

# تجارب في الكيمياء الفيزيائية

## للمرحلة الثانية كيمياء

### الفصل الاول

اعداد

ا.م ايناس جبار حسن

## مفهوم الكيمياء الفيزيائية

تمزج الكيمياء الفيزيائية بين مبادئ الفيزياء والكيمياء لدراسة الخصائص الفيزيائية للجزيئات أو خواصها، فمن خلال فهم هذه الخصائص يمكن معرفة المزيد حول الطريقة التي يتم بها تجميع الجزيئات، وكذلك كيفية تأثر التركيب الفعلي للمادة الكيميائية بهذه الخصائص، وكيفية تجميع الجزيئات، وهل يمكن تركيبها أو يتم تصنيعها بتفاعل كيميائي.

كما يمكننا دراسة كيفية توحيد الجزيئات أو الذرات لتشكيل جزيئات معينة، والتعرف على الخصائص المختلفة للمادة مثل سبب حروق المركب أو قدرته على التحويل من مادة سائلة إلى مادة صلبة، ولا شك أن هذا المجال مهمًا للغاية في عالم العلوم خاصةً أنه يمهد الطريق لاكتشاف نظريات جديدة.

إنّ الكيمياء الفيزيائية كتعريف هي فرعٌ من فروع الكيمياء المعنية بالتفاعلات وتحولات المواد، ويتناول مبادئ الفيزياء الكامنة وراء جميع التفاعلات الكيميائية (مثل قوانين الغاز)، مع السعي لقياس وربط وشرح الجوانب الكمية للتفاعلات. تشمل التخصصات الفرعية للكيمياء الفيزيائية الكيمياء الكهربائية، والكيمياء الضوئية، والكيمياء السطحية، والتحفيز الكيميائي.

## حقائق عن الكيمياء الفيزيائية

عرفت الكيمياء الفيزيائية من قبل الباحثين في منتصف القرن الثامن عشر عندما استخدم ميخائيل لومونوسوف المصطلح لأول مرة في محاضرةٍ حول هذا الموضوع.

في ستينيات القرن التاسع عشر عززت الدراسات في الديناميك الحراري الكيميائي والحركية الكيميائية وغيرها من فروع العلم من فهم العلماء لكيفية عمل قوانين الفيزياء والكيمياء معًا.

قُدّم عرض تقديمي لعام 1876 من قبل جوشيا ويلارد جيبس حول العديد من المفاهيم الهامة في الكيمياء الفيزيائية.

في ثلاثينيات القرن العشرين كانت نظريات ميكانيكا الكم مرتبطةً بالكيمياء، وتمت صياغة مصطلح كيمياء الكم لأول مرة.

كانت قوانين ودراسات الفيزياء ذات أهميةٍ خاصةٍ في التطور اللاحق للكيمياء النووية وخاصةً في فصل النظائر والكيمياء الفلكية.

للكيمياء الفلكية أو الدراسة والنظريات حول التركيب الكيميائي للكون تطبيقات مستقبلية تساعد في الاستكشاف الكوني.

في الأساس؛ تعد الكيمياء الفيزيائية تطبيقاً لأكثر القوانين الفيزيائية نقاءً لحل أو تفسير التفاعلات الكيميائية. مهمة بشكل خاص في شرح كيفية ترابط الذرات معاً وردود الفعل التي يمكن أن تسبب انهيار تلك الروابط. تهتم الكيمياء الفيزيائية بشكل خاص بالتنبؤ بكيفية انضمام الذرات ثم التنبؤ بخصائص المركب الناتج. أحد الحقول الفرعية المهمة للكيمياء الفيزيائية هو كيمياء الكم والتي تنظر في تطبيقات المركبات الناتجة بناءً على تكويناتها.

يعتبر التحليل الطيفي مجالاً مرتبطاً أيضاً بالكيمياء الفيزيائية حيث من الضروري فهم موقع وتشكيل النواة وإلكتروناتها من أجل فهم وتوقع الترابط الأيوني.

هناك ما يصل إلى اثني عشر مجالاً مرتبطاً بالكيمياء الفيزيائية وجميعها لها تطبيقات نظرية أو صناعية لكل من الفيزياء والكيمياء.

