الوحدة الثانية : المـــوائع ٣ خواص الموائع الساكنة

– توجد المادة فى إحدى حالات ثلاث :

(١) مواد صلبة : مثل الزجاج (تتخذ شكلاً محدداً) .

(٢) مواد سائلة : مثل الماء (لا تتخذ شكلاً محدداً بل تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه) وبالتالى فهى تسمى موائع .

(٣) مواد غازية : مثل الهواء (لا تتخذ شكلاً محدداً بل تتخذ شكل الإناء الموضوعة فيه) وبالتالى فهى تسمى موائع .

– هناك نوعين من الموائع هما :

(١) الموائع السائلة : حركتها انسيابية / غير قابلة للانضغاط / لها حجم معين .

(٢) الموائع الغازية : قابلة للانضغاط بسهولة / تشغل أى حيز توجد فيه (ليس لها حجم معين) .

– تعريف الموائع : هى المواد التى تتميز بقدرتها على الانسياب / هى أى مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً .

– بعض الخصائص الفيزيائية للموائع : (١) الكثافة . (٢) الضغط .

****

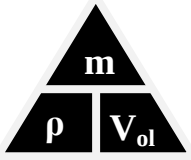
الكثافة

يوصف الذهب بأنه من الفلزات الثقيلة بينما يوصف الألومنيوم بأنه من الفلزات الخفيفة ويرجع هذا إلى أن الذهب أكبر كثافة من الألومنيوم ، والكثافة خاصية أساسية لأى مادة .

تعريفها : هى كتلة وحدة الحجوم من المادة .

قانونها : إذا كانت (m) كتلة مادة ما ، (V_{ol}) حجم المادة فإن : الكثافة = الكتلة / الحجم

$$\rho = \frac{m}{V_{ol}}$$



وحدة قياسها : فى النظام الدولى تكون الكتلة مقدرة بالكيلو جرام ، والحجم مقدراً بالمتر المكعب لذا فإن الكثافة تقدر بوحدة : كجم / م^3 (kg/m^3) .

كثافة المادة لا تتغير بتغير كتلة المادة أو حجمها فهى ثابتة للمادة الواحدة ولكنها تتغير بتغير نوع المادة أو درجة الحرارة .

العوامل التى تتوقف عليها : يرجع التغير فى الكثافة من عنصر إلى آخر لاختلاف :

(١) الوزن الذرى للعنصر أو الوزن الجزيئى للمركب (علاقة طردية).

(٢) المسافات البينية بين الذرات أو الجزيئات (علاقة عكسية) .

س : ما معنى قولنا أن كثافة الماء = 1000 kg/m3 ؟

ج : معنى ذلك أن كتلة 1 m3 من الماء يساوى 1000 kg.

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الكثافة خاصية مميزة للمادة	لأنها لا تتغير بتغير كتلة المادة أو حجمها ولكنها تتغير بتغير نوع المادة أو درجة الحرارة .
٢	تغير الكثافة من عنصر لآخر	لاختلاف الوزن الذرى والمسافات البينية من عنصر لآخر .
٣	تتغير كثافة المادة بتغير درجة الحرارة	لأنه عند تغير درجة الحرارة تتغير المسافات البينية بين جزيئات المادة وبالتالى يتغير الحجم فتتغير كثافة المادة .

****

الكثافة النسبية لمادة (الوزن النوعى)

تعريفها : (١) هى النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة .

(٢) هى النسبة بين كتلة حجم معين من المادة إلى كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة .

قانونها : الكثافة النسبية (الوزن النوعى) = كثافة المادة فى درجة حرارة معينة / كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة

$$= \frac{\text{كتلة حجم معين من المادة فى درجة حرارة معينة}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة}}$$

س : ما معنى أن الوزن النوعى للألومنيوم = 2.7 ؟

ج : معنى ذلك أن النسبة بين كثافة الألومنيوم إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة = 2.7 .

أو : النسبة بين كتلة حجم معين من الألومنيوم إلى كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة = 2.7 .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	لا يكون للكثافة النسبية للمادة وحدات تمييز	لأنها نسبة بين كميتين متماثلتين .
٢	قد تتساوى كثافة المادة مع كثافتها النسبية	يحدث ذلك عندما تكون وحدة قياس الكثافة g/cm^3 .

****

إرشادات حل المسائل

(١) كثافة المادة = الكثافة النسبية لها × 1000 . (لحساب كثافة مادة اضرب كثافتها النسبية فى 1000) .

(٢) لتحويل الكثافة من وحدة g/cm^3 إلى وحدة كجم / م^3 اضرب فى 1000 .

– كثافة المادة (g/cm^3) = الكثافة النسبية × 1 (كثافة الماء بوحدة g/cm^3) .

– كثافة المادة (kg/m^3) = الكثافة النسبية × 1000 (كثافة الماء بوحدة kg/m^3) .

(٣) وزن أى جسم مصمت (متجانس) يحسب من العلاقة : $F_g = mg$ أو من العلاقة : $F_g = \rho V g$.

(٤) كثافة مادة الجسم الأجوف (بداخله فراغ) تحسب من العلاقة : $\rho = \dfrac{m}{V - V_{space}}$

(٥) وزن الجسم الأجوف يحسب من العلاقة : $F_g = mg$ أو من العلاقة : $F_g = \rho(V - V_{space})g$.

(٦) فى حالة خلط أو مزج مادتين مختلفتين ولم يحدث تفاعل أو تداخل بين جزيئات المادتين فإن :

$$\text{حجم المخلوط } V = \text{حجم المادة الأولى } v_1 + \text{حجم المادة الثانية } v_2$$

$$\text{كتلة المخلوط } M = \text{كتلة المادة الأولى } m_1 + \text{كتلة المادة الثانية } m_2$$

وبالتالى فإنه :

– عندما يراد حساب الكتل نبدأ بالحجوم حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة فى المسألة كالتالى :

$$V = v_1 + v_2$$

$$\frac{M}{\rho} \quad \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

– عندما يراد حساب الحجوم نبدأ بالكتل حتى يتم استخدام الكثافات المعطاة فى المسألة كالتالى :

$$M = m_1 + m_2$$

$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$

(٧) إذا لم يذكر لفظ الكثافة النسبية تعتبر الكثافة مطلقة .

(٨) للتحويل من (اللتر) إلى (م^3) نضرب فى 10^{-3} .

****

مسائل محلولة

(١) مكعب من الصلب كتلته 200 جم ، احسب حجم المكعب علماً بأن الكثافة النسبية للصلب 8 وكثافة الماء 1000 كجم / م^3 .

الحل : الكثافة = الكثافة النسبية × كثافة الماء ⟵ $\rho_{\text{للصلب}} = 8 \times 1000 = 8000\ kg/m^3$

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{200 \times 10^{-3}}{8000} = 0.25 \times 10^{-3}\ m^3$$

****

(٢) وعاء معدنى كتلته وهو فارغ 3 كجم وكتلته وهو ممتلىء بالماء 53 كجم وكتلته وهو ممتلىء بالجلسرين 66 كجم احسب الكثافة النسبية للجلسرين .

الحل : الكثافة النسبية للجلسرين = $\dfrac{\text{كتلة حجم معين من الجلسرين}}{\text{كتلة نفس الحجم من الماء}}$

$$\text{الكثافة النسبية للجلسرين} = \frac{66 - 3}{53 - 3} = \frac{63}{50} = 1.26$$

(٣) إذا كان الوزن النوعى للجازولين 0.68 فكم تكون كتلة اللتر منه ؟ وكم يكون وزنه ؟ علماً بأن عجلة السقوط الحر (عجلة الجاذبية) 9.8 م / ث^{2} وكثافة الماء 1000 كجم / م^{3} .

الحل : $\rho_{\text{للجازولين}} = 0.68 \times 1000 = 680 \text{ kg/m}^3$

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow m = \rho V = 680 \times 10^{-3} = 0.68 \text{ Kg}$$

$$F_g = mg = 0.68 \times 9.8 = 6.664 \text{ N}$$

****

(٤) كرة مجوفة وزنها 2 نيوتن وحجمها 2×10^{-4} م^{3} مصنوعة من معدن كثافة مادته 2707 كجم / م^{3} ، احسب حجم الفراغ بها علماً بأن عجلة الجاذبية 10 م / ث^{2} .

الحل :

$$F_g = \rho(V - V_{space})g$$

$$2 = 2707 (2 \times 10^{-4} - V_{space}) \times 10$$

$$\frac{2}{2707 \times 10} = 2 \times 10^{-4} - V_{space}$$

$$V_{space} = 2 \times 10^{-4} - \frac{2}{2707 \times 10} = 0.000126 \text{ m}^3$$

****

(٥) قطعة من الذهب والكوارتز كتلتها 0.5 كجم وكثافتها النسبية 6.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للذهب والكوارتز 19.3 ، 2.6 على الترتيب فاحسب كتلة الذهب فى هذه القطعة علماً بأن كثافة الماء 10^3 كجم / م^{3} .

الحل :

$$\frac{M}{\rho} = \frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}$$

$$\frac{0.5}{6.4 \times 10^3} = \frac{m_1}{19.3 \times 10^3} + \frac{M - m_1}{2.6 \times 10^3}$$

بضرب طرفى المعادلة فى 10^3 فإن :

$$\frac{0.5}{6.4} = \frac{m_1}{19.3} + \frac{0.5 - m_1}{2.6} = \frac{2.6\, m_1}{50.18} + \frac{19.3 (0.5 - m_1)}{50.18}$$

$$= \frac{2.6\, m_1 + 19.3 \times 0.5 - 19.3\, m_1}{50.18} = \frac{9.65 - 16.7\, m_1}{50.18}$$

$$6.4 (9.65 - 16.7\, m_1) = 0.5 \times 50.18$$

$$61.76 - 106.88\, m_1 = 25.09$$

$$106.88\, m_1 = 61.76 - 25.09 = 36.67$$

$$m_1 = 36.67 \div 106.88 = 0.343 \text{ Kg}$$

****

(٦) دورق سعته لتر واحد ملىء بسائلين الكثافة النسبية لهما معاً هى 1.4 فإذا كانت الكثافة النسبية للسائل الأول 0.8 وللسائل الثانى 1.8 فما حجم السائل الأول فى هذا المخلوط علماً بأن السائلين لا يمتزجان (أى لا يتفاعلان) عند الخلط وكثافة الماء 10^3 كجم / م^{3} .

الحل :

$$\rho V = \rho v_1 + \rho v_2$$

$$1.4 \times 10^3 \times 10^{-3} = 0.8 \times 10^3 \times v_1 + 1.8 \times 10^3 \times (10^{-3} - v_1)$$

بالقسمة على 10^3 فإن :

$$1.4 \times 10^{-3} = 0.8\, v_1 + 1.8 (10^{-3} - v_1)$$

$$= 0.8\, v_1 + 1.8 \times 10^{-3} - 1.8\, v_1$$

$$= 1.8 \times 10^{-3} - v_1$$

$$v_1 = 1.8 \times 10^{-3} - 1.4 \times 10^{-3} = 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

****

تطبيقات الكثافة

التطبيق	التفسير
قياس كثافة المحلول الإلكتروليتى فى بطارية السيارة	عند تفريغ الشحنة الكهربية من البطارية تقل كثافة المحلول الإلكتروليتى (حمض الكبريتيك المخفف) نتيجة استهلاك حمض الكبريتيك فى تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات الرصاص ، وعند إعادة شحن البطارية تتحرر الكبريتات من ألواح الرصاص ، وتعود للمحلول مرة أخرى فتزداد الكثافة وتعود لحالتها الطبيعية .
فى العلوم الطبية فى قياس كثافة الدم والبول	كثافة الدم فى الحالة الطبيعية تتراوح بين $1040\ kg/m^3$ إلى $1060\ kg/m^3$ ، إذا زادت كثافة الدم عن $1060\ kg/m^3$ دل على زيادة تركيز خلايا الدم الحمراء ، وإذا قلت عن $1040\ kg/m^3$ دل على نقص تركيز خلايا الدم الحمراء ويشير ذلك إلى مرض فقر الدم (الأنيميا) .
	الكثافة المعتادة للبول هى $1020\ kg/m^3$ ، وهناك بعض الأمراض التى تؤدى إلى زيادة فى إفراز الأملاح ، وهذا يؤدى إلى زيادة كثافة البول عن الحالة الطبيعية .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يمكن الاستدلال على مدى شحن البطارية بقياس كثافة المحلول الالكتروليتى بها	لأن نقص كثافة المحلول الإلكتروليتى يدل على تفريغ شحن البطارية وتعود كثافة المحلول إلى معدلها الطبيعى عند إعادة شحنها .
٢	تقل كثافة المحلول الالكتروليتى (حمض الكبريتيك المخفف) أثناء تفريغ البطارية	نتيجة استهلاك حمض الكبريتيك فى تفاعله مع ألواح الرصاص وتكوين كبريتات الرصاص .
٣	يمكن الكشف عن حالات الإصابة بالأنيميا عن طريق قياس كثافة الدم	لأن نقص كثافة الدم عن المعدل الطبيعى يدل على نقص تركيز خلايا الدم وبالتالى الإصابة بالأنيميا .
٤	يمكن تشخيص بعض الأمراض بقياس كثافة البول	لأن بعض الأمراض تزيد من نسبة الأملاح فى البول فتزيد كثافته عن الحالة الطبيعية.

****

الضغط

– إذا أثرت قوة (F) على سطح مساحته (A) ينتج ضغط (P) على هذه المساحة .

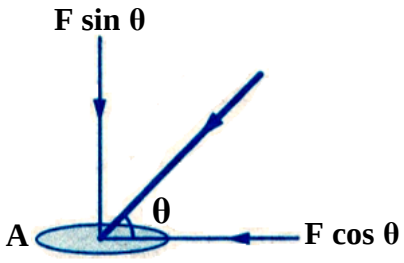
– <u>الضغط عند نقطة</u> : هو مقدار القوة المتوسطة المؤثرة عموديا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .

– يمكن تعيين الضغط عند نقطة بثلاث طرق فإذا كانت القوة :

(١) عمودية على السطح .

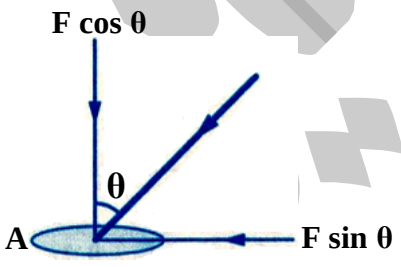
$$P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

(٢) تصنع زاوية θ مع السطح .



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

(٣) تصنع زاوية θ مع العمودى على السطح .



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

– نظراً لأن القوة (F) مقدرة بالنيوتن (N) والمساحة (A) مقدرة بالمتر المربع (m^2) فإن وحدة قياس الضغط هى : نيوتن / م^2 (N/m^2) وهى تكافئ $J/m^3 = kg\ .\ m^{-1}\ .\ s^{-2}$.

– <u>يتوقف الضغط عند نقطة على</u> :

(١) القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً (علاقة طردية) . (٢) المساحة المحيطة بتلك النقطة (علاقة عكسية) .

****

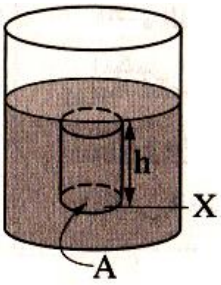
م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	الضغط عند نقطة $100\ N/m^2$	أى أن مقدار القوة المتوسطة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة = 100 N.
٢	القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات من سطح ما = $5 \times 10^5\ N$	أى أن الضغط عند نقطة من هذا السطح يساوى $5 \times 10^5\ N/m^2$.

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الضغط الناتج عن كعب حذاء مدبب لفتاة أكبر من الضغط الناتج عن قدم فيل على الأرض	لأنه تبعاً للعلاقة $P = F \div A$ يتناسب الضغط عكسياً مع المساحة فعندما تؤثر قوة صغيرة (وزن الفتاة) على مساحة صغيرة جداً ينتج ضغط كبير أما فى حالة الفيل فإن قوة كبيرة (وزن الفيل) تؤثر على مساحة كبيرة فينتج ضغط أقل .
٢	إبرة الخياطة لها أسنة مدببة	لأن الضغط يتناسب عكسياً مع المساحة فعندما يكون السن مدبب (أقل مساحة) يتولد أكبر ضغط وتخترق الإبرة النسيج بسهولة .
٣	تستخدم إطارات عريضة فى سيارات النقل الثقيل	لأن الضغط يتناسب عكسياً مع المساحة وبزيادة المساحة يقل الضغط الناتج عن وزن السيارة على الطريق فلا تغوص فى العجلات فى الطرق الرملية .

****

الضغط عند نقطة فى باطن سائل



(١) نفرض أن لدينا لوح أفقى (X) مساحته (A) على عمق (h) تحت سطح سائل كثافته (ρ) .
يعمل هذا اللوح كقاعدة لعمود من السائل .

(٢) القوة التى يؤثر بها السائل على اللوح X تساوى وزن عمود من السائل ارتفاعه h ومساحة مقطعه A .

(٣) حيث أن السائل غير قابل للانضغاط فإن القوة الناتجة عن ضغط السائل لابد أن تتزن مع وزن عمود السائل الذى ارتفاعه h .

$\therefore F_g = mg$

وبما أن كتلة السائل = ρV

$\therefore F_g = \rho V g$

وبما أن حجم هذا السائل = Ah

$\therefore F_g = \rho A h g$

الضغط عند نقطة فى باطن سائل
يقدر بوزن عمود السائل الذى قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد العمودى بين تلك النقطة وسطح السائل .

(٤) ضغط السائل P على اللوح يتعين من العلاقة :

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

$$\therefore P = \rho g h$$

(٥) وبما أن السطح الخالص للسائل يتعرض للضغط الجوى P_a يكون الضغط الكلى (المطلق) .

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

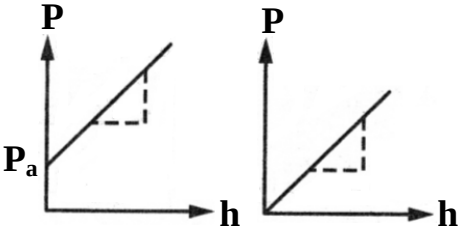
****

س : ما معنى قولنا أن : الضغط عند نقطه فى باطن سائل $2000\ N/m^2$ ؟

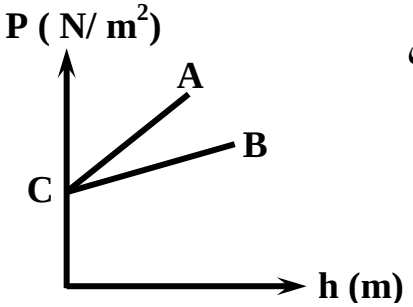
ج : أى أن وزن عمود السائل الذى قاعدته وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة وارتفاعه البعد الرأسى بين النقطة وسطح السائل = 2000 N

****

العوامل التى يتوقف عليها الضغط عند نقطة فى باطن سائل :



(١) عمق النقطة تحت سطح السائل (علاقة طردية) .
(٢) كثافة السائل (علاقة طردية) .
(٣) عجلة الجاذبية (علاقة طردية) ، فقيمة g تتغير من مكان لآخر تغير طفيف .



س : الرسم البيانى المقابل يمثل العلاقة بين الضغط عند نقطة فى باطن سائل وعمق النقطة عن سطح السائل لسائلين مختلفين A , B :

(١) ماذا تمثل النقطة C ؟

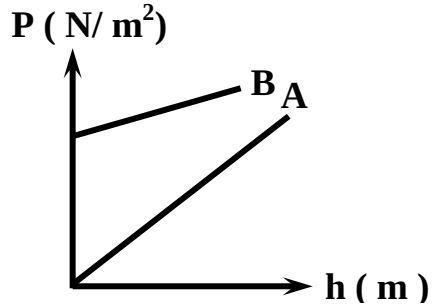
(٢) أى السائلين أكبر كثافة ؟ ولماذا ؟

ج : (١) النقطة C تمثل الضغط الجوى (P_a) .

(٢) كثافة السائل A أكبر من كثافة السائل B

لأن ميل الخط المستقيم للسائل A أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل B .

****



س : الرسم البيانى المقابل يمثل العلاقة بين الضغط (P) وعمق السائل (h) فى مخبارين بهما سائلين مختلفين فى الكثافة A , B :

(١) أى المخبارين مغلق وأيهما مفتوح ؟ ولماذا ؟

(٢) أى السائلين أكبر كثافة ولماذا ؟

ج : (١) المخبار A مغلق لأن الخط المستقيم يمر بنقطة الأصل .

المخبار B مفتوح لأن الخط المستقيم B يقطع جزء من محور الصادات يساوى وجود الضغط الجوى .

(٢) السائل A أكبر كثافة من السائل B لأن ميل الخط المستقيم للسائل A أكبر من ميل الخط المستقيم للسائل B .

****

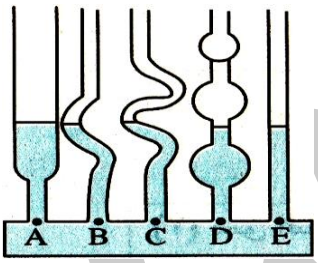
تطبيقات على الضغط فى السوائل المتجانسة

(١) تساوى الضغط عند جميع النقط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى سائل متجانس :

- نظراً لأن جميع النقط على عمق واحد من سطح السائل .
- نظراً لأن السائل متجانس أى أن كثافته متساوية عند جميع النقط فإن الضغط يكون متساوياً عند جميع النقط الواقعة فى مستوى أفقى واحد فى السائل المتجانس .

****

(٢) الأوانى المستطرقة :



إذا وصلت عدة أوانى مختلفة الشكل والسعة (مختلفة الأشكال الهندسية) بأنبوبة أفقية ثم صب سائل فى أحد هذه الأوانى فإن السائل يرتفع فى باقى الأوانى ويكون ارتفاع السائل متساوياً فى جميع الأوانى كما فى الشكل المقابل بشرط أن تكون قاعدة الإناء فى مستوى واحد وألا تحتوى هذه المجموعة على أنبوبة شعرية ولهذا فإن مستوى سطح البحر واحد لكل البحار المتصلة ببعضها .

****

(٣) زيادة سمك السد عند قاعدته :

كلما زاد عمق الماء زاد ضغطه فلابد من زيادة سمك السد عند قاعدته حتى يتحمل الضغط المتزايد عند زيادة العمق .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يتساوى الضغط عند جميع نقاط المستوى الأفقى الواحد فى السائل المتجانس	لأن الضغط عند أى نقطة فى باطن السائل =ρgh وعند تساوى عمق النقاط أسفل السطح وتساوى الكثافة تتساوى الضغوط .
٢	يكون مستوى سطح الماء ثابتاً فى المحيطات والبحار المفتوحة	لأن جميع النقاط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل يكون لها نفس الضغط .
٣	تبنى خزانات المياه فى أعلى مكان فى المدينة	لأنه طبقاً لنظرية الأوانى المستطرقة فإن سطح الماء سيرتفع فى مواسير المياه الرأسية التى تغذى المنازل إلى نفس مستوى سطح الماء فى الخزان فتصل المياه إلى الأدوار العليا .
٤	تبنى السدود بحيث تكون أكثر سمكاً عند القاعدة	حتى تتحمل الزيادة فى الضغط الناتجة عن زيادة عمق الماء .

****

إرشادات حل المسائل

(١) لحساب أكبر ضغط لمتوازى مستطيلات يوضع على الوجه الذى له أقل مساحة ($P = F \div A_{\text{أقل مساحة}}$) .
(٢) لحساب أقل ضغط لمتوازى مستطيلات يوضع على الوجه الذى له أكبر مساحة ($P = F \div A_{\text{أكبر مساحة}}$) .
(٣) لحساب فرق الضغط بين نقطتين فإننا نحسب ضغط السائل الموجود بين النقطتين من العلاقة : $\Delta P = \rho g h$
(٤) فى إطار السيارة يكون ضغط الهواء المحبوس بداخل الإطار (P) أكبر من ضغط الهواء خارج الإطار (P_a) ويكون

$$\Delta P = P - P_a$$

(٥) فى الغواصة يكون ضغط الهواء المحبوس داخل الغواصة (P_a) أقل من الضغط خارج الإطار (P) ويكون :

$$\Delta P = (P_a + \rho g h) - P_a = \rho g h$$
$$\Delta F = P.A = \rho g h.A$$

****

مسائل محلولة

(١) قاعدة حوض أسماك مساحتها 1000 سم^2 ، وكان الحوض يحتوى على ماء وزنه 400 نيوتن ، احسب ضغط الماء على قاعدة الحوض .

الحل : $P = \frac{F}{A} = \frac{400}{1000 \times 10^{-4}} = 4 \times 10^3 \ N/m^2$

****

(٢) إذا كان الضغط على قاع إناء أسطوانى به زيت هو 1.5×10^3 نيوتن / م^2 ، احسب القوة الكلية المؤثرة على قاعدة الإناء إذا كان قطر القاعدة 8 أمتار .

$$\pi = \frac{22}{7}$$

الحل :

$$P = \frac{F}{A} \longrightarrow F = PA \quad , A = \pi r^2$$
$$F = PA = 1.5 \times 10^3 \times \frac{22}{7} \times (4)^2 = 75428.57 \ N$$

****

(٣) متوازى مستطيلات صلب أبعاده (5 Cm . 10 Cm , 20 Cm) كثافة مادته 5000 كجم / م^3 فإذا وضع على سطح مستوى أفقى ، احسب أكبر ضغط وأقل ضغط للمتوازى . ($g = 10 \ m/s^2$)

الحل : لحساب أكبر ضغط للمتوازى يوضع المتوازى على الوجه الأقل مساحة (5 cm × 10 Cm) .

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho_s g V}{A} = \frac{5000 \times 10 \times (20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6})}{5 \times 10 \times 10^{-4}} = 10^4 \ N/m^2$$

لحساب أقل ضغط للمتوازى يوضع المتوازى على الوجه الأكبر مساحة (20 cm × 10 Cm) .

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\rho_s g V}{A} = \frac{5000 \times 10 \times (20 \times 10 \times 5 \times 10^{-6})}{20 \times 10 \times 10^{-4}} = 2500 \ N/m^2$$

****

(٤) فرق ضغط قدره 3.039×10^5 نيوتن / م^2 مطلوبة لإطار سيارة فإذا كان الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن / م^2 احسب قيمة ضغط الهواء داخل الإطار .

الحل :

$$\Delta P = P - P_a$$
$$P = P_a + \Delta P = 1.013 \times 10^5 + 3.039 \times 10^5 = 4.052 \times 105 \ N/m^2$$

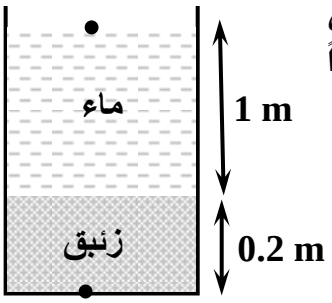
****

(٥) غواصة تغوص إلى عمق 40 متر فى ماء بحر كثافته 1030 كجم / م^3 وكان الضغط داخلها يساوى الضغط الجوى . ما قيمة القوة الكلية المؤثرة على باب قمرتها إذا كان قطره 80 سم علماً بأن : ($\pi = 22 \div 7$ ، $g = 9.8 \ m/s^2$)

الحل : $F = p \ g \ h \ . A = p \ g \ h \ . \pi r^2 = 1030 \times 9.8 \times 40 \times \frac{22}{7} \times (40)^2 \times 10^{-4} = 203033.6 \ N$

****

(٦) طبقة من الماء سمكها واحد متر تطفو فوق طبقة من الزئبق سمكها 0.2 متر ، ما الفرق فى الضغط عند نقطتين إحداهما عند سطح الماء الخالص والأخرى عند قاع طبقة الزئبق علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم / م^3 وكثافة الزئبق 13600 كجم / م^3 وعجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 .



الحل :

عند قاع الزئبق $P = Pa + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$

عند سطح الماء $P = Pa$ ماء زئبق

$$\Delta P = Pa + \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 - Pa$$
$$= \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2$$
$$= (1000 \times 9.8 \times 1) + (13600 \times 9.8 \times 0.2)$$
$$= 36456 \ N/m^2$$

****

(٧) إذا كان الضغط الجوى عند سطح ماء فى بحيرة هو واحد ضغط جوى ، ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها 3 ضغط جوى علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم / م^3 وأن الضغط الجوى يعادل 1.013×10^5 نيوتن / م^2 وعجلة الجاذبية 9.8 م / ث^2 .

الحل :

$$P = P_a + \rho g h$$
$$3 \times 1.013 \times 10^5 = 1.013 \times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times h$$
$$3 \times 1.013 \times 10^5 - 1.013 \times 10^5 = 9800 \ h$$
$$h = 202600 \div 9800 = 20.673 \ m$$

****

(٨) الجدول التالى يوضح العلاقة بين الضغط (P) عند نقطة فى باطن بحيرة وعمق هذه النقطة (h) عن سطح البحيرة . انكسار الضوء فى الوسط المادى .

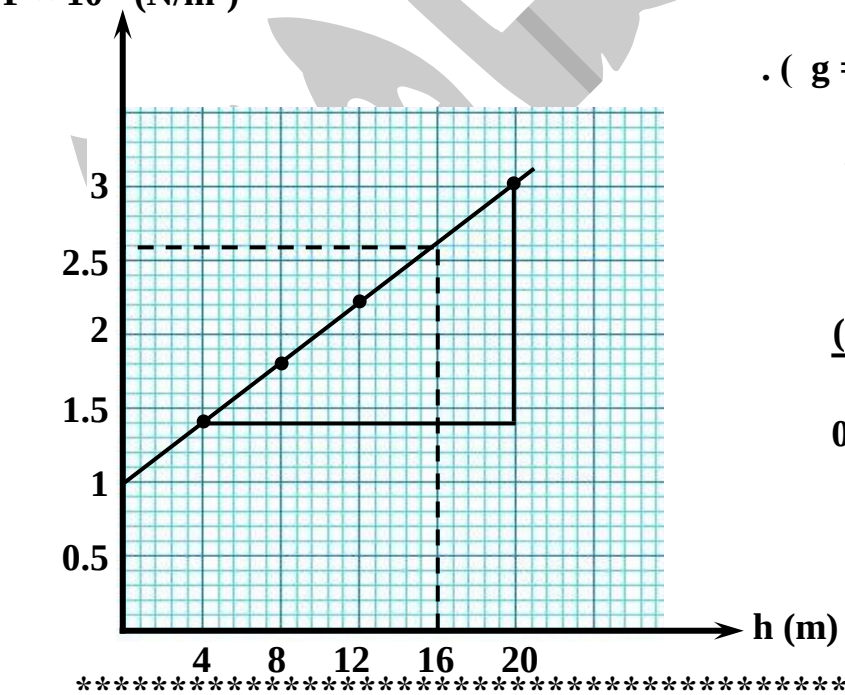
h (m)	4	8	12	16	20
$P \times 10^5$ (N/m^2)	1.4	1.8	2.2	b	3

ارسم علاقة بيانية بين الضغط (P) على المحور الرأسى ، وعمق النقطة (h) على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد :

(١) الضغط b المقابل للعمق 16 m .

(٢) قيمة الضغط الجوى .

(٣) كثافة ماء البحيرة (اعتبر $g = 10 \ m/s^2$) .



الحل :

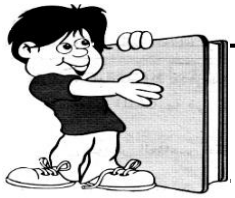
(١) من الرسم : $b = 2.6 \times 10^5 \ N/m^2$

(٢) $P_a = 1 \times 10^5 \ N/m^2$

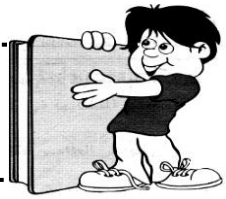
(٣) الميل = ρg

$$\frac{(3 - 1.4) \times 10^5}{20 - 4} = \rho \times 10$$
$$0.1 \times 10^5 = \rho \times 10$$
$$\rho = 1000 \ Kg / m^3$$

****



الأستـــــــــــاذ
في الفيـــــــــــزياء



الأنبوبة ذات الشعبتين

– أنبوبة على شكل حرف U.

– **تعتمد فكرة عملها على أن :**

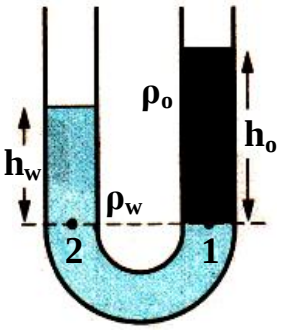
(الضغط متساوى عند جميع النقاط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل ساكن متجانس).

– **تستخدم في :** (١) المقارنة بين كثافتى سائلين .

(٢) تعيين كثافة سائل بمعلومية كثافة سائل أخر .

(٣) تعيين الكثافة النسبية لسائل .

– **تجربة عملية لتعيين كثافة الزيت بمعلومية كثافة الماء باستخدام أنبوبة ذات شعبتين :**



(١) ضع كمية مناسبة من الماء فى الأنبوبة ذات الشعبتين فيصبح ارتفاعه فى الفرعين متساوياً .

(٢) صب الزيت ببط ء فى أحد الفرعين حتى يتكون سطح فاصل بينهما .

(٣) قم بقياس ارتفاع الماء h_w وارتفاع الزيت h_o فوق مستوى السطح الفاصل عند الاتزان .

