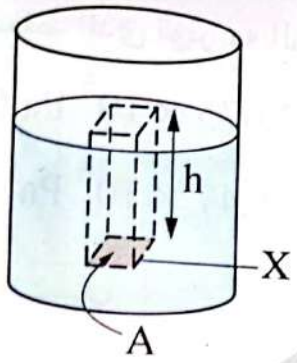
استنتاج قيمة ضغط سائل عند نقطة فى باطنه

بفرض وجود لوح أفقى (X) مساحته A على عمق h تحت سطح سائل كثافته ρ يعمل اللوح كقاعدة لعمود من السائل كما بالشكل، **فتكون القوة التى يؤثر بها السائل على اللوح X مساوية لوزن عمود السائل الذى ارتفاعه h ومساحة مقطعه A،**



ويتعين وزن السائل (F_g) من العلاقة :

$$F_g = mg \quad (1)$$

حيث : (m) كتلة عمود السائل.

$$\because m = \rho V_{ol} \quad (2)$$

حيث : (V_{ol}) حجم عمود السائل.

$$\because V_{ol} = Ah \quad (3)$$

بالتعويض من المعادلتين (2) ، (3) فى المعادلة (1) :

$$\therefore F_g = \rho Ahg$$

∴ ضغط السائل (P) على اللوح X :

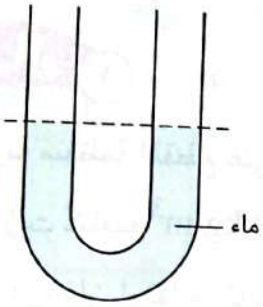
$$P = \frac{F_g}{A} = \frac{\rho Ahg}{A}$$

$$\therefore \boxed{P = \rho gh}$$

هذه قيمة الضغط الذى يؤثر به السائل عند نقطة فى باطنه على عمق h

Scanned with CamScanner

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

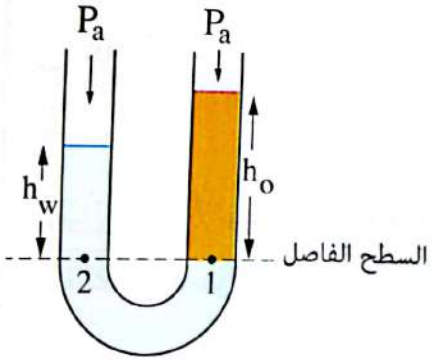


(١) **ثبت** الأنبوبة ذات الشعبتين فى وضع رأسى.

(٢) **ضع** كمية مناسبة من الماء فى الأنبوبة ذات الشعبتين

(فيصبح ارتفاع الماء فى الفرعين متساويًا)

(٣) **صب** الزيت ببطء فى أحد الفرعين حتى يتكون سطح فاصل بينهما **(لأن السائلين لا يمتزجان)** كما بالشكل.



(٤) عند الاتزان **قم** بقياس ارتفاع الماء (h_w) وارتفاع الزيت (h_o) فوق مستوى السطح الفاصل بين السائلين.

(٥) يمكن تعيين كثافة الزيت كالآتى :

∵ **الضغط عند النقطة (1) = الضغط عند النقطة (2)**

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

$$\rho_o h_o = \rho_w h_w$$

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

حيث : $\left(\frac{\rho_o}{\rho_w}\right)$ الكثافة النسبية للزيت.

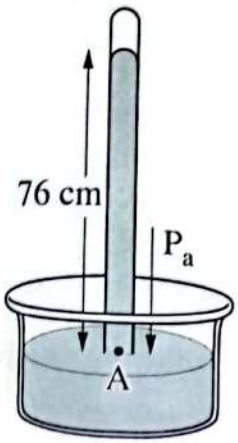
وبمعلومية كثافة الماء يمكن تعيين كثافة الزيت :

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

Scanned with CamScanner

استخدامات البارومتر الزئبقى

١ حساب الضغط الجوى المعتاد بوحدة N/m^2 :



