

## كمية المادة

### I - وحدة كمية المادة : المول

#### 1 - تعريف بالمول

##### النشاط 1

مسمار من الحديد يتكون من نظير الحديد  $^{56}_{26}Fe$  ، كتلته 112g .

1 - أحسب عدد الذرات الموجودة في هذا المسمار إذا اعتبرنا أن كتلة نوية تساوي تقريبا  $1,67.10^{-27} kg$  وكتلة

$$الإلكترونات  $m_e = 9,1.10^{-31} kg$  .$$

\* حساب كتلة ذرة واحدة من نظير الحديد

$$M_{atome}(Fe) = M_{nucl} + M_{elec} \\ = 93,54.10^{-27} kg$$

\* عدد ذرات نظير الحديد الموجودة في المسمار :

$$N = \frac{0,112}{93,54.10^{-27}} = 1,198.10^{24}$$

2 - يلاحظ أن مسمار كتلته 112g يحتوي على عدد كبير من ذرات نظير الحديد  $^{56}_{26}Fe$  فمن الصعب استعمال هذا العدد الميكروسكوبي

في العمليات الحسابية ، لهذا قرر العلماء الكيميائيون التعامل مع مجموعة عيا نية ( ميكروسكوبية ) تتكون من عدد محدود وكبير من الذرات ( الجزيئات ، الأيونات والإلكترونات أو دقائق أخرى أو مجموعة نوعية من هذه الدقائق ) كوحدة كمية المادة سميت بالمول . وتم تعريف وحدة كمية المادة : المول على الشكل التالي :

" **المول هو كمية المادة لمجموعة تحتوي على عدد من المكونات الأساسية يساوي عدد الذرات الموجودة في**

$$\underline{0,012kg \text{ من الكربون } ({}^{12}_6C)}$$

#### 2 - ثابتة أفوكادرو

أ - أحسب عدد الذرات الموجودة في 0,012kg من الكربون 12 ، إذا علمت أن  $m(C) = 1,993.10^{-23} g$

$$\frac{12,0}{1,993.10^{-23}} = 6,022.10^{23}$$

هذا العدد يسمى **بعدد أفوكادرو**

ونطلق اسم **ثابتة أفوكادرو** على المقدار :  $N_A = 6,022.10^{23} mol^{-1}$  أي أن كمية المادة الموجودة في مادة معينة تحتوي على عدد

$$N \text{ من المكونات الأساسية هي } n = \frac{N}{N_A}$$

ب - استنتج كمية مادة الحديد الموجودة في المسمار .

$$n(Fe) = \frac{1,198.10^{24}}{6,022.10^{23}} \cong 2 mol$$

#### النشاط 2

أحسب عدد ذرات النحاس المتواجدة في مول واحد من النحاس .

أحسب عدد جزيئات الماء المتواجدة في مول واحد من الماء .

أحسب عدد الجزيئات السكروز  $C_{12}H_{12}O_{11}$  المتواجدة في مول واحد من السكروز .

أحسب عدد الأيونات  $Cl^-$  المتواجدة في محلول كلورور الصوديوم

نستنتج أن :

رمز العنصر الكيميائي يمثل مولا واحدا من هذا العنصر

صيغة الجزيئة تمثل مولا واحدا من جزيئات الجسم الخالص .

$Cl^-$  تمثل مولا واحدا من أيونات الكلورور

### II - الكتلة المولية الذرية

**تعريف:** الكتلة المولية الذرية لعنصر كيميائي هي كتلة مول واحد من ذرات هذا العنصر ونرمز لها ب  $M(X)$  ونعبر عنها ب  $g/mol$  و X

رمز العنصر الكيميائي

#### مثال ( النشاط 3 )

تمثل عينات المواد التالية مولا واحدا من كل مادة :  $32,0g$  من الكبريت S و  $108g$  من فلز الفضة Ag .

