10

دولـــة فـلـسـطين
وزارة التربية والتعليم

الكيميـــــاء

الأكاديمي

الفترة الثانية

جميع حقوق الطبع محفوظة ©

دولـــة فـلـسـطين
وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 - رام الله - فلسطين
pcdc.edu.ps | pcdc.mohe@gmail.com

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
هاتف 970-2-2983280+ | فاكس 970-2-2983250+

الماء والحسابات الكيميائية

(2-1) الماء ودوره في التفاعلات الكيميائية	2
(2-1-1) الماء مذيب جيد لمعظم المواد	2
(2-1-2) الماء وسط تجري فيه التفاعلات الكيميائية	5
(2-2) قوانين الاتحاد الكيميائي	6
(2-3) المول، الكتلة المولية، والحجم المولي	8
(2-4) استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية	14
أسئلة الوحدة	16
أسئلة الفترة الثانية	18

ما اهمية الحسابات الكيميائية في حياتنا اليومية؟

يتوقع من الطلبة بعد دراسة هذه الوحدة المتمازجة، والتفاعل مع أنشطتها أن يكونوا قادرين على الربط بين خصائص الماء وأهميته في التفاعلات الكيميائية، و توظيف مفاهيم الحسابات الكيميائية في المجالات الحياتية المختلفة، من خلال تحقيق الآتي:

- دراسة ذائبية بعض المواد في الماء، وتوضيح دوره كوسط تجري فيه التفاعلات.
- التعرف إلى قوانين الاتحاد الكيميائي، واجراء حسابات متعلقة بها.
- حل مسائل متنوعة حول المفاهيم الأساسية للحسابات الكيميائية.
- استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية.

(2-1): الماء ودوره في التفاعلات الكيميائية:

يُعد الماء مركباً مهماً في حياتنا، تكمن أهميته في خصائصه المميزة التي أعطته قيمة كبيرة في التفاعلات الكيميائية التي تدخل في مجالات صناعية مختلفة، فما أهم الخصائص التي يمتلكها الماء لتعطيه هذه الأهمية؟

(2-1-1): الماء مذيب جيد لمعظم المواد:

يُطلق على الماء المذيب العامّ، فأغلب المواد تذوب في الماء بكميات متفاوتة، ولتدرس هذه الخاصية، نَفِّذِ النّشاط الآتي:

نشاط (1): الماء مذيب عامّ:

المواد والأدوات:

أنابيب اختبار عدد 8، وماء مقطّر، وزيت نباتي (زيت ذُرة)، وملح طعامّ، وسكّر، وملعقة، وكحول الإيثانول 96%، وكربونات كالسيوم ($CaCO_3$)، وقطّارة، ومخبار مدرّج، وحامل أنابيب، وميزان حسّاس.

خطوات العمل:

1- ضَعْ (10) مل ماء مقطّرا في (4) أنابيب اختبار.
2- أَضِفْ إلى الأنبوب الأول (1) غم من السّكّر، ورُجَّ الأنبوب جيّدًا. ماذا تلاحظ؟
3- أَضِفْ إلى الأنبوب الثاني (1) غم من الملح، ورُجَّ الأنبوب جيّدًا. ماذا تلاحظ؟
4- أَضِفْ إلى الأنبوب الثالث (1) غم من كربونات الكالسيوم، ورُجَّ الأنبوب جيّدًا. ماذا تلاحظ؟
5- أَضِفْ (5) مل من الكحول إلى الأنبوب الرابع، ورُجَّ الأنبوب جيّدًا. ماذا تلاحظ؟
6- أَعِدِ الخطوات (1، 2، 3، 4) باستخدام زيت نباتيّ (زيت ذُرة) بدلًا من الماء. ماذا تلاحظ؟

إنّ لقدرة الماء على الإذابة أهمّيّة خاصّة في تغذية الكائنات الحية؛ لأنّ تغذية الكائنات الحية، واستفادتها من الغذاء، تعتمد بصورة رئيسة على إذابة المواد الغذائية في الماء، سواء تم ذلك قبل امتصاص المواد الغذائية، أو بعد امتصاصها، وانتقالها لجسم الكائن الحي، كما تفسِّرَ قدرة المياه الجوفية، ومياه الأمطار على حمل أيونات العناصر أثناء مرورها على الصخور، والرمال، والأتربة. انظر الشّكل (1).

