV_X$$

(التغير فى كمية تحرك الجزئ نتيجة لتصادم واحد

$$\Delta P_L^{/} = mV_X - (-mV_X) = 2mV_X$$

التغير فى كمية الحركة الذى ينتقل إلى الجدار

وتكون القوة التى يؤثر بها الجزئ على الجدار :

$$F = \frac{\Delta P_L^{/}}{\Delta t} = \frac{2mV_X}{\Delta t}$$

لحساب الزمن :

الدفع الذى يعطيه الجزئ إلى الجدار $I_{imp} = F\,\Delta t = \Delta P_L^{/} = 2mV_X$

ولأن الفترة الزمنية (Δt) صغيرة وغير معروفة فيمكن أخذ الزمن بين التصادمات كبديل للقياس، وفى هذه الحالة فإن القوة التى نستخدمها فى الحساب هى متوسط القوة (F_{av}) و الزمن هو الزمن المتوسط (t_{av}) وتكون المسافة بين تصادمين هى 2 L

$$t_{aV} = \frac{2L}{V_X} \Rightarrow \quad \therefore \quad F_{aV} = \frac{2mV_X}{\frac{2L}{V_X}} = \frac{mV_X^2}{L}$$

وبذلك يكون التغير الكلى فى كمية الحركة فى الثانية (القوة) لكل الجزيئات إذا كان عددها (N)

$$F_{av} = \frac{N\ mV_X^2}{L}$$

ولكن الضغط هو:

$$P = \frac{F_{aV}}{A} = \frac{F_{aV}}{L^2} = \frac{\frac{N\,mV_X^2}{L}}{L^2} = \frac{N\,mV_X^2}{L^3}$$

لكن : $V_{OL} = L^3$

$$\Leftarrow \quad \therefore \quad P = \frac{N\,m}{V_{OL}}\,V_X^2$$

وبالتعميم فى الاتجاهات الثلاثة (X , Y , Z) نجد أن

$$V^2 = V_X^2 + V_Y^2 + V_Z^2$$

ولأن حركة الجزيئات متساوية الاحتمال فى جميع الاتجاهات فإن : $V_X^2 = V_Y^2 = V_Z^2$

وحيث أنه لا توجد أفضلية لاتجاه عن اتجاه آخر لذلك:

$$\therefore V^2 = 3V_X^2 \Rightarrow V_X^2 = \frac{1}{3}V^2$$

$$\therefore \quad P = \frac{1}{3}\frac{Nm}{V_{OL}}V^2 \Rightarrow \therefore \ P = \frac{1}{3}\rho V^2$$

---

٩ د علاقة درجة الحرارة بطاقة الحركة (مفهوم درجة الحرارة)

من العلاقة $P = \frac{1}{3}\frac{N\,m}{V_{OL}}V^2$

وبضرب البسط و المقام فى 2

$$P\,V_{OL} = \frac{2}{3}\ N\frac{mV^2}{2}$$

ولكن $N = n\,N_A$

$$\therefore P\,V_{OL} = \frac{2}{3}\ nN_A\left(\frac{mV^2}{2}\right) ....(1)$$

ومن قوانين الغاز المثالى فإن العلاقة الماكروسكوبية تعطى بالعلاقة :

$$\frac{P\ V_{OL}}{T} = n\,R$$

$$\therefore P\ \ V_{OL} = n\ R\ T \ \ ....(2)$$

هذه العلاقة مبنية على المشاهدات العملية .

أما العلاقة الميكروسكوبية فهى مبنية على الاستنتاج النظرى ، ولذلك لابد من تساوى الكميتين فى الطرف الأيمن فى المعادلتين 1 ، 2

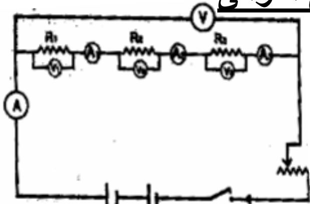
$$nRT = \frac{2}{3}\ n\ N_A\ \left(\frac{mV^2}{2}\right)$$

$$\frac{3}{2}\left(\frac{R}{N_A}\right)T = \frac{mV^2}{2}$$

لكن $\frac{R}{N_A}$ ثابت لكل جزئ وهو ما يسمى ثابت بولتزمان K

$$\therefore \quad \frac{3}{2}KT = \frac{1}{2}\,mV^2$$

٢٠ـ إيجاد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المتصلة على التوالى