1 - بين أن هذه العينتان تضما نفس عدد الأنواع الكيميائية . أعط قيمة هذا العدد .

$$\text{عندنا } M(S) = m(s).N_A \text{ و } M(Ag) = m(Ag).N_A \text{ مما يبين أن العينتان تضمان نفس العدد وهو } N_A$$

بحيث أن  $m(S)$  كتلة ذرة واحدة من الكبريت

2 - أحسب كتلة مول واحد من ذرات الكبريت وكتلة مول واحد من ذرات الفضة .

ذ. علال محداد

[www.chimiephysique.ma](http://www.chimiephysique.ma)

الجدع المشترك العلمي

كتلة مول واحد من ذرات الكبريت هي 32.0g  
 كتلة مول واحد من ذرات الكبريت هي M(S)  
 إذن M(s)=32.0g/mol والتي تمثل الكتلة المولية الذرية للكبريت.

## مثال 2

نعتبر العنصر الكيميائي النحاس Cu في الحالة الطبيعية يتكون أساسا من نظيرين  $^{63}\text{Cu}$  و  $^{65}\text{Cu}$  وفارثهما النظرية على التوالي هي : 69,1% و 30,8% .

أحسب الكتلة المولية الذرية لعنصر النحاس في الحالة الطبيعية .

نعلم أن الكتلة المولية لعنصر كيميائي تساوي تقريبا عدد الكتلة A

إذن  $M(^{63}\text{Cu})=63\text{g/mol}$  و  $M(^{65}\text{Cu})=65\text{g/mol}$  إذن فكتلة مول واحد من ذرات النحاس في الحالة الطبيعية هي

$$M = 0,691 \times M(^{63}\text{Cu}) + 0,308 \times M(^{65}\text{Cu}) \cong 63,5 \text{ g / mol}$$

## III - الكتلة المولية الجزيئية

### 1 - تعريف

تسمى الكتلة المولية الجزيئية لجسم خالص ما ، كتلة مول واحد من جزيئات هذا الجسم ونعبر عنها ب Kg/mol أو ب g/mol

### 2 - كيفية حساب الكتلة المولية الجزيئية

أحسب الكتلة المولية للجزيئات التالية :

الجزيئات	الكتل المولية الجزيئية (g/mol)
ثنائي الأوكسجين $\text{O}_2$	
ثنائي الأزوت $\text{N}_2$	
الميثان $\text{CH}_4$	
الساكاروز $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	
حمض الكبريتيك $\text{H}_2\text{SO}_4$	

أحسب الكتلة المولية للمركبات الأيونية

الصيغة الإجمالية للمركبات الأيونية	
كلورور الصوديوم Na Cl	
أوكسيد الألومنيوم $\text{Al}_2\text{O}_3$	
هيدروكسيد النحاس II $\text{Cu}(\text{OH})_2$	

## VI - الحجم المولي لغاز

### 1 - تعريف :

الحجم المولي لغاز هو الحجم الذي تشغله كمية مادة تساوي مولا واحدا من هذا الغاز .

### 2 - قانون أفوكادرو أمبير

#### النشاط 5

قارورتان A و B من نفس الحجم  $V_A=V_B$  . تحتوي القارورة A على غاز ثاني أوكسيد الكربون والقارورة B على غاز ثنائي الأوكسجين .

كتلة غاز ثنائي أوكسيد الكربون في القارورة A هي  $m_A=2,6\text{g}$  وكتلة غاز ثنائي الأوكسجين في القارورة B هي  $m_B=1,9\text{g}$  .