(٤) يمكن تعيين كثافة الزيت كالآتى :

الضغط عند النقطة (1) الضغط عند النقطة (2) لأنهما فى مستوى أفقى واحد

$$P_a + \rho_o g h_o = P_a + \rho_w g h_w$$

$$\rho_o h_o g = \rho_w h_w g$$

$$\rho_o h_o = \rho_w h_w$$

$$\frac{\rho_o}{\rho_w} = \frac{h_w}{h_o}$$

****

ملاحظات هامة :

(١) ارتفاع السائل فى الأنبوبة ذات الشعبتين يتناسب عكسياً مع كثافته.

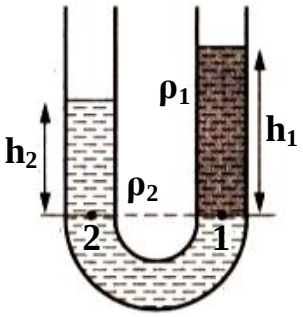
(٢) نصف قطر الأنبوبة (أو مساحة مقطعها) لا يؤثر إطلاقا على ارتفاع كل من السائلين فى فرعى الأنبوبة .

(٣) لإيجاد حجم سائل فى أحد الفرعين نضرب ارتفاع السائل × مساحة مقطع الفرع .

(٤) إذا كان السائلان يمتزجان يمكن الفصل بينهما بسائل ثالث لا يمتزج مع أى منهما .

(٥) إذا كان الاتزان بين :

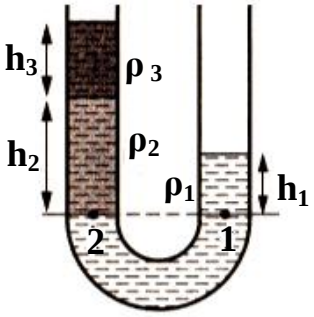
(أ) سائلين .



$$P_1 = P_2$$

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

(ب) أكثر من سائلين .



$$P_1 = P_2$$

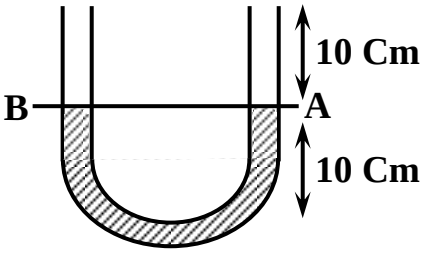
$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2 + \rho_3 h_3$$

يتساوى ارتفاع السائل فى فرعى الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطراهما لأن ارتفاع السائل فى فرعى الأنبوبة ذات الشعبتين يتوقف على قيمة الضغط عند مستوى أفقى معين فى الفرعين ونظرا لتساوى الضغط فلابد أن يتساوى ارتفاع السائل فى الأنبوبتين.

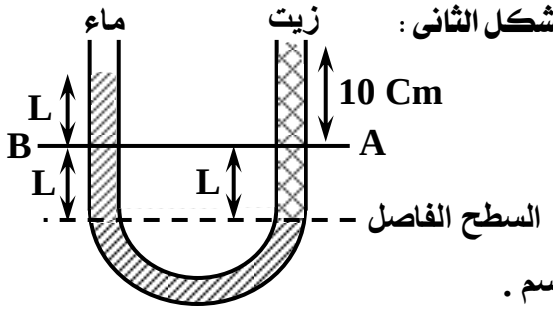
****

مسائل محلولة

(١) أنبوبة ذات فرعين منتظمة المقطع طول كل من فرعيها 20 سم مملوءة بالماء إلى منتصفها ، صب زيت فى أحد الفرعين حتى حافته ، احسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل إذا كانت كثافة الزيت 800 كجم / م^3 وكثافة الماء 1000 كجم / م^3



الحل : عند صب الزيت فى أحد الفرعين ينخفض سطح الماء فى هذا الفرع بمقدار (L) ويرتفع الماء فى الفرع الآخر فوق العلامة A بمقدار (L) وذلك لانتظام مقطع الأنبوبة كما فى الشكل الثانى :



$\rho_w h_w = \rho_o h_o$

$1000 \times 2L = 800 \times (10 + L) = 8000 + 800 L$

$2000 L - 800 L = 8000$

$1200 L = 8000$

$L = 8000 \div 1200 = 6.66$ Cm

ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل $= 2L = 6.66 \times 2 = 13.3$ سم .

****

(٢) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع صب بها كمية من الزئبق فكان ارتفاعه فى الفرعين متساوى ثم صب فى أحد فرعيها كمية من الماء فوصل ارتفاعه إلى 25 cm أحسب ارتفاع الكحول الذى يجب أن يصب فى الفرع الآخر حتى يظل مستوى الزئبق فى الفرعين متساوى علما بأن الكثافة النسبية للماء والكحول على الترتيب هى 1، 0.78

الحل : النقطتين A , B فى مستوى أفقى واحد

الضغط عند B = الضغط عند A

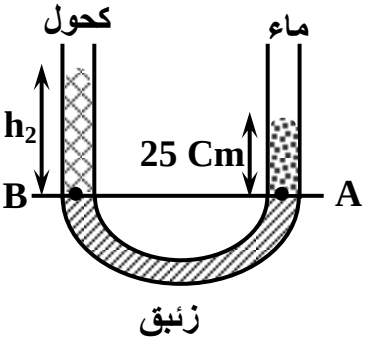
$P_a + \rho g h = P_a + \rho g h$

$\rho_1 h_1$ ماء $= \rho_2 h_2$ كحول

$1000 \times 25 = 780 \times h_2$

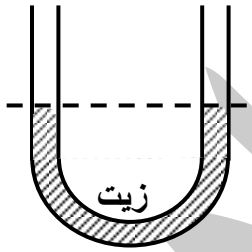
$25000 = 780 \times h_2$

$h_2 = 25000 \div 780 = 32.05$ Cm



****

(٣) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع بها زيت كثافته $900\ kg/m^3$ صب فى أحد فرعيها ببطء كحول فانخفض سطح الزيت بمقدار 6 cm أحسب كثافة الكحول إذا علمت أن ارتفاع عمود الكحول فوق السطح الفاصل 13.5 cm ثم أحسب كتلته علما بأن مساحة مقطع الأنبوبة $2\ cm^2$.



الحل : $\rho_1 h_1$ زيت $= \rho_2 h_2$ كحول

$900 \times 12 = \rho_2 \times 13.5$

$10800 = \rho_2 \times 13.5$

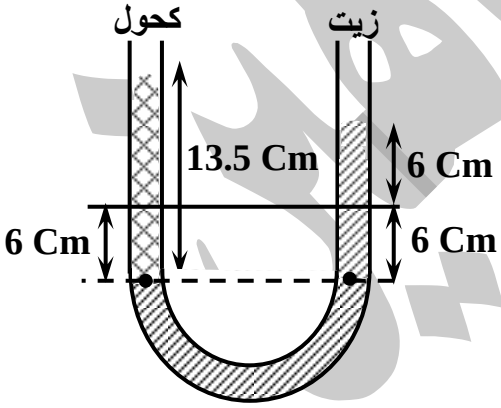
$\rho_2 = 10800 \div 13.5 = 800\ Kg / m^3$

$m = \rho V$, $V = Ah$

$m = \rho\ Ah$

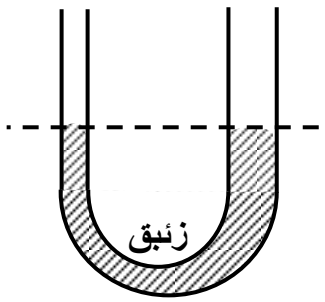
$= 800 \times 2 \times 10^{-4} \times 13.5 \times 10^{-2}$

$= 0.0216$ Kg



****

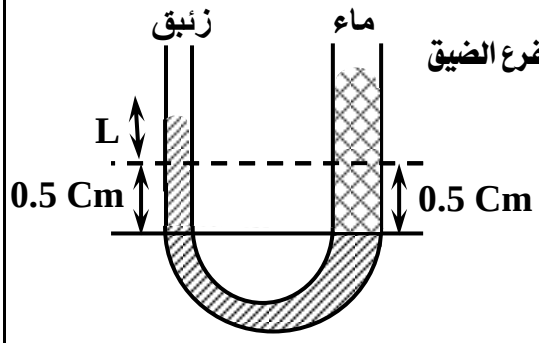
(٤) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعيهما 2 سم^2 ، 3.6 سم^2 صب فيها زئبق ثم صب ماء فى الفرع المتسع فانخفض سطح الزئبق بمقدار 0.5 سم أوجد ارتفاع عمود الماء فوق السطح الفاصل علماً بأن كثافة الزئبق 13600 كجم / م^3 وكثافة الماء 1000 كجم / م^3 .



الحل : $\rho_1 h_1$ ماء $= \rho_2 h_2$ زئبق

$13600 \times (0.5 + L) = 1000 \times h_2$

ويمكن حساب L كما يلى :



حجم الزئبق المنخفض فى الفرع المتسع = حجم الزئبق المرتفع فى الفرع الضيق

$$2 \times L = 3.6 \times 0.5 = 1.8$$

$$L = 1.8 \div 2 = 0.9 \text{ Cm}$$

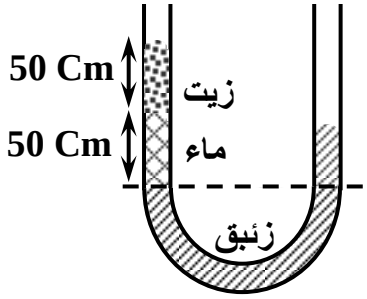
بالتعويض عن قيمة L فإن :

$$13600 \times (0.5 + 0.9) = 1000 \times h_2$$

$$h_2 = 19.04 \text{ Cm}$$

****

(٥) يوضح الشكل أنبوبة ذات شعبتين تحتوى على كمية من الزئبق كثافته 13600 كجم / م^3 ، صب فى أحد فرعيها 50 سم ماء كثافته 1000 كجم / م^3 ثم صب فى نفس الفرع فوق الماء 50 سم زيت كثافته 800 كجم / م^3 احسب ارتفاع الزئبق فى الفرع الآخر فوق مستوى السطح الفاصل وارتفاع الماء اللازم صبه فوق سطح الزئبق ليصبح مستوى سطحى الزئبق فى فرعى الأنبوبة متساوى .



الحل :

$$\rho_1 h_1 \text{ ماء} + \rho_2 h_2 \text{ زيت} = \rho_3 h_3 \text{ زئبق}$$

$$1000 \times 50 + 800 \times 50 = 13600 \times h_3$$

$$h_3 = 6.617 \text{ Cm}$$

عندما يصبح سطحى الزئبق فى الفرعين متساوى يكون :

$$\rho_1 h_1 \text{ ماء} + \rho_2 h_2 \text{ زيت} = \rho \ h \text{ ماء}$$

$$1000 \times 50 + 800 \times 50 = 1000 \times h$$

$$h = 90 \text{ Cm}$$

****

الضغط الجوى

الضغط الجوى عند نقطة :

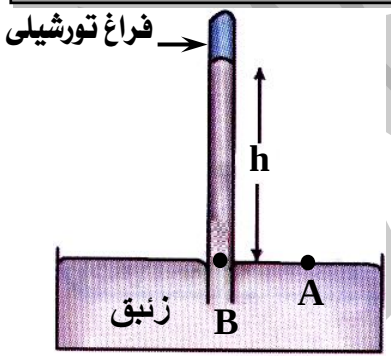
– هو ضغط الهواء الجوى مقاساً عند تلك النقطة .

– يقدر بوزن عمود الهواء الذى مساحة مقطعه هى وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة ، وارتفاعه هو البعد العمودى من تلك النقطة إلى قمة الغلاف الجوى .

– لقياس الضغط الجوى عملياً اخترع العالم تورشيلى البارومتر الزئبقى .

****

البارومتر الزئبقى (بارومتر تورشيلى)

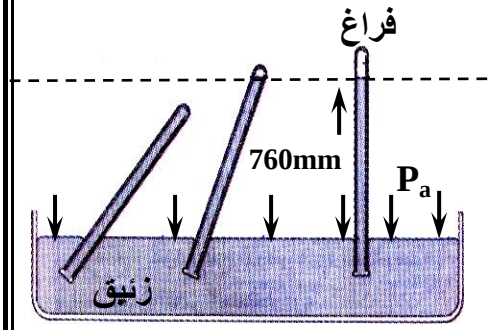


تركيبه :

يتركب من أنبوبة زجاجية طولها حوالى متر منتظمة المقطع مفتوحة من أحد طرفيها تملأ بالزئبق وتنكس فى حوض به زئبق .

الملاحظة :

انخفاض سطح الزئبق فى الأنبوبة حتى يصبح الارتفاع الرأسى لعمود الزئبق فوق مستوى السطح الخالص 0.76 m تقريباً سواء كانت الأنبوبة فى وضع رأسى أو مائل ويصبح الحيز الموجود فوق الزئبق مفرغاً إلا من قليل من بخار الزئبق الذى يمكن إهمال ضغطه ويسمى هذا الفراغ (فراغ تورشيلى) .



فكرة عمله :

إذا أخذنا النقطتين A ، B فى مستوى أفقى واحد ، بحيث تكون النقطة A خارج الأنبوبة عند سطح الزئبق فى الحوض والنقطة B داخلها فإن :

الضغط عن B = الضغط عند A

$$Pa = \rho \ g \ h + 0$$

$$Pa = \rho \ g \ h$$

(ρ كثافة الزئبق، h ارتفاع عمود الزئبق ، g عجلة الجاذبية)

استخداماته :

(١) قياس الضغط الجوى .

(٢) تعيين ارتفاع جبل أو مبنى .

فراغ تورشيلى : هو الحيز الموجود فوق سطح الزئبق داخل انبوب البارومتر الزئبقى ويكون مفرغاً إلا من قليل من بخار الزئبق .

الضغط الجوى : هو الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة صفر سيلزيوس .

الضغط الجوى المعتاد : هو ضغط الهواء الجوى مقاساً عند سطح البحر وعند درجة حرارة صفر سيلزيوس ، ويكافئ الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 0.76 m ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة صفر سيلزيوس عند سطح البحر .

****

(١) قياس الضغط الجوى :

نظراً لأن كثافة الزئبق عند 0^oC تساوى $13595\ Kg/m^3$ ، عجلة الجاذبية الأرضية $9.81\ m/s^2$.

$$\therefore P_a = \rho g h = 13595 \times 9.81 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$$

****

(٢) تعيين ارتفاع جبل أو مبنى :

– يقل الضغط الجوى كلما ارتفعنا عن سطح البحر فالضغط الجوى عند قمة جبل يكون أقل من الضغط الجوى عند قاعدة الجبل ويكون : النقص فى الضغط الجوى = النقص فى ضغط الزئبق بالبارومتر

$$\rho_1 h_1 \text{ زئبق} = \rho_2 h_2 \text{ هواء}$$

حيث : h_1 هو الفرق بين قراءة البارومتر عند قاعدة الجبل وقراءة البارومتر عند قمة الجبل .

h_2 طول عمود الهواء المحصور بين قاعدة الجبل وقمة الجبل .

– فى مسائل أيجاد ارتفاع مبنى (أو تعين قراءة بارومتر) :

(أعلى المبنى) h – (أسفل المبنى) h = $h_{\text{زئبق}}$

كثافة الزئبق ↑ ρ_1 ، كثافة الهواء ↑ ρ_2 ، ارتفاع الزئبق ↓ h_1 ، ارتفاع المبنى ↓ h_2

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

ارتفاع الزئبق ارتفاع المبنى

****

العوامل التى يتوقف عليها الضغط الجوى :

(١) بعد النقطة عن سطح الأرض (علاقة عكسية) .

(٢) درجة الحرارة (علاقة عكسية) .

(٣) عجلة الجاذبية الأرضية (علاقة طردية) ، ويكون تأثيرها غير ملحوظ إلا مع الارتفاعات الكبيرة .

****

م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	الضغط الجوى = 76 Cm Hg	أى أن الضغط الجوى يعادل الضغط الناشىء عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه 76 Cm ومساحة قاعدته $1m^2$.
٢	الضغط الجوى = $1.013 \times 10^5\ N/m^2$	أى أن وزن عمود من الهواء قاعدته وحدة المساحات وارتفاعه من مستوى سطح البحر حتى نهاية الغلاف الجوى = 1.013×10^5 N
٣	الضغط الجوى = 1.013×10^5 Pascal	
٤	الضغط الجوى على سطح البحر 1.013 بار	
٥	ضغط غاز محبوس = 3 ضغط جوى	أى أن القوة التى يؤثر بها الغاز المحبوس على وحدة المساحات من سطح = $3 \times 1.013 \times 10^5 = 3.039 \times 10^5$ N .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	اختلاف الضغط الجوى بتغير درجة الحرارة	لتغير كثافة الهواء مع تغير درجة الحرارة .
٢	اختلاف الضغط الجوى باختلاف الارتفاع عن سطح البحر	لاختلاف ارتفاع عمود الهواء وبالتالى اختلاف وزنه .
٣	يقل الضغط كلما اتجهنا رأسياً لأعلى فوق مستوى سطح البحر	لأنه كلما ارتفعنا عن سطح البحر يقل ارتفاع عمود الهواء المسبب للضغط .
٤	لا يشعر الإنسان بالضغط الجوى	لأن القوى المسببة للضغط الجوى تؤثر على الشخص من جميع الجهات فتكون القوى متزنة ولا يشعر الإنسان بها .
٥	يحدث نزيف من الأنف والأطراف عادة عند التواجد فى ارتفاعات عالية جداً	لأن الضغط الجوى يقل كلما ارتفعنا لأعلى فيكون ضغط الدم داخل الشرايين أعلى كثيرا من ضغط الهواء فيؤدى إلى انفجار شعيرات الدم الطرفية ضعيفة الجدران .
٦	يفضل استخدام الزئبق كمادة بارومترية	لأن كثافته كبيرة فيكون ارتفاع الزئبق داخل الأنبوبة أقل من 1 م فيسهل قياسه كما أنه يتبخر بسهولة فى درجات الحرارة العادية فيكون فراغ تورشيلى مفرغ تقريباً من أى بخار فلا يحدث خطأ فى حساب الضغط الجوى وكذلك الزئبق لا يلتصق بالزجاج .
٧	لا يتأثر ارتفاع الزئبق داخل البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة البارومترية	لأن ($P = \rho g h$) فيتوقف ارتفاع الزئبق على كثافة السائل والضغط وعجلة الجاذبية فى مكان التجربة ولا يتوقف على مساحة مقطع الأنبوبة البارومترية
٨	أنبوبة بارومترية مملوءة بالزئبق وتنكس عمودياً فى حوض به زئبق ولا يوجد بها فراغ تورشيلى	لأحد الأسباب الآتية : – الأنبوبة طولها أقل من 76 cm . – الأنبوبة مائلة بشرط أن لا يتجاوز ارتفاعها الرأسى 76 cm . – الأنبوبة فى قاع منجم .

****

مسائل محلولة

(١) إذا كان الضغط الجوى 1.013×10^5 نيوتن / م^2 فما طول بارومتر زئبقى يقرأ هذا الضغط علماً بأن كثافة الماء 1000 كجم / م^3 وعجلة الجاذبية 9.8 م/ ث^2 .

الحل : $P_a = \rho g h$

$h = P_a \div \rho g = 1.013 \times 10^5 \div (1000 \times 9.8) = 10.6 \text{ m}$

****

(٢) بارومتر يقرأ 76 سم ز عند أسفل مبنى ، 74.8 سم ز عند أعلى نقطة فى المبنى . احسب ارتفاع هذا المبنى علماً بأن كثافة الهواء 1.25 كجم / م^3 وكثافة الزئبق 13600 كجم / م^3 .

الحل : $h_1 = 76 - 74.8 = 1.2 \text{ Cm Hg}$ (الفرق بين قراءتى البارومتر)

$\rho_1 h_1$ زئبق $= \rho_2 h_2$ هواء

$13600 \times 1.2 \times 10^{-2} = 1.25 \times h_2$

$h_2 = 130.56 \text{ m}$

****

(٣) ما قراءة بارومتر زئبقى عند الطابق العلوى لمبنى ارتفاعه 100 m إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضى 74 cm Hg ومتوسط كثافة الهواء 1.25 kg/m^3 وكثافة الزئبق 13600 kg/m^3 .

الحل : $\rho_1 h_1$ زئبق $= \rho_2 h_2$ هواء

$13600 \times (0.74 - h) = 1.25 \times 100 = 125$

$h = 0.74 - (125 \div 13600) = 0.73081 \text{ m Hg} = 73.08 \text{ cmHg}$

****

وحدات قياس الضغط الجوى

(١) نيوتن / م^{٢} = باسكال = جول / م^{٣} . ⟵ الضغط الجوى = 1.013×10^5 باسكال ، 1 Pascal = 1 N/m^2

(٢) بار = 10^5 نيوتن / م^{٢} = 10^5 باسكال = 10^5 جول / م^{٣} . ⟵ الضغط الجوى = 1.013 بار

(٣) تور = 1 مم زئبق . ⟵ الضغط الجوى = 76 سم زئبق = 760 مم زئبق = 760 تور = 1.013 بار

وحدة ض جو (atm) هى عدد مرات احتواء الضغط على الضغط الجوى .

معدل الضغط ودرجة الحرارة (S . T . P) : يكون فيه الضغط 0.76 mHg ، درجة الحرارة 0^oC .

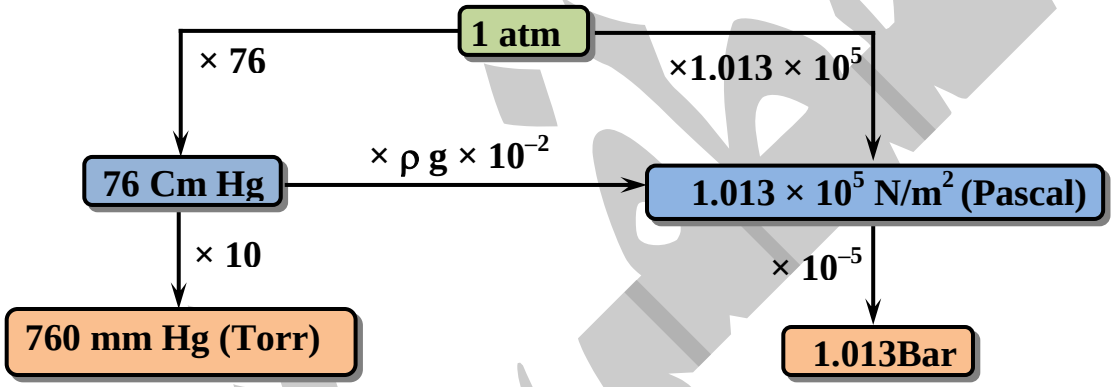
$1\ atm = 1.013 \times 10^5\ N/m^2 = 1.013 \times 10^5$ Pascal

$= 1.013$ Bar

$= 760$ Torr $= 760$ mm Hg

$= 76$ Cm Hg

$= 0.76$ m Hg



وبصفة عامة يمكن تحويل الضغط الجوى من وحدة إلى أخرى تبعاً للعلاقة التالية :

$$\text{الضغط بالوحدة المطلوبة} = \frac{\text{المقدار المطلوب تحويله} \times \text{الضغط الجوى بالوحدة المطلوبة}}{\text{الضغط الجوى بالوحدة المحول منها}}$$

إذا كان الضغط الجوى عند نقطة ما 80 cmHg ، فإنه يمكن حساب قيمة هذا الضغط بوحدة N/m^2 كالتالى :

$$P = \frac{80 \times 1.013 \times 10^5}{76} = 1.066 \times 10^5\ N/m^2$$

****

المانومتر

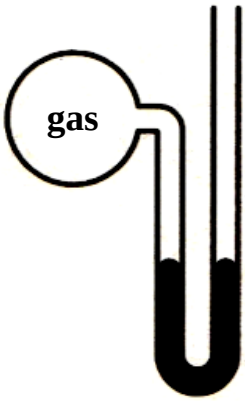
استخدامه :

(١) قياس ضغط غاز محبوس داخل إناء .

(٢) قياس الفرق بين ضغط غاز محبوس والضغط الجوى .

تركيبه :

أنبوبة ذات شعبتين على شكل حرف U أحدهما طويل والآخر قصير بهما مقدار من سائل مناسب كثافته معروفة ويتصل الفرع القصير بمستودع الغاز المراد قياس ضغطه .



أنواعه :

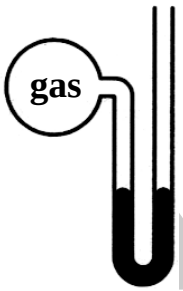
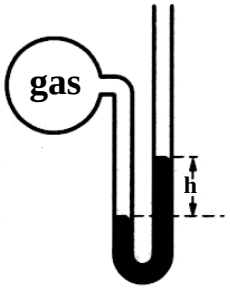
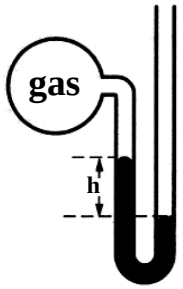
(١) **مانومتر مائى** : يكون السائل المستخدم فيه هو الماء ويستخدم لقياس فرق ضغط صغير .

(٢) **مانومتر زئبقى** : يكون السائل المستخدم فيه هو الزئبق ويستخدم لقياس فرق ضغط كبير .

فكرة عمله :

الضغط متساوى عند جميع النقاط التى تقع فى مستوى أفقى واحد فى باطن سائل ساكن متجانس.

طريقة العمل : إذا كان سطح السائل فى الفرع الخالص :

فى نفس مستوى سطح السائل فى الفرع المتصل بالمستودع	أعلى من سطح السائل فى الفرع المتصل بالمستودع	أدنى من سطح السائل فى الفرع المتصل بالمستودع
		
$P = P_a$ $\Delta P = 0$	$P = P_a + \rho gh$ $\Delta P = P - P_a = \rho gh$	$P + \rho gh = P_a$ $P = P_a - \rho gh$ $\Delta P = P - P_a = -\rho gh$

****

ملاحظة هامة : ضغط الغاز (P) P_a (سم زئبق) $\pm$ h (سم زئبق) P_a (نيوتن / م^2) $\pm$ ρgh (نيوتن / م^2) .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	يفضل استخدام المانومتر المائى بدلاً من المانومتر الزئبقى لقياس فرق ضغط صغير	لأن الكثافة تتناسب عكسياً مع ارتفاع السائل وبما أن كثافة الماء صغيرة مقارنة بكثافة الزئبق فيصبح الفرق بين ارتفاعى سطحى الماء فى فرعى المانومتر واضحاً وبالتالى يسهل قياسه وتقل نسبة الخطأ عند القياس .
٢	يفضل استخدام المانومتر الزئبقى لقياس فرق ضغط كبير	لأن الكثافة تتناسب عكسياً مع ارتفاع السائل وبما أن كثافة الزئبق كبيرة فلا يندفع الزئبق إلى خارج الأنبوبة أو إلى داخل المستودع .
٣	يحفظ الزئبق فى أوانى سميكة الجدران	لأن كثافته كبيرة فيكون ضغطه على جدران الإناء الحاوى له كبير لذا يجب أن تكون تلك الجدران سميكة حتى تتحمل الضغط الكبير .

****

مسائل محلولة

(١) استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط غاز محبوس داخل مستودع فكان سطح الزئبق فى الفرع الخالص أعلى من سطحه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 36 cm أحسب قيمة الضغط المحبوس بوحدات : (سم زئبق – ضغط جوى – نيوتن / م^2)

الحل : $P = P_a + h = 76 + 36 = 112 \text{ cm Hg}$

$P = 112 \div 76 = 1.474 \text{ atm}$

$P = 1.474 \times 1.013 \times 10^5 = 1.493 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

****

(٢) مانومتر يحتوى على زئبق يتصل بمستودع به غاز فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الفرعين 25 cm فاحسب فرق الضغط وكذلك الضغط المطلق للهواء مقدراً بـ N/m^2 علماً بأن ضغط الغاز أكبر من الضغط الجوى ، $\rho_{\text{زئبق}} = 13600 \text{ kg/m}^3$ ، $P_a = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ، $g = 9.8 \text{ m/s}^2$.

الحل : $\Delta P = \rho gh = 13600 \times 9.8 \times 0.25 = 0.3332 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

$P = P_a + \rho gh = 1.013 \times 10^5 + 0.3332 = 1.3462 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

****

(٣) احسب الضغط الناشئ عن غاز عند توصيله بمانومتر بوحدات bar , cmHg إذا كان سطح الزئبق فى الفرع الخالص منخفض عن الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 15 cm .

الحل :

$$P = P_a - h = 76 - 15 = 61 \text{ cm Hg}$$

$$P = \frac{61 \times 1.013}{76} = 0.813 \text{ bar}$$

****

تطبيقات على الضغط

التطبيق	التفسير
قياس ضغط الدم	توجد قيمتان لضغط الدم عند الشخص السليم هما الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى ، إذا تغيرت قيمة إحداهما يدل ذلك على ان الشخص مريض . **الضغط الانقباضى** : هو أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب ويساوى 120 torr للإنسان السليم . **الضغط الانبساطى** : هو أقل قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنبسط عضلة القلب ويساوى 80 torr للإنسان السليم .
قياس ضغط الهواء داخل إطار السيارة	عند ملء إطار السيارة بالهواء : (١) **تحت ضغط عال** : تكون مساحة التماس مع الطريق أقل ما يمكن وبالتالى يقل الاحتكاك وتقل سخونة الإطار . (٢) **تحت ضغط منخفض** : تكون مساحة التماس مع الطريق أكبر ما يمكن وبالتالى يزداد الاحتكاك وتزداد سخونة الإطار .

****

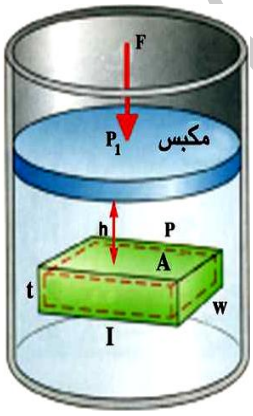
م	ما معنى قولنا أن	الإجابة
١	فرق الضغط فى إطار سيارة = 5 ضغط جوى	أى أن ضغط الهواء داخل الإطار = 6 ضغط جوى .
٢	فرق ضغط غاز محبوس 30 سم زئبق	أى أن ضغط الغاز المحبوس أكبر من الضغط الجوى بمقدار 30 cm Hg
٣	ضغط الدم للإنسان العادى 80 / 120	أى أن أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب = 120 torr وأقل قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنبسط عضلة القلب = 80 torr .

س : علل : من الخطورة قيادة السيارة والإطار ممتلىء بالهواء تحت ضغط منخفض ؟

ج : لأنه عندما يكون الضغط منخفض تزداد مساحة التماس بين الإطار والطريق فتزداد قوى الاحتكاك ويسخن الإطار .

****

قاعدة باسكال



- عند وضع سائل فى إناء مزود بمكبس فى أعلاه كما بالشكل فإن الضغط عند نقطة مثل A تقع فى باطن السائل على عمق h يكون : $P = P_1 + \rho gh$
  (P_1 = الضغط تحت المكبس مباشرة وينتج عن الضغط الجوى ووزن أو قوة المكبس)
- عند زيادة الضغط على المكبس بمقدار ΔP وذلك بوضع ثقل إضافى على المكبس فإن المكبس لا يتحرك للداخل لعدم قابلية السائل للانضغاط ولكن الضغط عند نقطة A سيزداد بمقدار ΔP ويصبح : $P = P_1 + \rho gh + \Delta P$
- إذا زاد الضغط إلى حد معين يمكن أن ينكسر الإناء .
- بذلك يتضح أن الضغط ينتقل بتمامه إلى كل نقطة فى السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء .

قاعدة (مبدأ) باسكال : عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء المحتوى على السائل .

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط يتنقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل	لأن السوائل غير قابلة للانضغاط كذلك أى زيادة فى الضغط على سائل تجعل جزيئات السائل تدفع بعضها البعض بقوة فينتقل الضغط إلى جميع أجزاء السائل .
٢	تخضع السوائل لقاعدة باسكال	لأن السوائل غير قابلة للانضغاط فينتقل خلالها الضغط بتمامه إلى جميع أجزاء السائل .
٢	لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات	لأن الغازات قابلة للانضغاط فلا ينتقل الضغط خلالها بتمامه .

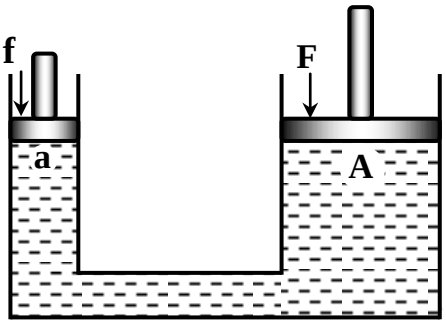
****

تطبيقات على قاعدة باسكال

توجد عدة تطبيقات تعتمد على قاعدة باسكال منها المكبس الهيدروليكى ، فرامل السيارات ، كرسى طبيب الأسنان ، مكبس رفع السيارات فى محطات الخدمة .

****

المكبس الهيدروليكى



تركيبه :

أنبوبة موصلة بمكبسين أحدهما صغير مساحة مقطعه a والآخر كبير مساحة مقطعه A ويملأ الحيز بينهما بسائل مناسب .

استخدامه :

رفع أثقال كبيرة باستخدام قوى صغيرة .