### **كيفية اعداد تقرير التجربة**

- 1- اسم التجربة
- 2- الغرض من التجربة
- 3- المواد و الادوات المستخدمة في التجربة
- 4- النظرية التي يعتمد عليها اجراء التجربة
- 5- طريقة العمل : تتضمن الطريقة التي تتبعها لاجراء التجربة والتي يذكر فيها كل الاوزان والحجوم والجهاز الاساسي المستخدم
- 6- النتائج والحسابات : يذكر فيها جميع النتائج والعمليات الحسابية التي استعملت لايجاد الناتج
- 7- مناقشة النتائج التي تم الحصول عليها

## التجربة (1) : تعيين الكثافة المطلقة للسوائل

الكثافة: وهي كتله وحده الحجم وتساوي الكثافة لجسم ما كتلته الكليه مقسومه على حجمه الكلي ووحدتها هي الغرام / سم<sup>3</sup> ويرمز لها بالرمز  $\rho$  ويعبر عنها بالصيغه التاليه :

$$\rho = \frac{m}{V},$$

- كثافة  $\rho$ -
- كتلة  $m$ -
- حجم  $V$ -

و الوحدات الحجمية تقاس بالسنتيمتر المكعب (  $\text{cm}^3$  ) او بالملتر

تتأثر كثافة الجزيء بالحرارة والضغط، فعندما تتمدد الأجسام بفعل الحرارة تفقد قوتها الجاذبة ما بين جزيئاتها وبذلك تكبر المسافات ما بينها وتكثر حركتها الداخلية الجزيئية فتتمدد وعندما تنضغط وتنكمش الأجسام بفعل الضغط تكسب قوتها الجاذبة ما بين جزيئاتها(القوي الداخلية الجزيئية)(الأمر الملاحظ في الغازات على وجه الخصوص) فإن كتلتها الحجمية تزداد، ولذلك تسجل الكثافة عادةً عند درجة الحرارة عند المطلقة عند درجة الصفر المئوي والضغط الجوي. وقياس الضغط القياسيين. وهناك ما يعرف بالكثافة

والكثافة تتحكم بطبيعة المادة، فإن كانت كبيرة أصبحت المادة صلبة وإن كانت الكثافة متوسطة أصبحت المادة سائلة وإن كانت الكثافة صغيرة أصبحت غازية(ولكن ممكن ان تكون هناك مادة صلبة وتكون كثافتها اقل من السائل وذلك يعود للحجم والكتلة لجسم هذه الماده.

بالنسبة للانظمه الدوليه لا تُقاس الكثافة الكتلية للسوائل مباشرة بل تُحسب من كثافتها النسبية. الكثافة النسبية ( relative density ) هي نسبة كتلة المادة في الهواء بالدرجة 20م° إلى كتلة حجم مساوٍ من الماء بدرجة الحرارة نفسها. المصطلح "الكثافة النسبية" هو المكافئ للمصطلح المستعمل سابقاً "الثقالة النوعية specific gravity المعيّنة بدرجة الحرارة 20م°". تدل الكثافة النسبية على نسبة كتلة المادة في الهواء بدرجة الحرارة 20م° إلى كتلة حجم مساوٍ من الماء

بدرجة حرارة 4 م°. وباعتبار أن الكثافة النسبية للماء بدرجة الحرارة 20 م° هي 0.998234، فتتربط هاتين القيمتين بالمعادلة التالية:

الكثافة النسبية = الكثافة الكتلية للجسم عند 20 ° / الكثافة الكتلية للماء عند 4°

الكثافة الكتلية للماء ثابتة تقريبا 1000 كغم/م<sup>3</sup>

ويمكن تعيين كثافة أي مادة أو سائل باستخدام قنينة ذات حجم ثابت تعرف بقنينة الكثافة ومقياس كثافة السائل (hydrometer) جهاز يستخدم لقياس الكثافة النوعية للسوائل