ما هي كمية مادة الغاز في كل قارورة ؟ نعطي  $M(\text{O})=16\text{g/mol}$  و  $M(\text{C})=12\text{g/mol}$

نعلم أن مول واحد من غاز ثنائي أوكسيد الكربون كتلته  $M(\text{CO}_2)=44\text{g}$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m_A}{M(\text{CO}_2)} = 0,06 \text{ mol} \text{ هي } m_A=2,6\text{g} \text{ كتلته}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{m_B}{M(\text{O}_2)} = 0,06 \text{ mol}$$

نستنتج  $n(\text{CO}_2) = n(\text{O}_2)$  أي نفس عدد الجزيئات في كل قارورة

تعمم هذه النتيجة على كل الغازات

في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط ، تحتوي حجوم متساوية لغازات مختلفة على نفس كمية المادة ( أو نفس عدد مولات الجزيئات )

### \* قانون أفوكادرو - أمبير

يشغل مول الجزيئات نفس الحجم في نفس الشروط لدرجة الحرارة والضغط ، কিفما كانت طبيعة الغاز .

في نفس الشروط 1 mol من غاز الأوكسجين يشغل حجما  $v_m(\text{O}_2)$

1 mol من غاز ثنائي الهيدروجين حجما  $v_m(\text{H}_2)$

حسب قانون أفوكادرو - أمبير  $v_m(\text{O}_2)=v_m(\text{H}_2)=\text{Cte}$

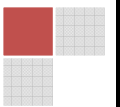
3 - الشروط النظامية والحجم المولي النظامي

الضغط النظامي:  $p_0=1\text{atm}$

ذ. علال محداد

[www.chimiephysique.ma](http://www.chimiephysique.ma)

الجدع المشترك العلمي



درجة الحرارة النظامية  $T_0 = 273,15K$  أي  $t = 0^\circ C$  درجة الجليد المنصهر .

هذه الشروط تسمى بالشروط النظامية لدرجة الحرارة والضغط .

تعريف بالحجم المولي النظامي: نسمي الحجم المولي النظامي الحجم الذي يشغله مولا واحدا من جزيئات الغاز في الشروط النظامية

. ويساوي  $V_m = 22,4 \ell / mol$

#### 4 - تعيين كثافة غاز بالنسبة للهواء

نعرف كثافة غاز بالنسبة للهواء بالعلاقة التالية :  $d = \frac{m}{m'}$

$m$  كتلة حجم من الغاز

$m'$  كتلة الحجم نفسه من الهواء

في الشروط النظامية : الحجم المولي النظامي  $V_m = 22,4 \ell / mol$  والكتلة الحجمية للهواء في الشروط النظامية تساوي

$1,293 \text{ g} / \ell$

نحسب كتلة مول واحد من الهواء هي  $M' = \rho \cdot V_0 = 1,293 \times 22,4 = 29 \text{ g} / mol$

ومنه نستنتج كثافة غاز بالنسبة للهواء  $d = \frac{M}{29}$

$M$  الكتلة المولية للغاز .

مثال : أحسب كثافة غاز ثنائي أوكسيد الكربون .

#### V - كمية المادة

##### 1 - العلاقة بين كمية المادة والكتلة

عينة كتلتها  $m$  تتكون من نفس النوع  $X$  ( ذرات ، جزيئات الخ .. ) كتلته المولية  $M(X)$  عدد مولات النوع  $X$  في هذه العينة هو  $n(X)$  بحيث أن المقادير 1 ،  $M(X)$  ،  $m(X)$  ،  $n(X)$  تتناسب فيما بينها :

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \quad \text{أي أن} \quad \frac{n(X)}{1} = \frac{m(X)}{M(X)}$$

##### 2 - كمية المادة والحجم المولي

نعلم أن مول واحد من غاز حجمه  $V_m$  إذن عدد المولات  $n$  في حجم  $v$  من هذا الغاز هي  $n = \frac{v}{V_m}$

**ملحوظة:** نأخذ  $v$  و  $V_m$  في نفس شروط درجة الحرارة والضغط.

#### التركيز المولي للأنواع الكيميائية في محلول

#### I - المحلول المائي

##### 1 النشاط التجريبي

نأخذ ثلاثة كؤوس (1) و(2) و(3) من فئة 250ml .

الكأس (1) : 200ml من الماء و 20g من السكاروز ( السكر العادي )  $C_{12}H_{12}O_{11}$  .