الشّكل(1): إذابة الماء للأملاح أثناء جريانها

قد تحمل هذه المياه بعض الأيونات، كأيونات الكالسيوم (Ca^{2+})، وأيونات المغنيسيوم (Mg^{2+}) أثناء مرورها على الصخور الجيرية، فتسبّب ظاهرة **عُسر الماء.**

الشّكل (2): عُسر الماء

إن **عُسر الماء** تعبير يصف حالة الماء الذي ترتفع فيه نسبة بعض الأيونات لبعض الأملاح المعدنية، مثل أيونَي الكالسيوم (Ca^{2+})، والمغنيسيوم (Mg^{2+})، فيصعُب تشكُّل رغوة مع الصابون. انظر الشّكل (2).

تتفاعل أيونات الكالسيوم مع غاز ثاني أكسيد الكربون الذائب في الماء، مكوِّنةً كربونات الكالسيوم الهيدروجينيّة $Ca(HCO_3)_2$ التي تُسَبِّب **عُسر الماء المؤقّت** الذي يمكن إزالته بالتسخين، فترسّب كربونات الكالسيوم التي نلاحظها في قاع سخّان الماء عند غلي الماء فيه بشكل متكرر، وَفْق المعادلة الآتية:

وهذا ما يحدث أيضًا مع أيونات المغنيسيوم الموجودة في الماء.

وأمّا **العُسر الدائم**، فيتشكّل بسبب وجود كبريتات الكالسيوم ($CaSO_4$)، وكبريتات المغنيسيوم ($MgSO_4$) في الماء ، وهذا العُسر لا يمكن إزالته بالتسخين، وإنّما يحتاج إلى معالجة كيميائية.

يسبب وجود أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم في الماء **ظاهرة التّكلُّس** التي تسبّب مشاكل اقتصادية كبيرة، منها تقليل كفاءة سخانات الماء، وأنظمة التسخين. انظر الشّكل (3).

الشّكل (3): ظاهرة التّكلُّس

وقد تنشأ مشكلات نتيجة كون الماء مذيباً عاماً، ومن أهمها مشكلة تلوث الماء.

تلوث الماء: هو تغيّر في الخصائص الفيزيائية، أو الكيميائية، أو البيولوجية (الحيوية) للماء، بحيث تجعله غير ملائم لاستخدام الإنسان، أو حياة الكائنات الحية فيه. ويمكن تصنيف تلوث الماء إلى أربعة أنواع هي:

1- **التّلوُّث البيولوجي:** يحدث هذا النوع من التّلوُّث عند ازدياد الكائنات الحية الدقيقة المسبِّبة للأمراض، مثل البكتيريا، والفيروسات، والطفيليات، والطحالب في المياه، وينتج غالبًا عن اختلاط فضلات الإنسان والحيوان بالماء. انظر الشّكل (4).

الشّكل (4) اختلاط فضلات الحيوان بالماء

2- **التّلوُّث الكيميائي:** يحدث هذا النوع من التّلوُّث عند ارتفاع تراكيز المواد والأملاح الذائبة في الماء عن الحدّ المسموح به، حَسَبَ المعايير والمواصفات الفِلَسطينية، بحيث تتغيّر صفاتِه وصلاحيَّتَه للاستخدامات المختلفة، وينتج عن تسرُّب الملوِّثات ومخلَّفات الأنشطة الصناعية، أو الزراعية إلى مصادر المياه المختلفة. انظر الشّكل (5).

الشّكل (5): تلوث المياه بمخلفات المصانع

3- **التّلوُّث الفيزيائي:** ينتج هذا النوع من التّلوُّث عند حدوث تغيُّر في صفات الماء الفيزيائية (اللون، والعكارة، ودرجة الحرارة، ...)، ما يؤدّي إلى حدوث تشتُّت عن المعايير والمواصفات، وينتج عن طريق تغيُّر درجة حرارة الماء، أو ملوحته، أو ازدياد المواد العالقة به.

4- **التّلوُّث الإشعاعي:** هو احتواء الماء على تراكيز للإشعاع تفوق ما تسمح به المعايير، وينتج هذا التّلوُّث غالبًا عن طريق التّسرُّب الإشعاعي من المفاعلات النووية، أو التخلص من النُّفايات المُشِعَّة بإلقائها في مصادر المياه المختلفة.

(2-1-2): الماء وسط جيد للتفاعلات الكيميائية:

كثير من التفاعلات الكيميائية سواء في المختبر، أو في الطبيعة، تحدث في وسط مائي، فكيف يؤثر الماء في التفاعلات؟ حتى تتعرف الى ذلك، نفّذ النشاط الآتي:

نشاط (2): الماء وسط جيّد للتفاعلات الكيميائية:

المواد والأدوات:

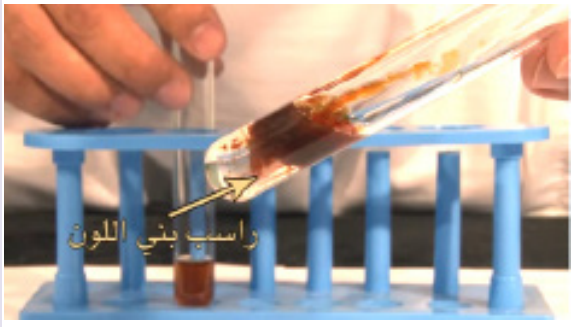
كأس زجاجي عدد 2، وماء مقطّر، وورق ترشيح، وأنابيب اختبار، وقطّارة، وكلوريد الحديد (III) $FeCl_3$، وهيدروكسيد الصوديوم (NaOH)، وملعقة صغيرة، وقفازات.