### طريقة العمل

- 1- اغسل قنينة الكثافة " ( أو قنينة حجمية سعة 20 او 10 ml ) بالماء المقطر ثم بالاسيتون ثم جففها بالهواء .
- 2- زن قنينة الكثافة أو القنينة الحجمية وهي فارغة مع الغطاء ولتكن (w1)
- 3- املاً القنينة بالماء وضع الغطاء ثم اوزنها (w2)
- 4- جفف القنينة ثانية وضع فيها كحول اثيلي أو سائل مجهول وجد وزنها

### الحسابات

وزن السائل w3 يمكن ايجاده عن طريق  $w3 = w2 - w1$  وبما ان حجم القنينة V معلوم يمكن ايجاد الكثافة بالمعادلة التالية

$$\text{كثافة السائل} = w3 / V \text{ غم / سم}^3$$

## تجربة (2) : تعيين كثافة المواد الصلبة

كثافة الجسم الصلب يمكن تحديدها بقياس كتلة الجسم وحساب حجمه وقسمة الكتلة على الحجم. ويمكن تحديد الحجم بغمر الجسم في الماء . ويساوي حجم الجسم حجم الماء الفائض. وعند استعمال هذه الطريقة لجسم صلب يطفو في الماء، تربط ثقالة في الجسم لتغطيسه وي طرح حجم الثقالة من مجموع حجم الماء المزاح لتحديد حجم الجسم .

أمَّا كثافة الجسم الصُّلب المنتظم الشَّكل فنُحدِّد بمجرد قياس كتلة الجسم، وحساب حجمه وقسمة الكتلة على الحجم. أمَّا كثافة الجسم الصُّلب غير المنتظم الشَّكل، فنُحدِّد بغمره في مقدار معروف من سائل، وقياس حجم السائل المُزاح. ويعادل حجم السائل المُزاح حجم الجسم الصُّلب. ثمَّ تُقاس كتلة الجسم، وتقسم على حجمه .

ومن الصَّعب قياس كثافة الغازات، لأنها شديدة الانخفاض، وتتغيَّر كثيرًا بتغيُّر درجة الحرارة والضغط. ويمكن تحديد كتلة الغاز بطرح كتلة حاوية فارغة، من كتلة الحاوية نفسها وهي مملوءة بالغاز. ويمكن معرفة حجم الحاوية بقياس كمية الماء الذي تحتويه باستخدام قارورة مُدرَّجة. قياس كثافة الأجسام الصلبة غير منتظمة الشكل عملياً حسب قاعده ارخميدس

اما كثافة الجسم الصُّلب غير المنتظم الشَّكل، فنُحدِّد بغمره في مقدار معروف من سائل، وقياس حجم السائل المُزاح. ويعادل حجم السائل المُزاح حجم الجسم الصُّلب. ثمَّ تُقاس كتلة الجسم، وتقسم على حجمه.

### طريقة العمل

1- زن المادة الصلبة المراد قياس كثافتها بالميزان الحساس وليكن  $wg$  غم

2- عين حجم المادة الصلبة كما يلي

ا – ضع في القنينة المدرجة كمية من الماء المعلوم الحجم وليكن  $V1$  سم<sup>3</sup>

ب – ضع المادة المراد ايجاد كثافتها في القنينة وقس حجمها ( الحجم الجديد ) وليكن  $V2$  سم<sup>3</sup>

## الحسابات

$$V = V_2 - V_1 \quad \text{احسب حجم القطعة}$$

$$\text{كثافة المادة المجهولة} = Wg / V \quad \text{غم / سم}^3$$

### تجربة (3) : اللزوجة النسبية واللزوجة المطلقة

- اللزوجة: هي مقاومة السائل للإسياب (مقياس لسرعة سريان السائل بتأثير قوى معينة) حيث تبدي جميع السوائل مقاومة معينة للسريان، تختلف من سائل لآخر.

- فالماء أسرع في سريانه من الجلوسرين، وبذلك يعد الماء أقل لزوجة من الجلوسرين (عند نفس درجة الحرارة، كذلك فإن الماء أقل لزوجة من العسل).