الكأس (2) : 200ml من الماء و 1g من كلورور الصوديوم NaCl .

الكأس (3) : 200ml من الماء و 1g من بلورات كبريتات النحاس II (  $CuSO_4$  ) .

1 - انجز المناولات السابقة . ما اسم الظاهرة المحدث في كل كأس ؟

2 - ما الدور الذي يلعبه كل من السكاروز وكلورور الصوديوم وكبريتات النحاس II و الماء ؟

3 - ما هي الأنواع الكيميائية المتواجدة في كل المحلول ؟

عند إضافة السكاروز وبلورات كلورور الصوديوم وكبريتات النحاس II إلى الماء يلاحظ أنها تذوب في الماء فتكون خليطا متجانسا يسمى

المحلول المائي . وتسمى هذه الظاهرة الذوبان .

الدور الذي يلعبه كل من السكاروز وكلورور الصوديوم وكبريتات النحاس II المذاب والماء يلعب دور المذيب

يحتوي المحلول المائي للسكاروز على جزيئات السكاروز المذابة  $C_{12}H_{12}O_{11}$  وجزيئات الماء  $H_2O$  .

خلاصة

\* نسمي محلول كل محلول ناتج عن ذوبان مذاب في مذيب .

\* المحلول سائل متجانس يحتوي على عدة أنواع كيميائية : جزيئات وأيونات

\* يمكن للمذاب أن يكون في حالة سائلة أو صلبة أو غازية

\* يمكن للمذيب أن يكون ماء أو مركبا عضويا ( كحول - سيكلوهكسان .... )

\* نسمي محلول مائيا محلول ناتج عن ذوبان جسم في الماء .

#### II - التركيز المولي لنوع مذاب في محلول غير مشبع

ذ. علال محداد

[www.chimiephysique.ma](http://www.chimiephysique.ma)

الجدع المشترك العلمي



## تعريف :

يساوي التركيز المولي لمحلول ( أو التركيز المولي للمذاب X ) كمية مادة المذاب المتواجدة في لتر واحد من المحلول ، وحدته في النظام العالمي للوحدات هي : mol/l ، ويعبر عنه بالعلاقة التالية :

$$C = \frac{n(X)}{V}$$

بحيث أن C :: التركيز المولي بالوحدة mol/l و n(X) كمية مادة النوع X بالمول و V حجم المحلول ب اللتر .

يرمز كذلك إلى التركيز المولي لنوع كيميائي X ب [X] .

## النشاط التجريبي 2

لتحضير محلول مائي للساكاروز ذي تركيز  $C_0$  نحتاج إلى المعدات التالية : ميزان إلكتروني - حقة - ملوق - حوالة معيارية من فئة 250ml - مخبار مدرج من فئة 200ml - كأس من فئة 250ml - ماصة - لإجاصة مطاوية - ماء مقطر - مسحوق سكر .

## المناولة التجريبية

- نضع الحقة فارغة في الميزان ، ونضبط الصفر بواسطة زر العيار .
- بواسطة ملوق نضع كمية من الساكاروز في الحقة ، نقيس  $m=50,0g$  من الساكاروز .
- ندخل بواسطة قمع ، كمية من الساكاروز المقاسة ، في الحوالة المعيارية النظيفة .
- نغسل الحقة والقمع بواسطة الماء المقطر ، حيث يضاف ماء الغسيل إلى الحوالة المعيارية .
- باستعمال مخبار مدرج نملاً ثلثي الحوالة بالماء المقطر .
- نسد فوهة الحوالة المعيارية ، ونحركها حتى يدوب الساكاروز .
- نضيف الماء المقطر حتى الاقتراب من خط المعيار للحوالة .
- نضبط بواسطة ماصة مستوى الماء المقطر حتى خط العيار .
- نسد من جديد الحوالة ، ونحركها بقلبيها . نحصل على محلول  $S_0$  للساكاروز .