خطوات العمل:

1- ألبس القفازات، ثم ضَعْ (1) غم من كلوريد الحديد (III) الصُّلب على ورق ترشيح، وأَضِفْ إليها (1) غم من هيدروكسيد الصوديوم الصُّلب، واخلطهما جيّدًا، واتركهما فترة من الزّمن، وسجّلِ الزّمن اللازم لحين ظهور تغيُّر على لون الخليط ($ز_1$).

2- أَذِبْ (1) غم من كلوريد الحديد (III) في (20) مل من الماء المقطّر في كأس زجاجي.

3- أَذِبْ (1) غم من هيدروكسيد الصوديوم في (20) مل من الماء المقطّر في كأس زجاجي آخر.



4- ضَعْ (10) مل من محلول كلوريد الحديد (III) في أنبوب اختبار، واستخدم القطّارة، وأَضِفْ قطرات من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول كلوريد الحديد (III). ماذا تلاحظ؟

5- سجّلِ الزّمن الذي لزم لظهور النتيجة ($ز_2$)؟

* ما نوع التفاعل؟ وما دلالة حدوثه؟ عبّرْ بمعادلة كيميائية عن التفاعل.
* قارنْ بين الزّمن الأول ($ز_1$)، والزّمن ($ز_2$). ماذا تستنتج؟

يتأيَّن كلوريد الحديد (III)، وهيدروكسيد الصوديوم في الماء، وَفْق المعادلة الآتية:

$$3Na^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} + Fe^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Fe(OH)_{3(s)} + 3Na^+_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$$

تتحرك الأيونات في المحلول في كل الاتجاهات، ما يجعل فرصة التقائها وتفاعلها عالية، أمّا في حالة الصّلابة فيصعب تفكُّك المواد، وبالتالي تحرُّكها، مما يصعب التقاؤها، وهناك كثير من التفاعلات الكيميائية التي تحتاج إلى وسط مائي، من أهمّها تفاعلات الإحلال المزدوج التي درستها سابقًا.

(2-2): قوانين الاتّحاد الكيميائي:

يَحْكُم التفاعل الكيميائي قوانين معينة، منها: قانون حفظ الكتلة، وقانون النِّسَب الثابتة، ولتتعرّفَ إلى قانون حفظ الكتلة، نَفِّذِ النّشاط الآتي:

نشاط (3) قانون حفظ الكتلة:

المواد والأدوات:

يوديد البوتاسيوم (KI)، ونترات الرصاص (II) $Pb(NO_3)_2$، وأنبوب اختبار قصير، ودورق مخروطي سَعَة (500) مل، وميزان حسّاس، كأس زجاجي عدد (2)، سدّادة.

خطوات العمل:

1- حضّرْ محلول KI، بإذابة (0.5) غم منه في 100 مل ماء في كأس زجاجي.

2- حضّرْ محلول $Pb(NO_3)_2$، بإذابة (0.5) غم منه في 100 مل ماء في كأس زجاجي.

3- ضَعْ محلول KI في الدورق المخروطي.

4- املأْ نصف أنبوب الاختبار بمحلول $Pb(NO_3)_2$، وضَعْه في الدورق المخروطي، دون أن تنسكبَ مكوّناته، وتختلط بالمحلول الآخر.

5- أَغْلِقِ الدورق المخروطي بالسدّادة، وزِنْهُ بالميزان الحسّاس.

وسجِّلِ القراءة (1)، هل حدث تفاعل؟

6- حرّكِ الدورق المخروطي؛ لتختلط مكوّنات أنبوب الاختبار بالمحلول في الدورق، وسجِّلْ ملاحظاتك.

7- زِنِ الدورق بعد ذلك، وسَجِّلِ القراءة (2).

استمتعْ مع الكيمياء:

يمكن استخدام المحلول الناتج في النّشاط، لإنتاج المطر الذهبي. تفحّصِ الرمز، أو الرابط أناده:

https://goo.gl/ZqDjs6

أجبْ عنِ الأسئلة الآتية:

1- ما دلائل حدوث التفاعل الكيميائي في النّشاط؟

2- اكتب معادلة تمثّل التّفاعل الحاصل.