- تنشأ اللزوجة من قوى الاحتكاك بين طبقات السائل في أثناء حركتها لبعضها البعض (سببها وجود قوى تجاذب (تماسك) بين جزيئات السائل تسبب احتكاكاً داخلياً)، ويكون هذا التأثير ضعيفاً في المحاليل ذات اللزوجة المنخفضة كالكحول الإيثيلي والماء ذات الانسياب السهل (السريع). المحاليل الأخرى كعسل النحل أو زيوت المحركات ذات اللزوجة العالية فيكون انسيابها بطيئاً إلى حد كبير.

- كذلك يمكن القول بأن احتكاك الطبقات المتجاورة في الجلوسرين أكبر من احتكاك الطبقات المتجاورة في الماء، ولهذا تقل سرعة سريان الجلوسرين عن سرعة سريان الماء ويصبح الجلوسرين أكثر لزوجة من الماء.

- وإذا فرضنا أننا وضعنا سائلاً في أنبوبة ضيقة وأثرنا عليه بقوة ما مثل فرق في الضغط بين طرفي الأنبوبة، فإن السائل يبدأ في السريان في الأنبوبة، ولكن السرعة التي تتحرك بها طبقات هذا السائل تختلف من طبقة إلى أخرى، فالطبقة الرقيقة الملامسة لجدار الأنبوبة تكون ساكنة تقريباً، وتتزايد سرعة حركة الطبقات كلما بعدنا عن جدار الأنبوبة، وتصل هذه السرعة إلى أقصاها في الطبقات الوسطى من السائل، ثم تقل بعد ذلك تدريجياً حتى تصل إلى جدار الأنبوبة المقابل (انظر الشكل التالي)

- يعمل هذا الاحتكاك بين طبقات السائل على مقاومة الحركة ويؤدي إلى ظاهرة اللزوجة.  
وقد وجد من التجارب العلمية أن قوى الاحتكاك (F) التي تضاد الحركة النسبية كطبقتين متلاصقتين  
واللازمة  
لكي يبقى هناك فرق ثابت من سرعة الطبقتين المتتاليتين يتناسب طردياً مع مساحة سطح التماس بين  
طبقتي السائل.

$$F \propto S$$

حيث (S) هي مساحة سطح التماس وهي تتناسب مع معدل تغير السرعة:

$$dV/dx \propto F$$

حيث (V) السرعة و (X) المسافة التي تفصل الطبقتين.

بالجمع بين العلاقتين السابقتين نجد أن:

حيث  $\eta$  ثابت ويعرف بمعامل اللزوجة.

$$\text{قوى الاحتكاك} = \text{معامل اللزوجة} \times \text{مساحة سطح التماس} \times (\text{سرعة على المساحة})$$

- تعتمد سرعة الجزيئات وتدفق السوائل على درجة لزوجة السائل، فكلما زادت اللزوجة قلت سرعة  
الإنسياب. فمثلاً الجلسرين أكثر لزوجة من الماء، ولذلك فإن الماء أكثر انسياباً من الجلسرين. كذلك زيوت  
المحركات انسيابها بطيء مقارنة بالماء، ولذلك فهي أكثر لزوجة من الماء.



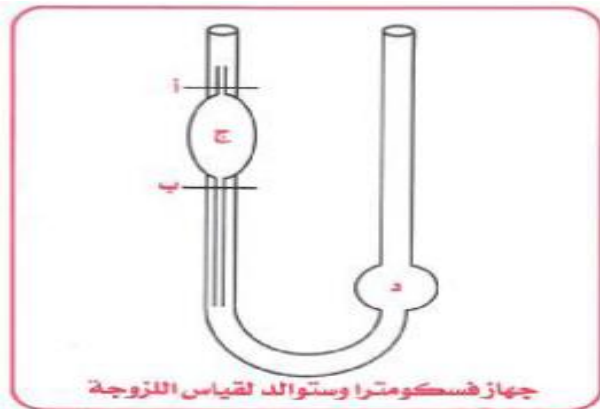
- يتم تصنيع زيوت السيارات بدرجات مختلفة. وذلك للإستخدام وفق الفصل (صيف أم شتاء)، فالزيت ذو الدرجة العالية يدل على ارتفاع لزوجته وبالتالي يصلح للإستخدام في فصل الصيف الذي يمتاز بارتفاع درجة حرارته. بينما في الشتاء تستخدم الزيوت ذات الدرجة المنخفضة.