١ـ تدمج المجموعة فى دائرة كهربية تشمل بطارية و أميتر و ريوستات ومفتاح جميعها موصلة على التوالى

٢ـ نغلق الدائرة ونعدل من مقاومة الريوستات حتى يمر تيار كهربى مناسب شدته I أمبير

٣ـ يقاس فرق الجهد بين طرفى المقاومة R_1 ، وليكن V_1 ،و فرق الجهد بين طرفى المقاومة R_2 ، وليكن V_2 ، و فرق الجهد بين طرفى المقاومة R_3 ، وليكن V_3 ثم يقاس فرق الجهد الكلى بين طرفى المجموعة وليكن (V) .

يلاحظ أن : ١ـ شدة التيار ثابتة فى الدائرة .

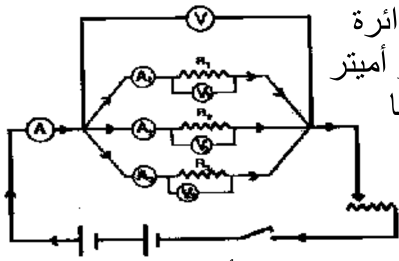
٢ـ فرق الجهد الكلى يساوى مجموع فروق الجهد بين طرفى كل مقاومة

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

و بالقسمة على (I) $\quad I R' = I R_1 + I R_2 + I R_3$

$$\therefore R' = R_1 + R_2 + R_3$$

٢١ـ إيجاد المقاومة المكافئة لمجموعة المقاومات المتصلة على التوالى



١ـ تدمج المجموعة فى دائرة كهربية تشمل بطارية و أميتر و ريوستات موصلة معا كما بالشكل المقابل

٢ـ نغلق الدائرة ونعدل من مقاومة الريوستات حتى يمر تيار كهربى مناسب شدته I أمبير

٣ـ نعين فرق الجهد الكلى بين طرفى مجموعة المقاومات المتصلة على التوازى بواسطة الفولتميتر وليكن (V)

٤ـ نقيس شدة التيار المار فى المقاومة R_1 وليكن I_1 ، و شدة التيار المار فى المقاومة R_2 وليكن I_2 ، و شدة التيار المار فى المقاومة R_3 وليكن I_3 **يلاحظ أن** :

١ـ شدة التيار الكلى (I) تساوى مجموع شدات التيار فى كل مقاومة .

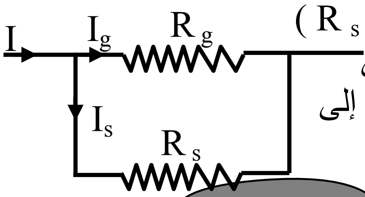
٢ـ فرق الجهد ثابت .

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

بالقسمة على V $\quad \frac{V}{R'} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$

$$\therefore \frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

٢٢ـ تعين مقاومة مجزئ التيار (R_s)



١ـ نفرض أن مقاومة ملف الجلفانومتر (R_g) و مقاومة مجزئ التيار(R_s)

٢ـ عند مرور التيار الكلى المراد قياسه (I) ينقسم إلى قسمين :

← يمر فى المجزئ الجز الأكبر من هذا التيار ولتكن شدته (I_s) .

← يمرفى الجلفانومتر تيار صغير ولتكن شدته(I_g) ويكون :

$$I = I_g + I_s \longrightarrow I_s = I - I_g \quad ......1$$

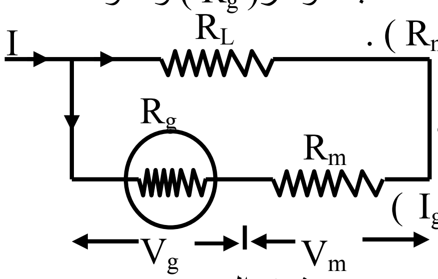
٣ـ ∵ الملف و المجزئ عبارة عن مقاومتين متصلتين على التوازى فيكون : $V_g = V_s$

$$I_g R_g = I_s R_s \longrightarrow R_S = \frac{I_g R_g}{I_S}$$

وبالتعويض عن قيمة I_s من المعادلة 1

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

٢٣ـ تعين مقاومة مضاعف الجهد (R_m)



١ـ نفرض أن مقاومة ملف الجلفانومتر(R_g) ومقاومة مضاعف الجهد (R_m) .