∵ الضغط الجوى (P_a) = الضغط عند النقطة A

$\therefore P_a = P_A = \rho g h$

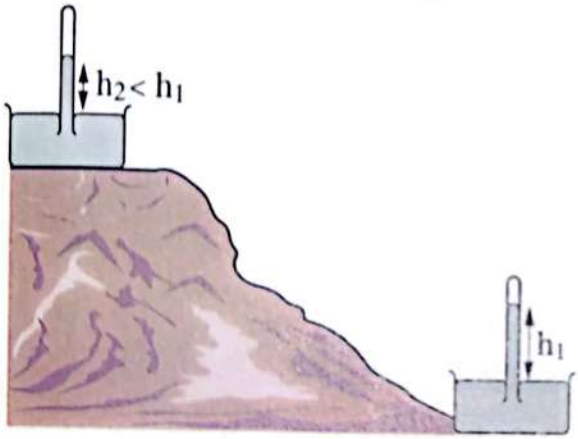
حيث : (ρ) كثافة الزئبق وتساوى $13595\ kg/m^3$ عند $0°\ C$،

(g) عجلة الجاذبية الأرضية وتساوى $9.8\ m/s^2$،

(h) ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة البارومترية فوق مستوى سطح الزئبق فى الحوض ويساوى $0.76\ m$

$\therefore P_a = 13595 \times 9.8 \times 0.76 = 1.013 \times 10^5\ N/m^2$

٢ تعيين ارتفاع جبل أو مبنى :



* تعتمد قراءة البارومتر الزئبقى (ارتفاع عمود الزئبق) على مقدار الضغط الجوى الواقع على سطح الزئبق فى الحوض والذى يتغير بتغير :

- درجة الحرارة. T
- الارتفاع عن مستوى سطح البحر. h

فمثلًا : عند وضع بارومتر عند سفح (قاعدة) جبل وقياس ارتفاع عمود الزئبق (h_1) ثم وضعه أعلى الجبل وقياس ارتفاع عمود الزئبق (h_2)،

نجد أن : الفرق فى الضغط الجوى بين الموضعين = فرق الضغط المقاس بالبارومتر بين الموضعين.

$$\Delta P_{(هواء)} = \Delta P_{(زئبق)}$$

$$\rho_{(هواء)}\ h_{(جبل)} = \rho_{Hg}\ (h_1 - h_2)$$

وبمعلومية متوسط كثافة الهواء يمكن تعيين ارتفاع الجبل.

Scanned with CamScanner

استنتاج معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت (α_v)

عند رفع درجة حرارة غاز من 0°C إلى t°C مع ثبوت الضغط يزداد حجم الغاز بمقدار $\Delta(V_{o1})$

يتناسب مقدار التغير فى حجم الغاز $(\Delta(V_{o1}))$ طرديًا مع كل من :

– حجم الغاز عند درجة صفر سيلزيوس $(V_{o1})_{0°C}$:

$$\Delta(V_{o1}) \propto (V_{o1})_{0°C}$$

– التغير فى درجة حرارة الغاز (Δt) :

$$\Delta(V_{o1}) \propto \Delta t$$

$$\therefore \Delta(V_{o1}) \propto (V_{o1})_{0°C}\, \Delta t$$

$$\therefore \Delta(V_{o1}) = \text{const} \times (V_{o1})_{0°C}\, \Delta t$$

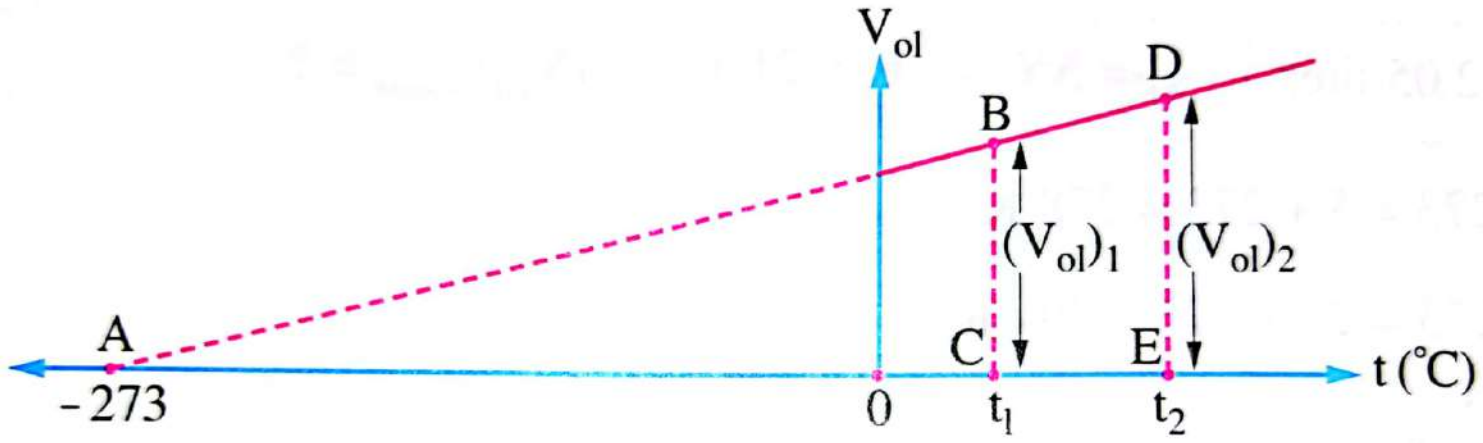
$$\therefore \Delta(V_{o1}) = \alpha_v\, (V_{o1})_{0°C}\, \Delta t$$