- اللزوجة في السوائل أكبر منها بكثير عن الغازات بسبب زيادة قوى التجاذب في السوائل .  
 عند جريان السائل خلال انبوبة شعيرية طويلة للمادة التي تبللها يظهر بسرعة قليلة يعطي حجم  $V$  المار خلال مقطع الانبوب في الزمن  $t$  بمعادلة بوازيه

$$\eta = \frac{\pi r^4 P t}{8 V L}$$

علما ان  $p$  يمثل فرق الضغط مابين طرفي الانبوب ذي الطول  $L$  ونصف قطر الانبوبة  $r$   
 وبهذا فإن تعيين اللزوجة المطلقة للسوائل يتضمن قياس دقيق لكل من  $l, r, t, p$  ويمكن اعادة مقارنة لزوجة للسائل بصورة كافية مع لزوجة الماء او سائل قياسي اخر بقياس الازمنة اللازمة لحجوم متساوية من السائلين للجريان خلال نفس الانبوبة الشعيرية تحت الضغوط الناشئة من اوزانها

- تقاس اللزوجة عادة بما يسمى باللزوجة النسبية وذلك بقياس زمن سريان حجم معين من سائلين مختلفين خلال أنبوبة شعيرية، ثم نقارن زمن سريانها. ويمكن ايجادها عملياً باستخدام جهاز فيسكوميتير (استوالد) Ostwald Viscometer



خطوات قياس اللزوجة النسبية لسائل باستخدام جهاز الفيسكومتر:

(1) توضع كمية مناسبة من السائل المراد ايجاد لزوجته في الإنتفاخ (د)

(2) يسحب السائل إلى الإنتفاخ (ج)

(3) نحسب الزمن ( $t_1$ ) الذي يستغرقه السائل للسريان من العلامة (أ) إلى العلامة (ب)

(4) يغسل الجهاز ثم تعاد التجربة مع سائل آخر ونحسب الزمن ( $t_2$ ) له بنفس الخطوات السابقة.

(5) بمقارنة  $t_1$  مع  $t_2$  يمكن حساب معامل اللزوجة.

إذا كانت  $\eta_1, \eta_2$  لزوجة سائلين ذوي كثافة  $p_1, p_2$  وازمان السريان  $t_1, t_2$  فنستخدم المعادلة التالية لايجاد اللزوجة النسبية او اللزوجة المطلقة لسائل معين

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

## العوامل المؤثرة في اللزوجة

1- درجة الحرارة:

- تقل اللزوجة بارتفاع درجة الحرارة ، لأن زيادة درجة الحرارة يزيد من حركة الجزيئات فتقل نسبياً قوى التجاذب بين الجزيئات، فإذا قل التجاذب قلت اللزوجة. لذلك ينصح سائقوا السيارات باستخدام زيوت عالية اللزوجة في الصيف. وقليلة اللزوجة في الشتاء.

- وقد وجد أن لزوجة السائل تقل بمقدار (1-2%) لكل ارتفاع في درجة الحرارة مقداره ( $1\text{ C}^0$ ).

2- الوزن الجزيئي

تزداد اللزوجة بازدياد حجم الجزيئ (الوزن الجزيئي) في المركبات المتجانسة (من نوع واحد) فمثلاً في

الهيدروكربونات لزوجة المركب  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  أكبر من  $\text{C}_7\text{H}_{16}$

3- قوى التجاذب

قوى الجذب بين الجزيئات تعتبر مقياس مبدئي للزوجة السوائل، فكلما زاد التجاذب بين الجزيئات تزداد صعوبة حركة الجزيئات وبالتالي تزداد لزوجة السائل. فمثلاً السوائل ذات الجزيئات القطبية تكون أعلى لزوجة.

وبالتالي فإن السوائل التي تمتاز جزيئاتها بقوى تجاذب عالية ذات لزوجة عالية.

