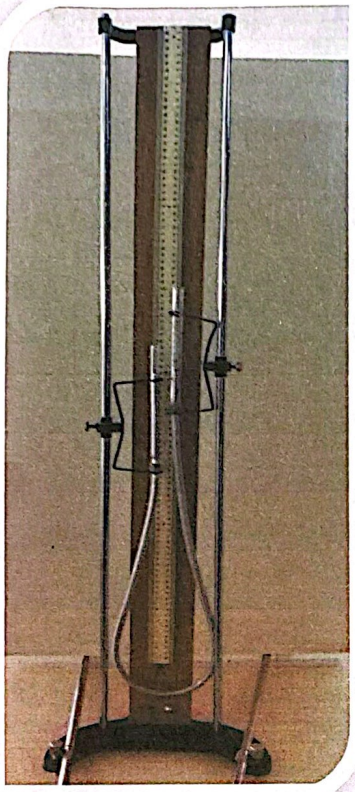
تجربة (3)
((تحقيق قانون بويل))

- **الغاية من التجربة :**

تحقيق قانون بويل و إيجاد قيمة الضغط الجوي عملياً .



- **الأجهزة و الأدوات المستخدمة في التجربة :**

يتألف الجهاز المستخدم في التجربة من أنبوبين اسطوانيين زجاجيين احدهما مفتوح من الطرفين و الآخر مفتوح من طرف ومغلق من الطرف الآخر يرتبطان مع بعضهما بواسطة أنبوبة مطاطية بحيث يكون شكل المجموعة هذه على شكل حرف (U) ويثبت كل أنبوب بواسطة ماسك مثبت على ساق معدني على جهتي مسطرة مترية ويمكن التحكم بحركة الماسك إلى الأعلى أو إلى الأسفل لكل أنبوب كما موضح في صورة الجهاز .

- **نظرية التجربة :**

ينص قانون بويل على انه ضغط كمية محدودة من غاز يتناسب عكسياً مع حجمها عند ثبوت درجة الحرارة .

أو بعبارة أخرى إن حاصل ضرب ضغط كمية من غاز في حجمها يجب أن يكون كمية ثابتة في حالة التمدد أو الانكماش بشرط ثبوت درجة الحرارة .

$$p \propto \frac{1}{v}$$

$$P\,V = \text{constant} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث أن (P) يمثل ضغط الغاز ، (V) يمثل حجم الغاز .

عند سكب الزئبق في الأنبوبة الزجاجية المفتوحة والتي تكون متصلة بالأنبوبة المطاطية من الطرف المفتوح الآخر فانه سوف يتكون هواء (غاز) محصور في الأنبوبة الزجاجية المغلقة وهذا الهواء يمثل الغاز قيد التجربة الذي نطبق عليه قانون بويل .

فإذا كان مستوى الزئبق في الأنبوبة المفتوحة أعلى من مستوى الزئبق في الأنبوبة المغلقة كما في الشكل (1) فالضغط المسلط (P) على الهواء (الغاز) المحصور في الأنبوبة المغلقة يساوي :

Scanned with CamScanner

$$P = P_o + h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

أما إذا كان مستوى الزئبق في الأنبوبة المفتوحة أوطأ من مستوى الزئبق في الأنبوبة المغلقة كما في الشكل (1) فالضغط المسلط (P) على الهواء (الغاز) المحصور في الأنبوبة المغلقة في هذه الحالة يساوي :

$$P = P_o - h \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

حيث انه :

(h) يمثل الفرق بين مستويي الزئبق في الأنبوبتين (المفتوحة والمغلقة) ويقاس بوحدة (cm . Hg)

(P_o) يمثل الضغط الجوي ويقاس بوحدة (cm . Hg)

وبما انه الأنبوبة المغلقة التي يكون بداخلها الهواء (الغاز) المحصور هي على شكل أنبوبة اسطوانية منتظمة لذا فانه حجم الاسطوانة (V) والذي يمثل حجم الهواء (الغاز) والذي يقاس بوحدة (cm^3) يساوي الآتي :

حجم الاسطوانة = مساحة القاعدة (دائرة) × الارتفاع

$$V = a \times L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

و حيث انه (a) تمثل مساحة المقطع الداخلي للاسطوانة والذي يمثل مساحة دائرة ($a = \pi r^2$) وبما انه نصف قطر الاسطوانة (r) ثابت لذا فانه مساحة الاسطوانة (a) تكون ثابتة ، ولذا فانه حجم الهواء (الغاز) المحصور في الأنبوبة المغلقة في المعادلة (4) يتناسب طردياً مع الارتفاع (L) عند ثبوت (a) ، أي انه ($V \propto L$) .