طريقة عمله :

(١) إذا أثرنا على المكبس الصغير بقوة f فإن :

$$P_1 = \frac{f}{a} \quad (\text{الضغط على المكبس الصغير})$$

(٢) ينتقل هذا الضغط بتمامه خلال السائل إلى السطح السفلى للمكبس الكبير ويكون :

$$P_2 = \frac{F}{A} \quad (\text{الضغط على المكبس الكبير})$$

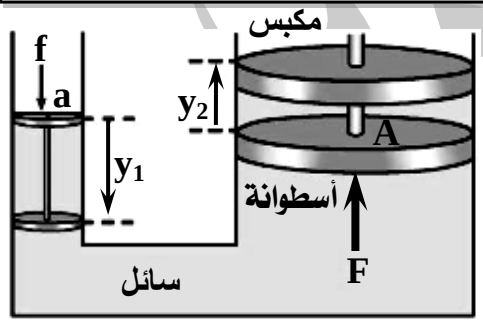
(٣) عند الاتزان فى مستوى أفقى واحد يكون الضغط المؤثر على المكبسين له نفس القيمة .

$$\therefore P_1 = P_2 \longrightarrow \frac{f}{a} = \frac{F}{A} \longrightarrow F = \frac{A}{a} f$$

(٤) من العلاقة السابقة يتضح أنه عندما تؤثر قوة f على المكبس الصغير تتولد على المكبس الكبير قوة أكبر F .

****

الفائدة الميكانيكية (الآلية) للمكبس الهيدروليكى



– إذا تحرك المكبس الصغير لأسفل مسافة y_1 تحت تأثير f فإن المكبس الكبير يتحرك لأعلى مسافة y_2 تحت تأثير F فيكون :

$$W_1 = f\,y_1 \quad , \quad W_2 = F y_2$$

– تبعاً لقانون بقاء الطاقة يكون الشغل المبذول واحداً فى الحالتين :

$$\therefore f\,y_1 = F y_2$$

$$\frac{F}{f} = \frac{y_1}{y} \longrightarrow F = \frac{y_1}{y} f$$

الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكى :

(١) هى النسبة بين مساحة مقطع المكبس الكبير إلى مساحة مقطع المكبس الصغير .

(٢) هى النسبة بين القوة المتولدة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير .

(٣) هى النسبة بين المسافة التى يتحركها المكبس الصغير إلى المسافة التى يتحركها المكبس الكبير .

الفائدة الآلية للمكبس = القوة الضاغطة الكلية على المكبس الكبير (F) / القوة الضاغطة الكلية على المكبس الصغير (f) = مساحة المكبس الكبير (A) / مساحة المكبس الصغير (a)

= المسافة التى يتحركها المكبس الصغير (y_1) / المسافة التى يتحركها المكبس الكبير (y_2)

$$\therefore \eta = \frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{y_1}{y_2}$$

****

س : ما معنى قولنا أن : الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكى 15 ؟

ج : أى أن النسبة بين القوة المتولدة على المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير = 15 .

أو : أى أن النسبة بين مساحة مقطع المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير = 15 .

أو : أى أن النسبة بين المسافة التى يتحركها المكبس الصغير إلى المسافة التى يتحركها المكبس الكبير = 15 .

****

ملاحظات هامة :

(١) إذا اتصل مكبسين هيدروليكيين معاً فإن الفائدة الآلية للمجموعة = الفائدة الآلية للأول × الفائدة الآلية للثانى .

(٢) لا يطبق القانون $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$ إلا إذا كان المكبسين فى مستوى أفقى واحد .

(٣) كل من القوتين المؤثرتين على المكبسين تقدر بالنيوتن وكل منهما = الكتلة × عجلة الجاذبية الأرضية .

$$F = M \times g \quad ، \quad f = m \times g$$

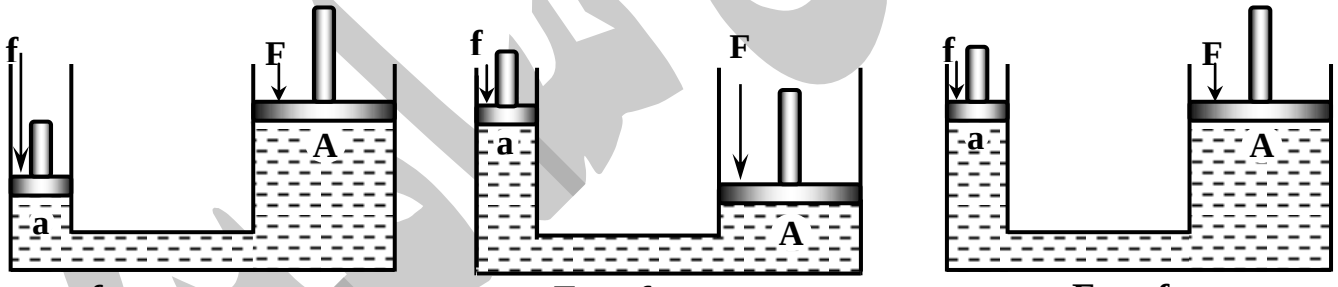
(٤) المكبس الهيدروليكى ينقل الضغط بتمامه فقط ولا يزيده ولا ينقصه .

(٥) عندما ينخفض المكبس الصغير الذى مساحة مقطعه (a) بتأثير قوة (f) مسافة (y_1) فإن المكبس الكبير الذى مساحة مقطعه (A) بتأثير قوة (F) مسافة (y_2) ويكون :

حجم السائل المنتقل من المكبس الصغير = حجم السائل المنتقل إلى المكبس الكبير

$$Ay_2 = ay_1$$

(٦) لتعيين الضغط على احد المكبسين :



$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} + \rho gh$ $\quad$ $\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho gh$ $\quad$ $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	فى المكبس الهيدروليكى تكون الفائدة الآلية دائماً أكبر من الواحد الصحيح	لأن القوة الناتجة عن المكبس الكبير دائماً أكبر من القوة المؤثرة على المكبس الصغير . أو : لأن مساحة المكبس الكبير أكبر من مساحة المكبس الصغير .
٢	لا يفضل استخدام الماء فى المكبس الهيدروليكى	لأن الماء مذاب به هواء والهواء قابل للانضغاط فيستهلك جزء من الشغل لضغط الهواء فلا ينتقل الضغط بتمامه إلى المكبس الكبير فتقل الفائدة الآلية .
٣	فى المكبس الهيدروليكى يمكن رفع أثقال كبيرة بوضع أثقال صغيرة على المكبس الصغير	لأن الضغط على المكبسين متساوى وحيث أن مساحة المكبس الكبير أكبر من مساحة المكبس الصغير تكون القوة الناتجة عن المكبس الكبير أكبر من القوة المؤثرة على المكبس الصغير .
٤	لا يستخدم المكبس الهيدروليكى فى زيادة الطاقة	لأن الشغل المبذول على المكبس الصغير يساوى الشغل المبذول على المكبس الكبير .

٥	عند زيادة الضغط على مكبس فى إناء رأسى مملوء بسائل لا يتحرك المكبس	لأن السوائل غير قابلة للانضغاط .
٦	يراعى أن يكون الزيت فى المكبس الهيدروليكى خالياً من الفقاعات	حتى ينتقل الضغط بتمامه ولا يستنفذ جزء من هذا الضغط فى إنقاص حجم الفقاعات الغازية لأن الغاز قابل للانضغاط .
٧	لا تصل كفاءة أى مكبس هيدروليكى إلى 100 %	لوجود قوى احتكاك بين المكبس وجدار الأنبوبة بالإضافة إلى وجود فقاعات غازية فى السائل تستهلك شغلاً فى تقليل حجمها
٨	يستخدم المكبس الهيدروليكى كمكبر للقوة	لأن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل فيكون $\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$ وبما أن A أكبر بكثير من a فتكون F أكبر بكثير من f .

****

مسائل محلولة

(١) إذا كانت النسبة بين قطرى المكبسين فى المكبس المائى هى 2 : 9 فكم التكون النسبة بين القوتين المؤثرتين على المكبسين ؟

الحل :

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^{2-}} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{(9 \div 2)^2}{(2 \div 2)^2} = \frac{81}{4}$$

****

(٢) المكبسان الصغير والكبير فى مكبس هيدروليكى قطراهما 2 cm ، 24 cm على الترتيب ، احسب القوة المؤثرة على المكبس الصغير لتولد قوة على المكبس الكبير 2000 N وكذلك الفائدة الآلية للمكبس .

الحل :

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

$$f = \frac{Fa}{A} = \frac{F\,\pi\,r^2}{\pi\,R^2} = \frac{F\,r^2}{R^2} = \frac{2000 \times (1 \times 10^{-2})^2}{(12 \times 10^{-2})^2} = 13.9\ N$$

$$\eta = \frac{A}{a} = \frac{\pi R^2}{\pi r^{2-}} = \frac{R^2}{r^2} = \frac{(12 \times 10^{-2})^2}{(1 \times 10^{-2})^2} = 144$$

****

(٣) مكبس هيدروليكى قطر مكبسه الصغير 2 cm وتؤثر عليه قوة قدرها 200 N وقطر مكبسه الكبير 24 cm احسب

– أكبر كتلة يمكن رفعها بالمكبس الكبير .

– الفائدة الآلية للمكبس .

– الضغط الواقع على المكبس الكبير والصغير . ($\pi = 3.14 , g = 10\ m/s$)

الحل :

$$\frac{F}{f} = \frac{A}{a}$$

$$\frac{M \times g}{f} = \frac{\pi R^2}{\pi r^{2-}} \longrightarrow \frac{M \times 10}{200} = \frac{(12)^2}{(1)^2}$$

$$M = 2880\ Kg$$

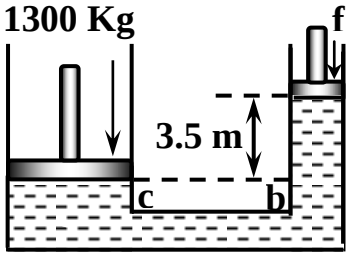
$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{2880 \times 10}{200} = 144$$

طبقاً لمبدأ باسكال فإن الضغط الواقع على المكبس الكبير = الضغط الواقع على المكبس الصغير

$$P = \frac{f}{a} = \frac{f}{\pi\,r^2} = \frac{200}{3.14 \times (1 \times 10^{-2})} = 6.369 \times 10^5\ N/m^2$$

****

(٤) فى الشكل الموضح بالرسم إذا كانت كتلة المكبس الكبير 1300 Kg ومساحة مقطعه 0.2 m^2 ومساحة مقطع المكبس الصغير 30 Cm^2 وكتلته مهملة ، كثافة الزيت المملوء به المكبس 780 Kg / m^3 احسب قيمة القوة F اللازمة لحدوث الاتزان ($g = 9.8\ m/s$) .



الحل : الضغط عند c = الضغط عند b

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} + \rho gh$$

$$\frac{f}{a} = \frac{F}{A} - \rho gh$$

$$f = \left(\frac{F}{A} - \rho gh\right) a$$

$$\left(\frac{1300 \times 9.8}{0.2} - 780 \times 9.8 \times 3.5\right) \times 30 \times 10^{-4} = 110838 \text{ N}$$

****

(٥) فى محطة غسيل السيارات كان قطر أنبوبة الهواء المضغوط فى آلة الرفع الهيدروليكى 2 cm وقطر المكبس الكبير 32 cm احسب قوة ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها 1800 kg ، $g = 10 \text{ m/s}^2$

الحل :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{Mg}{\pi R^2} = \frac{1800 \times 10 \times 7}{22 \times (16)^2 \times 10^{-4}} = 2.237 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

****

(٦) عند استخدام مكبس هيدروليكى حصلنا على النتائج التالية :

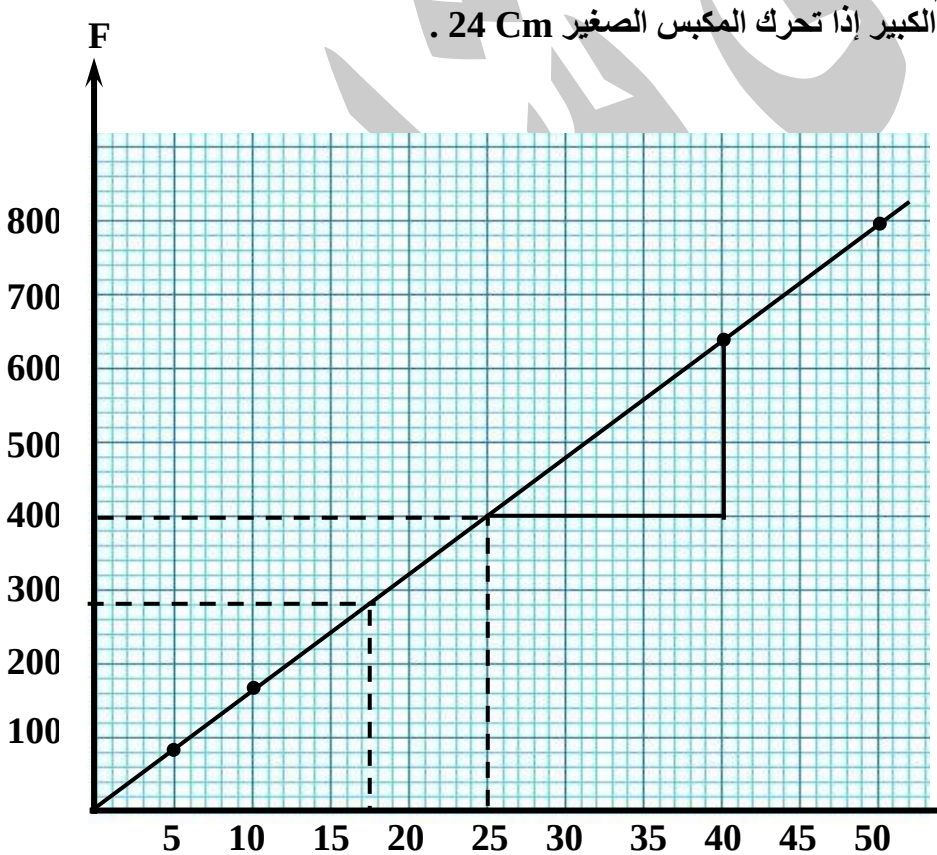
f	5	10	X	25	40	50
F	80	160	280	Y	640	800

ارسم علاقة بيانية بين F على المحور الرأسى ، f على المحور الأفقى ومن الرسم أوجد :

(١) قيمة كل من X , Y .

(٢) أكبر كتلة يمكن رفعها باستخدام قوة قدرها 20 N .

(٣) المسافة التى يتحركها المكبس الكبير إذا تحرك المكبس الصغير 24 Cm .



الحل :

(١) من الرسم :

– قيمة X = 17.5 N .

– قيمة Y = 400 N .

(٢)

$$\text{الميل} = \eta = \frac{640 - 400}{40 - 25} = 16$$

$$\eta = \frac{F}{f} = \frac{Mg}{f}$$

$$16 = \frac{M \times 9.8}{20}$$

$$\therefore M = 32.65 \text{ Kg}$$

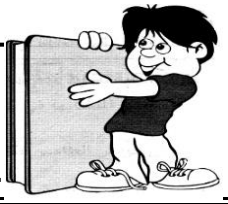
(٣)

$$\eta = \frac{y_1}{y_2}$$

$$Y_2 = y_1 \div \eta = 24 \div 16 = 1.5 \text{ Cm}$$

****

الأستـــــــــــاذ
في الفيـــــــــــزياء



الأسئلة التى بها العلامة :

(✍) وردت فى امتحانات الثانوية العامة السابقة وامتحانات الأزهر .
(📖) وردت فى أسئلة الكتاب المدرسى .
(📄) وردت فى دليلُ تقويمُ الطالب .

****

س ١ : أكتب المصطلح العلمى لكل من :

١ – ✍ النسبة بين كثافة الألومنيوم إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة .
٢ – 📄✍ النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير .
٣ – 📄 كتلة وحدة الحجوم من المادة
٤ – 📄 النسبة بين كثافة المادة إلى كثافة الماء فى نفس درجة الحرارة .
٥ – 📄 النسبة بين كتلة حجم معين من المادة إلى كتلة نفس الحجم من الماء فى نفس درجة الحرارة .
٦ – 📄 وزن عمود من السائل مساحة قاعدته $1\ m^2$ وارتفاعه هو البعد العمودى بين النقطة وسطح السائل .
٧ – 📄 كل مادة قابلة للانسياب ولا تتخذ شكلاً محدداً .
٨ – 📄 جهاز يستخدم لقياس فرق الضغط بين ضغط غاز محبوس فى إناء والضغط الجوى .
٩ – المواد التى تتميز بقدرتها على الانسياب .
١٠ – المواد التى تتميز بالحركة الانسيابية غير القابلة للانضغاط .
١١ – المواد التى تتميز قابليتها للانضغاط بسهولة .
١٢ – القوة المتوسطة المؤثرة عموديا على وحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة .
١٣ – وزن عمود السائل الواقع عمودياً على وحدة المساحات المحيطة بنقطة .
١٤ – يقدر بوزن عمود الهواء الذى مساحة مقطعه هى وحدة المساحات المحيطة بنقطة ، وارتفاعه هو البعد العمودى من تلك النقطة إلى قمة الغلاف الجوى .
١٥ – ضغط الهواء الجوى مقاساً عند سطح البحر وعند درجة حرارة صفر سلزيوس .
١٦ – يكافىء الضغط الناشئ عن وزن عمود من الزئبق ارتفاعه $0.76\ m$ ومساحة مقطعه $1\ m^2$ عند درجة صفر سيلزيوس عند سطح البحر .
١٧ – عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط ينتقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل كما ينتقل إلى جدران الإناء المحتوى على السائل .
١٨ – النسبة بين القوة الناتجة من المكبس الكبير إلى القوة المؤثرة على المكبس الصغير .
١٩ – النسبة بين المسافة التى يتحركها المكبس الصغير إلى المسافة التى يتحركها المكبس الكبير .
٢٠ – أقصى قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنقبض عضلة القلب ويساوى 120 Torr للإنسان العادى .
٢١ – أقل قيمة لضغط الدم بالشريان عندما تنبسط عضلة القلب ويساوى 80 Torr للإنسان العادى .
٢٢ – الحيز الموجود فوق سطح الزئبق داخل انبوب البارومتر الزئبقى ويكون مفرغاً إلا من قليل من بخار الزئبق .
٢٣ – أنبوبة ذات شعبتين على شكل حرف U أحدهما طويل والآخر قصير بهما مقدار من سائل مناسب كثافته معروفة ويتصل الفرع القصير بمستودع الغاز المراد قياس ضغطه .
٢٤ – إناء يتكون من أجزاء متعددة ومختلفة الأشكال وقاعدة الإناء في مستوى أفقى واحد .

****

س٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :

١ – ✍ عند زيادة الضغط إلى حد معين على سائل محبوس فى إناء زجاجى يمكن ان ينكسر الإناء ويفسر ذلك .....
(قاعدة أرشميدس – قاعدة باسكال – قانون الضغوط)
٢ – ✍ فى المكبس الهيدروليكى تكون النسبة بين الضغط على المكبس الكبير إلى الضغط على المكبس الصغير .....
(أكبر من الواحد – أقل من الواحد – تساوى الواحد – لا توجد إجابة صحيحة)
٣ – ✍ فى المكبس الهيدروليكى المثالى تكون النسبة بين الشغل الناتج عن حركة المكبس الكبير إلى الشغل المبذول على المكبس الصغير ..... واحد . (أكبر من – أقل من – تساوى)

٤ – ✍ النسبة بين إزاحة المكبس الصغير إلى إزاحة المكبس الكبير فى المكبس الهيدروليكى ..... الواحد الصحيح . (أكبر من – أقل من – تساوى)

٥ – ✍ 1.0013 بار تساوى ..... تور . (0.76 – 7.6 – 760 – 7600)

٦ – ✍ واحد باسكال يعادل ..... بار . (10^{-5} – 76 – 1.013 – 760)

٧ – 🕮 العوامل التالية تؤثر على الضغط الواقع على قاع إناء ما عدا .....
(عمق السائل فى الإناء – كثافة السائل – عجلة الجاذبية الأرضية – الضغط الجوى – مساحة قاعدة الإناء)

٨ – 🕮 أى العوامل الآتية لا تؤثر على ارتفاع عمود الزئبق فى البارومتر .....
(كثافة الزئبق – مساحة سطح الأنبوبة – الضغط الجوى – عجلة الجاذبية الأرضية – درجة حرارة الزئبق)

٩ – 🕮 يعتمد ضغط المياه الموجود عند قاع بحيرة السد العالى المؤثر على جسم السد على .....
(مساحة سطح المياه – طول السد – عمق المياه – سمك حائط السد – كثافة مادة الحائط)

١٠ – 🕮 إذا كانت النسبة بين نصفى قطر المكبسين الأسطوانيين فى المكبس المائى هى 2 : 9 تكون النسبة بين القوتين على المكبسين تساوى ..... (9 : 2 – 9 : 2 – 81 : 4 – 81 : 4 – 4 : 18)

١١ – 🗐 يقاس الضغط عند نقطة ما بوحدة ..... ($Kg\ m\ s^{2}$ – $Kg\ m^{-1}s^{-2}$ – $Kg\ ms^{-2}$ – $Kg\ m^{-2}\ s^{-2}$)

١٢ – 🗐 يقاس الضغط عند أى نقطة فى باطن سائل بالوحدات ما عدا ..... (الباسكال – البار – التور – النيوتن)

١٣ – 🗐 الوحدة التى تقاس بها الكثافة هى ..... ($N\ m^{-3}$ – $J\ m^{-2}$ – $N\ m^{-2}$ – $N\ m^{-1}$ – $Kg\ m^{-3}$)

١٤ – 🗐 آلة ضغط هيدروليكى مساحة مقطع مكبسها الكبير عشرة أمثال مساحة مقطع مكبسها الصغير فإذا أثرت قوة مقدارها 100 نيوتن على المكبس الصغير فإن القوة التى تؤثر على المكبس الكبير تعادل ..... نيوتن .
(2000 – 1000 – 100 – 104 – 10)

١٥ – 🗐 واحد ضغط جوى يعادل ..... (10^{5} تور – 76 تور – $10^{5} \times 1.013$ تور – 760 تور)

١٦ – 🗐 واحد مم زئبق يعادل ..... (واحد باسكال – واحد تور – واحد نيوتن – واحد مللى بار)

١٧ – 🗐 يتوقف الضغط عند نقطة فى باطن سائل غير معرض للهواء على العوامل التالية ما عدا .....
(عمق السائل – كثافة السائل – عجلة الجاذبية الأرضية – الضغط الجوى)

١٨ – تشتمل الموائع على المواد ..... (السائلة فقط – الغازية فقط – الجامدة فقط – السائلة والغازية)

١٩ – يمكن تعيين ارتفاع مبنى باستخدام .....
(المانومتر المائى – البارومتر الزئبقى – المانومتر الزئبقى – الأنبوبة ذات الشعبتين)

٢٠ – أى التغيرات الآتية تقلل ارتفاع السائل فى البارومتر .....
(رفع درجة الحرارة – أخذه على جبل – استخدام سائل ذو كثافة أقل – استخدام أنبوبة أطول)

٢١ – لا يفضل استخدام الزئبق فى المانومتر عندما يكون فرق الضغط بين الغاز المحبوس والضغط الجوى .....
(فرقا صغيراً – فرقا كبيراً – فرقا صغيراً أو كبيراً جداً – لا توجد إجابة صحيحة)

٢٢ – يكون ضغط الدم بالشريان فى حالة الضغط الانقباضى ..... (أقل قيمة – أقصى قيمة – تظل قيمته ثابتة لا تتغير)

٢٣ – يمكن تطبيق قاعدة باسكال على ..... (السوائل – الجوامد – الغازات – السوائل والغازات)

٢٤ – تعتمد فكرة عمل المكبس الهيدروليكى على .....
(نظرية الأوانى المستطرقة – قاعدة باسكال – قانون رد الفعل – جميع ما سبق)

٢٥ – من التطبيقات على قاعدة باسكال المكبس الهيدروليكى و .....
(دينامو السيارة – موتور السيارة – فرامل السيارة – إطار السيارة)

٢٦ – تتساوى كتلة الجسم عددياً مع كثافة مادته إذا كان ..... (كثافته $1\ kg/m^{3}$ – كتلته 1 kg – حجمه $1\ m^{3}$)

٢٧ – عندما تفرغ الشحنة الكهربية من بطارية السيارة فإن كثافة المحلول الإلكتروليتى بها ..... (تقل – تزداد – ثابتة)

٢٨ – يكون ضغط الدم بالشريان فى حالة الضغط الانقباضى ..... (أقل قيمة – أقصى قيمة – قيمة ثابتة)

٢٩ – يؤثر الضغط عند نقطة فى باطن سائل ..... (إلى أسفل – إلى أعلى – فى جميع الاتجاهات)

٣٠ – تكون النسبة بين الضغط الخارجى والضغط الداخلى ..... من الواحد . (أكبر – مساوية – أصغر)

****

س٣ : ما معنى قولنا أن :

– ✍ الوزن النوعى للألومنيوم = 2.7 .

– ✍ الفائدة الآلية لمكبس هيدروليكى 200 .

– ✍ الضغط الانقباضى 120 تور .

– 🗐 كثافة الماء = 10^{3} كجم / م^{٣} .

– 🗐 الضغط الجوى = 76 Cm Hg .

– 🗐 الضغط الجوى على سطح البحر 1.013 بار .

– فرق الضغط فى إطار سيارة = 5 ض جو .
– الضغط عند نقطه فى باطن سائل $2000\ N/m^2$.
– ضغط غاز محبوس = 3 ضغط جوى .
– فرق ضغط غاز محبوس 30 سم زئبق .
– الضغط عند نقطة 100 نيوتن / م^2 .
– الضغط الانبساطى 80 torr .
– الضغط الجوى = $1.013 \times 10^5\ N/m^2$.
– الضغط الجوى = 1.013×10^5 Pascal .
– النسبة بين مساحة المكبس الكبير إلى مساحة المكبس الصغير فى المكبس الهيدروليكى = 500 .
– القوة المؤثرة عمودياً على وحدة المساحات من سطح ما = 5×10^5 نيوتن .

****

س٤ : علل لما يأتى :

١ – تغير الكثافة من عنصر لآخر .
٢ – يفضل استخدام المانومتر المائى بدلاً من المانومتر الزئبقى لقياس فرق ضغط صغير .
٣ – لا يمكن تطبيق قاعدة باسكال على الغازات .
٤ – يفضل استخدام الزئبق كمادة بارومترية .
٥ – من الخطورة قيادة السيارة والإطار ممتلىء بالهواء تحت ضغط منخفض .
٦ – عند زيادة الضغط فى مكبس فى إناء رأسى مملوء بسائل لا يتحرك المكبس إلى أسفل .
٧ – يتساوى الضغط عند جميع نقاط المستوى الأفقى الواحد فى السائل المتجانس .
٨ – تبنى السدود بحيث تكون أكثر سمكاً عند القاعدة .
٩ – لا يشعر الإنسان بالضغط الجوى .
١٠ – لا يتأثر ارتفاع الزئبق داخل البارومتر بمساحة مقطع الأنبوبة .
١١ – لا يستخدم المكبس الهيدروليكى فى زيادة الطاقة .
١٢ – الكثافة خاصية مميزة للمادة .
١٣ – تعتمد الكثافة على درجة الحرارة .
١٤ – لا يكون للكثافة النسبية للمادة وحدات تمييز .
١٥ – قد تتساوى كثافة المادة مع كثافتها النسبية .
١٦ – يمكن الاستدلال على مدى شحن البطارية بقياس كثافة المحلول الالكتروليتى بها .
١٧ – تقل كثافة المحلول الالكتروليتى (حمض الكبريتيك المخفف) أثناء تفريغ البطارية .
١٨ – يمكن الكشف عن حالات الإصابة بالأنيميا عن طريق قياس كثافة الدم .
١٩ – يمكن تشخيص بعض الأمراض بقياس كثافة البول .
٢٠ – يكون مستوى سطح الماء ثابتاً فى المحيطات والبحار المفتوحة .
٢١ – تبنى خزانات المياه فى أعلى مكان فى المدينة .
٢٢ – يتساوى ارتفاع السائل فى فرعى الأنبوبة ذات الشعبتين مهما اختلف قطراهما .
٢٣ – الضغط الناتج عن كعب حذاء مدبب لفتاة أكبر من الضغط الناتج عن قدم فيل على الأرض .
٢٤ – إبرة الخياطة لها أسنة مدببة .
٢٥ – تستخدم إطارات عريضة فى سيارات النقل الثقيل .
٢٦ – يفضل استخدام المانومتر الزئبقى لقياس فرق ضغط كبير .
٢٧ – يحفظ الزئبق فى أوانى سميكة الجدران .
٢٨ – عندما يؤثر ضغط على سائل محبوس فى إناء فإن الضغط يتنقل بتمامه إلى جميع أجزاء السائل .
٢٩ – تخضع السوائل لقاعدة باسكال .
٣٠ – اختلاف الضغط الجوى بتغير درجة الحرارة .
٣١ – اختلاف الضغط الجوى باختلاف الارتفاع عن سطح البحر .
٣٢ – يقل الضغط كلما اتجهنا رأسياً لأعلى فوق مستوى سطح البحر .
٣٣ – أنبوبة بارومترية مملوءة بالزئبق وتنكس عمودياً فى حوض به زئبق ولا يوجد بها فراغ تورشيلى .
٣٤ – يحدث نزيف من الأنف والأطراف عادة عند التواجد فى ارتفاعات عالية جداً .
٣٥ – فى المكبس الهيدروليكى تكون الفائدة الآلية دائماً أكبر من الواحد الصحيح .
٣٦ – لا يفضل استخدام الماء فى المكبس الهيدروليكى .
٣٧ – فى المكبس الهيدروليكى يمكن رفع أثقال كبيرة بوضع أثقال صغيرة على المكبس الصغير .
٣٨ – يراعى أن يكون الزيت فى المكبس الهيدروليكى خالياً من الفقاعات .

٣٩ – لا تصل كفاءة أى مكبس هيدروليكى إلى % 100 .
٤٠ – يستخدم المكبس الهيدروليكى كمكبر للقوة .
****

س٥ : ما المقصود بكل من :

– الكثافة . – المائع . – فراغ تورشيلى .
– الضغط عند نقطة . – الضغط الانقباضى . – الأوانى المستطرقة .
– قاعدة باسكال . – الضغط الانبساطى . – الفائدة الآلية للمكبس الهيدروليكى .
– الكثافة النسبية لمادة . – الضغط الجوى . – المانومتر .
****

س٦ : قارن بين كل من :

١ – الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى عند قياس ضغط الدم .
٢ – المانومتر والبارومتر (من حيث : التركيب- السائل المستخدم – الاستخدام) .
٣ – تركيز أيونات الكبريتات فى حمض بطارية السيارة بعد استخدامها وعند إعادة شحنها .
٤ – الكثافة والكثافة النسبية (من حيث : القانون المستخدم – وحدة القياس) .
****

س٧ : ماذا يحدث عند :

١ – زيادة عمق غواصة تحت سطح الماء بالنسبة للقوة المؤثرة على قمرة الغواصة.
٢ – الارتفاع ببارومتر إلى قمة جبل بالنسبة لارتفاع عمود الزئبق فى الأنبوبة البارومترية.
٣ – زيادة مساحة مقطع أنبوبة بارومترية بالنسبة لارتفاع عمود الزئبق.
٤ – نقص حافة سائل فى مانومتر بالنسبة للفرق بين سطحى السائل فى فرعى المانومتر.
٥ – كفاءة المكبس الهيدروليكى % 100 .
****

س٨ : اشرح الأساس العلمى (الفكرة العلمية) لكل من :

– المكبس الهيدروليكى . – زيادة تركيز الأملاح فى البول . – الأنيميا .
– فرامل السيارات . – قياس ضغط الدم . – المانومتر .
– الاستدلال على مدى شحن البطارية . – البارومتر الزئبقى – تشخيص بعض الأمراض .
– قياس ضغط الهوا ء داخل إطار السيارة . – الأنبوبة ذات الشعبتين . – الأوانى المستطرقة .
****

س٩ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

١ – كثافة المادة . ٢ – الضغط عند نقطة . ٣ – الضغط عند نقطة فى باطن سائل .
****

س١٠ : أذكر تطبيقا واحدا لكل من :

– قاعدة باسكال . – الكثافة . – الضغط عند نقطة فى باطن سائل .
– البارومتر الزئبقى . – الضغط . – الأنبوبة ذات الشعبتين .
– المانومتر .
****

أسئلة متنوعة

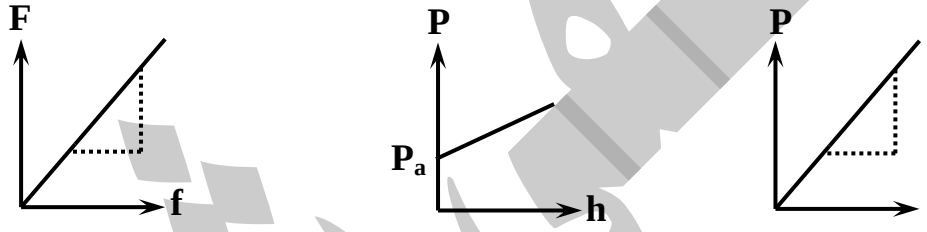
١ – اثبت أن الضغط P عند أى نقطة فى باطن سائل على عمق h يتعين من العلاقة : $P = Pa + \rho gh$

٢ – متى يصبح الضغط عند نقطة فى باطن سائل موضوع فى إناء نهاية عظمى ؟
٣ – كيف يمكنك تعيين الكثافة النسبية لزيت الطعام عملياً ؟ مع التوضيح بالرسم .
٤ – أكتب العلاقة الرياضية التى تربط بين الضغط عند نقطة فى باطن سائل معرض للهواء والبعد عن سطح السائل.
٥ – أثناء الإعصار يكون ضغط الهواء 80 كيلو باسكال حيث الضغط الجوى المعتاد 100 كيلو باسكال فإذا مر هذا الإعصار فجأة بمنزل الضغط داخله يساوى الضغط الجوى المعتاد :
– ما سبب تدمير جدران المنزل ؟
– احسب القوة المؤثرة على مساحة 12 م × 3 م من حائط المنزل .
– هل يتم تدمير المنزل بطريقة أقل إذا كانت النوافذ والأبواب مفتوحة ؟ ولماذا ؟
٦ – صف المانومتر واشرح طريقة عمله فى قياس ضغط غاز فى مستودع .
٧ – ما المقصود بقاعدة باسكال ؟ اشرح أحد تطبيقاتها .
٨ – ضع علامة (< أو > أو =) فى الأماكن الخالية :

فى المكبس الهيدروليكى يكون :

– الضغط المؤثر على المكبس الصغير ..... الضغط الناتج عن المكبس الكبير .
– القوة المؤثرة على المكبس الصغير ..... القوة الناتجة عن المكبس الكبير .
– حجم السائل المتحرك عند المكبس الصغير ..... حجم السائل المتحرك عند المكبس الكبير .
– الشغل المبذول على المكبس الصغير ..... الشغل الناتج من المكبس الكبير .