#### 4- وجود مواد ذائبة

المواد المذابة في السائل تؤثر في اللزوجة، فمثلاً وجود السكر في الماء يزيد من لزوجة الماء، أما وجود الأملاح الأيونية في الماء فإنها تقلل من لزوجة الماء. ووجود المواد العالقة في السائل يزيد من لزوجته، فمثلاً الدم أعلى لزوجة من الماء بسبب وجود البروتينات والصفائح الدموية العالقة فيه.

#### 5- الضغط

بزيادة الضغط على السائل تزداد قوى التجاذب بين جزيئات السائل، وبالتالي تزداد اللزوجة بعض الشيء .

#### 6- شكل الجزيء وتركيبه

يلعب شكل جزيئات السائل وتركيبها دوراً كبيراً في مقدار لزوجتها، فالسوائل ذات الجزيئات الكبيرة وغير المنتظمة الشكل (التي يكون شكل جزيئاتها معيقاً لحركتها) تكون أكثر لزوجة من الجزيئات الصغيرة المتماثلة في الشكل.

### طريقة العمل

1- نظف مقياس اللزوجة جيداً وجففه قدر الامكان

2- يثبت جهاز اللزوجة الزجاجي بصورة شاقولية وبواسطة حامل

3- يوضع حجم معلوم وثابت من الماء المقطر ويسحب بواسطة طريقة المص ومروره خلال الانبوبة الشعرية الموجودة في الجهاز ويسجل زمن امرار الماء من النقطة c الى B مع منع تكون فقاعات في الانبوبة الشعرية والتي تؤثر على زمن مرور السائل

4- يترك السائل ليسيئ ويقاس الزمن اللازم ليتحرك سطح السائل من العلامة C الى B باستعمال ساعة توقيت وتكرر العملية ويؤخذ متوسط القيمة

5- اعد الخطوات السابقة باستخدام سائل مجهول قيمة اللزوجة في نفس ظروف التجربة من حجم ودرجة حرارة معلومين وقياسين ثم حدد زمن نزول السائل

الحسابات

متوسط زمن مرور الماء المقطر والسائل المجهول  $t_1, t_2$

كثافة الماء والسائل المجهول  $d_1, d_2$

لزوجة الماء في درجة 25 م = 0.008937 بواز

البواز = داين / سم<sup>3</sup> وحدة السرعة

يحدد اللزوجة المطلقة من القانون التالي

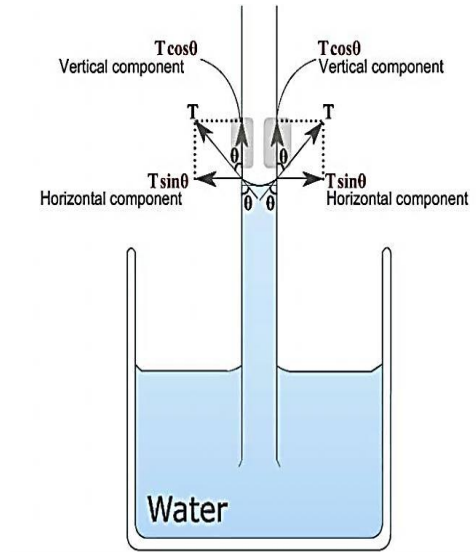
$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$$

#### تجربة (4) : تعيين ارتفاع السائل في انبوبة شعيرية وتعين الشد السطحي

هناك طرائق كثيرة متوفرة لقياس الشد السطحي, منها طريقة وزن القطرة او استخدام جهاز قياس الشد السطحي او طريقة ضغط الفقاعات او طريقة ارتفاع السائل في الانابيب الشعيرية وتعد الطريقة الاخيرة من احسن الطرائق المستخدمة لقياس الشد السطحي.

الطريقة المستخدمة في هذه التجربة هي طريقة ارتفاع السائل في الانابيب الشعيرية وان هذه الطريقة تعتمد على حقيقة كون معظم السوائل عندما يغمس فيها انابيب شعيرية ترتفع داخل الانابيب الى ارتفاع اعلى من مستوى سطح السائل خارج الانبوب, وان هذا يحدث فقط عندما تكون للسائل قابلية التصاق الى الانابيب الزجاجية. اما اذا كان السائل لا يلتصق مع الزجاج (كالزئبق) فان سطح السائل داخل الانابيب الشعيرية ينخفض عن مستوى السائل خارج الانابيب ويكون سطح السائل في هذه الحالة محدباً بينما في الحالة الاولى مقعراً.