$$\therefore \boxed{\alpha_v = \frac{\Delta(V_{ol})}{(V_{ol})_{0°C}\, \Delta t} = \frac{(V_{ol})_{t°C} - (V_{ol})_{0°C}}{(V_{ol})_{0°C}\, \Delta t}}$$

Scanned with CamScanner

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون شارل

من تشابه المثلثين ABC ، ADE فى الشكل البيانى التالى :



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

$\because BC = (V_{ol})_1$, $DE = (V_{ol})_2$

$\because AC = t_1 + 273 = T_1$, $AE = t_2 + 273 = T_2$

$$\therefore \boxed{\frac{(V_{ol})_1}{(V_{ol})_2} = \frac{t_1 + 273}{t_2 + 273} = \frac{T_1}{T_2}}$$

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

Scanned with CamScanner

* صيغة أخرى لقانون شارل بدلالة كثافة الغاز :

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

$$\therefore V_{ol} = \frac{m}{\rho} \quad (1)$$

$$\frac{(V_{ol})_1}{T_1} = \frac{(V_{ol})_2}{T_2} \quad (2)$$

بالتعويض من (1) فى (2) :

$$\frac{m_1}{\rho_1 T_1} = \frac{m_2}{\rho_2 T_2}$$

∵ كمية الغاز ثابتة.

$$\therefore m_1 = m_2$$

$$\therefore \rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$$

$$\therefore \rho T = const$$

Scanned with CamScanner

استنتاج معامل الزيادة فى ضغط الغاز عند ثبوت الحجم (β_P)

عند رفع درجة حرارة غاز من 0°C إلى t°C مع ثبوت الحجم يزداد ضغط الغاز بمقدار ΔP

يتناسب مقدار الزيادة فى ضغط الغاز (ΔP) طرديًا مع كل من :

- ضغط الغاز عند درجة صفر سيلزيوس ($P_{0°C}$) :

$$\Delta P \propto P_{0°C}$$

- التغير فى درجة حرارة الغاز (Δt) :

$$\Delta P \propto \Delta t$$

$$\therefore \Delta P \propto P_{0°C}\, \Delta t$$

$$\therefore \Delta P = \text{const} \times P_{0°C}\, \Delta t$$

$$\therefore \Delta P = \beta_P\, P_{0°C}\, \Delta t$$

$$\therefore \boxed{\beta_P = \frac{\Delta P}{P_{0°C}\, \Delta t} = \frac{P_{t°C} - P_{0°C}}{P_{0°C}\, \Delta t}}$$

* وحدة قياس معامل زيادة الضغط لغاز عند ثبوت الحجم هى كلفن$^{-1}$ (K^{-1}).