## استثمار التجربة

- 1 - لماذا يجب غسل الحقة والقمع في المرحلة الرابعة ؟
- 2 - فسر لماذا يجب تحريك المحلول مع سد فوهة الحوالة خلال عملية التحريك ؟
- 3 - لماذا يضبط مستوى الماء بواسطة ماصة عند خط المعيار ؟
- 4 - لتكن  $C_0$  تركيز جزئيات الساكاروز في المحلول  $S_0$  المحضر . أعط تعبير هذا التركيز . تم احسبه .

## الأجوبة

يجب غسل الحقة والقمع حتى تتم إذابة الدقائق الصغيرة من الساكاروز المتبقية في الحقة والقمع .  
نحرك المحلول لكي تكون هناك إذابة كاملة لجزئيات الساكاروز وسد فوهة الحوالة يمنع أي ضياع للمحلول ويكون تحضير المحلول جد مضبوط .

يضبط مستوى الماء بواسطة ماصة عند خط المعيار . استعمال الماصة لكي تكون الإضافة دقيقة جدا وهذا يتطلب التحكم في هذه الإضافة قطرة قطرة حتى لا نتجاوز خط المعيار وفي حالة تجاوزه نفقد صلاحية تركيز المحلول  
حساب التركيز المولي لمحلول الساكاروز هو :

$$C_0 = \frac{n(C_{12}H_{12}O_{11})}{V}$$

مع أن  $V = 200ml$

$$n(C_{12}H_{12}O_{11}) = \frac{m(C_{12}H_{12}O_{11})}{M(C_{12}H_{12}O_{11})} = \frac{50}{332} = 0,15mol$$

نعلم أن

نستنتج التركيز المولي للمحلول هو :  $C_0 = 0,75mol / l$  أو نكتب كذلك  $[C_{12}H_{12}O_{11}] = 7,31.10^{-1} mol / l$

## III - تخفيف محلول

### 1 - تعريف

التخفيف عملية تؤدي إلى التقليل من تركيز المذاب في المحلول وذلك بإضافة المذيب . ويلاحظ أنه أثناء هذه العملية تنحفظ كمية مادة المذاب .

### 2- علاقة التخفيف

لتحضير محلولاً ذي تركيز  $C_f$  انطلاقاً من محلول ذي تركيز  $C_i$  (  $C_i > C_f$  ) ، نأخذ حجماً  $V_i$  من المحلول المراد تخفيفه ( i ) ، ونضيف إليه حجماً  $V_e$  من الماء المقطر للحصول على الحجم النهائي  $V_f$  .  
كمية مادة المذاب في الحجم  $V_i$  هي :  $n_i = C_i V_i$  وكمية مادة المذاب في المحلول المخفف هي :  $n_f = C_f V_f$   
مع أن  $V_f = V_i + V_e$  . وبما أن كمية مادة المذاب تنحفظ خلال عملية التخفيف أي أن  $n_i = n_f$  نستنتج أن :

$$C_i V_i = C_f V_f$$

## النشاط التجريبي 3

لتحضير  $S_1$  محلول مائي مخفف للساكاروز حجمه  $V_1=50ml$  ، انطلاقاً من المحلول  $S_0$  المحضر سابقاً ، نحتاج إلى الأدوات المخبرية التالية : المحلول  $S_0$  - ماء مقطر - حوالة معيارية من فئة 50ml - ماصة من فئة 10ml - كأس - إجاصة مطاوية .