ويوضح الشكل التالي ارتفاع الماء تلقائياً في أنبوبة شعيرية مغمورة في إناء يحتوي على ماء تسمى هذه الظاهرة بالخاصية الشعيرية وهي مهمة جداً خاصة في عالم النبات إذ أنها هي المسؤولة عن ارتفاع الماء المحمل بالغذاء عبر الجذور والسيقان إلى الأجزاء الأخرى من النبات.



وعندما تكون زاوية البلل اقل من 90° فان قوة تلاصق جزيئات السائل بالسطح اكبر من قوة التماسك لذلك سيرتفع في الانبوبة الشعرية (يميل الى تسلق جدارها), بينما عندما تكون زاوية البلل اكبر من 90° فان قوى التماسك بين جزيئات السائل اكبر من قوى التلاصق لذلك لا يميل السائل الى الالتصاق بجدار الانبوبة الشعرية وينخفض مستواه داخله.

ومن اجل فهم نظرية طريقة ارتفاع السائل في الانابيب الشعرية, لنتصور ان انبوبة شعرية متجانسة ذات نصف قطر (r) غمست في اناء يحتوي على سائل له القابلية على ترطيب الجدران عندما يقوم السائل بترطيب جدران الانبوبة يزداد السطح الخارجي للسائل ولجل تقليل السطح الخارجي للسائل يجب ان يرتفع السائل داخل الانبوبة الشعرية وهكذا عند ارتفاع السائل داخل الانبوبة الشعرية يقوم السائل بترطيب جدران الانبوبة مرة ثانية فيزداد سطح السائل داخل الانبوبة عندها يبدأ السائل بالارتفاع مرة ثانية وهكذا تستمر العملية الى ان تصبح قوة الشد السطحي التي تقوم بدفع السائل الى الاعلى مساوية الى القوة الناتجة عن وزن عمود السائل التي تؤثر الى الاسفل.

عندما يتوقف ارتفاع السائل داخل الانبوبة الشعرية, فان السائل يكون واقعا تحت تأثير قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه, وهما: قوى الشد السطحي (f1), وقوى الجاذبية الارضية (f2)

تأثير درجة الحرارة على الشد السطحي للسائل

يقل الشد السطحي لسائل بزيادة درجة الحرارة حيث ان قوى التجاذب الداخلية للجزيئات تقل مما يؤدي الى زيادة تحرر الجزيئات. ويمكن تفسير ذلك, بانه عند رفع درجة الحرارة لسائل ما فان الطاقة الحركية لجزيئات السائل تزداد مما يجعلها قادرة على ان تتغلب على قوى التجاذب الواقعة بينها حيث تبدأ في الابتعاد عن بعضها البعض مما يؤدي الى تمدد السائل .

وتعتمد القوى المؤثرة على جزيئات سطح السائل والتي تجذب هذه الجزيئات الى الداخل على عدد جزيئات السائل في وحدة الحجم ونظرا لتمدد السائل بالحرارة يقل عدد الجزيئات التي تشغل وحدة الحجم وبذلك تقل قوى الجذب الناتجة من هذه الجزيئات ويقل معها الشد السطحي بارتفاع درجة الحرارة.

عند التوازن تتساوى القوة نحو الاعلى ونحو الاسفل وبالتالي يكون القانون الاخير هو

$$\gamma = \frac{1}{2} h \rho g r$$

$\gamma$  = الشد السطحي

$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$  = كثافة السائل (الماء)

$h$  = ارتفاع السائل في الانبوبة الشعرية

$g = 980 \text{ cm/sc}^2$  = التعجيل الارضي

$r$  = نصف قطر الانبوبة الشعرية

### طريقة العمل

- 1- حضر ماصة او انبوبة شعرية وتأكد من عدم وجود فقاعات فيها ومن نظافتها
- 2- ثبت الماصة او الانبوبة الشعرية بصورة شاقولية واغمر جزء منها بالسائل المراد قياس الشد السطحي له والموجود في بيكر
- 3- اترك السائل يرتفع الماصة او الانبوبة الشعرية ، سيرتفع ثم يهبط الى ان يصل الى نقطة معينة يقاس عندها ارتفاع السائل من مستوى سطح الماء الى اعلى حد يصل اليه في الانبوبة اجري القياس عدة مرات وخذ معدل القراءات