Scanned with CamScanner

إرشاد

* يمكن حساب معامل الزيادة فى ضغط غاز عند ثبوت الحجم بمعلومية ضغطه عند درجتى حرارة t_1 ، t_2 كالتالى :

- عند رفع درجة حرارة الغاز من 0°C إلى t_1 يكون :

$$P_1 - P_{0°C} = \beta_P P_{0°C} (\Delta t)_1$$

حيث : (P_1) ضغط الغاز عند t_1

$$\therefore P_1 = P_{0°C} + \beta_P P_{0°C} (t_1 - 0)$$

$$\therefore P_1 = P_{0°C} (1 + \beta_P t_1) \quad (1)$$

- عند رفع درجة حرارة الغاز من 0°C إلى t_2 يكون :

$$P_2 - P_{0°C} = \beta_P P_{0°C} (\Delta t)_2$$

حيث : (P_2) ضغط الغاز عند t_2

$$\therefore P_2 = P_{0°C} (1 + \beta_P t_2) \quad (2)$$

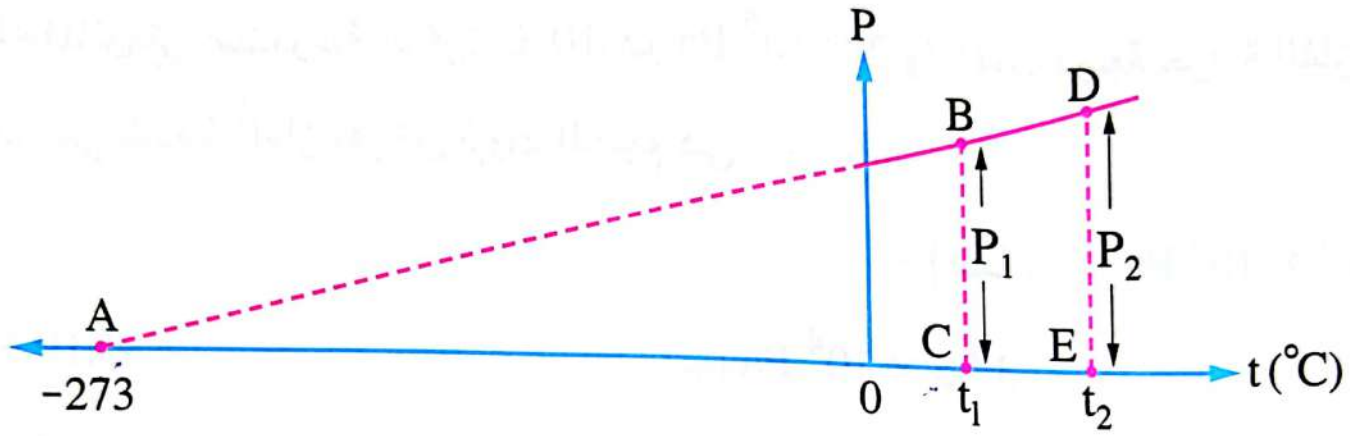
بقسمة المعادلة (1) على المعادلة (2) نجد أن :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{1 + \beta_P t_1}{1 + \beta_P t_2}$$

Scanned with CamScanner

استنتاج الصيغة الرياضية لقانون الضغط

من تشابه المثلثين ABC ، ADE فى الشكل البيانى التالى :



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

$\because BC = P_1$, $DE = P_2$

$\because AC = t_1 + 273 = T_1$, $AE = t_2 + 273 = T_2$

$$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{t_1 + 273}{t_2 + 273} = \frac{T_1}{T_2}$$

$\therefore P \propto T$

ملاحظة

Scanned with CamScanner

٤ القانون العام للغازات

من قانون بويل :

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

من قانون شارل :

$$V_{ol} \propto T$$

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

$$\therefore V_{ol} = const \times \frac{T}{P}$$

$$\therefore \frac{PV_{ol}}{T} = const$$

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

Scanned with CamScanner

* يمكن حساب معامل التمدد الحجمى لغاز تحت ضغط ثابت بمعلومية حجمه عند درجتى حرارة t_1 ، t_2 كالتالى :

$$\frac{(V_{o1})_1}{(V_{o1})_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{273 + t_1}{273 + t_2}$$

$$= \frac{\frac{273}{273} + \frac{t_1}{273}}{\frac{273}{273} + \frac{t_2}{273}} = \frac{1 + (\frac{1}{273} \times t_1)}{1 + (\frac{1}{273} \times t_2)}$$

$$\frac{(V_{o1})_1}{(V_{o1})_2} = \frac{1 + \alpha_v t_1}{1 + \alpha_v t_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Scanned with CamScanner