٩ – **أكتب ما يساويه ميل الخط المستقيم وكذلك العلاقة الرياضية المعبرة عن الأشكال البيانية التالية :**



****

مسائل مختارة من الكتاب المدرسى وامتحانات المدارس

(١) طبقة من الماء سمكها 50 cm تستقر فوق طبقة من الزئبق سمكها 20 cm ، ما الفرق فى الضغط بين نقطتين إحداهما عند السطح الفاصل بين الماء والزئبق والأخرى عند قاع طبقة الزئبق . ($g=10m/s^2$) ($27200N/m^2$)

****

(٢) استخدم مانومتر زئبقى لقياس ضغط غاز داخل مستودع فكان سطح الزئبق فى الفرع الخالص منخفضا عن سطحه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 20 cm ما قيمة ضغط الغاز المحبوس بوحدة بار علما بأن :
$P_a = 10^5$ باسكال ، ρ زئبق $= 13600\ kg/m^3$ ، $g = 10\ m/s^2$. (0.7464 bar)

****

(٣) أوجد الضغط الكلى وكذلك القوى الضاغطة الكلية المؤثرة على قاع حوض به ماء مالح كثافته $1030\ kg/m^3$ ، إذا كانت مساحة مقطع الحوض $100\ cm^2$ وارتفاع الماء به واحد متر ، وكان سطح الماء فى الحوض معرضاً للهواء الجوى ، وعجلة الجاذبية $10\ m/s^2$ والضغط الجوى $1.013\times 10^5\ N/m^2$. ($1.116\times 10^5\ N/m^2 - 1.116\times 10^4\ N$)

****

(٤) أنبوبة على هيئة حرف U مساحة مقطع فرعها الضيق $1\ cm^2$ ومساحة مقطع فرعها الواسع $2\ cm^2$ ملئت جزئياً بالماء (كثافته $1000\ kg/m^3$) ثم صب فيها كمية من الزيت (كثافته $800\ kg/m^3$) من الفرع الضيق حتى أصبح طول عمود الزيت 5 cm ، احسب ارتفاع سطح الماء فوق السطح الفاصل بين الماء والزيت . (4 cm)

****

(٥) مكبس مائى مساحة مقطع مكبسه الصغير $10\ cm^2$ تؤثر عليه قوة 100N ومساحة مقطع مكبسه الكبير $800\ cm^2$ فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ ، احسب :
– أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير .
– الفائدة الآلية للمكبس .
– المسافة التى يتحركها المكبس الصغير ليتحرك المكبس الكبير بمقدار 1 cm . (800 kg – 80 – 80 cm)

(٦) إذا كان الضغط على قاع إناء أسطوانى به زيت هو $15 \times 10^3\ N/m^2$ ، احسب القوة الكلية المؤثرة على قاعدة الإناء إذا كان قطر القاعدة 8 m . $(7.54\times 10^4\ N)$

****

(٧) مطلوب لإطار سيارة فرق ضغط قدره $3.039 \times 10^3\ N/m^2$ فإذا كان الضغط الجوى $1.013\times 10^5\ N/m^2$ فأوجد الضغط داخل إطار السيارة بوحدات الضغط الجوى . (4Atm)

****

(٨) قاعدة حوض أسماك مساحتها $1000\ cm^2$ وكان الحوض يحتوى على ماء وزنه 4000 N ، احسب ضغط الماء على قاع الحوض . $(4\times 10^4\ N/m^2)$

****

(٩) إذا كان الضغط الجوى عند سطح ماء فى بحيرة هو 1 Atm ، ما عمق البحيرة إذا كان الضغط عند قاعها 3 Atm علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ وأن الضغط الجوى يعادل $1.013\times 10^5\ N/m^2$ وعجلة الجاذبية تساوى $9.8\ m/s^2$. (20.673 m)

****

(١٠) يحمل رجل بارومتر زئبقى قراءته عند الطابق الأرضى 76 cmHg وعند الطابق العلوى 74.15 cmHg فإذا كان ارتفاع المبنى 200 m فاحسب متوسط كثافة الهواء بين هذين الطابقين إذا علمت أن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ ، وعجلة الجاذبية $9.8\ m/s^2$. $(1.258\ kg/m^3)$

****

(١١) مانومتر يحتوى على زئبق يتصل بمستودع به غاز محبوس . فإذا كان فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الفرعين 25 cm فاحسب فرق الضغط وكذلك الضغط المطلق للهواء المحبوس مقدراً بوحدة N/m^2 ، علما بأن الضغط الجوى يعادل $1.013\times 10^5\ N/m^2$ وعجلة الجاذبية $= 9.8\ m/s^2$ وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$.

$(0.3332\times 10^5\ N/m^2 - 1.3462\times 10^5\ N/m^2)$

****

مسائل مختارة من امتحانات الأزهر ودليل تقويم الطالب

(١) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطعها $2\ cm^2$ بها ماء صب فى أحد فرعيها $9\ cm^2$ من الكيروسين فكان فرق الارتفاع بين سطحى الماء فى الفرعين 3.6 cm ، احسب حجم البنزين الذى يصب فى الفرع الآخر حتى يعود سطحى الماء فى الفرعين إلى مستوى أفقى واحد حيث كثافة البنزين $= 900\ kg/m^3$. $(8\ cm^3)$

****

(٢) فى محطة غسيل السيارات كان قطر أنبوبة الهواء المضغوط فى آلة الرفع الهيدروليكى 2 cm وقطر المكبس الكبير 32cm احسب قوة ضغط الهواء اللازم لرفع سيارة كتلتها 1800 kg ، $g = 10\ m/s^2$. $(2.237\times 10^5\ N/m^2)$

****

(٣) النسبة بين قطرى المكبسين الكبير والصغير لمكبس هيدروليكى 20 : 1 ، أثرت على المكبس الصغير قوة 50 N احسب : – الفائدة الآلية للمكبس .

– أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير علماً بأن عجلة الجاذبية $10\ m/s^2$.

– المسافة التى يتحركها المكبس الصغير إذا تحرك المكبس الكبير 1 cm . (400 – 2000 kg – 400 cm)

****

(٤) مكبس هيدروليكى قطر مكبسه الصغير 10 cm وتؤثر عليه قوة 800 N وقطر مكبسه الكبير 100 cm فإذا علمت أن عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ ، $\pi = 3.14$ أوجد :

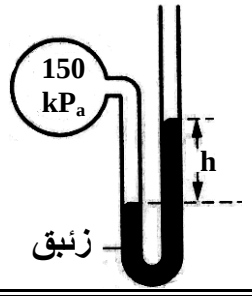
– أكبر كتلة يمكن رفعها بواسطة المكبس الكبير .

– الضغط الواقع على كل من المكبس الكبير والمكبس الصغير . $(8000\ kg - 1.019\times 10^5\ N/m^2)$

****

(٥) <u>فى الشكل المقابل</u> :

إذا كان الضغط الجوى $100\ kP_a$ ، احسب الارتفاع h . (0.38 m)



(٦) غواصة تغوص إلى عمق 40 m حفظ الضغط داخلها عند الضغط الجوى ، إذا كان قطر باب قمرتها 80 cm أوجد : الضغط الكلى المؤثر على باب قمرتها والقوة الكلية المؤثرة على باب قمرتها . ($403760 N/m^2$ – 203033.6N)

****

(٧) إذا كان فرق ضغط المياه عند الطابق الأرضى يبلغ 3.4 ضغط جوى فما أقصى ارتفاع يمكن أن تصل إليه المياه فى المبنى . ($g = 9.8 m/s^2$) . (20.67 m)

****

(٨) خزان سعته 60 litre كتلته فارغاً 10 kg ، كم تكون كتلته إذا ملئ ببنزين كثافته النسبية 0.72 . (53.2kg)

****

(٩) غواصة أفقية فى أعماق البحر الضغط داخلها يعادل الضغط الجوى العادى عند مستوى سطح البحر أوجد القوة المؤثرة على شباك من شبابيك الغواصة نصف قطره 21 cm ومركزه على عمق 50 m من سطح البحر إذا علمت أن كثافة ماء البحر $1030 kg/m^3$، $g = 9.8 m/s^2$. (69951.42 N – $504700 N/m^2$)

****

(١٠) أنبوبة ذات شعبتين وضع بها زئبق ثم صب فوقه سائل فى أحد الفرعين وعندما أصبح ارتفاع السائل فى هذا الفرع 40 cm كان فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الفرعين يساوى 3.5cm ، وجد كثافة السائل إذا علمت أن كثافة الزئبق $13600 kg/m^3$ (1190 kg/m^3)

****

مسائل عامة للتدريب

(١) إذا علمت ان الكثافة النسبية للرصاص 11.4 احسب : كثافة الرصاص ، حجم كتلة منه قدرها 34.2 g . وما كتلة مكعب من الرصاص طول ضلعه 10 cm علما بأن كثافة الماء $10^3 kg/m^3$.

(11400 kg/m^3 – $3\times10^{-6} m^3$ – 11.4 kg)

****

(٢) وعاء كتلته فارغاً 40 g وكتلته وهو مملوء بالماء 80 g وكتلته وهو مملوء بسائل 70 g عند نفس درجة الحرارة ، احسب كثافة السائل وكثافته النسبية . (0.75 – 750 kg/m^3)

****

(٣) إذا أثرت قوة 15 N على سطح مساحته $2 cm^2$ بحيث يصنع اتجاه القوة زاوية مقدارها 30^o مع العمودى على السطح ، احسب الضغط المؤثر على السطح . ($65 \times 10^3 N/m^2$)

****

(٤) أنبوبة ذات شعبتين مساحة مقطع أحد فرعيها ثلاثة أمثال الفرع الآخر وضع بها كمية مناسبة من الماء ثم صب زيت كثافته النسبية 0.8 فى الفرع المتسع فانخفض سطح الماء فيه بمقدار 1 cm ، أوجد ارتفاع عمود الزيت .

(5 cm)

****

(٥) يحمل رجل بارومتر زئبقى كانت قراءته عند أعلى نقطة من مبنى ارتفاعه 200 m هى 74 cmHg ، احسب قراءة البارومتر عند سطح الأرض إذا علمت أن متوسط كثافة الهواء $1.3 kg/m^3$ (75.9 cmHg)

****

(٦) بارومتر زئبقى يقرأ عند سطح الأرض 74 cmHg وضع أعلى جبل فأصبحت قراءته 79 cmHg ، احسب ارتفاع الجبل إذا علمت أن متوسط كثافة الهواء $1.3 kg/m^3$ (523 m)

****

(٧) احسب الضغط الناشئ عن غاز عند توصيله بمانومتر إذا كان سطح الزئبق فى الفرع الخالص للمانومتر أعلى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 3 cm . ($1.053 \times 10^5 N/m^2$)

****

(٨) مانومتر زئبقى يتصل بمستودع به غاز محبوس ضغطه أكبر من الضغط الجوى بمقدار 0.03 atm ، احسب ضغط الغاز المحبوس بوحدات (cmHg – bar) علماً بأن الضغط الجوى $10^5 N/m^2$. (1.03 bar – 77.28 cmHg)

****

(٩) مكعب طول ضلعه 10 cm ومتوازى مستطيلات من نفس المادة أبعاده 10 cm , 20 cm , 30 cm بين كيف يوضع متوازى المستطيلات على سطح ما حتى ينتج عنه ضغطاً مساوياً للضغط الناتج عن المكعب .

(يوضع على الوجه 30 × 20)

(١٠) إذا كانت كثافة الألومنيوم $2700\ kg/m^3$ ، كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ ، احسب الكثافة النسبية للألومنيوم وكتلة قطعة من الألومنيوم حجمها $0.1\ m^3$.
(2.7 – 270 kg)

****

(١١) إناء وضع به 50 g من سائل فكانت كتلته وهو مملوء بالسائل 80 g ، وعند تفريغ ما فيه وإعادة ملئه بماء مقطر كانت كتلته 60 g ، احسب كثافة هذا السائل .
($1670\ kg/m^3$)

****

(١٢) إذا أثرت قوة 25 N على سطح مساحته $5\ cm^2$ ، احسب الضغط المؤثر على السطح إذا كانت القوة :
(عمودية على السطح – تصنع زاوية 60^o مع السطح – تصنع زاوية 60^o مع العمودى على السطح) .
($5 \times 10^5\ N/m^2$ – $4.33 \times 10^4\ N/m^2$ – $2.5 \times 10^4\ N/m^2$)

****

(١٣) إذا كانت قراءة البارومتر الزئبقى عند أسفل جبل 75 cmHg بينما كانت قراءته عند قمة هذا الجبل 60 cmHg فإذا علمت ان متوسط كثافة الهواء $1.25\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ ، احسب ارتفاع الجبل .
(1632m)

****

(١٤) خزان مياه مساحة قاعدته $0.4\ m^2$ وعمقه 100 cm ملئ بالماء ، احسب كلا من الضغط الكلى والقوة المؤثرة على قاع الخزان إذا كان الضغط الجوى = $1.013 \times 10^5\ N/m^2$.
(43.252 N – 1081300 N/m^2)

****

(١٥) أنبوبة ذات شعبتين مختلفتى المقطع مساحة فرعها الضيق $2\ cm^2$ ومساحة فرعها المتسع $3\ cm^2$ ملئت جزئياً بالماء ثم صب زيت كثافته $800\ kg/m^3$ فى الفرع المتسع حتى أصبح طول عمود الزيت فوق السطح الفاصل 5 cm احسب ارتفاع الماء فوق السطح الفاصل بين الزيت والماء .
(4 cm)

****

(١٦) أنبوبة ذات شعبتين منتظمة المقطع ارتفاعها 28 cm صب فى أحد الفرعين ماء حتى أصبح ارتفاعه 17 cm ثم صب زيت حتى امتلأ هذا الفرع تماماً احسب مقدار التغير فى ارتفاع عمود الماء فى الفرع الآخر علماً بأن كثافة الزيت $900\ kg/m^3$.
(9 cm)

****

(١٧) احسب قراءة بارومتر زئبقى عند الطابق العلوى لمبنى ارتفاعه 136 m ، إذا كان البارومتر يقرأ عند الطابق الأرضى 74 cm Hg ($\rho_{هواء} = 1.25\ kg/m^3$ ، $\rho_{زئبق} = 13600\ kg/m^3$) .
(72.75 cm Hg)

****

(١٨) إذا كانت قراءة بارومتر زئبقى على سطح الأرض 75 cm Hg فكم تكون قراءته داخل منجم على عمق 50 m إذا كانت كثافة الهواء داخل المنجم $1.26\ kg/m^3$ وكثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$.
(75.46 cm Hg)

****

(١٩) أنبوبة تغذى منزلا بالماء والضغط عند الطابق الأرضى 5 بار وعند الطابق الرابع 3.2 بار أحسب ارتفاع الطابق الرابع عن الأرض .
(18.367 m)

****

(٢٠) فرق ضغط قدره $3.039 \times 10^5\ N/m^2$ مطلوب لإطار سيارة أحسب القيمة المطلقة لضغط الهواء فى الإطار وما يناظرها بوحدات الضغط الجوى .
(4 Atm – $3.039 \times 10^5\ N/m^2$)

****

(٢١) إذا كانت النسبة بين مساحة المكبس الصغير إلى مساحة المكبس الكبير 0.05 فأوجد الفائدة الآلية للمكبس وأقصى كتلة يمكن رفعها بالمكبس الكبير إذا أثرت كتلة قدرها 2 kg على المكبس الصغير والإزاحة التى يتحركها المكبس الصغير إذا تحرك المكبس الكبير 2 cm .
(20 – 40 kg – 40 cm)

****

(٢٢) مكبس كبير مساحته $800\ cm^2$ وكتلته 0.6 Ton ومساحة المكبس الصغير $25\ cm^2$ والجهاز مملوء بسائل كثافته $0.78\ gm/cm^3$ ، احسب القوة اللازمة لاتزان المكبس إذا كان المكبس الصغير أعلى من المكبس الكبير بمقدار 8 m .
(30. 87 N)

****

الوحدة الثانية : المـــوائع ٤ خواص الموائع المتحركة

من الخصائص العامة للموائع المتحركة :

(١) السريان : هو تحرك المائع فى الأنابيب ويوجد منه نوعان هما السريان الهادئ (المستقر) والسريان المضطرب .
(٢) اللزوجة .

****

السريان الهادئ

– هو سريان المائع (سائل أو غاز) بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر .
– يسمى السريان الطبقى أو المستقر أو الانسيابى .
– يكون فيه كل كمية صغيرة من السائل تتبع أو تتخذ مساراً متصلاً يسمى خط الانسياب .

– تعريف خط الانسياب :
هو خط وهمى يوضح المسار الذى يتخذه أى جزء صغير من السائل أثناء سريانه داخل الأنبوبة سريانـاً مستقراً .

– مميزات خطوط الانسياب :
(١) خطوط وهمية لا تتقاطع .
(٢) المماس لأى نقطة على خط الانسياب يحدد اتجاه السرعة اللحظية لكمية صغيرة من السائل عند هذه النقطة .
(٣) تتحدد سرعة سريان السائل عند نقطة بكثافة خطوط الانسياب عند تلك النقطة .
(٤) تتزاحم (تزداد كثافتها) فى السرعات العالية وتتباعد (تقل كثافتها) فى السرعات المنخفضة .

– كثافة خطوط الانسياب عند نقطة :
هى عدد خطوط الانسياب التى تمر عموديا على وحدة المساحات عند تلك النقطة .

– شروط السريان الهادئ :
(١) أن يكون معدل سريان السائل ثابتاً على طول مساره لأن السائل غير قابل للانضغاط وكثافته لا تتغير مع المسافة أو الزمن .
(٢) أن تكون سرعة السائل عند النقطة الواحدة ثابتة على طول مساره (لا تتغير بمرور الزمن) .
(٣) أن يكون السريان غير دوار (لا توجد دوامات) .
(٤) عدم وجود قوى احتكاك مؤثرة بين طبقات السائل .

****

السريان المضطرب

– هو السريان الناتج عن زيادة سرعة انسياب المائع عن حد معين ويتميز بوجود دوامات صغيرة دائرية .

– يتحول السريان الهادئ إلى سريان مضطرب عند :
(١) زيادة سرعة انسياب المائع عن حد معين .
(٢) انتشار الغاز من حيز صغير إلى حيز كبير ، أو من ضغط عالى إلى ضغط أقل .

****

معدل السريان (الانسياب)

– هو كمية السائل المنسابة خلال مقطع من الأنبوبة في وحدة الزمن .
– يوجد منه نوعان هما معدل السريان الحجمى ومعدل السريان الكتلى .

(١) معدل الانسياب الحجمى

– هو حجم السائل المنساب خلال مقطع معين من أنبوبة سريان مستقر فى الثانية .
– يقاس بوحدة : m^3/s .
– س : ما معنى قولنا أن : معدل الانسياب الحجمى لسائل = $0.02\ m^3/s$ ؟
ج : أى أن حجم السائل المنساب خلال أى مقطع من الأنبوبة فى الثانية الواحدة = $0.02\ m^3$.

– **حسابه :**

(١) **بما أن :** حجم السائل المنساب خلال مقطع معين الثانية = **مساحة المقطع** × **المسافة التى يتحركها السائل فى الثانية**

(٢) **بما أن :** المسافة التى يتحركها السائل فى الثانية = **سرعة السائل**

(٣) ∴ **حجم السائل المنساب خلال مقطع معين الثانية = مساحة المقطع × سرعة السائل**

$$\therefore Q_V = Av$$

يتوقف معدل الانسياب الحجمى على :
(١) مساحة مقطع الأنبوبة (طردى) .
(٢) سرعة انسياب السائل (طردى) .

حجم السائل الذى ينساب فى زمن معين قدره (t) ثانية :

$$Q_V = \frac{V_{ol}}{t} \longrightarrow V_{ol} = Q_V t = Avt$$

****

(٢) معدل الانسياب الكتلى

– هو كتلة السائل المنساب خلال مقطع معين من أنبوبة سريان مستقر فى الثانية .

– يقاس بوحدة : kg /s .

– **س : ما معنى قولنا أن : معدل الانسياب الكتلى لسائل = 4 kg/s ؟**

ج : أى أن كتلة السائل المنساب خلال أى مقطع من الأنبوبة فى الثانية الواحدة = 4 kg .

حسابه : معدل الانسياب الكتلى = **كتلة السائل المنساب خلال مقطع معين الثانية .**

= **حجم السائل المنساب خلال مقطع معين الثانية** × **كثافة السائل .**

= **معدل الانسياب الحجمى** × **كثافة السائل .**

$$\therefore Q_m = Q_V \rho = Av\rho$$

يتوقف معدل الانسياب الكتلى على :
(١) كثافة السائل (طردى) .
(٢) مساحة مقطع الأنبوبة (طردى)
(٣) سرعة انسياب السائل (طردى) .

كتلة السائل (M) التى تنساب فى زمن معين قدره (t) ثانية :

$$Q_m = \frac{M}{t} \longrightarrow M = Q_m t = Av\rho t$$

****

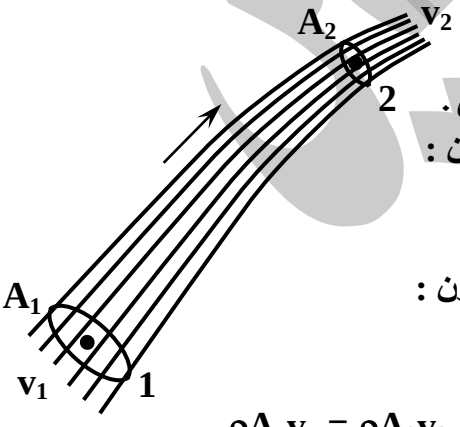
معادلة الاستمرارية (العلاقة بين سرعة سريان السائل ومساحة مقطع الأنبوبة)

– **نتصور أنبوبة يسرى بها سائل سرياناً هادئاً ، أى يتحقق به الشروط التالية :**

(١) يملأ السائل الأنبوبة تماماً .

(٢) تكون كمية السائل التى تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها مساوية لكمية السائل التى تخرج من طرفها الآخر فى نفس الزمن نظراً لأن السائل غير قابل للانضغاط .

(٣) لا تتغير سرعة سريان السائل عند أى نقطة في الأنبوبة مع الزمن .



– **نختار مستويين عموديين على خطوط الانسياب عند مقطعين مختلفين كما بالشكل .**

(١) **المستوى الأول :** مساحة مقطعه (A_1) وسرعة انسياب السائل خلاله (v_1) فيكون :

معدل الانسياب الحجمى $Q_V = A_1v_1$

معدل الانسياب الكتلى $Q_m = \rho A_1v_1$

(٢) **المستوى الثانى :** مساحة مقطعه (A_2) وسرعة انسياب السائل خلاله (v_2) فيكون :

معدل الانسياب الحجمى $Q_V = A_2v_2$

معدل الانسياب الكتلى $Q_m = \rho A_2v_2$

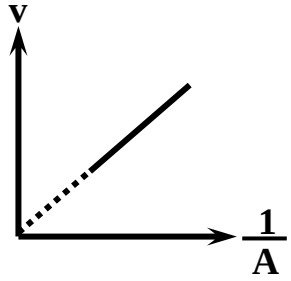
– **نظراً لأن السريان هادئ ∴ يكون معدل الانسياب الكتلى ثابت ويكون :**

$$\rho A_1v_1 = \rho A_2v_2$$

$$\therefore A_1v_1 = A_2v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

معادلة الاستمرارية : تتناسب سرعة سريان سائل عند أى نقطة فى أنبوبة سريان مستقر عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة عند تلك النقطة .



التمثيل البيانى لمعادلة الاستمرارية :

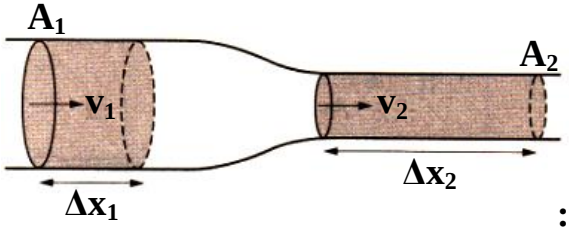
– تتناسب سرعة سريان سائل في أنبوبة عكسياً مع مساحة مقطعها ($v \propto \frac{1}{A}$)

– ينساب السائل ببطء شديد فى الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة .

– ينساب السائل بسرعة أكبر فى الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة .

****

تفسير معادلة الاستمرارية باستخدام قانون بقاء الكتلة



لفهم معادلة الاستمرارية أكثر :

(١) نتصور سائلاً ونعتبر كتلة صغيرة منه Δm هذه الكتلة :

$$\Delta m = \Delta \rho V_{ol}$$

حيث : $\Delta V_{ol} = A_1 \Delta x_l$

Δx_l هى المسافة التى يتحركها السائل فى زمن Δt أى أن :

$$\Delta x_l = v_1 \Delta t$$

بذلك يكون : $\Delta V_{ol} = v_1 A_1 \Delta t$

(٢) نفس هذا الحجم لابد أن ينتقل فى الجانب الآخر من الأنبوبة لأن السائل غير قابل للانضغاط .

أى أن : $\Delta V_{ol} = v_2 A_2 \Delta t$

(٣) معدل السريان (الحجمى والكتلى) مقدار ثابت عند أى مساحة مقطع وفقاً لقانون بقاء الكتلة الذى يؤدى إلى معادلة الاستمرارية .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	فى السريان الهادىء يكون معدل انسياب السائل ثابت عند أى مقطع	لأن السائل غير قابل للانضغاط لذلك فإن كمية السائل التى تدخل الأنبوبة من أحد طرفيها تساوى كمية السائل التى تخرج من الطرف الآخر فى نفس الزمن .
٢	فتحات الغاز فى مواقد الغاز تكون صغيرة جداً	حتى يندفع منها الغاز بسرعة عالية لأن سرعة السائل تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع .
٣	فى السريان المستقر ينساب السائل ببطء فى الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب بسرعة أكبر عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة	لأنه تبعاً لمعادلة الاستمرارية تتناسب سرعة السائل عكسياً مع مساحة المقطع .
٤	يسرى الدم ببطء فى الشعيرات الدموية عنه فى الشريان الرئيسى رغم أن مساحة مقطع الشعيرات الدموية أقل من مساحة مقطع الشريان الرئيسى	لأنه طبقا لمعادلة الاستمرارية تتناسب سرعة السائل عكسياً مع مساحة المقطع وحيث أن مجموع مساحات مقاطع الشعيرات الدموية أكبر من مساحة مقطع الشريان الرئيسى لذلك تكون سرعة الدم فى الشعيرات أبطأ من سرعته فى الشريان الرئيسى مما يؤدى إلى إتاحة الفرصة لعملية تبادل الغازات بين الدم فى الشعيرات والأنسجة وإتاحة الفرصة لتزويد الأنسجة بالغذاء والتخلص من الفضلات .
٥	يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب	لكى يندفع الماء بسرعة أكبر لأنه كلما كانت مساحة المقطع أصغر كلما كانت السرعة أكبر لوجود علاقة عكسية بينهما من معادلة الاستمرارية .
٦	تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسياً لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوهته رأسياً لأعلى	لأنه عندما توجه فوهة الخرطوم لأسفل تزداد سرعة سريان الماء فى اتجاه الجاذبية فتقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب تبعاً لمعادلة الاستمرارية تتناسب سرعة السائل عكسياً مع مساحة المقطع وعندما توجه فوهته لأعلى يحدث العكس .
٧	تتزاحم خطوط الانسياب فى السريان الهادىء للسائل عند السرعات الكبيرة	لأن كثافة خطوط الانسياب تحدد سرعة سريان السائل فكلما زادت سرعة السريان زادت كثافة خطوط الانسياب مما يؤدى إلى تزاحم خطوط الانسياب .

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	زيادة سرعة سريان سائل هادئ فى أنبوبة منتظمة المقطع عن حد معين	يتحول المسار المتصل إلى دوامات صغيرة دائرية لتحول السريان الهادئ إلى سريان مضطرب وزيادة معدل السريان .
٢	انتهاء الشريان الرئيسى بعدد كبير من الشعيرات الدموية مجموع مساحات مقطعها أكبر من مساحة مقطع الشريان	تقل سرعة سريان الدم في الشعيرات الدموية .
٣	ضيق نهاية أنبوبة السريان بالنسبة لسرعة سريان السائل	تزداد سرعة سريان السائل .

****

إرشادات حل المسائل

(١) معدل السريان الحجمى : $Q_V = Av = \pi r^2 v$ (٢) حجم السائل فى زمن t : $V_{ol} = Q_V t = Avt$

(٣) معدل السريان الكتلى : $Q_m = Q_V \rho = Av\rho$ (٤) كتلة السائل فى زمن t : $M = Q_m t = Av\rho t$

(٥) معادلة الاستمرارية : $A_1v_1 = A_2v_2$ (٦) المسافة التى يتحركها السائل : $\Delta x = v\Delta t$

$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2$

(٧) إذا طلب كمية السائل خلال مقطع من مقاطع الأنبوبة فى زمن معين يتم حساب الحجم والكتلة .

(٨) فى مسائل الأوعية الدموية : $A_2 = n\pi r_2^2$ (الشرايين الفرعية) ، $A_1 = \pi r_1^2$

ونطبق معادلة الاستمرارية : $A_1v_1 = nA_2v_2$ ، حيث n = عدد الشرايين الفرعية (الشعيرات الدموية)

(٩) إذا وجدت أنبوبة تتفرع إلى عدة فروع غير متساوية : $A_1v_1 = A_2v_2 + A_3v_3 + A_4v_4 + \ldots\ldots$

(١٠) لحساب زمن ملء خزان أو مستودع بسائل :

$$T = \frac{\text{سعة الخزان } V}{\text{معدل السريان } Q}$$

(١١) إذا كان لدينا خزان يملا من صنبور فى زمن t_1 فى حين يملأ من صنبور آخر فى زمن t_2 ويملأ من صنبور ثالث فى زمن t_3 وطلب منك حساب الزمن اللازم لملء الخزان إذا فتحت الصنابير معا فإن : $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$

$$\frac{V_{ol}}{t} = \frac{V_{ol}}{t_1} + \frac{V_{ol}}{t_2} + \frac{V_{ol}}{t_3} \longrightarrow \frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3}$$

(١٢) مضخة ترفع الماء بمعدل لتر/ دقيقة (نضرب فى 10^{-3} ونقسم على 60) وبمعدل م^3 / دقيقة (نقسم على 60) .

****

مسائل محلولة

(١) أنبوبة مياه تدخل منزلا قطرها 2 cm وسرعة سريان الماء فيها 0.1 m/s وفى آخر الأمر يصبح قطرها 1 cm احسب سرعة سريان الماء فى الجزء الضيق وكمية الماء (حجمه وكتلته) المنساب كل دقيقة خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة (كثافة الماء 1000 Kg/m^3) .

الحل :

$A_1v_1 = A_2v_2$

$$v_2 = \frac{A_1v_1}{A_2} = \frac{\pi r_1^2 v_1}{\pi r_2^2} = \frac{r_1^2 v_1}{r_2^2} = \frac{(0.01)^2\,(0.1)}{(0.005)^2} = 0.4 \text{ m/s}$$

$V_{ol} = Q_V t = A_1v_1 t = \pi r^2{}_1 v_1 t = 3.14 \times (0.01)^2 \times 0.1 \times 60 = 1.884 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$M = A_1v_1 \rho t = \pi r^2{}_1 v_1 \rho t = 3.14 \times (0.01)^2 \times 0.1 \times 1000 \times 60 = 1.884 \text{ Kg}$

****

(٢) أنبوبة تغذى حقلاً بالماء مساحة مقطعها 4 cm^2 ينساب منها الماء بسرعة 10 m/s وتنتهى بمائة ثقب مساحة كل منها 1 mm^2 كم تكون سرعة انسياب الماء من كل ثقب .