3- ماذا تستنتج فيما يخصّ كُتَل المواد قبل التفاعل، وبعده؟

4- لعلّكَ توصّلت لقانون حفظ الكتلة، اكتب نَصّه.

فكِّرْ: يتبقّى بعد حرق قطعة من الخشب، كتلتها (1) كغم، بضع غرامات من الرماد، كيف يتّفق ذلك مع قانون حفظ الكتلة.

سؤال

إذا تفاعل (6.4) غم غاز الأكسجين (O_2) مع كمّيّة من غاز الهيدروجين (H_2)؛ لإنتاج (7.2) غم ماء (H_2O)، فما كتلة الهيدروجين المتفاعلة؟

قانون النِّسَب الثابتة:

تُحَضَّرُ المركّبات الكيميائية بطرق مختلفة، فمثلًا: يُحضَّر غاز الأمونيا (NH_3) من تفاعل كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) مع هيدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$)، وَفْق المعادلة الآتية:

$$2NH_4Cl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + 2NH_{3(g)} + 2H_2O_{(l)}$$

ويُحضَّر غاز الأمونيا أيضًا من تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز النيتروجين تحت ظروف معينة، وَفْق المعادلة الآتية:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

قد تتساءل: هل تختلف خصائص مركّب الأمونيا الناتج في الطريقتين السابقتين؟

عند تحليل العينتين السابقتين من غاز الأمونيا الناتجة من كلا الطريقتين، وُجِدَ في العينة الأولى أنّ نسبة كتلة النيتروجين (82.4 %)، ونسبة كتلة الهيدروجين (17.6 %)، ووُجِدَ في العينة

لعلك استنتجتَ أنّه مهما اختلفت طرق التحضير للمركّب الكيميائي الواحد، أو الحصول عليه، فإنّ نِسَب كتل العناصر المكوِّنة له تبقى ثابتة، وهذا ما ينصّ عليه **قانون النِّسَب الثابتة**.

سؤال: تمّ الحصول على ثلاث عيّنات من سكّر السّكّروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) من مصادر مختلفة (قصب السكر، والشمندر، والبطاطا الحلوة)، فَوُجِدَ أنّ نسبة الكربون في سكّر قصب السّكّر (42 %)، ونسبة الهيدروجين في سكّر الشمندر (6.5 %)، احسب نسبة الأكسجين في سكّر البطاطا الحلوة.

(2–3) المول، والكتلة المولية والحجم المولي:

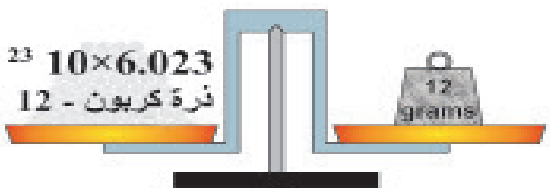
ذكرنا سابقًا أنّ كتلة الذّرّة صغيرة جدًّا، حيث إن عددًا كبيرًا من الذّرّات –مليون، أو تريليون– ذرَّة، لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ولا حتى بالمجهر العادي.

تشتمل التفاعلات الكيميائية على تفاعل ذرّات مع بعضها بعضًا بنسب ثابتة، وقد وُجِدَ أنّ (12) غم من عنصر الكربون يحتوي على 602,300,000,000,000,000,000,000 ذرَّة، وقد تمكّن العلماء من حساب كتلة ذرَّة (الكربون –12) بدقّة، باستخدام مطياف الكتلة، ووجدوا أنّها تساوي $1.9924648 \times 10^{-23}$ غرام، وعليه يمكن حساب عدد ذرّات الكربون في (12) غم من (عنصر الكربون –12)، كما يلي:

كل ذرَّة C كتلتها $1.9924648 \times 10^{-23}$ غم

عدد الذّرّات (س) كتلتها 12 غم

ولذلك فإنّ عدد الذّرّات الموجودة في (12) غم من (الكربون–12) يساوي 6.023×10^{23} ذرَّة. انظر الشّكل (5)، وقد سُمِّيَ هذا العدد من الذّرّات **المول**، وهو عددٌ قام بحسابه العالم (أميدو أفوجادرو)، وأَطْلق عليه **عددَ أفوجادرو**، أو المول، وهو عدد كبير جدًّا، وللتبسيط، يُكتَب على الصورة 6.023×10^{23} :



الشّكل (7): كتلة عدد أفوجادرو من ذرّات الكربون - 12

العالم أميدو أفجادرو

تخيّلْ ضخامة عدد أفوجادرو:

- أسرع حاسوب يستطيع إحصاء (1.759×10^{15}) ذرَّة كل ثانية، ولإحصاء عدد أفوجادرو من ذرّات (الكربون– 12) يحتاج 10.85 سنة.
- إذا تمّ توزيع مول من القطع النقدية من فئة قرش واحدٍ على عدد سكّان العالم (7) مليار نسمة، فإنّ نصيب كلّ فرد منهم يبلغ تقريبًا 860 مليار دينار. (الدينار = 100 قرش)

سؤال: أ– ما عدد الذّرّات في (0.25) مول من الحديد Fe؟

ب– ما عدد مولات الكربون في مول واحد من سكّر الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$)؟

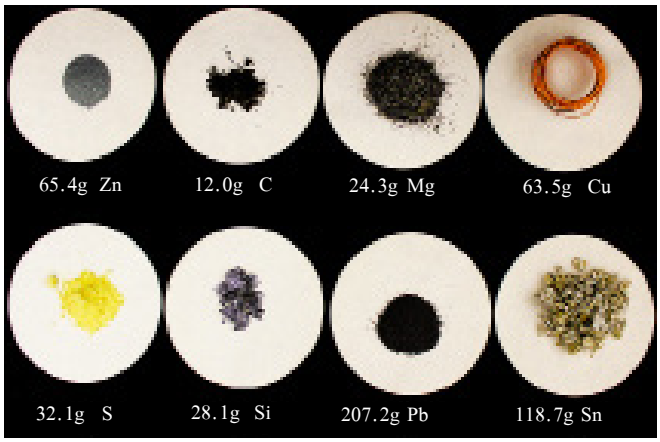
الكتلة الموليّة:

قد تتساءل: هل كتلة مول واحد من المواد متساوية؟ لتتعرّفَ إلى ذلك، نَفِّذ النّشاط الآتي:

نشاط (4): الكتلة الموليّة:

تمعّنِ الشّكل (8) الذي يمثّل كُتَل مول واحد من عناصر مختلفة، ثمّ أجبْ عن الأسئلة التي تليه:

1- أيّهما كتلته أكبر، مول واحد من المغنيسيوم، أم مول واحد من الرصاص؟
2- أيّهما كتلة ذرته أكبر، الرصاص، أم المغنيسيوم؟
3- بالرجوع للجدول الدوري، ما علاقة العدد الكتلي لكلّ من المغنيسيوم، والرصاص بكتلة مول واحد من كلّ منهما؟



الشّكل (8): كتل موليّة لبعض العناصر

لعلّك لاحظت أنّ العدد الكتلي لكلّ عنصر في الجدول الدوري يساوي **بالمقدار الكتلة الموليّة** للعنصر تقريباً.

سؤال: استعنْ بالجدول الدوري؛ للحصول على الكتلة الموليّة للعناصر ($_{86}Rn$, $_{23}V$).

تسمى كتلة مول واحد من الذّرّات، أو الجزيئات **الكتلة الموليّة**، فمثلًا: كتلة مول واحد من جزيئات الأكسجين (O_2) تساوي (32) غم، فيُقال: إنّ الكتلة الموليّة (ك) لغاز الأكسجين تساوي 32 غم/ مول، والكتلة الموليّة لسكّر الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) تساوي 180 غم/ مول، ولتتعرّف إلى كيفية حساب الكتلة الموليّة، تمعّنِ الأمثلة الآتية:

كتلة المول للعنصر تعتمد على حالة العنصر إن كان ذرّيًا أو جزيئيًا.

مثال (1): احسبِ الكتلة الموليّة لكربونات الكالسيوم ($CaCO_3$).

الحل: الكتلة الموليّة لـ$CaCO_3$ = 3× الكتلة الموليّة لـO + الكتلة الموليّة لـC + الكتلة الموليّة لـCa

= (16×3) + (12×1) + (40×1) = 100 غم/ مول.

مثال (2): تستخدم الشبّة أو الشّبّ (ALUM) كمادة قابضة للأوعية الدموية، فتساعد في وقف النزيف، كما تُستخدم في علاج اللِّثة، وتبيض الأسنان، وإزالة اسوداد منطقة الإبطين، وكثير من الاستخدامات الأخرى، احسب الكتلة المولّية لمادة الشّبّة $KAl(SO_4)_2.12H_2O$.

الشّبّة

الحل: ك$_م$ $KAl(SO_4)_2.12H_2O$ = 12×ك$_م$ H_2O + 2 ×ك$_م$ SO_4 + ك$_م$ Al + ك$_م$ K

$= 12\ (1\times2 + 16\times1) + 2\ (32\times1 + 16\times4) + 27 + 39$

= 474 غم/ مول.

وتعني كل (1) مول $KAl(SO_4)_2.12H_2O$ كتلته 474 غم.