ولهذا فانه في المختبر سوف يتم حساب حجم الهواء (الغاز) المحصور (V) بدلالة الارتفاع (L) والذي يقاس بوحدة (cm) على فرض انه مساحة الاسطوانة (a) ثابتة و تساوي ($a = 1\ cm^2$) وذلك لسهولة الحسابات .

وعند تعويض معادلة (2) في معادلة (1) نحصل على الآتي :

$$(P_o + h)\, V = \text{constant}$$

$$P_o + h = \frac{\text{constant}}{V}$$

$$h = \frac{\text{constant}}{V} - P_o$$

$$h = (\text{constant})\, \frac{1}{V} - P_o \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

وبما انه معادلة المستقيم تكتب كالآتي :

$$y = mx - b \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

لذا فانه معادلة (5) تمثل معادلة مستقيم وعند مقارنة معادلة (5) مع معادلة المستقيم (6) نجد انه (h) يمثل محور (y) و ($\frac{1}{V}$) يمثل محور (x) وحيث انه (b) تمثل قيمة القطع مع محور (y) من الجهة السالبة لذا فان (P_o)

Scanned with CamScanner

تمثل قيمة القطع مع محور (h) من الجهة السالبة كما في الشكل (2) ، أما قيمة الثابت (constant) فهي تساوي الميل (m) .

- **خطوات إجراء التجربة :**

1- ساوي بين مستويي الزئبق في الأنبوبين المغلق والمفتوح وذلك بتحريك الماسك للأنبوب المفتوح للأعلى أو للأسفل مع ملاحظة عدم تحريك الأنبوب المغلق إلى نهاية التجربة بعد عملية المساواة لمستويي الزئبق لأخذ باقي القراءات ويتم تحريك الأنبوب المفتوح فقط .

2- احسب حجم الهواء المحصور (v) في الأنبوب المغلق ثم قم بقياس الفرق بين مستويي الزئبق في الأنبوبين والذي يمثل القيمة (h) .

3- ابدأ بتغيير قيمة حجم الهواء المحصور بمقدار ($1\ cm^3$) .

4- كرر الخطوة (2) لخمس قراءات مختلفة لـ (v) في حالة النقصان والزيادة عن القراءة الأولية لـ (v) عند مساواة مستويي الزئبق في الأنبوبين ورتب النتائج كما في الجدول الآتي :

V (cm^3)	$\frac{1}{v}$ (cm^{-3})	$\frac{1}{v} \times 10^{-2}$ (cm^{-3})	h $(cm.Hg)$	$P = P_o \mp h$ $(cm.Hg)$

5- ارسم مخطط بياني بين قيم مقلوب الحجم ($\frac{1}{v}$) على محور السينات وقيم الفرق بين مستويي الزئبق في الأنبوبين (h) على محور الصادات كما في الشكل (2) ومن الرسم البياني جد قيمة (P_o) التي تمثل القطع لمحور (h) من الجهة السالبة حيث أن : $P_o = |\ h\ |$

6- حقق قانون بويل وذلك برسم مخطط بياني بين قيم مقلوب الحجم ($\frac{1}{v}$) على محور السينات وقيم ضغط الهواء المحصور (P) على محور الصادات ، حيث الرسم يمثل خط مستقيم يمر بنقطة الأصل (0,0) كما في الشكل (3) ويحقق المعادلة الآتية : $P\,V = constant$