٢ـ ∵ المقاومتين متصلتان على التوالى ∴ شدة التيار المار فيهما واحدة ولتكن (I_g)

٣ـ فرق الجهد بين طرفى الملف $V_g = I_g R_g$ ، فرق الجهد بين طرفى مضاعف الجهد $V_m = I_g R_m$

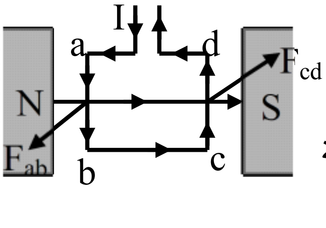
٤ـ فرق الجهد الكلى المراد قياسة (V) يساوى

$$V = V_g + V_m \longrightarrow V = V_g + I_g R_m$$

$$V - V_g = I_g R_m$$

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

٢٤ـ استنتاج قيمة عزم الازدواج المؤثر على ملف



١ـ نفرض أن لدينا ملف مستطيل(a b c d) يمر به تيار كهربى مستواه يوازى خطوط الفيض المغناطيسى المنتظم كثافة

فيضه(B)

٢- الضلعان (ad , bc) يكونان موازيين لخطوط الفيض ، وتكون القوة المؤثرة على كل منهما تساوى صفراً .

٣- الضلعان (cd , ad) فيكونان عموديان على خطوط المغناطيسى لذا يتأثران بقوتين متساويتين فى المقدار و متضادتين فى الإتجاه ، قيمة كل منهما $F = B\ I\ L_{cd}$ ، بينهما مسافة عمودية تمثل بطول الضلع (L_{ad} أو L_{bc}) يتأثر الملف بازدواج يعمل على دوران الملف حول محوره وتكون قيمة عزم الازدواج هى :

العزم = إحدى القوتين × البعد العمودى بينهما

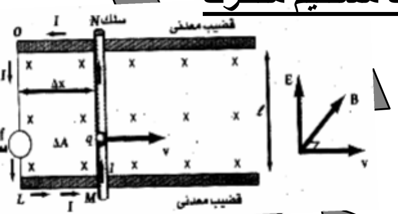
$$\tau = B\ I\ L_{cd} \times L_{bc}$$

حيث : (A) هى مساحة مقطع الملف = $L_{bc} \times L_{cd}$

وإذا كان الملف يحتوى على N لفة فإن العزم الكلى يساوى : $\tau = B\,I\,A\,N = B\left|\vec{m}_d\right|$

حيث: $\left|\vec{m}_d\right| = I\,A\,N$ وهى عزم ثنائى القطب المغناطيسى

٢٥- القوة الدافعة الكهربية المستحثة المتولدة فى سلك مستقيم متحرك



١- إذا وضع سلك طوله (L)عموديا على مجال كثافة فيضه (B) ثابتة (اتجاهه عمودى على الورقة للداخل ، وتم تحريك السلك فى اتجاه عمودى على المجال بسرعة ثابتة (v)

٢- إذا أزيح السلك نحو اليمين بمقدار (ΔX) خلال فترة زمنية (Δt) فإن التغير فى المساحة يكون :

$$\Delta A = L\ \Delta X$$

و يكون التغير فى الفيض

$$\Delta\phi_m = B.\Delta A = B.L.\Delta X$$

٣- تتعين القوة الدافعة الكهربية المستحثة عندئذ من العلاقة $emf = -\dfrac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -B\,L.\dfrac{\Delta X}{\Delta t}$

وحيث أن ($\dfrac{\Delta X}{\Delta t}$) هو المعدل الزمنى للتغير فى المسافة (الإزاحة) ويساوى السرعة التى يتحرك بها السلك (v)

$$\therefore\quad emf = -B\,L\,V$$

٢٦- حساب مقدار (ق . د . ك) المستحثة المتولدة فى ملف الدينامو

١- نفرض أن ملف دينامو مستطيل الشكل طول كل ضلع من أضلاعه الطويلة (L) وعرضه (2r) وأنه يدور بين قطبى مغناطيس قوى كثافة فيضه (B) .