سؤال: أ- ما كتلة واحد مول من (O_2)، وواحد مول من (O)؟ وضح الفرق.

ب- احسبِ الكتل المولّية للمركّبات: ملح الطعام (NaCl)، وصودا الخبيز ($NaHCO_3$)، والأسبرين ($C_9H_8O_4$).

ولتحسب عدد المولات في كمّيّة محددة من المادة، نَفِّذِ النّشاط الآتي:

نشاط (5): العلاقة بين عدد المولات، وكمّيّة المادة:

إذا علمتَ أنّ الكتلة المولّية لعنصر الكالسيوم (ك$_م$ = 40 غم/مول)، احسب عدد المولات فيما يأتي:

1- 10 غم كالسيوم.

2- 20 غم كالسيوم.

3- 3.6 غم كالسيوم.

4- اشتقَّ علاقة تربط بين عدد مولات المادة، وكتلتها، وكتلتها المولّية.

سؤال: احسبْ ما يأتي:

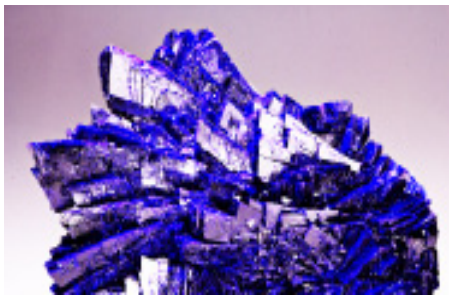
1- عدد المولات في (9.8) غم H_2SO_4.

2- عدد المولات في 100 غم سكّر المائدة ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

3- الكتلة المولّية لحمض الخلّ، إذا علمتَ أنّ كتلة 2.5×10^{-3} مول منه = 0.15 غم.

بعد أن تعرفت الى مفهوم الكتلة المولية، يُمكن استخدام هذا المفهوم في حساب النسبة المئوية لمكونات المادة، والذي يعد تطبيقاً لقانون النسب المئوية، حيث تعتمد المشاريع الاقتصادية الضخمة في استخلاص العناصر من خاماتها على النِّسَب المئوية لهذه العناصر في خاماتها، ولتتعرّفَ إلى هذا المفهوم، نَفِّذِ النّشاط الآتي:

نشاط (6): النِّسَبة المئوية لمكوّنات المادة:



الشّكل (6): خام الأزورايت

يُستخرج عنصر النحاس من الأرض من خامات كثيرة، من أبرزها الأزورايت ومركبه الرئيس هو $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$. انظر الشّكل (6).

1- اذكر أسماء العناصر الأخرى في مركب الخام الرئيس.

2- ما عدد مولات النحاس في مول واحد من هذا المركب؟

3- احسب الكتلة المولية للمركب الرئيس للخام.

4- ما كتلة النحاس في مول واحد من الخام؟

5- ما النِّسَبة بين كتلة النحاس في مول واحد من مركب الخام إلى كتلة مول واحد من المركب؟

6- ما النِّسَبة المئوية للنحاس في المركب؟

لعلّكَ استنتجتَ أنّ المركّبات المكونة من عدة عناصر، لكل منها نسبة مئوية معينة في المركّب، حسب قانون النِّسَب الثابتة، وتُسْتَغَلّ حسابات هذه النِّسَب في تقدير الجدوى الاقتصادية من الحصول على عنصر ما من مركبات خاماته، وتُحسب نسبة العنصر في إحدى مركبات خاماته، أو في عيّنة ما من العلاقات الآتية:

النسبة المئوية للعنصر في المركب = (كتلة العنصر المولية × عدد ذرّاته في المركب ÷ كتلة المركب المولية) × 100 %

أو: النسبة المئوية للعنصر في عيّنة ما = (كتلة العنصر ÷ كتلة العينة) × 100 %

مثال: احسبِ النِّسَبة المئوية للكالسيوم في الجير الحيّ.

الحل: الجير الحيّ CaO، كتلة مول واحد منه = 16 + 40 = 56 غم/ مول.

كتلة الكالسيوم في مول واحد = 40 غم.

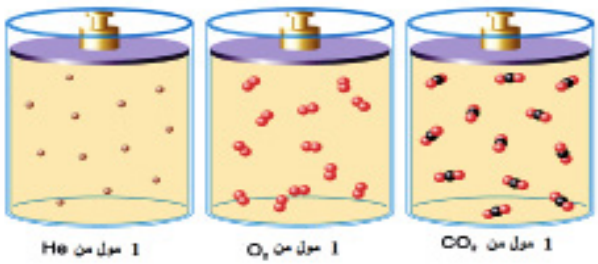
النِّسَبة المئوية للكالسيوم = (40 ÷ 56) × 100 %

= 71.4 %

فَكِّرْ: منجمانِ لخامات الحديد، يحوي الأول على خام السيديرايت، ويحوي الثاني على خام الهيماتيت، فإذا أراد مستثمر أن يستخلصَ الحديد من أحدهما، فأيّ المنجمين تنصحه باختياره بعد دراسة الجدوى الاقتصادية؟ وضِّحْ ذلك. على فَرَض أنّ سعر طنّ الحديد يساوي 400 دينارًا أردنيًا.