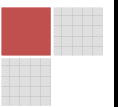
## المناولة

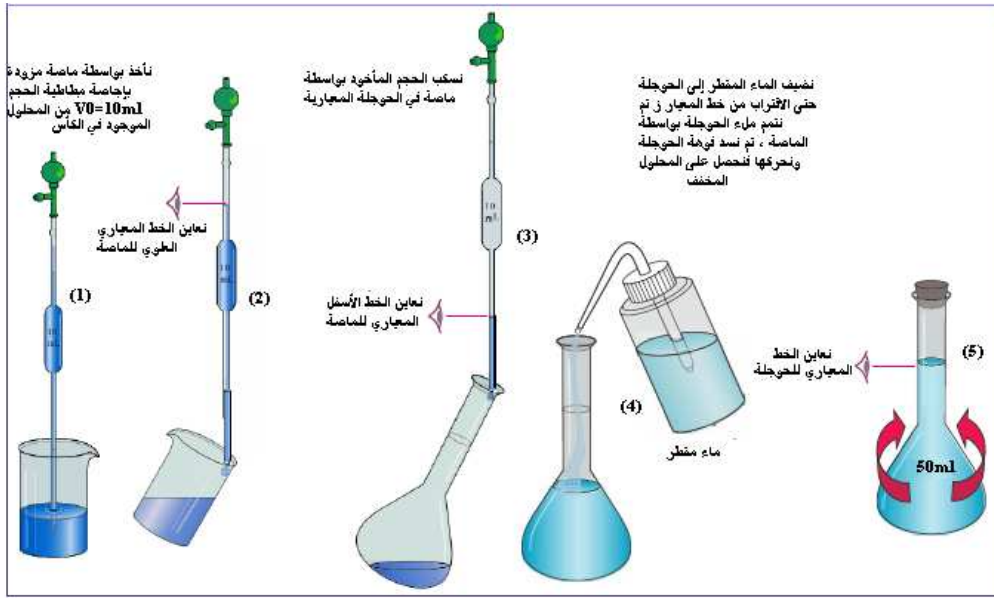
- نسكب ما يقارب 20ml من محلول  $S_0$  في كأس .
- نأخذ بواسطة ماصة مزودة بإجاصة مطاوية الحجم  $V_0=10ml$  من المحلول الموجود في الكأس .
- نسكب الحجم المأخوذ بواسطة الماصة في الحوالة المعيارية

ذ. علال محداد

[www.chimiephysique.ma](http://www.chimiephysique.ma)

الجدع المشترك العلمي





– نتمم ملء الحويطة بالماء المقطر حتى خط المعيار باستعمال الماصة ، ثم نسد فوهة الحويطة ، ونحركها فنحصل على المحلول المخفف  $S_1$  للساكاروز .

### استثمار

- 1 – اتبع الخطوات المذكورة أعلاه لتحضير المحلول  $S_1$  .
  - 2 – أحسب كمية مادة الساكاروز الموجودة في الحجم  $V_0 = 10 \text{ ml}$  من المحلول  $S_0$  .
  - 3 – ما هو حجم الماء المقطر المضاف للحصول على التركيز  $C_1$  ؟
  - 4 – حدد قيمة  $C_1$  التركيز المولي لجزيئات الساكاروز في المحلول  $S_1$  .
- الأجوبة :
- 2 – كمية مادة الساكاروز الموجودة في  $V_0 = 10 \text{ ml}$  هي :

$$n_i = C_0 V_0 = 0,75 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

3 – حجم الماء المقطر المضاف : نعلم أن الحجم المحلول المخفف المراد الحصول علي هو

$$V_1 = V_e + V_0 \Rightarrow V_e = V_1 - V_0 = 50 - 10 = 40 \text{ ml}$$

4 – تحديد قيمة  $C_1$

$$C_1 = \frac{C_0 V_0}{V_1} \text{ أن } C_0 V_0 = C_1 V_1$$

تطبيق عددي :  $C_1 = 0,03 \text{ mol / l}$

### 3 – تعريف بمعامل التخفيف

يمثل المقدار  $\frac{C_i}{C_f}$  معامل التخفيف .

**مثال :** في النشاط السابق  $\frac{C_0}{C_1} = 25$  نقول أنه تم تخفيف المحلول  $S_0$  خمسة وعشرون مرة .

للقيام بتمارين على موقع الأنترنت ابحث في الموقع التالي : <http://www.chimix.com/pages/solut1.htm>