٢- يدور الملف فى دائرة نصف قطرها (r) بسرعة زاوية منتظمة (w) فتكون سرعته الخطية (v)

$$v = w\ r$$

حيث (ω) السرعة الزاوية وتساوى ($2\pi f$) حيث (f) هو التردد

٣- نفرض أن الملف بدأ الحركة حينما كان مستواه عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسى وبعد زمن قدره(t) تكون الزاوية المحصورة بين اتجاه السرعة التى يتحرك بها السلك واتجاه كثافة الفيض (θ)

٤- يتولد فى كل جانب (ق . د . ك) مستحثة

$$emf = B\,L\,V\sin\theta$$

$$emf = B\,L\,\omega\,r\sin\theta$$

وتكون (ق . د . ك) المستحثة المتولدة على جانبى الملف

$$emf = 2\,B\,L\,\omega\,r\sin\theta$$

لكن مساحة $A = 2\,r\,L$

$$emf = B\,A\,\omega\sin\theta$$

وإذا كان عدد لفات الملف (N) تكون القوة الدافعة المستحثة اللحظية المتولدة فى الملف

$$(emf)_{inst} = N\,A\,B\,\omega\sin\theta$$

٥- عندما يدور الملف بزاوية قدرها (90°) أى يصبح الملف موازياً لخطوط الفيض تكون $\theta = 90°$ (Sin 90 = 1) فتكون (ق . د . ك) المستحثة المتولدة نهاية عظمى $(emf)_{max}$

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

العلاقة بين القوة الدافعة المستحثة اللحظية و النهاية العظمى للقوة الدافعة المستحثة

$$(emf)_{inst} = (emf)_{max} \times \sin\theta$$

٢٧- العلاقة بين القوة التى تؤثر بها حزمة من الفوتونات (شعاع ضوئى) على سطح وقدرته P_W

إذا سقط شعاع من الفوتونات على سطح ما بمعدل ϕ_L $Photons/\sec$ فإن :

١- كل فوتون يسقط على السطح وينعكس عنه يعانى تغيرا فى كمية الحركة

التغير فى كمية الحركة $\Delta P_L = 2mC$

٢- وبالتالى يكون معدل التغير فى كمية الحركة (التغير فى كمية الحركة الحادث فى الثانية الواحدة) = التغير فى كمية الحركة × معدل السقوط

$$\frac{\Delta P_L}{\Delta t} = 2\,mC\,\phi_L$$

٣- القوة تساوى المعدل الزمنى للتغير فى كمية الحركة (من قانون نيوتن الثانى)

$$\therefore F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t} = 2mC\phi_L = 2\left(\frac{h\upsilon}{C^2}\right)C\phi_L = 2\left(\frac{h\upsilon}{C}\right)\phi_L$$

لكن : $h\,\upsilon\,\phi_l = P_W$

$$\therefore \quad F = \frac{2\,P_W}{C}$$

هذه القوة صغيرة جدا فلا تؤثر تأثيرا ملحوظا على سطح الحائط ، ولكنها يمكن أن تؤثر على إلكترون حر لصغر كتلته وحجمه فتقذفه بعيدا

٢٨- علاقة الطول الموجى للفوتون بكمية الحركة الخطية

$\because \quad \lambda = \dfrac{C}{\upsilon}$ وبضرب البسط و المقام فى h

$\therefore \quad \lambda = \dfrac{hC}{h\upsilon}$ وبقسمة البسط و المقام على C

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{\dfrac{h\upsilon}{C}}$$

$$\because \quad P_L = \frac{h\upsilon}{C}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{P_L}$$

"رب اشرح لى صدرى ويسر لى أمرى"

مع تمنياتى بالنجاح و التفوق

أ / أحمد شوقى

مؤلف كتاب المرجع فى الفيزياء

0127985580