الحل :

$A_1v_1 = n\,A_2v_2$

$$v_2 = \frac{A_1v_1}{n\,A_2} = \frac{4 \times 10^{-4} \times 10}{100 \times 10^{-6}} = 40 \text{ m/s}$$

****

(٣) يندفع زيت خلال أنبوبة بمعدل 6 لتر/ دقيقة تتصل بها أنبوبة أخرى يخرج الزيت من فوهتها بسرعة 4 m/s . احسب مساحة مقطع الأنبوبة الثانية .

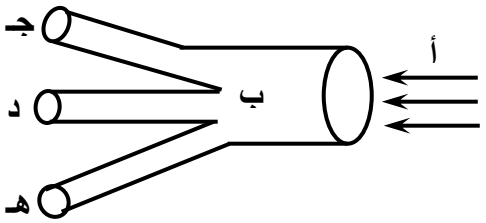
الحل :

$$Q = \frac{6 \times 10^{-3}}{60} = 10^{-4}\ m^3/s$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{10^{-4}}{4} = 0.25 \times 10^{-4}\ m^2$$

****

(٤) فى الشكل المقابل إذا كان نصف قطر الأنبوبة عند (أ) هو 30 cm وسرعة دخول الماء عند نفس النقطة 2 m/s وسرعة انسيابه عند (جـ) = 4 m/s وسرعة انسيابه عند (هـ) = 3 m/s حيث نصف قطر الأنبوبة عند (ب) هو 20 cm وعند (جـ) 15 cm وعند (د) 10 cm وعند (هـ) 5 cm احسب كل من :



– المعدل الحجمى لدخول الماء عند (أ) .
– سرعة انسياب الماء عند كل من (ب) ، (د) .

الحل : المعدل الحجمى لدخول الماء عند (أ) : $Q = Av = \pi r^2 v = 3.14 \times (0.3)^2 \times 2 = 0.5657\ m^3/s$

سرعة انسياب الماء عند (ب) :

$(A_1v_1)_{\text{عند أ}} = (A_2v_2)_{\text{عند ب}}$

$\pi r_1^2 v_1 = \pi r^2{}_2 v_2 \quad , \quad r_1^2 v_1 = r^2{}_2 v_2$

$(0.3)^2 \times 2 = (0.2)^2 \times v_2 \quad , \quad v_2 = 4.5\ m/s$

سرعة انسياب الماء عند (د) :

$(A_1v_1)_{\text{عند أ}} = (A_2v_2)_{\text{عند جـ}} + (A_3v_3)_{\text{عند د}} + (A_4v_4)_{\text{عند هـ}}$

$\pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 + \pi r_3^2 v_3 + \pi r_4^2 v_4$

$r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2 + r_3^2 v_3 + r_4^2 v_4$

$(0.3)^2 \times 2 = (0.15)^2 \times 4 + (0.1)^2 \times v_3 + (0.05)^2 \times 3$

$v_3 = 8.25\ m/s$

****

(٥) ثلاثة صنابير الأول يملأ حوض فى ساعة والثانى يملأ نفس الحوض فى ½ ساعة والثالث فى ¼ ساعة . احسب الزمن اللازم ليمتلئ الحوض إذا فتحت الثلاث صنابير معاً .

الحل :

$$\frac{1}{t} = \frac{1}{t_1} + \frac{1}{t_2} + \frac{1}{t_3} = 1 + 2 + 4 = 7 \longrightarrow t = \frac{1}{7}\ \text{hour}$$

****

(٦) شريان رئيسى يتدفق فيه الدم بسرعة 0.08 m/s فإذا كان الشريان يتشعب إلى 150 شعيرة دموية قطر كل منها $\frac{1}{8}$ قطر الشريان . احسب سرعة تدفق الدم فى كل شعيرة .

الحل :

$$A_1 v_1 = n A_2 v_2$$

$$\therefore \pi r_1^2 v_1 = n\pi r_2^2 v_2$$

$$v_2 = \frac{r_1^2 v_1}{n r_2^2} = \frac{(8)^2 \times 0.08}{150 \times (1)^2} = 0.034\ m/s$$

****

(٧) يمر ماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها 2.4 cm بسرعة 6 m/s ، أوجد قطر فوهتها الضيقة إذا كانت سرعة خروج الماء منها 34.56 m/s .

الحل :

$$A_1v_1 = A_2 v_2 \quad \therefore \pi r_1^2 v_1 = \pi r_2^2 v_2 \quad , \quad r_1^2 v_1 = r_2^2 v_2$$

$$r_2^2 = \frac{r_1^2 v_1}{v_2} = \frac{(0.012)^2 \times 6}{34.56} = 25 \times 10^{-6}$$

$$r_2 = 3 \times 10^{-3}\ m = 0.5\ cm$$

$\therefore$ قطر الفوهة الضيقة $= 2 \times 0.5 = 1cm$

اللزوجة

تجارب لتوضيح معنى الزوجة :

الخطوات	الملاحظة
علق قمعين متماثلين كل منهما في حامل وضع أسفل كل منهما كأس ثم صب فى أحد القمعين حجماً معيناً من الكحول وفى الآخر نفس الحجم من الجليسرين .	سرعة انسياب الكحول أكبر من سرعة انسياب الجليسرين أو قابلية الكحول للانسياب أكبر من قابلية الجليسرين .
قم بتقليب كأسين أحدهما مملوء بحجم معين من الماء والآخر مملوء بنفس الحجم من العسل ثم أخرج الملعقة .	تتحرك الملعقة فى الماء بسهولة بينما تتحرك في العسل بصعوبة وتتوقف حركة العسل بعد إخراج الملعقة بفترة قصيرة فى حين تستمر حركة الماء فترة أطول ، أى أن مقاومة الماء للحركة أقل من مقاومة العسل لها .
املأ كأسين أحدهما بالماء والآخر بالجليسرين ثم ألقى برفق كرة معدنية في كل منهما واحسب وصول الكرة إلى قاع الكأس .	تتحرك الكرة في الماء أسرع منها في الجليسرين وتصل إلى قاع الكأس ، أى أن الجليسرين يقاوم حركة الكرة خلاله بمقدار أكبر من مقاومة الماء لها .

الاستنتاج :

(١) بعض السوائل مثل الكحول والماء تكون قابليتها للانسياب كبيرة ومقاومتها لحركة الأجسام فيها صغيرة وهى مواد ذات لزوجة صغيرة نسبياً .

(٢) بعض السوائل مثل العسل والجليسرين تكون قابليتها للانسياب صغيرة ومقاومتها لحركة الأجسام فيها كبيرة وهى مواد ذات لزوجة كبيرة نسبياً .

اللزوجة : هى الخاصية التى تتسبب فى وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها بعضها فوق بعض .

****

تفسير خاصية اللزوجة

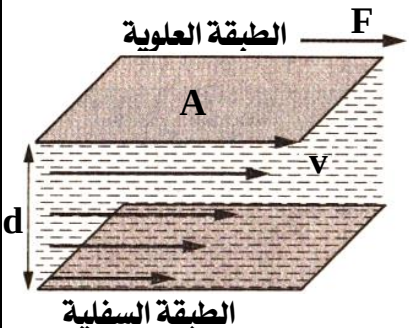
- إذا تصورنا كمية من سائل محصورة بين لوحين مستويين أحدهما ساكن والآخر متحرك بسرعة v فإن :
  - طبقة السائل الملامسة للوح الساكن تكون ساكنة.
  - طبقة السائل الملامسة للوح المتحرك تتحرك بنفس سرعته.
  - باقى طبقات السائل بين اللوحين تتحرك بسرعات تتراوح من الصفر إلى v .
  - السرعة تتزايد من اللوح الساكن إلى المتحرك بحيث تكون سرعة كل طبقة أقل من الطبقة التى تعلوها.
- يرجع ذلك إلى :

وجود قوى احتكاك بين كل من اللوحين المستويين وطبقة السائل الملامسة لكل منهما ناتجة عن التلاصق بين جزيئات اللوح الصلب وجزيئات السائل المجاورة لها فتتحرك كل طبقة من السائل تبعاً لحركة اللوح الملامسة له.	وجود قوى شبيهة بقوى الاحتكاك بين كل طبقة من طبقات السائل والطبقة التى تعلوها مما يعوق انزلاقها فوق بعضها البعض فينشأ فرق نسبى فى السرعة بين كل طبقة والتى تعلوها .

- يسمى هذا النوع من السريان بالسريان الطبقى أو السريان اللزج.

****

معامل اللزوجة



بفرض طبقتين من سائل المسافة العمودية بينهما d فإذا أثرت قوة مماسية F على الطبقة العلوية من السائل (مساحتها A) فإن هذه القوة تعادل قوى الاحتكاك بين الطبقات (قوة اللزوجة) والتى تتناسب :

- طرديا مع مساحة الطبقة العلوية (A) : $F \propto A$
- طرديا مع فرق السرعة بين الطبقتين (v) : $F \propto v$
- عكسيا مع (d) : $F \propto \frac{1}{d}$

يتوقف معامل اللزوجة على :
(١) نوع السائل .
(٢) درجة الحرارة .
حيث تقل لزوجة المائع بارتفاع درجة حرارته .

$$\therefore F \alpha \frac{Av}{d}$$

$$\therefore F = \eta_{vs} \frac{Av}{d}$$

$$\therefore \eta_{vs} = \frac{Fd}{Av}$$

معامل اللزوجة : هو القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات وينتج عنها فرق فى السرعة مقداره الوحدة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما الوحدة.
وحدة قياسه : $N.s/m^2$ وتكافئ $kg/m.s$ أو $J.s/m^3$

****

س : ما معنى قولنا أن : معامل لزوجة سائل $0.7\ N.s/m^2$ ؟
ج : أى أن القوة المماسية المؤثرة علي طبقة من السائل مساحتها $1\ m^2$ وينتج عنها فرق فى السرعة $1\ m/s$ بينها وبين طبقة تبعد عنها مسافة عمودية $1\ m = 0.7\ N$.

****

العوامل التى تتوقف عليها قوة اللزوجة :
(١) معامل اللزوجة لعدة سوائل مختلفة (علاقة طردية) . (٢) مساحة الطبقة المتحركة (علاقة طردية) .
(٣) فرق السرعة بين طبقتين من السائل (علاقة طردية) . (٤) المسافة العمودية بين الطبقتين (علاقة عكسية) .

****

تطبيقات على اللزوجة

التطبيق	التفسير
تزييت وتشحيم الآلات المعدنية	يراعى فى الزيوت المستخدمة أن تكون ذات لزوجة كبيرة لكى يكون لها القدرة على الالتصاق بأجزاء الآلة مع استمرار الحركة الدائبة ولا تنساب بعيدا عنها .
	الغرض منها : (١) إنقاص كمية الحرارة المتولدة أثناء الاحتكاك . (٢) حماية أجزاء الآلة من التآكل وزيادة كفاءتها .
توفير استهلاك الوقود فى المركبات المتحركة	عندما تبلغ السيارة سرعتها القصوى يكون الشغل الكلى والذى تبذله الآلة والمستمد من الوقود المستهلك يعمل معظمه ضد : (١) مقاومة الهواء للسيارة أثناء حركتها خلاله . (٢) قوة الاحتكاك بين الإطارات السيارة والأرض .
	في السرعات الصغيرة نسبياً والمتوسطة والمنتظمة تتناسب مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته طردياً مع سرعة السيارة بينما إذا زادت سرعة السيارة عن حد معين تتناسب مقاومة الهواء طردياً مع مربع سرعة السيارة مما يسبب زيادة استهلاك الوقود .
اختبار سرعة ترسيب الدم	عند سقوط كرة سقوطاً حراً رأسياً فى سائل فإنها تتأثر بثلاث قوى ، وزنها لأسفل ، قوة دفع السائل لأعلى ، قوة الاحتكاك بينها وبين السائل لأعلى نتيجة لزوجة السائل ، ومحصلة هذه القوى أن الكرة تتحرك بسرعة نهائية تزداد بزيادة نصف قطرها .
	تتناسب السرعة النهائية التى تسقط بها كرات الدم خلال سائل البلازما مع مربع ن نصف قطرها وبذلك يمكن التعرف على حجم كرات الدم إذا كانت طبيعية أم لا من خلال معدل الترسيب (المعدل الطبيعى لسرعة الترسيب هو 15 ملليمتر بعد ساعة) .
	فى حالة الإصابة بأمراض الحمى الروماتيزمية وروماتيزم القلب والنقرص تتلاصق كرات الدم الحمراء فيزداد حجمها ونصف قطرها وتزداد تبعا لذلك سرعة الترسيب .
	فى الإصابة بأمراض فقر الدم (الأنيميا) واليرقان تنكسر كرات الدم الحمراء ويقل حجمها ونصف قطرها وبذلك تقل سرعة الترسيب .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	تقل كمية حركة جسم صلب عند تحريكه فى مائع	بسبب لزوجة المائع التى تعمل على مقاومة حركة الجسم فتقل سرعته وبالتالى تقل كمية حركته .
٢	تتواجد النباتات المائية غالباً قرب الشواطىء	لأنه قرب الشاطىء تزداد قوى الاحتكاك التى تعوق الانسياب حيث ($F\alpha \frac{1}{d}$) وبالتالى تقل فرصة اقتلاع هذه النباتات بواسطة تيارات الماء المنسابة .
٣	تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطىء	لأنه كلما اقتربت الطبقة المتحركة من الطبقة الساكنة تقل سرعتها بسبب قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة .
٤	يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى	لأن الأدوار العليا بعيدة عن الأرض (الطبقة الساكنة) فتزداد سرعة الهواء كلما ابتعدنا عن الأرض بسبب نقص قوى الاحتكاك الناتجة عن اللزوجة .
٥	تزيد سرعة مياه الترع فى الوسط	لأن طبقة الماء فى الوسط تكون أبعد الطبقات عن السطح الساكن وهو جدران الترع وقاعها فتكون بعيدة عن قوى الاحتكاك .
٦	محلول الصابون أكبر قدرة من الماء على تكوين فقاعات فى الهواء	لأن لزوجة محلول الصابون أكبر من لزوجة الماء .
٧	بعض السوائل لزوجتها كبيرة	لكبر قوى الاحتكاك بين طبقات هذه السوائل والتى تعوق قابليتها للانسياب و الحركة .
٨	يجب أن تكون الزيوت المستخدمة فى تزييت الآلات المعدنية ذات لزوجة كبيرة	حتى تظل ملتصقة بأجزاء الآلة ولا تنساب بسرعة أثناء الحركة المستمرة للآلات فتقل كمية الحرارة المتولدة أثناء الاحتكاك بين أجزاء الآلة وتمنع تآكلها .
٩	لا يستخدم الماء فى عمليات التزييت والتشحيم	لأن لزوجته صغيرة وقوة التصاقه أيضا صغيرة فسرعان ما ينساب بعيدا عن الآلة أثناء الحركة .
١٠	يزداد معدل استهلاك الوقود فى السيارات عند زيادة السرعة	لأن مقاومة الهواء الناتجة عن لزوجته تتناسب مع مربع سرعة السيارة فكلما زادت سرعة السيارة زاد الشغل الكلى المبذول ويزداد تبعا لذلك استهلاك الوقود .
١١	اختبار سرعة الترسيب يساعد الطبيب على معرفة ما إذا كان حجم كرات الدم طبيعى أو غير طبيعى	لأن السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء خلال البلازما تتناسب طرديا مع مربع نصف قطر كرة الدم .
١٢	يجب تشحيم وتزييت الآلات المعدنية من حين لآخر	لأن ذلك يؤدى إلى حماية أجزاء الآلة من التآكل ونقص كمية الحرارة المتولدة أثناء الاحتكاك .
١٣	تزداد سرعة الترسيب فى الدم عند الأشخاص المصابين بمرض الحمى الروماتيزمية	لتلاصق كرات الدم الحمراء فيزداد حجمها ونصف قطرها وتزداد تبعا لذلك سرعة الترسيب .
١٤	تقل سرعة الترسيب فى الدم عن المعدل الطبيعى فى حالة الإصابة بالأنيميا	لأن الأنيميا تسبب تكسير كرات الدم الحمراء فيقل حجمها ونصف قطرها وبذلك تقل سرعة الترسيب .

****

م	ماذا يحدث عند	الإجابة
١	زيادة مساحة لوح يتحرك فى سائل لزج إلى الضعف وثبات سرعة الحركة بالنسبة للقوة اللازمة لتحريك اللوح	تزداد القوة للضعف .
٢	زيادة لزوجة مائع بالنسبة لسرعة جسم صلب يتحرك داخله	تقل سرعة الجسم داخل السائل .
٣	انخفاض درجة حرارة سائل بالنسبة للزوجة السائل	تزداد لزوجة السائل .
٤	عدم وضع زيوت ذات لزوجة عالية لأجزاء الآلة أثناء حركتها	تتولد حرارة كبيرة وذلك لانسياب هذه الزيوت من أجزاء الآلة فتتآكل أجزاء الآلة بسبب الاحتكاك .

٥	زيادة سرعة السيارة عن حد معين	يـزداد معـدل اسـتهلاك السـيارة للوقـود وذلـك لأن مقاومـة الهـواء لحركـة السـيارة تتناسـب طرديـاً مـع مربع السرعة في السرعات العالية .
٦	زيادة حجم كرات الدم الحمراء بالنسبة لسرعة ترسيب الدم	تزداد سرعة ترسيب الدم بسبب زيادة نصف قطر كرات الدم الحمراء .
٧	نقص حجم كرات الدم الحمراء	تقل سرعة ترسيب الدم بسبب صغر نصف قطر كرات الدم الحمراء .

****

مسائل محلولة

(١) صفيحة مستوية مساحتها $0.01m^2$ تتحرك بسرعة 12.5 m/s معزولة عن صفيحة أخرى ساكنة كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2 mm فإذا كان معامل لزوجة السائل 4 Kg/m.s احسب القوة اللازمة لحفظ الصفيحة متحركة .

الحل :

$$F = \eta_{vs} \frac{Av}{d} = \frac{4\times0.01\times12.5\times10^{-2}}{2\times10^{-3}} = 2.5\ N$$

****

(٢) صفيحة مستوية مربعة الشكل طول ضلعها 0.2 m معزولة عن صفيحة أخرى بطبقة من سائل سمكها 0.4 cm فإذا أثرت قوة مقدارها 20 N على الصفيحة الأولى فتحركت بسرعة 1 m/s فما هى قيمة معامل اللزوجة ؟

الحل :

$$\eta_{vs} = \frac{F.d}{Av} = \frac{20\times4\times10^{-2}}{(0.2)^2\times1} = 20\ kg.\ m^{-1}.s^{-1}$$

****

الأسئلة التى بها العلامة :

(✍) وردت فى امتحانات الثانوية العامة السابقة وامتحانات الأزهر .
(📖) وردت فى أسئلة الكتاب المدرسى .
(🗐) وردت فى دليلٌ تقويمٌ الطالب .

****

س ١ : أكتب المصطلح العلمى لكل من :

١ – ✍ 🗐 القوة المماسية المؤثرة على وحدة المساحات ينتج عنها فرق فى السرعة مقداره وحدة السرعة بين طبقتين من السائل المسافة العمودية بينهما وحدة المسافة .
٢ – 🗐 حجم السائل الذى ينساب خلال مساحة معينة فى وحدة الزمن .
٣ – 🗐 كتلة السائل التى تنساب خلال مساحة معينة فى وحدة الزمن .
٤ – 🗐 سرعة المائع عند أى نقطة فى أنبوبة سريان مستقر تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع عند تلك النقطة .
٥ – سريان المائع (سائل أو غاز) بسرعات صغيرة بحيث تنزلق طبقاته المتجاورة فى نعومة ويسر .
٦ – خط وهمى يبين المسار الذى يتخذه أى جزء من السائل أثناء انتقاله داخل أنبوبة من طرف إلى آخر .
٧ – عدد خطوط الانسياب التى تمر عموديا بوحدة المساحات عند تلك النقطة .
٨ – السريان الناتج عن زيادة سرعة انسياب السائل عن حد معين ويتميز بوجود دوامات دائرية .
٩ – خاصية تتسبب فى وجود مقاومة أو احتكاك بين طبقات السائل تعوق انزلاقها بعضها فوق بعض .

****

س٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :

١ – ✍ فى السريان الهادىء للسوائل تكون النسبة بين عدد خطوط الانسياب المارة فى الجزء المتسع من الأنبوبة إلى عدد خطوط الانسياب فى الجزء الضيق من نفس الأنبوبة .....
(أقل من واحد – تساوى واحد – أكبر من واحد)

٢ – ✍ وحدة قياس معامل اللزوجة .....
($Kg.m^2.s^{-1}$ – $Kg.m.s$ – $Kg.m.s^{-1}$ – $Kg.m^{-1}s^{-1}$)

٣ – سرعة مائع تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة التى ينساب خلالها . هذه العبارة تعنى .....
(معدل الانسياب للسائل – قاعدة باسكال – معادلة الاستمرارية – قاعدة أرشميدس)
٤ – باسكال . ثانية وحدة تكافىء الوحدة التى يقاس بها .....
(الضغط – معدل انسياب سائل – المعدل الكتلى لانسياب سائل – معامل اللزوجة لسائل)
٥ – فى السرعات الكبيرة للسيارة تتناسب مقاومة الهواء لها والناتجة عن لزوجة الهواء تناسباً .....
♣ طردياً مع سرعة السيارة . ♣ عكسياً مع سرعة السيارة .
♣ طردياً مع مربع سرعة السيارة . ♣ عكسياً مع مربع سرعة السيارة .
٦ – مقاومة السائل لحركة الأجسام داخلها ترجع إلى .....
(كثافة السائل – لزوجة السائل – الضغط فى باطن سائل – انتقال السوائل من نقطة لأخرى)
٧ – الزيوت المستخدمة لتشحيم الأجزاء المتحركة فى الآلات ذات .....
(قابلية كبيرة للانسياب – قابلية متوسطة للانسياب – قابلية صغيرة جداً للانسياب – قليلة اللزوجة)
٨ – السرعة النهائية لسقوط كرات الدم الحمراء خلال البلازما تتناسب طردياً مع .....
(مربع نصف قطر كرة الدم – نصف قطر كرة الدم – ضعف نصف قطر كرة الدم)
٩ – قياس سرعة ترسيب الدم يعتبر من تطبيقات ..... (التوتر السطحى – اللزوجة – مبدأ باسكال – الطفو)
١٠ – تقل سرعة الترسيب فى مرض ..... (الحمى الروماتيزمية – الأنيميا – النقرص)
١١ – الأمراض التى يقل فيها حجم كرات الدم الحمراء ..... (الحمى الروماتزمية – النقرص – الأنيميا)
١٢ – عندما يزداد حجم كرات الدم الحمراء فإن سرعة ترسيبها تصبح ..... المعدل الطبيعى .
(أكبر من – أقل من – تساوى)
١٣ – النسبة بين معدل السريان الكتلى إلى معدل السريان الحجمى لسائل هى .....
(كثافة السائل – سرعة السريان – الكتلة المنسابة في الثانية – الحجم المنساب في الثانية)
١٤ – إذا زادت مساحة مقطع الأنبوبة في السريان الهادئ فإن معدل السريان الحجمى .....
(يزداد للضعف – يقل للنصف – يزداد 4 أمثال – يظل ثابتاً)
١٥ – إذا زادت سرعة سريان السائل إلى الضعف في السريان المستقر فإن معدل السريان الحجمى .....
(يزداد للضعف – يقل للنصف – يقل إلى الربع – يظل ثابتاً)
١٦ – إذا زادت مساحة مقطع الأنبوبة للضعف في السريان الهادئ فإن سرعة السريان .....
(تزداد للضعف – تقل للنصف – تزداد 4 أمثال – تظل كما هى)
١٧ – القانون الذى يؤدى إلى معادلة الاستمرارية هو .....
(قانون الضغط – القانون الثانى لنيوتن – قانون بقاء الكتلة – قانون بقاء الطاقة)
١٨ – عندما تقل مساحة مقطع أنبوبة الانسياب فإن خطوط الانسياب .....
(تتزاحم – تتباعد – يقل عددها في وحدة المساحات)

****

س٣ : ما معنى قولنا أن :

١ – ✍ معدل انسياب سائل = 3×10^{-3} Kg/s .
٢ – ✍ معدل التدفق الحجمى لسائل خلال أنبوبة = 4×10^{-3} m^3/s .
٣ – ✍ معامل لزوجة سائل = 0.003 kg. $m^{-1}.s^{-1}$.
٤ – سرعة ترسيب الدم في الإنسان الطبيعى = 15 mm/h .

****

س٤ : علل لما يأتى :

١ – ✍ فى السريان المستقر ينساب السائل ببطء فى الأنبوبة عندما تكون مساحة مقطعها كبيرة وينساب بسرعة أكبر عندما تكون مساحة مقطعها صغيرة .
٢ – ✍ يسرى الدم ببطء فى الشعيرات الدموية عنه فى الشريان الرئيسى رغم أن مساحة مقطع الشعيرات الدموية أقل من مساحة مقطع الشريان الرئيسى .
٣ – ✍ تتزاحم خطوط الانسياب فى السريان الهادىء للسائل عند السرعات الكبيرة .
٤ – ✍ يجب تشحيم وتزييت الآلات المعدنية من حين لآخر .

٥ – ✍ يجب أن تكون الزيوت المستخدمة فى تزييت الآلات المعدنية ذات لزوجة كبيرة .
٦ – ✍ لا يستخدم الماء فى عمليات التزييت والتشحيم .
٧ – ✍ يزداد معدل استهلاك الوقود فى السيارات عند زيادة السرعة .
٨ – ✍ تزداد سرعة الترسيب فى الدم عند الأشخاص المصابين بمرض الحمى الروماتيزمية .
٩ – ✍ تقل سرعة الترسيب فى الدم عن المعدل الطبيعى فى حالة الإصابة بالأنيميا .
١٠ – تقل كمية حركة جسم صلب عند تحريكه فى مائع .
١١ – السائق الماهر لا يزيد من سرعة السيارة عن حد معين تقليلاً لاستهلاك الوقود .
١٢ – 🕮 تقل مساحة مقطع عمود الماء المنساب من الخرطوم عندما توجه فوهته رأسياً لأسفل بينما تزداد مساحة مقطعه عندما توجه فوهته رأسياً لأعلى .
١٣ – فتحات الغاز فى مواقد الغاز تكون صغيرة جداً .
١٤ – يستخدم رجال الإطفاء خراطيم لها طرف مسحوب .
١٥ – تتواجد النباتات المائية غالباً قرب الشواطىء .
١٦ – تقل سرعة أمواج البحر كلما اقتربنا من الشاطىء .
١٧ – يشعر سكان الأدوار العليا بسرعة الرياح أكثر من سكان الأدوار السفلى .
١٨ – تزيد سرعة مياه الترع فى الوسط .
١٩ – محلول الصابون أكبر قدرة من الماء على تكوين فقاعات فى الهواء .
٢٠ – بعض السوائل لزوجتها كبيرة .
٢١ – اختبار سرعة الترسيب يساعد الطبيب على معرفة ما إذا كان حجم كرات الدم طبيعى أو غير طبيعى .
٢٢ – فى السريان الهادئ يكون معدل انسياب السائل ثابت عند أى مقطع .

****

س٥ : ما المقصود بكل من :

١ – 🕮 المائع .
٢ – 🕮✍ اللزوجة .
٣ – ✍ 🕮 معامل اللزوجة .
٤ – ✍ السريان الهادئ .
٥ – خط الانسياب .
٦ – السريان المضطرب .
٧ – معدل الانسياب الحجمى .
٨ – معدل الانسياب الكتلى .
٩ – معادلة الاستمرارية .

****

س٦ : قارن بين كل من :

١ – السريان الهادئ والسريان المضطرب .
٢ – معدل الانسياب الحجمى ومعدل الانسياب الكتلى .

****

س٧ : ماذا يحدث عند :

١ – ✍ زيادة سرعة سريان سائل هادئ فى أنبوبة منتظمة المقطع عن حد معين .
٢ – ✍ زيادة مساحة لوح يتحرك فى سائل لزج إلى الضعف وثبات سرعة الحركة بالنسبة للقوة اللازمة لتحريك اللوح .
٣ – انتهاء الشريان الرئيسى بعدد كبير من الشعيرات الدموية مجموع مساحات مقطعها أكبر من مساحة مقطع الشريان.
٤ – زيادة لزوجة مائع بالنسبة لسرعة سريان السائل .
٥ – انخفاض درجة حرارة سائل بالنسبة للزوجة السائل .
٦ – عدم وضع زيوت ذات لزوجة عالية لأجزاء الآلة أثناء حركتها .
٧ – زيادة سرعة السيارة عن حد معين .
٨ – زيادة حجم كرات الدم الحمراء بالنسبة لسرعة تريب الدم .

****

س٨ : ما العوامل التى يتوقف عليها كل من :

١ – معدل الانسياب الحجمى .
٢ – معدل الانسياب الكتلى .
٣ – اللزوجة .
٤ – معامل اللزوجة.

****

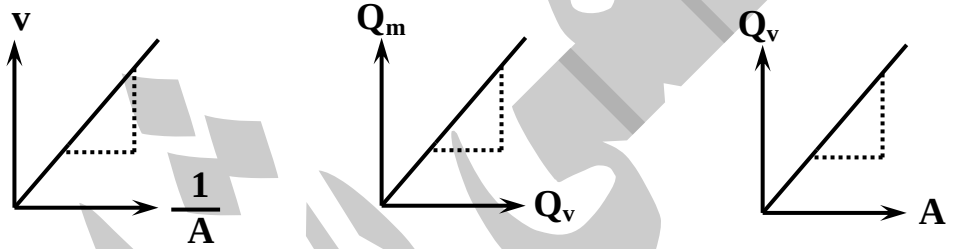
س٩ : أذكر الأساس العلمى الذى بنى عليه عمل كل من :

١ – اختبار سرعة الترسيب فى التحاليل الطبية .
٢ – تزييت وتشحيم الآلات المعدنية .
٣ – توفير استهلاك الوقود في السيارة .
٤ – تصميم فتحات الغاز في مواقد الغاز .
٥ – سريان الدم في الشريان الرئيسى أسرع من الشعيرات الدموية .