### الحسابات

عند حساب ارتفاع السائل يتم حساب الشد السطحي له من العلاقة

$$\gamma = \frac{1}{2} h \rho g r$$

## تجربة (5): تعيين الوزن الجزيئي لسائل متطاير

تعتمد طرق ايجاد الوزن الجزيئي للمواد المتطايرة في حالتها البخارية على فرضية افوكادر.

-تنص نظرية أفوجادرو على أن:

" الحجوم المتساوية من الغازات تحتوي على نفس العدد من الجزيئات فيما لو قيست في الظروف القياسية."

أو بمعنى آخر

"إن الحجم الذي يملكه المول الواحد من أي غاز مثالي عند الظروف القياسية يساوي 22.4 لتر ويسمى بالحجم المولي "Molar Volume"

-ومن المعادلة العامة للغازات المثالية :

$$P \cdot V = nRT$$

حيث أن  $n = \text{عدد المولات وتساوي } w/M$

إذ أن المول الواحد من الغاز يشغل عند الضغط الجوي ودرجة حرارة الصفر المئوي حجم قدره 22.4 لتر فإذا كانت المادة سائلة توضع في إناء وتبخر بالتسخين في الحمام المائي ثم يعين وزن البخار الذي احتجز داخل الوعاء.

أما حجم البخار فيمثل حجم الإناء. يحول هذا الحجم إلى الظروف القياسية ثم يحسب الوزن الجزيئي للمادة باستخدام فرضية أفوجادرو

$$M = \frac{w \times 22400}{V_2}$$

الوزن الجزيئي للمادة عن STP يشغل حجم مقداره (22400 سم<sup>3</sup>)



$W = \text{وزن البخار بوحدة gm}$

$V_2 = \text{حجم البخار في STP بوحدة ml}$

$M = \text{الوزن الجزيئي بوحدة gm/mole}$

### طريقة العمل

1- نزن الدورق الدائري وهو فارغ مع شريحة الالمنيوم  $w_1$

2- نضع 3 ml من السائل المتطاير في هذا الدورق وتغطي الفوهة بشريحة الالمنيوم ونقوم بثقب غطاء الالمنيوم حتى يخرج الهواء والبخار الزائد عن عنق الدورق قدر الأماكن

3- نضع الدورق في حمام مائي بدرجة الغليان يمسك بواسطة ماسك حديدي ونسخن حتى يتبخر السائل في الدورق بما في ذلك القطرات المتكاثفة على عنق الدورق.

4- يبرد الدورق لتكثيف بخار السائل المتبقي ونزنه مع شريحة الالمنيوم  $w_2$

5- نملاً الدورق تماماً بالماء ثم يقاس حجم الماء بوضعه في اسطوانة مدرجة وهو حجم ما يشغله بخار المادة المتطايرة  $V$

### الحسابات

نطبق القانون العام للغازات

$$P \cdot V = nRT$$

$$PV = (W_t / MW_t) RT$$

$P = \text{الضغط الجوي الاعتيادي بوحدة (1 atm)}$

$V = \text{حجم البخار ويساوي حجم الدورق (ml) ويحول الى لتر}$

$n = \text{عدد المولات} = W_t / MW_t$  حيث ان

$w_1 = \text{وزن الدورق وهو فارغ} + \text{شريحة الالمنيوم}$

وزن الدورق + شريحة الالمنيوم + وزن بخار السائل =  $w_2$

وزن بخار السائل المتبقي في الدورق بعد التكاثف  $w = w_2 - w_1$

$M.Wt$  = الوزن الجزيئي وهو المطلوب بالتجربة ووحداته (gm/mol)

$R$  = الثابت العام للغازات = 0.082 ووحداته L.atm / mol. K

$T$  = درجة غليان الحمام المائي =  $(100 + 273) k$