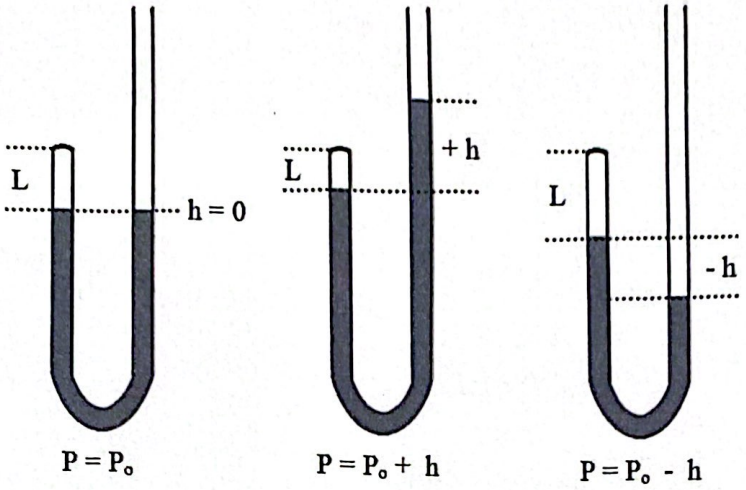
- **ملاحظات مهمة :**

1- تؤخذ قراءة التدريج في الأنبوبتين الزجاجتين بمحاذاة السطح المحدب للزئبق .

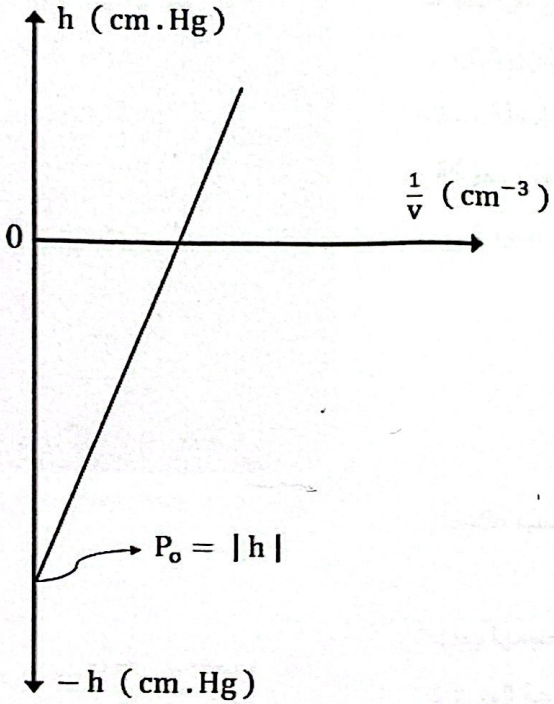
2- بما أن التغيير الفجائي لضغط الهواء يؤدي إلى تغير في درجة حرارته ، لذا يجب رفع وخفض الأنبوبة أي رفع وخفض مستوى الزئبق بصورة بطيئة ومن الأفضل أن يترك الجهاز بعد تحريكه فترة من الزمن قبل اخذ القراءة .

Scanned with CamScanner

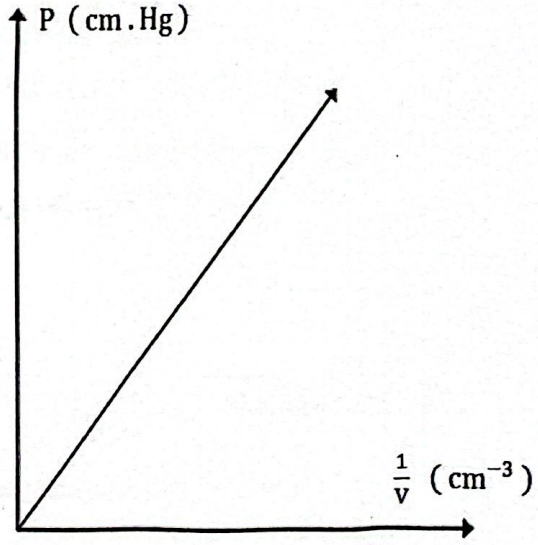
3- يجب أن يكون وضع الأنبوبتين بشكل شاقولي وبدون ميلان فيه (ناقش ذلك) .



شكل (١)



شكل (٢)



شكل (٣)

- **الأسئلة :**

س 1 : عدد خمس وحدات لقياس الضغط .

س 2 : ما قيمة الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر ؟ .

س 3 : لماذا يتم استخدام الزئبق دون غيره من السوائل الأخرى في التجربة ؟ . وضح ذلك .

Scanned with CamScanner