الحجم المولي:

في الشّكل المجاور ثلاث أسطوانات، تحتوي كلّ منها على مول واحد من الغازات (ثاني أكسيد الكربون، وأكسجين، والهيليوم) المحصورة، باستخدام مكبس حرّ الحركة عند درجة حرارة صفر ْس. أجب عن الأسئلة الآتية:



1- كم تصبح كتل هذه الغازات إذا تحرّك المكبس لأعلى، أو لأسفل، مع بقاء درجة الحرارة ثابتة في كلّ منها؟

2- ما الذي يتغيّر بالنِّسَبة للغاز مع تحريك المكبس؟

3- ما اسم المؤثّر الذي يسبّب تغيُّر حجم الغاز؟

إذن، قد تتساءل: ما حجم مول واحد من الغازات السابقة؟
لعلك استنتجتَ أنّ كتلة الغاز، وعدد مولاته ليس لها حجمٌ ثابت، وإنّما حجمها يعتمد على درجة الحرارة والضغط الواقع، فكيف ستتعامل مع حسابات غازات حجومها غير ثابتة؟

اصطلح العلماء على وجود ظروف موحدة للتعامل مع حسابات الغازات، وقد سُمِّيَت هذه الظروف **الظروف المعيارية** (القياسية) (STP)، وهي ضغط مقداره (1) ضغط جوي، ودرجة حرارة 0 سْ.

يشْغل مول واحد من أيّ غاز في الظروف المعيارية (القياسية) من الضغط والحرارة حجمًا مقداره (22.4) لترًا، ويُسَمّى هذا الحجم **الحجم المولي.**

بإمكانك الآن أن تجيبَ عن السؤال الآتي: ما حجم الغازات السابقة عند الظروف المعيارية (القياسية)؟

مثال (1): احسبِ الحجم الذي يشغله 5 مول من غاز النيتروجين في الظروف المعيارية (القياسية)؟

الحل: 1 مول من غاز N_2 يشغل حيّزاً مقداره 22.4 لترًا.

5 مول غاز N_2 يشغل حيّزاً مقداره س لترًا

س = (22.4×5) ÷ 1 = 112 لترًا

مثال (2): احسب كتلة غاز H_2 في أسطوانة حجمها 10 لترات في الظروف المعيارية (القياسية).

الحل: كتلة (1) مول من H_2 = 2 غم.

إذن، كل 2 غم من غاز H_2 تشغل حيزًا مقداره 22.4 لترًا.

س غم من غاز H_2 تشغل حيزًا مقداره 10 لترات.

كتلة غاز H_2= (10×2) ÷ 22.4 = 0.892 غم.

أو يمكنك الحلّ بالطريقة الآتية:

كل 1 مول من غاز H_2 تشغل حيزًا مقداره 22.4 لترًا.

س مول من غاز H_2 تشغل حيزًا مقداره 10 لترات.

إذن، س= 0.446 مول

كتلة غاز H_2 = 0.446 مول × 2 غم/ مول. = 0.892 غم.

سؤال: احسب الحجم الذي يشغله 10 غم غاز CO_2 في الظروف المعيارية (القياسية).

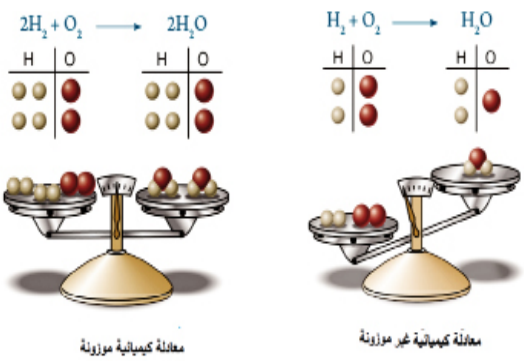
(4-2): استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية:

المعادلة الكيميائية الموزونة تعبير بالرموز، يصف كمّيّات المواد المتفاعلة، والناتجة عن التفاعل بدقّة، ولتتعرّفَ إلى أهمّيّة استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية، نَفِّذِ النّشاط الآتي:

نشاط (7): أهمّيّة استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة في الحسابات الكيميائية:

تأمّل المعادلة الكيميائية المجاورة: $H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(g)}$

1- احسب مجموع الكتل المولّيّة للمواد المتفاعلة، والناتجة في المعادلة السابقة.
2- بناء على إجابتك في الفرع (1)، هل يتفق ذلك مع قانون حفظ الكتلة؟
3- زِنِ المعادلة السابقة، ثمّ احسبْ مجموع الكتل المولّيّة للمواد المتفاعلة، والناتجة، وهل يتفق ذلك مع قانون حفظ الكتلة؟ تأمل الشكل المجاور.