****

أسئلة متنوعة

(١) اثبت أن سرعة السائل عند أى نقطة فى الأنبوبة تتناسب عكسياً مع مساحة مقطع الأنبوبة .
(٢) أشرح ظاهرة اللزوجة .
(٣) أشرح بعض التطبيقات لخاصية اللزوجة .
(٤) أذكر الشروط الواجب توافرها فى السريان المستقر (الهادئ) لسائل داخل انبوبة .
(٥) أذكر وحدة قياس معامل اللزوجة لسائل .
(٦) استنتج معادلة الاستمرارية .
(٧) ما المقصود بسرعة ترسيب الدم ؟ وكيف يمكن استخدامها فى تشخيص بعض الأمراض ؟
(٨) أذكر خواص خطوط الانسياب .
(٩) عرف معامل اللزوجة واستنتج وحدة قياسه .
(١٠) أكتب ما يساويه ميل الخط المستقيم وكذلك العلاقة الرياضية المعبرة عن الأشكال البيانية التالية :



****

مسائل مختارة من الكتاب المدرسى وامتحانات المدارس

(١) أنبوبة مياه تدخل منزلا نصف قطرها 1.5 cm وسرعة جريان الماء فيها 0.2 m/s فإذا أصبح نصف قطر الأنبوبة عند نهايتها 0.5 cm ، فاحسب كلا من سرعة الماء عند الطرف الضيق وحجم الماء المنساب فى الدقيقة عند أى مقطع منها . $(1.8\ m/s - 8.5 \times 10^{-3}\ m^3)$

****

(٢) أنبوبة قطرها 10 cm تنتهى باختناق قطره 2.5 cm فإذا كانت سرعة الماء داخل الأنبوبة 1 m/s احسب سرعة الماء عند الاختناق ، ثم أوجد كتلة الماء المنساب فى كل دقيقة خلال أى مقطع من مقاطع الأنبوبة علماً بأن كثافة الماء $1000\ kg/m^3$ ، $\pi = 3.14$. (16 m/s – 471 kg)

****

(٣) تكون السرعة المتوسطة لتدفق الدم في الأورطى لشخص بالغ نصف قطره = 0.7 cm هى 0.33 m/s ، ومن الأورطى يتوزع الدم على عدد من الشرايين الرئيسية (نصف قطر كل منها 0.35 cm) فإذا كان عدد الشرايين الرئيسية 30 فاحسب سرعة الدم فيها . (0.044 m/s)

****

(٤) يسرى ماء فى أنبوبة أفقية بمعدل ثابت $0.002\ m^3/s$ ، احسب سرعة الماء خلال الأنبوبة إذا كان مساحة مقطعها $1\ cm^2$. (20 m/s)

****

(٥) يمر الماء خلال أنبوبة من المطاط قطرها 1.2 cm بسرعة 3 m/s ، احسب قطر فوهتها إذا كانت سرعة خروج الماء منها 27 m/s . (0.4 cm)

****

(٦) شريان رئيسى يتشعب إلى 80 شعيرة نصف قطر كل منها 0.1 mm فإذا كان نصف قطر الشريان 0.035 cm وسرعة سريان الدم به 0.044 m/s ، احسب سرعة تدفق الدم فى كل شعيرة دموية . (0.0067 m/s)

****

(٧) مساحة مقطع أنبوبة عند نقطة مثل A تساوى $10\ cm^2$ وعند نقطة أخرى مثل B تساوى $2\ cm^2$ فإذا كانت سرعة الماء عند B تساوى 12 m/s ، احسب سرعته عند B . (60 m/s)

****

(٨) مساحة مقطع أنبوبة مياه تدخل الطابق الأرضى هى $4 \times 10^{-4}\ m^2$ ، وكانت سرعة الماء 2 m/s عندما تضيق هذه الأنبوبة بحيث تصبح مساحة مقطعها فى النهاية $2 \times 10^{-4}\ m^2$ ، احسب سرعة انسياب الماء فى الطابق العلوى . (4 m/s)

****

(٩) شريان رئيسى نصف قطره 0.5 cm وسرعة سريان الدم فيه 0.4 m/s يتشعب إلى عدة شعيرات دموية نصف قطر كل منها 0.2 cm وسرعة سريان الدم فى كل شعيرة 0.25 m/s ، أوجد عدد الشعيرات الدموية . (10)

****

مسائل مختارة من امتحانات الأزهر

(١) يمر ماء خلال الأنبوبة من المطاط قطرها 12 cm بسرعة 3 m/s فإذا كان نصف قطر فوهتها الضيقة 0.2 cm احسب سرعة خروج الماء منها . (27 m/s)

****

(٢) ينساب سائل بسرعة v m/s خلال أنبوبة مياه نصف قطرها r cm ما هى سرعة السائل عندما تضيق الأنبوبة ليصبح قطرها $\frac{r}{4}$. (64 v)

****

(٣) يحقن محلول بمحقن مساحة سطح مكبسه $2.5\ cm^2$ فإذا كان معدل تدفق المحلول $10\ cm^3/s$ فاحسب :
– سرعة سريان المحلول فى الحقن .
– نصف قطر الإبرة اللازم استخدامها لتكون سرعة المحلول عند خروجه منه $\frac{40}{\pi}$ m/s (5×10^{-4} m – 0.04 m/s)

****

(٤) أوجد عدد الثقوب فى رشاش ماء يدخل إليه الماء بمعدل ثابت $3 \times 10^{-3}\ m^3/s$ وكانت سرعة خروج الماء من الرشاش 10 m/s ومساحة الثقب الواحد $2\ mm^2$. (150 ثقب)

****

(٦) احسب سرعة الماء خلال اختناق فى أنبوبة ملساء يدخل فيها الماء بسرعة 2 m/s إذا كانت مساحة مقطع هذا الاختناق ثلث مساحة مقطع الأنبوبة . (6 m/s)

****

(٧) صفيحة مستوية مساحتها $0.01m^2$ معزولة عن صفيحة أخرى كبيرة بطبقة من سائل سمكها 2 mm فإذا أثرت قوة قدرها 2.5 N على الصفيحة الأولى فتحركت بسرعة 12.5 m/s ،احسب معامل لزوجة السائل . (4 kg/ m.s)

****

مسائل مختارة من دليل تقويم الطالب

(١) يسرى ماء فى أنبوبة مساحة مقطعها $12\ cm^2$ بسرعة 10 m/s احسب سرعته فى نقطة تضيق فيها الأنبوبة لتصبح مساحة مقطعها $4\ cm^2$. (30 m/s)

****

(٢) احسب مساحة فوهة أنبوبة تضخ زيتا بمعدل 18 لتر فى الدقيقة إذا كانت سرعة سريانه 3 m/s . ($1\ cm^2$)

****

(٣) شريان رئيسى قطره 0.5 cm تشعب إلى 100 شعيرة نصف قطر كل منها 0.1 mm احسب سرعة سريان الدم فى كل شعيرة إذا علمت أن سرعة الدم فى الشريان الرئيسى 0.04 m/s . (0.0025 m/s)

****

(٤) يسرى ماء فى أنبوبة من المطاط قطرها 1 cm وسرعة الماء 4 m/s احسب قطر فوهتها التى يندفع منها الماء بسرعة 24 m/s . (0.408 cm)

****

(٥) يندفع زيت خلال أنبوبة بمعدل 6 لتر/ دقيقة تتصل بها أنبوبة أخرى يخرج الزيت من فوهتها بسرعة 4 m/s ، احسب مساحة مقطع الأنبوبة الثانية . (0.25 cm^2)

****

مسائل عامة للتدريب

(١) طبقة من سائل لزج سمكها 8 cm موضوعة بين لوحين مستويين أفقيين ومتوازيين ، إذا كان معامل لزوجة السائل 0.8 kg/m.s ، أوجد القوة اللازمة لتحريك لوح رقيق مساحته 0.5 m^2 بسرعة 2 m/s وموازياً للمستويين ويبعد عن أحدهما مسافة 2 cm ثم احسب الضغط الناشئ عن هذه القوة المؤثرة على اللوح الرقيق . (53.3 N – 0)

****

(٢) أنبوبة كبيرة تنقل الماء إلى حقل فإذا كان نصف قطرها 15 cm وتتفرع إلى أنابيب ضيقة فى نهايتها قطر كل منها 6 سم احسب عدد الأنابيب علما بأن سرعة الماء داخل الأنبوبة الواسعة هى نفس سرعته فى الأنبوبة الضيقة . (25 ثقب)

****

(٤) محقن أسطوانى مساحة مقطعة 4 cm^2 مركب عليه إبرة نصف قطرها 0.7 mm ، احسب سرعة سريان المحلول فى المحقن عندما يكون معدل التدفق له 5 cm^3/s واحسب أيضا سرعة المحلول لحظة خروجه من الإبرة . (0.077 m – 0.0125 m/s)

****

(٥) إبرة للحقن فى الوريد نصف قطرها 0.4 mm مركبة فى محقن مساحة سطح مكبسه 3 cm^2 احسب سرعة سريان المحلول فى المحقن حتى يكون معدل التدفق 20 cm^3/s واحسب أيضا سرعته لحظة خروجه من الإبرة . (39.8 m/s – 0.066 m/s)

****

(٦) فى شخص بالغ تكون السرعة المتوسطة لتدفق الدم فى شريان الأورطى والذى نصف قطره 0.7 cm هى 0.33 m/s ثم يتفرع الشريان إلى 30 شعيرة دموية نصف قطر كل منها 0.35 cm ، احسب سرعة الدم فى الشعيرة الدموية . (0.044 m/s)

****

(٧) شريان رئيسى يتفرع إلى 100 شعيرة دموية نصف قطر كل منها ¼ نصف قطر الشريان الرئيسى فإذا كانت سرعة تدفق الدم فى الشريان الرئيسى 0.045 m/s فاحسب سرعة تدفقه فى كل شعيرة . (0.0072 m/s)

****

(٨) أنبوبة (أ) مساحة مقطعها 50 cm^2 تتفرع إلى فرعين ب ، جـ فإذا كانت مساحة مقطع (ب) هى 15 cm^2 ومساحة مقطع (جـ) هى 10 cm^2 ينساب الماء بداخلها سريان هادئ فإذا كانت السرعة فى (أ) 4 m/s وفى (ب) 6 m/s احسب السرعة فى (جـ) . (11 m/s)

****

(٩) صفيحة معدنية على شكل مستطيل أبعاده 5 cm × 4 cm وضعت فوق صفيحة معدنية مساحتها كبيرة ، وكان بينهما طبقة من السائل سمكها 2 mm ، فإذا علمت أنه لزم التأثير على الصفيحة العليا بقوة مقدارها 0.4 N لتتحرك بسرعة 20 cm/s ، احسب معامل اللزوجة للسائل . (20 kg/ m.s)

****

(١٠) لوحان مستويان متوازيان بينهما مسافة 2.5 cm مملوءة بالجليسرين الذى معامل لزوجته 0.785 kg/ m.s ما هى القوة اللازمة لتحريك لوح مستوى رقيق مساحته 0.75 m^2 بين اللوحين بسرعة مقدارها 0.5 m/s :

– إذا كان اللوح في منتصف المسافة بين اللوحين .

– إذا كان اللوح على بعد 1 cm من أحد اللوحين . (47 N – 49 N)

****

(١١) يسرى الجازولين خلال أنبوبة قطرها 2 cm بسرعة 5 m/s ، احسب كمية الجازولين التى تسرى خلالها فى الدقيقة . ثم احسب الزمن اللازم لكى يمتلئ خزان سعته 20 m^3 بالجازولين . (0.0942 m^3 – 212.31 min)

****

الوحدة الثالثة : الحـــرارة ٥ قوانين الغـــــازات

تتحرك جزيئات أى مادة حركة عشوائية مستمرة ويختلف نوع هذه الحركة باختلاف حالة المادة :

(١) جزيئات المواد الصلبة : تتحرك حركة تذبذبية فقط (اهتزازية) .
(٢) جزيئات المواد السائلة : تتحرك حركة انتقالية وتذبذبية .
(٣) جزيئات المواد الغازية : تتحرك حركة انتقالية عشوائية .

****

خصائص المواد الغازية

(١) تتحرك جزيئات أى غاز حركة عشوائية مستمرة تسمى الحركة البراونية نسبة إلى مكتشفها العالم براون.
(٢) توجد مسافات فاصلة بين الجزيئات تسمى المسافات الجزيئية (البينية).
(٣) الغازات قابلة للانضغاط.

****

الحركة البراونية

– هى مجموعة حركات عشوائية لجزيئات المائع (سائل أو غاز) في جميع الاتجاهات لمسافة قصيرة .
– اكتشف عالم النبات الاسكتلندى (براون) أن حبوب اللقاح المعلقة فى الماء تكون دائماً فى حالة حركة عشوائية .
– يمكن توضيح الحركة البراونية بهذه التجربة.

الخطوات : إذا فحصنا دخانا متصاعداً من شمعة بواسطة ميكروسكوب .
الملاحظة : دقائق الكربون المكونة للدخان تتحرك فى جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية.
التفسير :

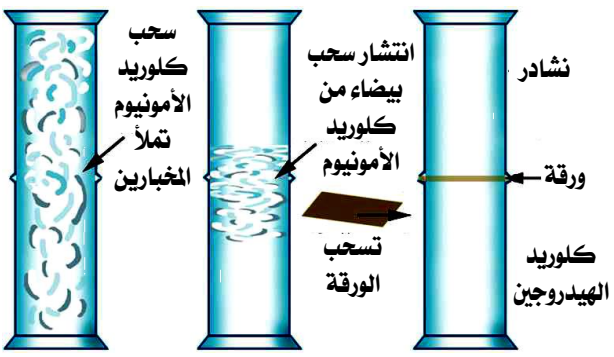
تتحرك جزيئات الهواء بسرعات مختلفة فى جميع الاتجاهات بطريقة عشوائية ، فتصطدم مع بعضها البعض ، كما تصطدم مع دقائق الكربون المكونة للدخان.	عندما يكون عدد التصادمات مع أحد جوانب دقيقة الكربون فى لحظة معينة أكبر من عدد التصادمات مع الجانب المقابل ، فإن دقيقة الكربون سوف تتحرك فى اتجاه معين لمسافة قصيرة ، وتكرر هذه الحركة ولكن فى اتجاهات أخرى، وذلك لأن جزيئات الغاز حرة الحركة ودائمة التصادم وبالتالى تغير اتجاه حركتها عشوائيا بفعل الحرارة.

الاستنتاج : جزيئات الغاز فى حالة حركة عشوائية مستمرة وأثناء حركتها تتصادم مع بعضها البعض ، كما تتصادم مع جدران الإناء الذى يحتويها .

****

المسافات الجزيئية (البينية)

يمكن إثبات وجود مسافات جزيئية بين جزيئات الغاز من خلال التجربة التالية :
الخطوات : احضر مخبارين أحدهما مملوء بغاز النشادر (الأقل كثافة) والآخر مملوء بغاز كلوريد الهيدروجين (الأكبر كثافة) ومغطى بورقة ، ثم نكس المخبار الأول فوق المخبار الثانى واسحب الورقة.
الملاحظة : تتكون سحابة بيضاء من كلوريد الأمونيوم تأخذ فى النمو والانتشار حتى تملأ كل حيز المخبارين.
التفسير : تنتشر جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين إلى أعلى متخللة المسافات الفاصلة بين جزيئات النشادر على الرغم من أن كثافة غاز كلوريد الهيدروجين أكبر من كثافة غاز النشادر ، وتتحد جزيئات الغازين معا مكونة غاز كلوريد الأمونيوم الذى تنتشر جزيئاته لتملا المخبار العلوى ، وتنتشر جزيئات غاز النشادر إلى أسفل خلال المسافات الفاصلة بين جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين وتتحد جزيئات الغازين معا مكونة غاز كلوريد الأمونيوم الذى تنتشر جزيئاته لتملأ المخبار السفلى.



الاستنتاج : توجد بين جزيئات الغاز مسافات فاصلة كبيرة نسبيا تعرف بالمسافات الجزيئية (البينية).

قابلية الغاز للانضغاط

– عند تعرض جزيئات غاز للضغط فإن المسافات الجزيئية الكبيرة نسبيا تسمح بتقارب جزيئات الغاز من بعضها فيقل الحجم الذى يشغله الغاز.
– التجارب التى تجرى لقياس التمدد الحرارى لـ :
(١) **الغازات** : تجارب معقدة لأن حجم الغاز يتغير بتغير كل من درجة الحرارة أو الضغط أو كليهما .
(٢) **الجوامد والسوائل** : لا تظهر بهذه الصعوبة لأن حجمها يتغير الحجم بتغير درجة الحرارة ولا يتغير بتغير الضغط لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جدا لدرجة يمكن إهمالها .
– عند دراسة سلوك الغاز يجب الأخذ فى الاعتبار ثلاثة متغيرات هى الحجم والضغط ودرجة الحرارة وتمثل العلاقات بين هذه المتغيرات ما يعرف بقوانين الغازات.

****

قوانين الغازات

(١) **قانون بويل** : يعبر عن العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.
(٢) **قانون شارل** : يعبر عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط.
(٣) **قانون الضغط (قانون جولى)** : يعبر عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم.
(٤) **القانون العام للغازات** : يعبر عن العلاقة بين ضغط الغاز وحجمه ودرجة حرارته .

****

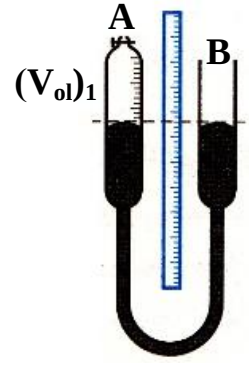
قانون بويل

– عند تثبيت درجة حرارة غاز فإن حجم الغاز يتغير بتغير ضغطه
– توضح التجربة التالية العلاقة بين حجم مقدار معين من غاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة.

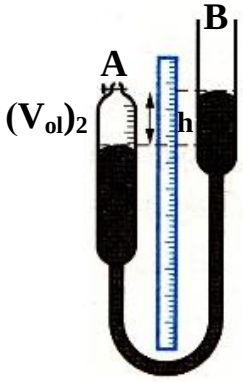
تركيب الجهاز :
أنبوبة زجاجية (A) يبدأ تدريجها من أعلى وبها صنبور من أعلى تتصل بواسطة أنبوبة من المطاط بأنبوبة زجاجية (B) مفتوحة من أعلى ، الأنبوبة (A) مثبتة على حامل عليه مسطرة مدرجة ، والأنبوبة (B) قابلة للحركة لأعلى ولأسفل ويمكن تثبيتها عند أى وضع ، وتحتوى الأنبوبتان على كمية مناسبة من الزئبق.

احتياطات التجربة :
– أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياسا للحجم .
– أن يكون صنبور الأنبوبة (A) محكم الغلق .

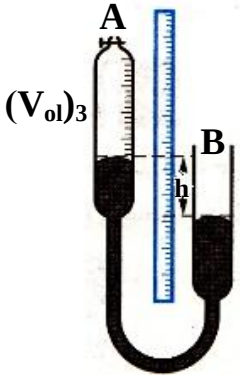
خطوات العمل :
(١) عين قيمة الضغط الجوى (P_a) باستخدام البارومتر الزئبقى بوحدات cmHg .
(٢) افتح صنبور الأنبوبة (A) مع تحريك الأنبوبة (B) لأعلى ولأسفل حتى يصبح سطح الزئبق فى الأنبوبة (A) عند منتصفها ، وحيث أن الأنبوبتان مفتوحتان فإن سطح الزئبق فيهما يكون فى مستوى أفقى واحد .
(٣) اغلق صنبور الأنبوبة (A) لتحبس حجما من الهواء $(V_{ol})_1$ يكون ضغطه $P_1 = P_a$.

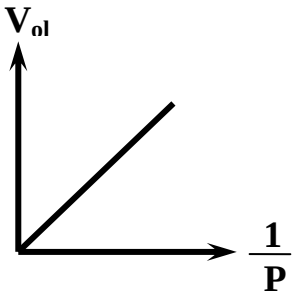


(٤) حرك الأنبوبة (B) لأعلى فيقل حجم الهواء المحبوس فى الأنبوبة (A) إلى $(V_{ol})_2$ ويصبح ضغطه $P_2 = P_a + h$.



(٥) حرك الأنبوبة (B) لأسفل فيزداد حجم الهواء المحبوس فى الأنبوبة (A) إلى $(V_{ol})_3$ ويصبح ضغطه $P_3 = P_a - h$.





(٦) كرر الخطوتين السابقتين عدة مرات وفى كل مرة عين V_{ol} ، P ودون النتائج فى جدول.

(٧) ارسم علاقة بيانية بين V_{ol} على المحور الرأسى ، $\frac{1}{P}$ على المحور الأفقى فتحصل على خط مستقيم.

الملاحظة : العلاقة بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة علاقة عكسية .

الاستنتاج :

عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل الضرب PV_{ol} لكمية معينة من غاز مقداراً ثابتاً .

$V_{ol} \alpha \frac{1}{P}$

$V_{ol} = const \frac{1}{P}$

$PV_{ol} = const$

$P_1(V_{ol})_1 = P_2(V_{ol})_2$

قانون بويل : عند ثبوت درجة الحرارة يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسباً عكسياً مع ضغطه . أو : عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز وضغطه يساوى مقدار ثابت .

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	الغازات قابلة للانضغاط	لأن جزيئات الغاز بينها مسافات فاصلة كبيرة نسبياً تسمح بتقارب الجزيئات عند تعرضها للضغط .
٢	تجارب قياس التمدد الحرارى لغاز معقدة	لأن حجم الغاز يمكن أن يتغير بتغير الضغط أو درجة الحرارة أو كليهما .
٣	لا تظهر صعوبة فى تجارب قياس التمدد الحرارى فى حالة الجوامد والسوائل	لأن قابليتها للانضغاط صغيرة جداً ويمكن إهمالها .
٤	إذا انضغط غاز إلى نصف حجمه الأصلى فإن ضغطه يزداد للضعف	لأنه طبقاً لقانون بويل يتناسب حجم الغاز عكسياً مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة .
٥	حجم الفقاعة فى الهواء بالقرب من سطح الماء أكبر من حجمها عند قاع الإناء	لأن الضغط عند السطح أقل من الضغط عند القاع وتبعاً لقانون بويل يتناسب الحجم عكسياً مع الضغط عند ثبوت درجة الحرارة .
٦	زيادة حجم غاز يسبب نقصاً فى ضغطه بفرض ثبوت درجة الحرارة	لأن زيادة الحجم معناها زيادة الحيز الذى تتحرك فيه الجزيئات فيقل معدل تصادم الجزيئات مع جدران الإناء فيقل الضغط .

****

ملاحظات هامة لحل مسائل قانون بويل

ملحوظة (١) : عند خلط عدة غازات لا تتفاعل مع بعضها فى حيز واحد فإن كل غاز بعد الخلط يشغل حجم الحيز كله وكل غاز فى الخليط له ضغط خاص به ويكون الضغط الكلى للخليط = مجموع ضغوط الغازات :

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$PV = P_1V_1 + P_2V_2 + P_3V_3 \text{ للخليط}$$

$$(P_1V_1 + P_2V_2) \text{ بعد الخلط} = (P_1V_1 + P_2V_2) \text{ قبل الخلط}$$

****

(١) كمية من غاز تشغل حجماً مقداره 800 Cm^3 تحت ضغط 76 CmHg ، احسب حجم هذه الكمية تحت درجة حرارة ثابتة وتحت ضغط 0.5×10^5 N/m^2 علماً بأن كثافة الزئبق 13600 Kg/m^3 وعجلة الجاذبية 9.8 m/s^2 .

الحل :

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$(0.76 \times 13600 \times 9.8) \times 800 = 0.5 \times 10^5 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{0.76 \times 13600 \times 9.8 \times 800}{0.5 \times 10^5} = 1620.68 \ Cm^3$$

****

(٢) كمية من غاز الهيدروجين حجمها 12 liter وضغطها 15 CmHg خلطت مع كمية أخرى من نفس الغاز حجمها 8 liter وضغطها 45 CmHg وذلك فى إناء واحد مغلق سعته 6 liter ، احسب الضغط الكلى للكميتين عند ثبوت درجة الحرارة .

الحل : $PV = P_1V_1 + P_2V_2$

$P \times 6 = (15 \times 12) + (45 \times 8)$

$P = 90$ CmHg

****

ملحوظة (٢) : عند وضع بالون به هواء حجمه V_1 داخل صندوق حجمه V ثم إغلاق الصندوق فإنه عند انفجار البالون يحدث خلط بين الغاز داخل البالون والغاز خارج البالون والذى يوجد داخل الصندوق ويصبح :

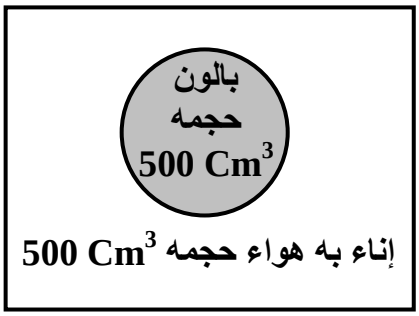
حجم الصندوق = V للخليط

(للهواء خارج البالون والموجود فى الصندوق) $V_2 = V - V_1$

(للهواء خارج البالون والموجود فى الصندوق) $P_2 = P_a$

****

(٣) وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه $500\ cm^3$ وتحت ضغط 2 ضغط جوى فى إناء مكعب الشكل طول ضلعه 10 cm ثم أحكم غلق الإناء احسب الضغط النهائى داخل الإناء عند انفجار البالون (مع إهمال حجم المطاط) وبفرض ثبوت درجة الحرارة .



الحل : حجم الهواء داخل الإناء $= 10^3 - 500 = 500\ Cm^3$

عند انفجار البالون يختلط الهواء المحبوس به مع الهواء الموجود فى الإناء

PV للخليط $= P_1V_1$ هواء البالون قبل الخلط $+ P_2V_2$ هواء الإناء قبل الخلط

$P \times 10^3 = (2 \times 500) + (1 \times 500)$

$1000\ P = 1000 + 500 = 1500$

ضغط جوى $P = 1.5$

****

ملحوظة (٣) : فى مسائل الفقاعة عندما ترتفع الفقاعة من أسفل الماء إلى أعلى حتى تصبح تحت سطح الماء مباشرة فإن حجم الفقاعة يزداد لأن الضغط الواقع على الفقاعة يقل طبقا لقانون بويل ويصبح :

(عند سطح الماء) $P = P_a$

(داخل الماء) $P = P_a + \rho gh$

وبتطبيق قانون بويل : $P_1V_1 = P_2V_2$

$(P_a + \rho gh)\ V_1 = P_a\ V_2$

مع ملاحظة أن حجم الفقاعة = حجم الكرة $= \frac{4}{3}\ \pi\ r^3$

****

(٤) فقاعة هوائية حجمها وهى فى قاع حمام سباحة $1\ cm^3$ وعندما وصلت إلى سطح ماء الحمام كان حجمها $2\ cm^3$ احسب عمق الحمام عن موضع الفقاعة علماً بأن الضغط الجوى حينئذ 1 بار وكثافة ماء الحمام $1000\ Kg/m^3$ وعجلة السقوط الحر فى هذا المكان $10\ m/s^2$.

الحل : $P_1V_1 = P_2V_2$

$P_1 \times 1 = 10^5 \times 2$

الضغط عند القاع $P_1 = 2 \times 10^5\ N/m^2$

$P_1 = P_a + \rho gh$

$2 \times 10^5 = 10^5 + (1000 \times 10 \times h)$

عمق الحمام $h = 10\ m$

****

(٥) فقاعة من الهواء على عمق 50 m من سطح بحيرة ارتفعت إلى أعلى حتى وصلت إلى السطح فإذا كان حجمها عند سطح البحيرة $25\ cm^3$ ، احسب حجمها عند هذا العمق علماً بأن الضغط الجوى $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ ، كثافة ماء البحيرة $1000\ kg/m^3$ ، عجلة الجاذبية الأرضية $9.8\ m/s^2$ بفرض ثبوت درجة حرارة ماء البحيرة .

الحل : $P_1V_1 = P_2V_2$

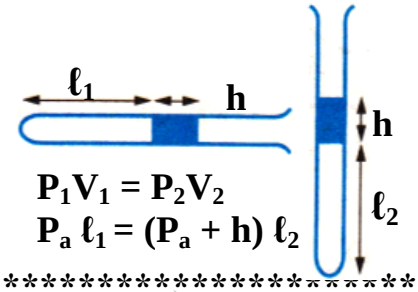
$(P_a + \rho gh)\ V_1 = P_a\ V_2$

$$(1.013\times 10^5 + 1000 \times 9.8 \times 50)\, V_1 = 1.013\times 10^5 \times 25 \times 10^{-6}$$
$$V_1 = 4.3 \times 10^{-6}\ m^3 = 4.3\ cm^3$$

****

ملحوظة (٤) : فى مسائل الأنبوبة الشعرية عند وضع خيط زئبق طوله (h) فى أنبوبة شعرية بحيث تحبس حجم معين من الهواء طوله (ℓ) فإذا كانت الأنبوبة أفقية ثم وضعت فى وضع رأسى وفوهتها :

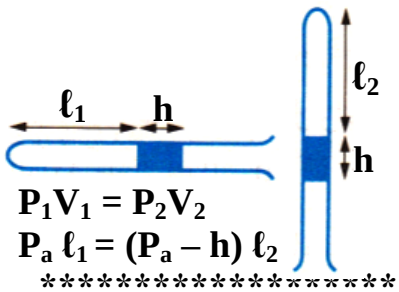
(١) لأعلى .



$P_1V_1 = P_2V_2$

$P_a\,\ell_1 = (P_a + h)\,\ell_2$

(٢) لأسفل .



$P_1V_1 = P_2V_2$

$P_a\,\ell_1 = (P_a - h)\,\ell_2$

****

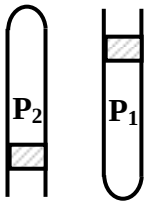
(٦) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع بها خيط زئبق 10 cm يحبس عمود من الهواء طوله 30 cm عندما تكون رأسية وفوهتها لأسفل ، فإذا كان الضغط الجوى 76 cmHg ، احسب طول عمود الهواء عند وضع الأنبوبة أفقياً .

الحل :

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$P_a\,\ell_1 = (P_a - h)\,\ell_2$$
$$76\,\ell_1 = (76 - 10) \times 30$$
$$\ell_1 = 26\ cm$$

****

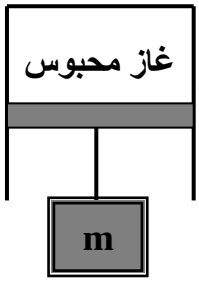
(٧) أنبوبة شعرية بها خيط من الزئبق طوله 1 Cm يحبس كمية من الهواء طولها 10 Cm وذلك عندما كانت الأنبوبة رأسية وفوهتها إلى أعلى ، احسب طول عمود الهواء المحبوس بالأنبوبة عندما تنكس الأنبوبة رأسياً وفوهتها إلى أسفل علماً بأن الضغط الجوى 75 Cm Hg .



الحل :

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$(P_a + h) \times A \times 10 = (P_a - h) \times A \times \ell_2$$
$$(P_a + h) \times 10 = (P_a - h) \times \ell_2$$
$$(75 + 1) \times 10 = (75 - 1) \times \ell_2$$
$$760 = 74\,\ell_2$$
$$\ell_2 = 760 \div 74 = 10.27\ Cm$$

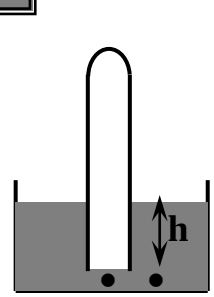
****



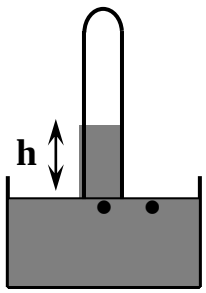
ملحوظة (٥) : لحساب ضغط الغاز المحبوس فى أسطوانة مساحة مقطعها A عند تعليق ثقل كتلته m فى المكبس فإن : ضغط الغاز المحبوس = الضغط الجوى – ضغط الثقل

$$P = P_a - (mg \div A)$$

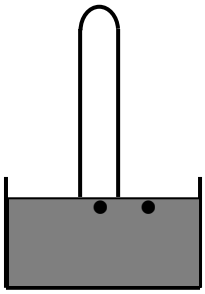
ملحوظة (٦) : فى الأنبوبة البارومترية نأخذ نقطتين فى مستوى أفقى واحد نقطة داخل الأنبوبة والأخرى خارج الأنبوبة (فى حوض الزئبق) فيكون لهما نفس الضغط .



$P_{غاز} = P_a + h$



$P_{غاز} = P_a - h$



$P_{غاز} = P_a$

(٨) فى الشكل المقابل أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوى على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان ضغط الغاز بداخلها على جانبى المكبس 75 Cm Hg فإذا تحرك المكبس ببطء إلى اليمين ليقل حجم الجزء الأيمن إلى النصف ، أوجد الفرق فى الضغط على جانبى المكبس بفرض ثبوت درجة الحرارة .

الحل : ضغط الغاز عند الجانب الأيمن للمكبس P_2 :

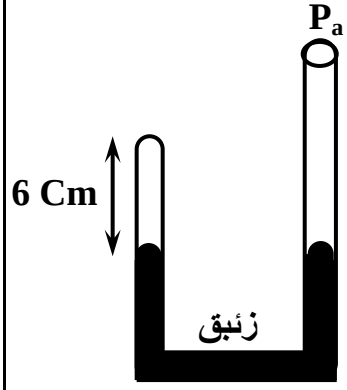
$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$75 \times V_1 = P_2 \times 0.5\ V_1$$
$$P_2 = 150\ Cm\ Hg$$

ضغط الغاز عند الجانب الأيسر للمكبس P_3 :

$$P_1V_1 = P_3V_3$$
$$75 \times V_1 = P_3 \times 1.5\ V_1$$
$$P_3 = 50\ Cm\ Hg$$
$$\Delta P = P_2 - P_3 = 150 - 50 = 100\ Cm\ Hg$$

****

(٩) فى الشكل المقابل احسب طول عمود الزئبق الذى يجب صبه فى الفرع المفتوح حتى يرتفع سطح الزئبق فى الفرع المغلق 2 Cm .



الحل :

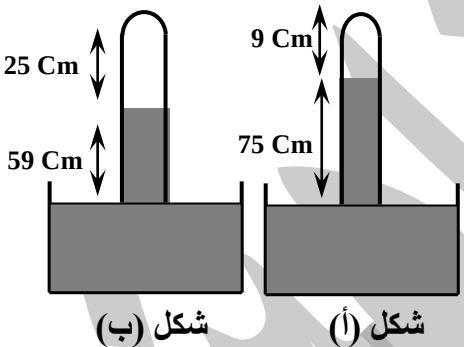
$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$76 \times 6 = P_2 \times 4$$
$$P_2 = 114\ CmHg$$
$$\Delta P = P_2 - P_a = 114 - 76 = 38\ Cm\ Hg$$

فرق الضغط ΔP يمثل طول عمود الزئبق ولكن سينخفض طول عمود الزئبق فى الفرع المتسع 2 Cm ويرتفع فى الفرع المغلق 2 Cm تضاف لعمود الزئبق

$$\therefore \text{طول عمود الزئبق} = 4 + 38 = 42\ Cm$$

****

(١٠) إذا كان ارتفاع الزئبق 75 Cm فى أنبوبة بارومترية منتظمة المقطع مساحة مقطعها $1\ Cm^2$ وكان طول الفراغ فى الأنبوبة 9 Cm فإذا أدخل هواء فى الحيز الموجود فوق الزئبق (أى فى فراغ تورشيلى) ليجعل عمود الزئبق ينخفض إلى ارتفاع 59 Cm فكم يكون حجم الهواء الذى تم إدخاله فى فراغ تورشيلى عندما يصبح ضغط هذا الهواء مساوياً للضغط الجوى .



الحل : من الشكل (أ) نجد أن : $P_a = 75\ Cm\ Hg$

من الشكل (ب) نجد أن :

$V_1 = (84 - 59) \times 1 = 25\ Cm^3$ حجم الهواء المحبوس فى الحيز فوق الزئبق

$P_1 = 75 - 59 = 16\ Cm\ Hg$ ضغط الهواء المحبوس

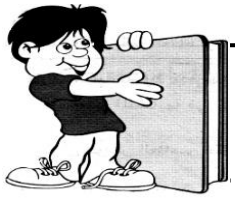
$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$16 \times 25 = 75 \times V_2$$
$$V_2 = 5.33\ Cm^3$$

****

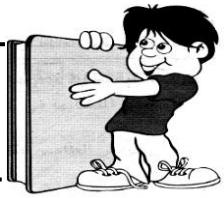
(١١) كتلة من غاز حجمها $600\ cm^3$ ، أوجد حجمها إذا نقص ضغطها بمقدار الربع مع ثبوت درجة الحرارة .

الحل :

$$P_1V_1 = P_2V_2$$
$$P \times 600 = 0.75\ P \times V_2$$
$$V_2 = 800\ cm^3$$

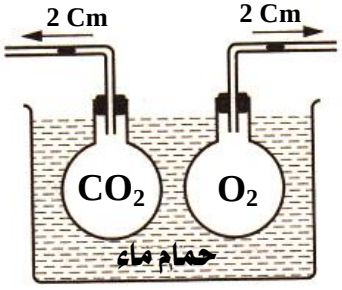


الأستـــــــــــاذ
في الفيـــــــــــزياء



قانون شارل

– يعبر قانون شارل عن العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الضغط .
– المواد (صلبة ، سائلة ، غازية) تتمدد بالحرارة .
– تتمدد الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة وهى تحت ضغط ثابت بمقادير متساوية عند زيادة درجة حرارتها بنفس المقدار ، ويمكن توضيح ذلك بالتجربة التالية :



خطوات العمل :
(١) احضر دورقين متساويين فى الحجم ، وضع بأحدهما غاز الأكسجين وبالآخر غاز ثانى أكسيد الكربون .
(٢) سد فوهة كل من الدورقين بسدادة تنفذ منها أنبوبة شعرية منثنية على شكل زاوية قائمة بها خيط من الزئبق طوله حوالى 2 أو 3 سم .
(٣) اغمر الدورقين فى حوض به ماء بارد ثم أضف كمية من الماء الساخن تدريجيا ولاحظ مقدار المسافة التى يتحركها خيط الزئبق فى كل منهما .

الملاحظة : يتحرك خيطى الزئبق مسافتين متساويتين (أى أن معامل التمدد الحجمى لهما واحد) .
الاستنتاج : الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الضغط ، أى أن معامل التمدد الحجمى لأى غاز عند ثبوت الضغط مقدار ثابت .

معامل التمدد الحجمى : هو مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز عند 0^oC عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط . **أو :** هو النسبة بين الزيادة فى حجم الغاز إلى الحجم الأصلى عند 0^oC عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط .

يمكن تعيين معامل التمدد الحجمى من العلاقة :

$$\alpha_V = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_0\ \Delta t} = \frac{(V_{ol})_t - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0\ \Delta t}$$

حيث $(V_{ol})_0$ الحجم الأصلى للغاز عند 0^oC ، Δt الارتفاع فى درجة الحرارة .

وحدة قياس معامل التمدد الحجمى : كلفن$^{-1}$ (K^{-1})

س : ما معنى قولنا أن : معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت = $\frac{1}{273}\ K^{-1}$ ؟
ج : أى أن مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز عند 0^oC عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الضغط = $\frac{1}{273}$

****

تعيين معامل التمدد الحجمى للهواء تحت ضغط ثابت

يمكن تعيين قيمة معامل التمدد الحجمى للهواء تحت ضغط ثابت عمليا باستخدام جهاز شارل .

تركيب جهاز شارل :
أنبوبة شعرية زجاجية طولها 30 cm وقطرها حوالى 1 mm مغلقة من أحد طرفيها ، بها قطرة من الزئبق تحبس كمية من الهواء داخل الأنبوبة ، مثبتة مع ترمومتر على مسطرة مدرجة داخل غلاف (إناء) زجاجى أسطوانى .

احتياطات التجربة :
(١) أن تكون الأنبوبة منتظمة المقطع حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياساً للحجم .
(٢) أن يكون الهواء المحبوس جافا تماما وذلك بوضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركز لامتصاص بخار الماء.
(٣) أن يغمر عمود الهواء بالكامل فى الغلاف الزجاجى.

خطوات العمل :

(١) املأ الغلاف الزجاجى بجليد مجروش أخذ فى الانصهار وانتظر حتى يبرد الهواء داخل الأنبوبة إلى 0^oC ونقيس طول عمود الهواء الذى يعتبر مقياساً للحجم $(V_{ol})_0$.

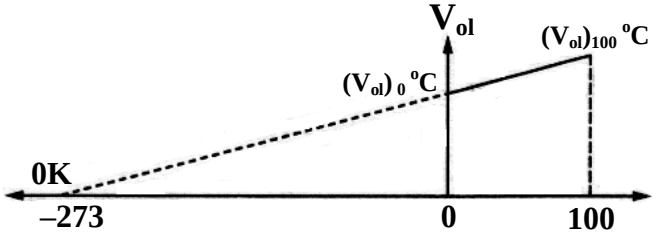
(٢) افرغ الغلاف من الجليد المجروش والماء ثم مرر بخار ماء من أعلى لأسفل وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس 100^oC وعين طول عمود الهوا ء الذى يعتبر مقياسا للحجم $(V_{ol})_{100}$.

(٣) احسب معامل التمدد الحجمى للهواء من العلاقة :

$$\alpha_V = \frac{(V_{ol})_{100} - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0 \times 100}$$

(٤) عين طول عمود الهواء عند درجات حرارة مختلفة .

(٥) نرسم علاقة بيانية بين الحجم (V_{ol}) على المحور الرأسى ودرجة الحرارة على تدريج سيلزيوس على المحور الأفقى فنحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقى عند قيمة -273 .



الملاحظة :

(١) **معامل التمدد الحجمى للهواء عند ثبوت الضغط** $= \frac{1}{273}$ **لكل درجة .**

(٢) **العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته على تدريج كلفن عند ثبوت الضغط علاقة طردية .**

الاستنتاج :

عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمه الأصلى عند 0^oC لكل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة .

قانون شارل : عند ثبوت الضغط يزداد حجم مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمه الأصلى عند 0^oC لكل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة .

أو : عند ثبوت الضغط يتناسب حجم مقدار معين من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة على تدريج كلفن .

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون شارل : فى الشكل البيانى المقابل من تشابه المثلثين ABC ، ADE

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

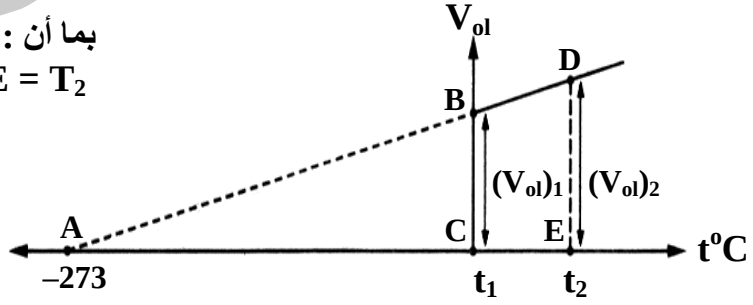
بما أن :

$$BC = (V_{ol})_1 \ , \ DE = (V_{ol})_2 \ , \ AC = T_1 \ , \ AE = T_2$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{(V_{ol})}{T} = const$$

$$\therefore V_{ol} \propto T$$



****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات	لأن الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها بمقادير متساوية بشرط ثبوت الضغط .
٢	الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها لنفس الدرجة عند ثبوت الضغط	لأن معامل التمدد الحجمى ثابت لجميع الغازات عند ثبوت الضغط .
٣	الأنبوبة المستخدمة فى جهاز شارل منتظمة المقطع	حتى يكون طول عمود الهواء المحبوس مقياساً للحجم .
٤	توضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركز فى الأنبوبة الزجاجية لجهاز شارل	لامتصاص بخار الماء حتى يكون الهواء المحبوس فى الأنبوبة جافاً تماماً .
٥	يراعى أن يكون الهواء فى جهاز شارل جافاً تماماً	حتى لا يحدث تغير للضغط عند تغير درجة الحرارة لأن ضغط بخار الماء يتغير بتغير درجة الحرارة .

ملاحظات هامة لحل مسائل قانون شارل

ملحوظة (١) : $T\ (\text{كلفن}) = t^{\circ}C + 273$

ملحوظة (٢) : عندما تكون $(V_{ol})_0$ معلومة : $\alpha_v = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_0\ \Delta t} = \frac{(V_{ol})_t - (V_{ol})_0}{(V_{ol})_0\ \Delta t}$

ملحوظة (٣) : عندما تكون $(V_{ol})_0$ مجهولة : $\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2}$

ملحوظة (٤) : الصيغة العامة لقانون شارل : $\frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$

ملحوظة (٥) : عند خلط غازين : $\frac{(V_{ol})}{T}_{\text{للخليط}} = \frac{(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{(V_{ol})_2}{T_2}$

****

(١) لتر غاز فى $10^{\circ}c$ رفعت درجة حرارته وهو ثابت الضغط إلى $293^{\circ}c$ فأوجد حجمه .

الحل : $\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{1}{(V_{ol})_2} = \frac{273 + 10}{273 + 293} = \frac{283}{566}$

$(V_{ol})_2 = \frac{566}{283} = 2\ \text{liter}$

****

(٢) كمية من غاز تشغل $100\ Cm^3$ عند درجة حرارة $25^{o}c$ وتشغل $118.5\ Cm^3$ عند درجة حرارة $80^{o}c$ عند ثبوت الضغط فى الحالتين ، أوجد معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط .

الحل : $\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2} \quad \therefore \frac{100}{118.5} = \frac{1 + 25\ \alpha_v}{1 + 80\ \alpha_v}$

$\alpha_v = \frac{1}{273}\ K^{-1}$

****

(٣) كمية من غاز جاف فى درجة $13^{o}c-$ رفعت درجة حرارتها بمقدار $100^{o}c$ مع بقاء ضغطها ثابتاً فزاد حجمها بمقدار $40\ cm^3$ أوجد الحجم قبل التسخين .

الحل : $\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_1 + 40} = \frac{273 - 13}{273 - 13 + 100} = \frac{260}{360}$

$(V_{ol})_1 = 104\ cm^3$

****

ملحوظة (٦) : عند تسخين غاز فى إناء حجمه $(V_{ol})_1$ ويراد حساب نسبة ما خرج إلى ما كان موجوداً :

$\text{نسبة ما خرج} = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{(V_{ol})_1} \times 100$

ملحوظة (٧) : عند تسخين غاز فى إناء حجمه $(V_{ol})_1$ و خرج 25% من حجمه فإن حجم الغاز بعد التسخين $(V_{ol})_2$:

$(V_{ol})_2 = (V_{ol})_1 + 0.25\ (V_{ol})_1 = 1.25\ \ (V_{ol})_1$

ملحوظة (٨) : عند استخدام الأنبوبة الشعرية التى تحتوى على قطرة من الزئبق كترمومتر فإن :

أقصى درجة حرارة يمكن تعينها هى التى يصبح عندها :

طول عمود الهواء المحبوس = طول الأنبوبة – طول قطرة الزئبق وهى داخل الأنبوبة .

ملحوظة (٩) : عند تسخين غاز حجمه $(V_{ol})_1$ فى إناء أسطوانى مساحة مقطعه A يحتوى على مكبس قابل للحركة فإن : المسافة التى تحركها المكبس = (حجم الغاز بعد التسخين – حجم الغاز قبل التسخين) ÷ مساحة المقطع

$h = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{A}$

(٤) سخن دورق به هواء من $15^{o}c$ إلى $87^{o}c$ فكم تكون نسبة خروج الهواء الذى خرج منه إلى ما كان موجوداً به

بفرض ثبوت الضغط .

الحل : $\frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{(V_{ol})_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{(87 + 273) - (15 + 273)}{(15 + 273)} = 0.25 = 25\%$

****

(٥) إناء أسطوانى الشكل له مكبس عديم الاحتكاك يحبس كمية من الهواء حجمها $5460\ cm^3$ عند $0\ ^oc$ وعندما سخن الإناء أصبحت درجة حرارة الهواء داخله $100\ ^oc$ ، احسب المسافة التى يتحركها المكبس حتى يظل الضغط ثابتاً علماً بأن مساحة مقطع المكبس $250\ cm^2$.

الحل : $\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \quad \frac{5460}{(V_{ol})_2} = \frac{273 + 10}{273 + 100} = \frac{273}{373}$

$(V_{ol})_2 = 7460\ cm^3$

$h = \frac{(V_{ol})_2 - (V_{ol})_1}{A} = \frac{7460 - 5460}{250} = 8\ Cm$

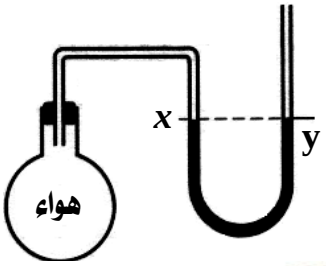
****

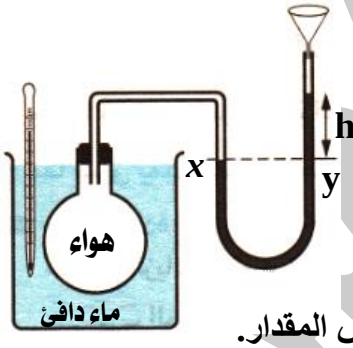
قانون جولى (قانون الضغط)

– يعبر قانون جولى عن العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم.

– الغازات يزداد حجمها بزيادة درجة الحرارة .

– الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية ، ويمكن توضيح ذلك بالتجربة التالية :





خطوات العمل :

(١) احضر دورق من الزجاج به كمية من الهواء ، وسد الفوهة بسدادة تنفذ منها أنبوبة ذات شعبتين ، وضع بها كمية من الزئبق فيكون سطح الزئبق فى الفرعين فى مستوى أفقى واحد عند x , y ويكون ضغط الهواء المحبوس $(P_1 = P_a)$.

(٢) عين درجة حرارة الهواء المحبوس (t_1).

(٣) اغمر الدورق فى حوض به ماء دافئ فينخفض سطح الزئبق فى الفرع المتصل بالدورق ، ويرتفع فى الفرع الخالص.

(٤) صب زئبق فى الفرع الخالص حتى يعود الزئبق فى الفرع المتصل بالدورق إلى العلامة x وبالتالى يكون حجم الهواء المحبوس ثابت.

(٥) عين درجة حرارة الهواء المحبوس (t_2) ثم عين فرق الارتفاع بين سطحى الزئبق فى الفرعين (h) وهو يمثل الزيادة فى الضغط نتيجة ارتفاع درجة الحرارة من t_1 إلى t_2 ويكون $(P_2 = P_a + h)$.

(٦) كرر الخطوات السابقة باستبدال الهواء بغازات أخرى ورفع درجة حرارة كل غاز بنفس المقدار.

الملاحظة :

(١) يزداد ضغط الغاز بارتفاع درجة الحرارة عند ثبوت حجمه .

(٢) قيمة h ثابتة للغازات المختلفة عند ثبوت حجمها . (الزيادة فى الضغط متساوية لجميع الغازات).

الاستنتاج :

الضغوط المتساوية من الغازات المختلفة تزداد بنفس القيمة إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس المقدار عند ثبوت الحجم.

أى أن (معامل زيادة الضغط لأى غاز عند ثبوت الحجم مقدار ثابت) .

****

استنتاج معامل الزيادة فى ضغط الغاز :

عند ثبوت الحجم يتناسب مقدار الزيادة فى ضغط الغاز طردياً مع كل من :

(١) الضغط الأصلى للغاز عند 0^oC (P_0) .

(٢) الارتفاع فى درجة الحرارة (Δt) .

$\Delta P \propto P_0$
$\Delta P \propto \Delta t$
$\Delta P \propto P_0\ \Delta t$
$\Delta P = const\ P_0\ \Delta t$
$\Delta P = \beta_p\ P_0\ \Delta t$

$\beta_p = \frac{\Delta P}{P_0\ \Delta t} = \frac{P_t - P_0}{P_0\ \Delta t}$

معامل زيادة الضغط تحت حجم ثابت : هو مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز عند 0^oC عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم . **أو** : هو النسبة بين الزيادة فى ضغط الغاز إلى الضغط الأصلى عند 0^oC عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم .

س : ما معنى قولنا أن : معامل زيادة الضغط لغاز تحت حجم ثابت = $\frac{1}{273}$ ؟

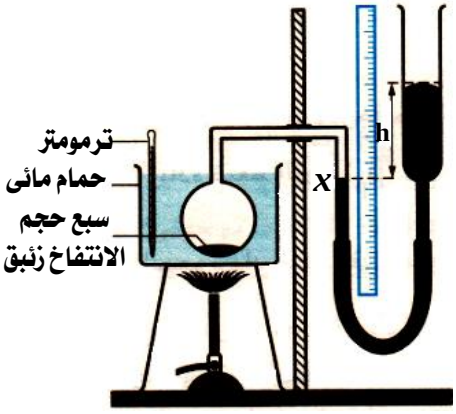
ج : أى أن مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز عند 0^oC عندما ترتفع درجة حرارته درجة واحدة عند ثبوت الحجم = $\frac{1}{273}$

****

تعيين معامل زيادة الضغط للهواء تحت حجم ثابت

يمكن تعيين قيمة معامل زيادة الضغط للهواء تحت حجم ثابت عمليا باستخدام جهاز جولى .

تركيب جهاز شارل :



مستودع كروى من زجاج رقيق الجدران مغمور فى حمام مائى ومتصل بأنبوبة شعرية طويلة منثنية ، تتصل بأنبوبة متسعة قابلة للحركة بواسطة أنبوبة من المطاط، ويحتوى الانتفاخ الزجاجى على كمية من الزئبق سبع حجمه .

احتياطات التجربة :

(١) يجب وضع سبع حجم الانتفاخ الزجاجى زئبق حتى يظل حجم الهواء المحبوس ثابتا أثناء التجربة مع تغير درجة الحرارة حيث أن معامل التمدد الحجمى للزئبق سبعة أمثال معامل التمدد الحجمى للزجاج .

(٢) يكون المستودع الكروى مغمور بالكامل فى الحمام المائى.

(٣) يراعى أن يكون الهوا ء جافا .

خطوات العمل :

(١) عين الضغط الجوى (P_a) وقت إجراء التجربة باستخدام البارومتر.

(٢) ضع زئبق فى الأنبوبة الخالصة وعدل من وضعها رأسيا لتحبس كمية من الهواء وحدد حجم الهواء بالعلامة x .

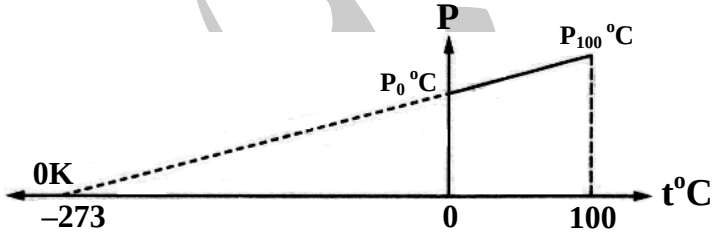
(٣) اغمر المستودع فى جليد مجروش وانتظر حتى تصبح درجة حرارة الهواء المحبوس 0^oC وحرك الأنبوبة الخالصة إلى أسفل حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند العلامة x ثم عين ($P_{100} = P_a \pm h$) .

(٤) اغمر المستودع فى ماء يغلى ثم حرك الأنبوبة الخالصة إلى أعلى حتى تعيد الهواء لنفس حجمه عند العلامة x ثم عين ($P_0 = P_a \pm h$) .

(٥) احسب معامل زيادة الضغط للهواء (β_p) من العلاقة : $\beta_p = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100}$

(٦) عين ضغط الهواء عند درجات حرارة مختلفة.

(٧) ارسم علاقة بيانية بين الضغط (P) على المحور الرأسى ، درجة الحرارة على تدريج كلفن (T) على المحور الأفقى فتحصل على خط مستقيم.



الملاحظة :

(١) **معامل زيادة ضغط الهواء عند ثبوت حجمه = $\frac{1}{273}$ لكل درجة .**

(٢) **العلاقة بين ضغط الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم علاقة طردية .**

الاستنتاج :

عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه الأصلى عند 0^oC لكل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة .

قانون جولى : عند ثبوت الحجم يزداد ضغط مقدار معين من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطه الأصلى عند 0^oC لكل ارتفاع فى درجة الحرارة قدره درجة واحدة .

أو : عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط مقدار معين من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته المطلقة على تدريج كلفن .

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون الضغط : فى الشكل البيانى المقابل من تشابه المثلثين ABC ، ADE

$$\therefore \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE}$$

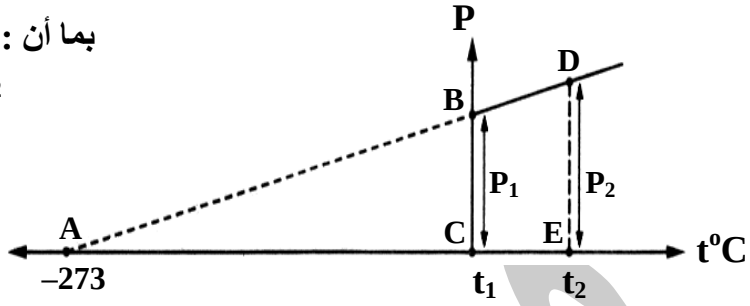
بما أن :

$$BC = P_1 \ , \ DE = P_2 \ , \ AC = T_1 \ , \ AE = T_2$$

$$\therefore \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\therefore \frac{P}{T} = const$$

$$\therefore P \propto T$$



****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	معامل زيادة الضغط لجميع الغازات ثابت عند ثبوت الحجم	لأن الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بنفس القيمة عند رفع درجة الحرارة لنفس الدرجة بشرط ثبوت الحجم .
٢	الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة الحرارة لنفس الدرجة عند ثبوت الحجم	لأن معامل زيادة الضغط ثابت لجميع الغازات عند ثبوت الحجم .
٣	يوضع فى قارورة جولى سبع حجمها زئبق	حتى يظل حجم الجزء المتبقى منه ثابتاً فى جميع درجات الحرارة حيث أن معامل التمدد الحجمى للزئبق سبع أمثال معامل التمدد الحجمى للزجاج .
٤	يجب أن يكون انتفاخ جولى جافاً من الداخل	لأن أى قطرة ماء تتحول بالتسخين إلى بخار ماء وضغط البخار يختلف عن ضغط الهواء الجاف وهذا سيؤثر على دقة القيمة المقاسة لمعامل زيادة ضغط الهواء .
٥	يلزم فى جهاز جولى خفض الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل قبل البدء فى تبريد الانتفاخ الزجاجى إلى 0^oC	حتى لا يندفع الزئبق داخل الانتفاخ الزجاجى نتيجة انكماش الغاز بالتبريد .

****

الصفر المطلق (صفر كلفن)

من تجربة شارل	من تجربة جولى
ارسم علاقة بيانية بين (V_{ol}) على المحور الرأسى ، (t^oC) على المحور الأفقى فتحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقى عند -273^oC وهى تقابل الصفر المطلق أو صفر كلفن .	ارسم علاقة بيانية بين (P) على المحور الرأسى ، (t^oC) على المحور الأفقى فتحصل على خط مستقيم وإذا مددنا هذا الخط فإنه يقطع المحور الأفقى عند -273^oC وهى تقابل الصفر المطلق أو صفر كلفن .
الصفر المطلق : هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً عند ثبوت الضغط .	**الصفر المطلق** : هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت الحجم .

س : ما معنى قولنا أن : الصفر المطلق = -273^oC ؟

ج : أى أن درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً عند ثبوت الضغط = -273^oC .

أو : درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت الحجم = -273^oC .

س : علل : ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز أو ضغطه ؟

ج : لأنه من الناحية العملية يتحول الغاز إلى سائل قبل أن تصل درجة حرارته إلى صفر كلفن (-273^oC) فيتبع الغاز فى هذه الحالة قوانين السوائل .

ملحوظة :

درجة الحرارة على مقياس كلفن دائماً قيمة موجبة بينما درجة الحرارة على مقياس سيلزيوس قيمة موجبة أو سالبة .

ملاحظات هامة لحل مسائل قانون الضغط

ملحوظة (١) : الصيغة العامة : $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ، $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

ملحوظة (٢) : عندما تكون P_0 معلومة : $\beta_p = \frac{\Delta P}{P_0 \times \Delta t} = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100}$

ملحوظة (٣) : عندما تكون P_0 غير معلومة : $\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_p t_1}{1 + \beta_p t_2}$

****

(١) إناء مقفل به هواء فى درجة صفر سلزيوس برد إلى (-91^oc) فصار ضغطه 40 cm Hg احسب ضغط الهواء عند صفر سلزيوس .

الحل : $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \therefore \frac{P_1}{40} = \frac{273 + 0}{273 + (-91)} = \frac{273}{182}$

$P_1 = 60$ cm Hg

****

(٢) كمية من غاز ضغطها 76 cm Hg ودرجة حرارتها 10^oc رفعت درجة حرارتها إلى 60^oc عند ثبوت الحجم فأصبح ضغطها 89.4 cm Hg . احسب معامل زيادة ضغط الغاز عند ثبوت الحجم .

الحل : $\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_p t_1}{1 + \beta_p t_2} \quad \therefore \frac{76}{89.4} = \frac{1 + 10\,\beta_p}{1 + 60\,\beta_p}$

$\beta_p = 13.4 \div 3666 = 0.003655 = \frac{1}{273}\ K^{-1}$

****

(٣) أجريت تجربة عملية باستخدام جهاز جولى لدراسة تغير ضغط كتلة معينة من غاز جاف مع درجة حرارته على تدريج سيلزيوس عند ثبوت الحجم فكانت النتائج كالآتى :

$t\ ^oc$	10	30	40	70	80
P cm Hg	71.5	76.5	79	86.5	89

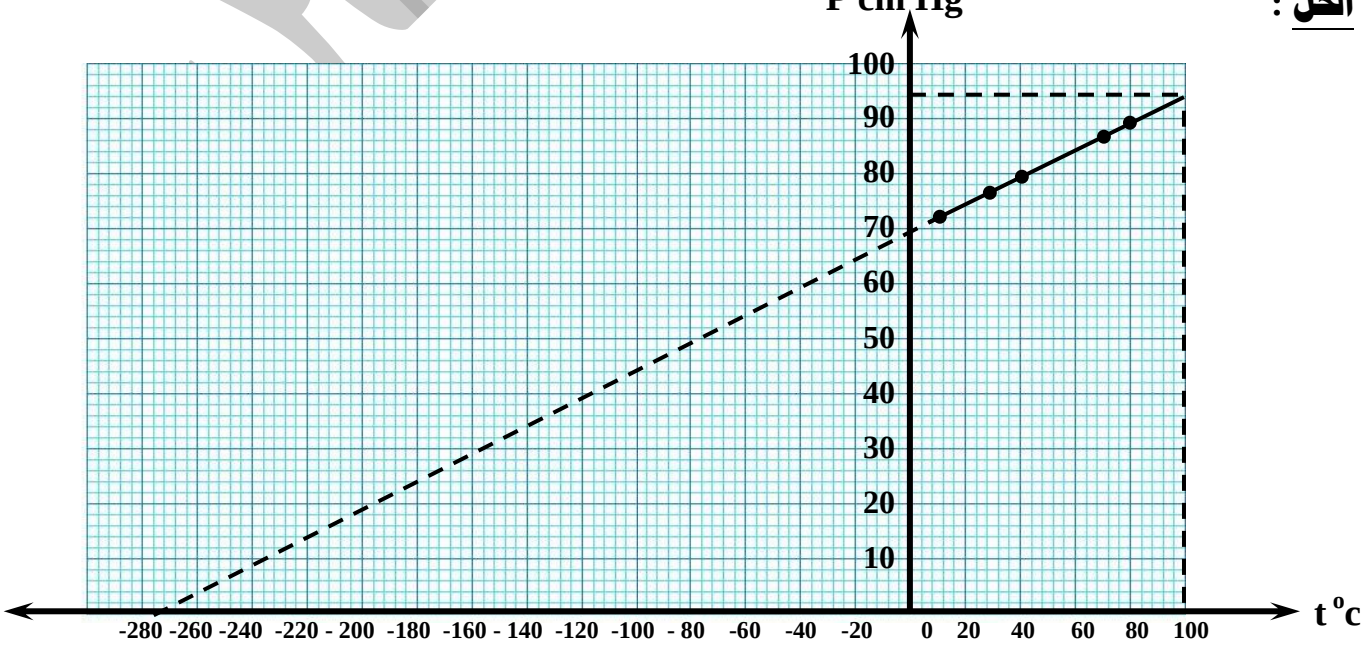
(١) ارسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة (t) على المحور الأفقى ، الضغط (P) على المحور الرأسى .

(٢) من الرسم اوجد : – ضغط الغاز عند 0^oc ، 100^oc .

– معامل الزيادة فى ضغط الغاز .

– درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً .

الحل :



من الرسم – $P_0 = 69\ cm\ Hg$ ، $P_{100} = 94\ cm\ Hg$

– معامل الزيادة فى ضغط الغاز :

$$\beta_p = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100} = \frac{94 - 69}{69 \times 100} = \frac{25}{6900} = \frac{1}{276}\ K^{-1}$$

– درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً : $t = -273$

****

استنتاج القانون العام للغازات

(١) من قانون بويل : $V_{ol} \propto \frac{1}{P}$

(٢) من قانون شارل : $V_{ol} \propto T$

$$\therefore V_{ol} \propto \frac{T}{P}$$

$$V_{ol} = Const \times \frac{T}{P}$$

$$\frac{PV_{ol}}{T} = Const$$

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

القانون العام يجمع كل قوانين الغازات ويمكن استنتاجها منه كالتالى :

(١) عند ثبوت درجة الحرارة : $P_1V_1 = P_2V_2$ (قانون بويل)

(٢) عند ثبوت الضغط : $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (قانون شارل)

(٣) عند ثبوت الحجم : $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ (قانون الضغط)

القانون العام للغازات : حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسوماً على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت .

****

ملاحظات هامة لحل مسائل القانون العام للغازات

ملحوظة (١) : الصيغة العامة : $\frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2}$

ملحوظة (٢) : عند تغير كثافة الغاز مع ثبوت الكتلة : $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$

ملحوظة (٣) : عند تغير كتلة الغاز (تسرب جزء منه) مع ثبوت الحجم : $\frac{P_1}{m_1 T_1} = \frac{P_2}{m_2 T_2}$

ملحوظة (٤) : عند خلط غازين : $\frac{P(V_{ol})}{T}$ (للخليط) $= \frac{P_1(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2(V_{ol})_2}{T_2}$

ملحوظة (٥) : معدل الضغط ودرجة الحرارة { S.T.P } يكون فيه الضغط = 76 cm Hg ، درجة الحرارة صفر° س .

ملحوظة (٦) : المول من أى غاز يشغل حجماً قدره 22.4 لتر فى S.T.P

****

(١) مقدار من غاز يشغل فى درجة 27^oc وتحت ضغط 60 cm Hg حجماً قدره $380\ cm^3$ فكم يكون حجمه عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (S.T.P).

الحل : { S.T.P } معناه أنه تحت ضغط 76 cm Hg ، درجة الحرارة صفر° س أو 273 كلفن .

$$\frac{P_1 (V_{ol})_1}{T_1} = \frac{P_2 (V_{ol})_2}{T_2} \quad \therefore \quad \frac{60 \times 380}{300} = \frac{76 \times (V_{ol})_2}{273}$$

$$(V_{ol})_2 = \frac{60 \times 380 \times 273}{76 \times 300} = 273\ cm^3$$

(٢) فقاعة هواء على عمق 10.13 m تحت سطح ماء عذب حجمها $28\ cm^3$ احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه هى 7^oc ودرجة الحرارة عند السطح 27^oc ($g = 10\ m/s^2$ ، والضغط الجوى $1.013 \times 10^5\ N/m^2$ وكثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

الحل :

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

$$\therefore \frac{(1.013 \times 10^5 + 1.013 \times 1000 \times 10) \times 28}{273 + 7} = \frac{1.013 \times 10^5 \times (V_{ol})_2}{273 + 27}$$

$$(V_{ol})_2 = 60\ cm^3$$

****

(٣) إذا كانت كثافة غاز النيتروجين عند S.T.P هى $1.25\ kg/m^3$ ، احسب كثافة النيتروجين عند درجة حرارة $24\ ^oc$ وضغط $0.97 \times 10^5\ N/m^2$.

الحل :

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} \qquad \therefore \frac{1.013 \times 10^5}{1.25 \times 273} = \frac{0.97 \times 10^5}{\rho_2 \times (24 + 273)}$$

$$\rho_2 = 1.1\ kg/m^3$$

****

(٤) خلطت كمية من غاز حجمها $10\ cm^3$ ضغطها $75\ cm\ Hg$ ودرجة حرارتها 27^oc مع كمية من غاز آخر حجمها $20\ cm^3$ وضغطها $50\ cm\ Hg$ فى درجة حرارة 127^oc وذلك فى إناء سعته $25\ cm^3$ ثم خفضت درجة حرارة الخليط إلى (-23^oc) اوجد الضغط الكلى داخل الإناء علماً بأن الغازين لا يتحدان .

الحل :

$$\frac{P\,(V_{ol})}{T}\ (\text{للخليط}) = \frac{P_1\,(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2\,(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{P \times 25}{-23 + 273} = \frac{75 \times 10}{27 + 273} + \frac{50 \times 20}{127 + 273}$$

$$P = 50\ cm\ Hg$$

****

(٥) انتفاخان زجاجيان A ، B حجمهما $600\ cm^3$ ، $300\ cm^3$ على الترتيب يتصلان بأنبوبة شعرية قصيرة الطول ويحتويان على هواء جاف ضغطه $76\ cm\ Hg$ عند 27^oc احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر بمقدار 100^oc بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر كما هى .

الحل :

$$\frac{P\,(V_{ol})}{T}\ (\text{للخليط}) = \frac{P_1\,(V_{ol})_1}{T_1} + \frac{P_2\,(V_{ol})_2}{T_2}$$

$$\frac{76 \times (600+300)}{300} = \frac{600P_2}{400} + \frac{300P_2}{300}$$

$$P_2 = 92.2\ cm\ Hg$$

****

(٦) احسب كتلة كمية من غاز الهيدروجين حجمها $82.6\ cm^3$ جمعت بطريقة كهربية تحت ضغط $640\ mm\ Hg$ فى درجة 25^oc إذا كانت كثافة الهيدروجين فى S.T.P هى $0.09\ kg/m^3$.

الحل :

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

$$\frac{640}{\rho_1 \times 298} = \frac{760}{0.09 \times 273}$$

$$\rho_1 = 69.4 \times 10^{-3}\ Kg/m^3$$

$$m = \rho V = 69.4 \times 10^{-3} \times 82.6 \times 10^{-6} = 5.7 \times 10^{-6}\ Kg$$

****

م	علل لما يأتى	الإجابة
١	وجود مسافات فاصلة كبيرة نسبياً بين جزيئات الغاز	تجعل حركة جزيئات الغاز حركة عشوائية ويصبح الغاز قابل للانضغاط .
٢	وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جهاز جولى	تتحول قطرة الماء إلى حجم كبير من البخار والذى يكون له ضغط يختلف عن ضغط الهواء الجاف لاختلاف تمددهما وبالتالى يكون معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم غير صحيح .
٣	خلط مجموعة من غازات مختلفة لا تتفاعل مع بعضها في إناء واحد من حيث الحجم والضغط الكلى	يأخذ كل غاز حجم الإناء كله حيث تدخل جزيئات الغازات في المسافات البينية للغازات الأخرى أما ضغط الخليط فيساوى مجموع ضغوط الغازات .
٤	وصول درجة حرارة الغاز إلى الصفر المطلق نظرياً	ينعدم حجم الغاز عند ثبوت ضغطه أو ينعدم ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .
٥	زيادة حجم غاز للضعف عند ثبوت درجة الحرارة	يقل الضغط للنصف .
٦	تضاعف درجة حرارة الغاز الكلفينية عند ثبوت الضغط	يتضاعف حجم الغاز .
٧	تضاعف درجة حرارة الغاز على مقياس كلفن عند ثبوت الحجم	يتضاعف ضغط الغاز .
٨	عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولى زئبق	يتغير حجم الغاز أثناء إجراء التجربة فلا يمكن تعيين معامل زيادة الضغط لأن الحجم غير ثابت .
٩	تضاعف ضغط كمية من غاز عند ثبوت درجة الحرارة	يقل حجم الغاز إلى النصف .

****

الأسئلة التى بها العلامة :

(✍) وردت فى امتحانات الثانوية العامة السابقة وامتحانات الأزهر .
(📖) وردت فى أسئلة الكتاب المدرسى .
(📄) وردت فى دليلّ تقويمّ الطالب .

****

س ١ : أكتب المصطلح العلمى لكل من :

١٠ – ✍ مقدار الزيادة فى وحدة الضغوط من الغاز وهى فى درجة صفر سلزيوس إذا رفعت درجة حرارتها درجة واحدة سلزيوس عند ثبوت الحجم .
١ – جزيئات تتحرك حركة تذبذبية فقط .
٢ – جزيئات تتحرك حركة انتقالية وتذبذبية .
٣ – جزيئات تتحرك حركة انتقالية عشوائية .
٤ – حجم مقدار معين من غاز يتناسب تناسباً عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة الحرارة .
٥ – عند ثبوت درجة الحرارة يكون حاصل الضرب PV لكمية معينة من غاز مقداراً ثابتاً .
٦ – مقدار الزيادة فى وحدة الحجوم من الغاز وهى فى درجة صفر سلزيوس إذا ارتفعت درجة حرارتها درجة واحدة سلزيوس مع بقاء ضغطها ثابتاً .
٧ – عند ثبوت الضغط يزداد حجم كمية من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من حجمها الأصلى عند صفر سلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار واحد درجة ولا تختلف هذه القيمة من غاز لآخر .
٨ – عند ثبوت الضغط يتناسب حجم كمية معينة من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته على تدريج كلفن .
٩ – درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً عند ثبوت ضغطه .
١١ – عند ثبوت الحجم يتناسب ضغط كمية معينة من غاز تناسباً طردياً مع درجة حرارته على تدريج كلفن .
١٢ – عند ثبوت الحجم يزداد ضغط كمية من غاز بمقدار $\frac{1}{273}$ من ضغطها الأصلى عند صفر سلزيوس لكل ارتفاع فى درجة الحرارة بمقدار واحد درجة .

١٣ – درجة الحرارة التى ينعدم عندها ضغط الغاز نظرياً عند ثبوت حجمه .
١٤ – مجموعة حركات عشوائية لجزيئات مائع في جميع الاتجاهات لمسافات قصيرة .
١٥ – حاصل ضرب حجم مقدار معين من غاز فى ضغطه مقسوماً على درجة حرارته على تدريج كلفن يساوى مقدار ثابت

****

س٢ : اختر الإجابة الصحيحة مما بين الإجابات المعطاة :

١ – ✍ إذا تضاعف ضغط كمية معينة من غاز عندما تكون درجة الحرارة ثابتة فإن الحجم .....
(يتضاعف – يقل للنصف – يظل ثابت – يزداد بمقدار ثابت)
٢ – ✍ معامل زيادة ضغط أى غاز عند ثبوت حجمه = ... كلفن$^{-1}$. (273 – / $\frac{1}{273}$ 273)
٣ – 🕮 درجة حرارة جسم الإنسان على مقياس كلفن لدرجات الحرارة تساوى تقريباً .....
(310°K – 100°K – 37°K – 0°K)
٤ – 🕮 ضغط الغاز عند 10°c يتضاعف إذا تم تسخين الغاز تحت حجم ثابت إلى .....
(293°c – 160°c – 80°c – 20°c)
٥ – 🕮 يتناسب حجم كمية محدودة من غاز ما .....
♣ عكسياً مع درجة حرارته عند ثبوت ضغطه . ♣ عكسياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .
♣ طردياً مع درجة حرارته عند تغير الضغط . ♣ طردياً مع ضغطه عند ثبوت درجة حرارته .
♣ عكسياً مع ضغطه عند تغير درجة حرارته .
٦ – 🕮 إذا انضغط غاز ببطء إلى نصف حجمه الأصلى فإن .....
♣ درجة حرارة الغاز ستتضاعف . ♣ درجة حرارة الغاز ستنقص إلى نصف قيمتها .
♣ ضغط الغاز سيصل إلى النصف . ♣ سرعة الجزيئات تتضاعف .
♣ ضغط الغاز سيتضاعف .
٧ – 🗐 العلاقة التى تربط بين حجم الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة تمثل .....
(قانون شارل – قانون بويل – قانون الضغوط – القانون العام للغازات)
٨ – 🗐 كمية من غاز الهيدروجين حجمها 730 cm^3 عند درجة 92°C إذا أصبح حجمها 700 cm^3 فإن درجة حرارة الغاز تصبح ..... بفرض ثبوت الضغط . (300°C – 280°C – 77°C – 70°C)
٩ – إذا ضغطت كمية من غاز مثالى إلى نصف حجمها الأصلى ورفعت درجة حرارتها المطلقة إلى ثلاثة أمثالها فإن ضغطها يصبح ..... الضغط الأصلى . (ثلاثة أمثال – أربعة أمثال – خمسة أمثال – ستة أمثال)
١٠ – إذا زادت درجة حرارة الغاز إلى الضعف وزاد الحجم إلى الضعف فإن الضغط .....
(يقل إلى النصف – يزداد للضعف – يظل ثابتاً)
١١ – عند ثبوت درجة الحرارة إذا زاد الضغط الواقع على الغاز إلى ثلاثة أمثال قيمته قل حجمه إلى .....
(النصف – الثلث – السدس – التسع)
١٢ – إذا ضغط غاز ببطء شديد بحيث كانت درجة حرارته ثابتة ليزيد ضغطه إلى الضعف فان الحجم .....
(يزيد للضعف – يقل إلى الربع – يقل إلى النصف – يزيد ثلاث مرات)
١٣ – عند وضع زئبق فى مستودع جهاز جولى يعادل خمس حجمه فإن حجم الهواء المحبوس .....
(يقل – يزداد – يظل ثابتاً – لا توجد علاقة بينهما)
١٤ – تتحرك جزيئات الغاز حركة .....
(انتقالية فقط – انتقالية اهتزازية – اهتزازية فقط – لا توجد إجابة صحيحة)

****

س٣ : ما معنى قولنا أن :

١ – ✍ 🗐 معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت K^{-1} $\frac{1}{273}$
٢ – ✍ 🗐 معامل زيادة الضغط للغاز تحت حجم ثابت K^{-1} $\frac{1}{273}$
٣ – ✍ الصفر المطلق = 273–

****

س٤ : علل لما يأتى :

١ – الغازات قابلة للانضغاط .
٢ – يوضع فى قارورة جولى سبع حجمها زئبق .
٣ – معامل التمدد الحجمى تحت ضغط ثابت له نفس القيمة لجميع الغازات .
٤ – الأنبوبة المستخدمة فى جهاز شارل منتظمة المقطع .
٥ – إذا انضغط عاز إلى نصف حجمه الأصلى فإن ضغطه يزداد للضعف .
٦ – تجارب قياس التمدد الحرارى لغاز معقدة .
٧ – لا تظهر صعوبة فى تجارب قياس التمدد الحرارى فى حالة الجوامد والسوائل .
٨ – حجم الفقاعة فى الهواء بالقرب من سطح الماء أكبر من حجمها عند قاع الإناء .
٩ – زيادة حجم غاز يسبب نقصاً فى ضغطه بفرض ثبوت درجة الحرارة .
١٠ – الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية عند رفع درجة حرارتها لنفس الدرجة عند ثبوت الضغط .
١١ – يراعى أن يكون الهواء فى جهاز شارل جافاً تماماً .
١٢ – معامل زيادة الضغط لجميع الغازات ثابت عند ثبوت الحجم .
١٣ – الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بمقادير متساوية عند رفع درجة الحرارة لنفس الدرجة عند ثبوت الحجم .
١٤ – توضع قطرة صغيرة من حمض الكبريتيك المركز فى الأنبوبة الزجاجية لجهاز شارل .
١٥ – يجب أن يكون انتفاخ جولى جافاً من الداخل .
١٦ – يلزم فى جهاز جولى خفض الأنبوبة القابلة للحركة إلى أسفل قبل البدء فى تبريد الانتفاخ الزجاجى إلى 0^oC .
١٧ – ليس من الدقة اعتبار أن الصفر المطلق هو درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز أو ضغطه .

****

س٥ : ما المقصود بكل من :

١ – معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت .
٢ – الصفر المطلق .
٣ – درجة الحرارة على تدريج كلفن .
٤ – معامل زيادة الضغط عند ثبوت الحجم .
٥ – الصفر كلفن .
٦ – قانون بويل .
٧ – قانون شارل .
٨ – القانون العام للغازات .

****

س٦ : قارن بين كل من :

١ – معامل التمدد الحجمى لغاز ومعامل الزيادة فى ضغطه ، من حيث (الجهاز المستخدم – العلاقة الرياضية) .
٢ – قانون بويل وقانون شارل وقانون الضغط ، من حيث (التعريف – الصيغة الرياضية – العلاقة البيانية) .

****

س٧ : ماذا يحدث عند :

١ – وجود مسافات فاصلة كبيرة نسبياً بين جزيئات الغاز .
٢ – وجود قطرة ماء داخل انتفاخ جهاز جولى .
٣ – خلط مجموعة من غازات مختلفة لا تتفاعل مع بعضها في إناء واحد من حيث الحجم والضغط الكلى ؟
٤ – وصول درجة حرارة الغاز إلى الصفر المطلق نظرياً .
٥ – زيادة حجم غاز للضعف عند ثبوت درجة الحرارة .
٦ – تضاعف درجة حرارة الغاز الكلفينية عند ثبوت الضغط .
٧ – تضاعف درجة حرارة الغاز على مقياس كلفن عند ثبوت الحجم .
٨ – عدم وضع سبع حجم انتفاخ جهاز جولى زئبق .
٩ – تضاعف ضغط كمية من غاز عند ثبوت درجة الحرارة .

س٨ : اذكر استخداما واحدا لكل من :

١ – ✍ كمية الزئبق الموجودة فى مستودع جهاز جولى .
٢ – ✍ جهاز جولى .
٣ – ✍ جهاز شارل .
٤ – جهاز بويل .

****

س٩ : أكتب العلاقة الرياضية المستخدمة فى إيجاد كل مما يأتى ووحدة القياس :

١ – ✍ معامل ازدياد ضغط غاز عند ثبوت الحجم .
٢ – معامل ازدياد حجم غاز عند ثبوت الضغط .

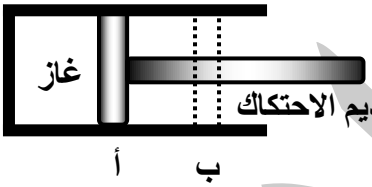
****

س١٠ : اشرح مع الرسم (كامل البيانات) تجربة توضح بها كل مما يأتى :

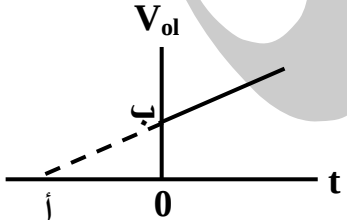
١ – ✍ 📖 كيفية تحقيق قانون بويل .
٢ – ✍ 📖 كيفية تعيين معامل التمدد الحجمى لغاز عند ضغط ثابت .
٣ – ✍ 📖 📄 الضغوط المتساوية للغازات المختلفة تزداد بنفس المقدار إذا ارتفعت درجة حرارتها بمقادير متساوية عند ثبوت الحجم .
٤ – ✍ 📄 الحجوم المتساوية من الغازات المختلفة تتمدد بمقادير متساوية إذا ارتفعت درجة حرارتها بنفس العدد من درجات الحرارة مع ثبوت الضغط .
٥ – ✍ 📄 كيفية تغير ضغط كمية ثابتة من هواء جاف بتغير درجة الحرارة عند ثبوت الحجم .

****

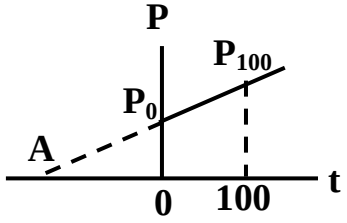
أسئلة متنوعة



(١) ✍ فى الشكل المقابل :
ينقص ضغط الغاز المحبوس إذا تحرك المكبس من أ إلى ب عند ثبوت درجة الحرارة . (علل) ؟
(٢) 📖 📄 كيف يمكنك استنتاج القانون العام للغازات رياضياً ؟
(٣) ✍ ارسم مع كتابة البيانات فقط جهازاً يستخدم لتحقيق العلاقة بين الحجم (V_{ol}) لكمية معينة من غاز وضغطها (P) عند ثبوت درجة الحرارة ، ثم أكتب نص هذه العلاقة ؟
(٤) ✍ ارسم شكلاً تخطيطياً للجهاز المستخدم فى تحقيق العلاقة بين إيجاد العلاقة بين حجم الغاز ودرجة حرارته عند ثبوت ضغطه ، ثم أكتب الخطوات الرئيسية لتعيين معامل التمدد الحجمى للهواء عند ثبوت ضغطه . وما قيمة معامل التمدد الحجمى للغاز ؟
(٥) 📖 كيف يمكنك تعيين صفر كلفن باستخدام (جهاز بويل – جهاز شارل) .
(٦) 📄 اشرح طريقتين مختلفتين لتعيين الصفر المطلق .
(٧) 📄 كيف تستخدم جهاز جولى فى تعيين (درجة غليان سائل – درجة تجمد سائل) .
(٨) ✍ من خلال تجربة عملية لدراسة تغير حجم كمية محبوسة من غاز بتغير درجة حرارته عند ثبوت الضغط باستخدام جهاز شارل أمكن الوصول إلى العلاقة البيانية الموضحة بالرسم :



(أ) ما الذى تدل عليه النقطة أ ؟ وما قيمتها ؟
(ب) ما الذى تدل عليه النقطة ب ؟
(جـ) أذكر نص قانون شارل .
(٩) ✍ باستخدام جهاز جولى أمكننا إجراء تجربة توضح العلاقة بين ضغط هواء محبوس ودرجة حرارته عند ثبوت الحجم كما بالرسم البيانى الموضح :



(أ) أكتب الصيغة الفيزيائية لمعامل الزيادة فى ضغط الغاز عند ثبوت حجمه .
(ب) ما الذى تدل عليه النقطة (A) ؟ وما قيمتها ؟
(١٠) اذكر الاحتياطات الواجب توافرها في (تجربة بويل – تجربة شارل – تجربة جولى) .

(١١) ✍ الجدول التالى يوضح حجم كمية معينة من غاز ودرجة حرارته عند تسخينه من 0^oc إلى 100^oc مع ثبوت الضغط :

$V_{ol}(Cm^3)$	90	97	103	116	123
$t\ ^oc$	0	20	40	80	100
$T\ ^oK$	.....	.....	.....	.....	.....
$T\ ^oK / V_{ol}$	.....	.....	.....	.....	.....

(أ) حول درجات الحرارة فى الجدول إلى درجات كلفينية .
(ب) احسب النسبة بين درجة الحرارة الكلفينية وحجم الغاز لكل قراءة .
(جـ) أى من قوانين الغازات تحققه هذه التجربة ؟ ولماذا ؟
(د) احسب معامل التمدد الحجمى لهذا الغاز من الجدول السابق .

(١٢) ✍ كمية من غاز حجمها $30\ cm^2$ وضغطها $75\ cmHg$ ودرجة حرارتها 300^oK ، من خلال دراستك لقوانين الغازات أكمل الجدول التالى :

درجة الحرارة بالسيلزيوس	الحجم بـ cm^3	الضغط بـ cmHg
27	.....	76
.....	20	74
57	30	.....

****

مسائل مختارة من الكتاب المدرسى وامتحانات المدارس

(١) كميـة من غـاز النيتروجين حجمها 10 لتر تحت ضغط 15 cm Hg خلطت مع كمية من غاز الأكسجين عند نفس درجـة الحرارة وضغطها 50 cm Hg فى إناء مغلق سعته 5 لتر فصار ضغط الخليط 120 cm Hg أوجد حجم الأكسجين قبل الخلط . (9 لتر)

****

(٢) انتفاخان زجاجيان A ، B حجمهما $600\ cm^3$ ، $300\ cm^3$ على الترتيب يتصلان بأنبوبـة شعرية قصيرة الطول ويحتويان على هواء جاف ضغطه 76 cm Hg عند 27^oc احسب ضغط الهواء المحبوس عندما تزداد درجة حرارة الانتفاخ الأكبر بمقدار 100^oc بينما تظل درجة حرارة الانتفاخ الأصغر كما هى . (91.2 cmHg)

****

(٣) غـاز حجمـه $60\ cm^3$ عند درجة حرارة 300^oK وضغط 1 ضغط جوى بينما حجمه $36.4\ cm^3$ عند درجة 0^oc وضغط 1.5 ضغط جوى أوجد معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت الضغط . $(0.00366\ K^{-1})$

****

(٤) إذا كان حجم غاز فى درجة صفر سيلزيوس $450\ cm^3$ فما حجمه فى 91^oC بفرض أن ضغطه يظل ثابتاً ؟ $(600\ cm^3)$

****

(٥) إذا كان ضغط غاز فى 26^oC هو $59.8\ cmHg$ فما ضغطه عند 130^oC مع العلم بأنه ثابت الحجم ؟ (80.6 cmHg)

****

(٦) لتر غاز فى 10^oC رفعت درجة حرارته وهو ثابت الضغط إلى 293^oC فأوجد حجمه . (2 لتر)

****

(٧) إناء مقفل به هواء فى درجـة 0^oC برد إلى 91^oC- فصار الضغط به 40 cm Hg فكم يكون ضغط الهواء عند 0^oC . (60 cmHg)

****

(٨) كميـة من تشغل فى 91^oC وتحت ضغط $84\ cmHg$ حجما $760\ cm^3$ فكم يكون حجمها فى درجة 0^oC وتحت ضغط 76 cmHg (فى معدل الضغط ودرجة الحرارة S.T.P) . $(630\ cm^3)$

****

(٩) دورق به هواء سخن من 15^oC إلى 87^oC فكم تكون نسبة حجم ما خرج منه من الهواء إلى ما كان موجوداً به ؟ (25%)

(١٠) إطار سيارة به هواء ضغطه 1.5 Atm في يوم كانت درجة حرارته -3^oC ، احسب ضغط الهواء فى الإطار عندما ترتفع درجة الحرارة إلى 51^oC بفرض ثبوت الحجم . (1.8 Atm)

****

(١١) فقاعة من الهواء على عمق 10.13 m تحت سطح ماء عذب حجمها $28\ cm^3$ ، احسب حجمها قبل أن تصل إلى سطح الماء مباشرة بفرض أن درجة حرارة الماء عند العمق المشار إليه هى 7^oC ودرجة الحرارة عند السطح 27^oC . (عجلة الجاذبية الأرضية $10\ m/s^2$ ، الضغط الجوى $1.013\times10^5\ N/m^2$ ، كثافة الماء $1000\ kg/m^3$)

($60\ cm^3$)

****

(١٢) أجريت تجربة عملية باستخدام جهاز جولى لدراسة تغير ضغط كتلة معينة من غاز جاف مع درجة حرارته على تدريج سيلزيوس عند ثبوت الحجم فكانت النتائج كالآتى :

$t\ ^oC$	0	10	30	a	70	80	100
P cm Hg	b	71	76	78.5	86	88.5	93.5

(١) ارسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة (t) على المحور الأفقى ، الضغط (P) على المحور الرأسى .

(٢) من الرسم أوجد : – قيمة كل من a ، b .

– معامل الزيادة فى ضغط الغاز عند ثبوت حجمه. (40^oC – 68.5cmHg – 0.00365^oK^{-1})

****

(١٣) فى تجربة لدراسة تغير حجم كمية من غاز ودرجة حرارتها عند ثبوت الضغط فكانت النتائج كالآتى :

$t\ ^oC$	20	40	60	80	120
$V_{ol}(cm^3)$	107	114	121	128	142

(١) ارسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة (t) على المحور الأفقى ، الحجم (V_{ol}) على المحور الرأسى .

(٢) من الرسم أوجد : – حجم الغاز المحبوس عند 100^oC ، Cc .

– معامل التمدد الحجمى للغاز . ($135\ cm^3$ – $100\ cm^3$ – 0.0035^oK^{-1})

****

مسائل مختارة من امتحانات الأزهر

($\frac{2}{3}$ atm – $\frac{1}{3}$ atm)

(١) يحتوى الانتفاخ الأوسط على غاز مثالى ضغطه 2 Atm بينما الانتفاخان الآخران مفرغان من الهواء تماماً ، وضح ماذا يحدث للضغط داخل الانتفاخ الأوسط عند فتح الصمام (أ) فقط وعند فتح الصمامين معاً .

****

(٢) أسطوانة مغلقة الطرفين تحتوى على مكبس عديم الاحتكاك عند منتصفها وكان الضغط على جانبى المكبس 75 cm Hg فإذا تحرك المكبس ببطء إلى اليمين قل حجم الجزء الأيمن إلى النصف أوجد الفرق فى الضغط على جانبى المكبس . (100 Cm Hg)

****

(٣) وضع بالون من المطاط به هواء محبوس حجمه $500\ cm^3$ وتحت ضغط 2 atm فى إناء مكعب طول ضلعه 10 cm ثم احكم غلق الإناء ، احسب الضغط النهائى داخل الإناء عند انفجار البالون بإهمال حجم المطاط وبفرض ثبوت درجة الحرارة . (1.5 atm)

****

(٤) كمية من غاز فى درجة 17^oc رفعت درجة حرارتها بمقدار 100^oc مع بقاء ضغطها ثابتاً فزاد حجمها بمقدار $2.5\ cm^3$ أوجد الحجم قبل التسخين . ($7.25\ cm^3$)

****

(٥) إناء أسطوانى الشكل له مكبس عديم الاحتكاك يحبس كمية من الهواء حجمها $5460\ cm^3$ عند درجة صفر سيلزيوس وعندما سخن الإناء أصبحت درجة حرارة الهواء داخله 100^oc احسب المسافة التى يتحركها المكبس حتى يظل الضغط ثابتاً علماً بأن مساحة المكبس $250\ cm^2$. (8cm)

****

(٦) كميتان من غازين مختلفين الأولى حجمها 12 لتراً تحت ضغط 10 cm Hg والأخرى حجمها 16 لتراً وتحت ضغط 15 cm Hg مزجتا معاً فى إناء مقفل سعته 6 لتر احسب ضغط الخليط بفرض ثبوت درجة الحرارة . (60 cm Hg)

****

(٧) كميتان من غاز ما الأولى حجمها 12 لتر وضغطها 15 cm Hg والثانية حجمها 8 لتر وضغطها 45 cm Hg وضعتا فى إناء مقفل سعته 6 لتر فما قيمة الضغط الكلى عند ثبوت درجة الحرارة . (90 cm Hg)

****

(٨) إذا كان ضغط غاز 60 cm Hg عند درجة حرارة 27^oc وحجمه $380\ cm^3$ ، احسب حجم الغاز عند معدل الضغط ودرجة الحرارة (STP) . ($273m^3$)

****

(٩) غمر مستودع جهاز جولى في سائل عند 0^oc فكان سطح الزئبق فى الفرع المتصل بالمستودع أعلى منه فى الفرع الخالص بمقدار 10 cm ولما سخن السائل إلى 63^oc صار الزئبق فى الفرع الخالص أعلى منه فى الفرع المتصل بالمستودع بمقدار 5 cm ولما وصل السائل إلى درجة الغليان زاد هذا الارتفاع إلى 13.8 cm ، احسب درجة غليان السائل علماً بأن حجم الهواء ثابت فى هذا المستودع . (99.96^oC)

****

(١٠) فى تجربة لدراسة أثر الحرارة على حجم الغاز عند ثبوت ضغطه كانت النتائج كالآتى :

$V_{ol}(cm^3)$	10.7	11.1	11.8	12.9	13.3
$t\ ^oC$	20	30	50	80	90

(١) ارسم العلاقة البيانية بين درجة الحرارة (t) على المحور الأفقى ، الحجم (V_{ol}) على المحور الرأسى .

(٢) من الرسم أوجد : – حجم الغاز عند 0^oc .

– درجة الحرارة التى يصبح عندها حجم الغاز $13\ cm^3$.

– معامل التمدد الحجمى للغاز تحت ضغط ثابت .

– درجة الحرارة التى ينعدم عندها حجم الغاز نظرياً عند ثبوت الضغط .

($10\ cm^3$, 81^oC , $3.7 \times 10^{-3}\ K^{-1}$, -273^oC)

****

مسائل مختارة من دليل تقويم الطالب

(١) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع مغلقة من أحد طرفيها بها هواء جاف محبوس بعمود من الزئبق طوله 15 cm فإذا كان طول عمود الهواء المحبوس 20 cm عندما كانت الأنبوبة راسية وفتحتها لأعلى وكان طوله 24 cm عندما كانت أفقية ، فاحسب الضغط الجوى ثم احسب طول عمود الهواء المحبوس عندما تكون رأسية وفتحتها لأسفل .

****

(٢) غاز مثالى يشغل حجماً قدره $2\ cm^3$ عندما كان الضغط 137 ضغط جوى ودرجة حرارته 27^oc ما الحجم الذى يشغله هذا الغاز عند ضغط واحد ضغط جوى ودرجة حرارة 50^oc . ($295\ cm^3$)

****

(٣) إطار سيارة به هواء ضغطه 2.18 ضغط جوى فى يوم كانت درجة حرارته (-3^oc) احسب ضغط الهواء فى الإطار عندما ترتفع درجة الحرارة إلى 47^oc بفرض ثبوت الحجم . (2.58 atm)

****

مسائل عامة للتدريب

(١) كمية من غاز حجمها $600\ cm^3$ تحت ضغط 70 cm Hg ، احسب حجمها عند ضغط 90 cm Hg عند ثبوت درجة الحرارة . ($466.7\ cm^3$)

****

(٢) خلط 50 لتر من غاز النيتروجين ضغطها 4 cm Hg مع 20 لتر من غاز الأكسجين تحت ضغط P cm Hg داخل إناء مغلق سعته 5 لتر بحيث ظلت درجة الحرارة ثابتة أثناء الخلط ، احسب ضغط الأكسجين قبل الخلط علماً بأن ضغط مخلوط الغازين يساوى 140 cmHg . (90 cm Hg)

****

(٣) خلط 25 لتر من غاز الأكسجين ضغطها 80 cm Hg مع 75 لتر من غاز النيتروجين ضغطها 100 cm Hg فى خزان سعته 75 لتر احسب ضغط الخليط بفرض ثبوت درجة الحرارة . (126.66 cm Hg)

****

(٤) أنبوبة شعرية منتظمة المقطع من الزجاج بها شريط من الزئبق طوله 4 cm وضعت أفقياً فكان طول عمود الهواء المحبوس بها 30 cm احسب طول عمود الهواء المحبوس فى الحالات الآتية :

– إذا وضعت رأسياً وفوهتها لأعلى

– إذا وضعت رأسياً وفوهتها لأسفل . (الضغط الجوى 76 cm Hg) . (28.5 cm – 31.67 cm)

****

(٥) أسطوانة مغلقة الطرفين يتحرك بداخلها مكبس عديم الاحتكاك فإذا كان المكبس عند منتصف الاسطوانة وضغط الغاز على جانبيه 90 cm Hg فإذا تحرك المكبس إلى منتصف أحد القسمين أوجد الفرق فى الضغط على جانبى المكبس . (120 cm Hg)

****

(٦) غاز فى درجة حرارة $25^{o}c$ وعندما سخن أصبح حجمه 1.5 مرة قدر حجمه الأصلى فما مقدار درجة الحرارة التى سخن إليها بفرض ثبوت درجة الحرارة . ($174^{o}C$)

****

(٧) غاز حجمه $10\ cm^3$ فى $100^{o}c$ أصبح حجمه $7.3\ cm^3$ فى صفر ° س احسب معامل التمدد الحجمى للغاز عند ثبوت ضغطه . (3.33 cm)

****

(٨) دورق مفتوح بـه هواء في درجـة $13^{o}C$ رفعت درجـة حرارته $84^{o}C$ ، احسب نسبة ما خرج منه من هواء إلى ما كان موجوداً به أصلاً . (29.37%)

****

(٩) كميـة من غـاز الأكسجين الجـاف فى (S.T.P) ما هى درجـة الحـرارة التى تسخن إليها ليزيد ضغطها 40% من الضغط الأصلى مـع ثبـوت الحجم ؟ وما هى درجـة الحـرارة التى تسخـن إليهـا ليزيـد حجمهـا 40% من الحجم الأصلى عند ثبوت الضغط ؟ ($109.2^{o}C$ فى الحالتين لأن $\beta = \alpha$)

****

(١٠) بالون من المطـاط به هـواء حجمه $800\ cm^3$ عند $27^{o}C$ وضغط 75 cmHg وأقصى سعة $1000\ cm^3$ فإذا تغيرت ظروف الهواء ليصبح 65 cmHg ودرجة الحرارة $57^{o}C$ ، هل ينفجر البالون ؟ مع التعليل .

(ينفجر البالون– $1015.4cm^3$)

****

(١١) وصـل مانومتـر بمستودع للغـاز عند سفح جبل حيث درجـة الحـرارة $27^{o}C$ والضغط 75 cmHg فكان سطحا الزئبق فى فرعى المانومتر فى مستوى أفقى واحد ، وعندما صعد به شخص إلى قمة الجبل حيث درجة الحرارة $3^{o}C$ لم يحدث تغير لسطح الزئبق فى المانومتـر . احسب ارتفاع الجبل علماً بأن كثافة الزئبق $13600\ kg/m^3$ ومتوسط كثافة الهواء $1.02\ kg/m^3$. (800m)

****

(١٢) إذا كان حجم مقدار من الهواء فى $7^{o}C$ وتحت ضغط 77 cmHg هو $1001\ cm^3$ ، فاحسب :

– الزيادة فى حجم هذا المقدار إذا سخن إلى $47^{o}C$ وظل ضغطه ثابتاً .

– الزيادة فى ضغط هذا المقدار إذا سخن إلى $47^{o}C$ وظل حجمه ثابتاً .

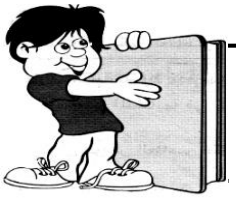
– الزيادة فى حجم هذا المقدار إذا سخن إلى $47^{o}C$ وأصبح ضغطه 80 cmHg.

($143\ cm^3$ – 11 cmHg – $100.1\ cm^3$)

****

والله من وراء القصد .. إنه نعم الهادى .. والموفق إلى سواء السبيل

الأستاذ / مصطفى شاهين



الأستـــــــــــاذ

في الفيـــــــــــزياء