لا بدّ من استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة للتمكّن من إجراء الحسابات الكيميائية أثناء تحضير المركّبات الكيميائية المتعلقة بصناعة الأدوية، والمنظفات، والصناعات الغذائية... إلخ.

بناء على ما توصلتَ إليه في النّشاط السابق، ادرس المعادلة الآتية، ثمّ أجبْ عن الأسئلة التي تليها:

$$\square N_{2(g)} + \square H_{2(g)} \longrightarrow \square NH_{3(g)}$$

1- زِنِ المعادلة الكيميائية السابقة بوضع العدد المناسب داخل المربع (معامل المادة).
2- ما عدد مولات NH_3 الناتجة من تفاعل 1 مول N_2؟
3- ما عدد مولات H_2 اللازمة لإنتاج 4 مول NH_3؟
4- احسبْ كتلة NH_3 الناتجة من تفاعل (1) مول N_2.
5- احسبْ كتلة H_2 اللازمة للتفاعل مع (1) مول من N_2.
6- ما حجم NH_3 الناتج في الظروف المعيارية من تفاعل (1) مول من N_2؟

بعد إجابتك عن الأسئلة السابقة، تكون قد استخدمتَ المعادلة الموزونة في إجراء حسابات كيميائية متعلقة بالمعادلة الكيميائية.

مثال: يتفاعل غاز الأمونيا NH_3 مع غاز الأكسجين O_2، وَفْق المعادلة الآتية:

$$5O_{2(g)} + 4NH_{3(g)} \longrightarrow 4NO_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

1- احسبْ كتلة O_2 اللازمة للتفاعل مع 17 غم أمونيا (NH_3).

2- احسب حجم O_2 اللازم ليتفاعل مع الكمية السابقة من الأمونيا في الظروف المعيارية؟

الحل: 1– عدد مولات غاز الأمونيا المتفاعلة = كتلة الأمونيا ÷ الكتلة المولّية للأمونيا

= 17 ÷ 17 = 1 مول.

ولحساب عدد مولات O_2، يمكن استخدام المعادلة الكيميائية الموزونة، حيث إنّ:

4 مول من NH_3 يلزمها 5 مول من O_2

1 مول من NH_3 يلزمها س

= 1 × 5 ÷ 4 = 1.25 مول.

كتلة O_2 اللازمة = عدد مولات O_2 × الكتلة المولّية لـ O_2

= 1.25 × 32 = 40 غم.

عدد مولات O_2 = 1.25 مول

حجم O_2 في الظروف المعيارية = عدد المولات × الحجم المولي

= 1.25 مول × 22.4 لتر/ مول

= 28 لتر

سؤال:

كم غرامًا من الكلور (Cl_2) يلزم للتفاعل مع (10.45) غم فسفور (P_4) لإنتاج PCl_3، وَفْق المعادلة الآتية:

$$P_{4\,(s)} + 6\,Cl_{2\,(g)} \longrightarrow 4\,PCl_{3\,(l)}$$

أسئلة الوحدة

السؤال الأول: ضَعْ دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

1- ما عدد ذرّات الأكسجين في 1 مول Na_2CO_3؟

أ- 6.023×10^{23} ب- 3 ج- 48 د- 1.807×10^{24}

2- يحترق البِنزين حرقًا تامًّا، وَفْق المعادلة الآتية:

$$2C_6H_{6(l)} + 15O_{2(g)} \longrightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

ما عدد مولات O_2 اللازمة لحرق 1 مول بِنزين (C_6H_6) حرقًا تامًّا؟

أ- 6 ب- 7.5 ج- 9 د- 12

3- ما النِّسَبة المئوية للكروم في خامة الكروميت ($FeCr_2O_4$)؟

أ- 25 %. ب- 23.2 %. ج- 46.4 % د- 60 %

خامة الكروميت

4- ما نوع التّلوُّث النّاتج عن ارتفاع العدد الكلّيّ لبكتيريا القولون الكليّة عن (3) لكل لتر في ماء؟

أ- بيولوجيّ. ب- كيميائيّ. ج- فيزيائيّ. د- إشعاعيّ.

5- أيّ العناصر يمكن أن تسبِّبَ أيوناتها عُسرًا للماء؟

أ- Ca. ب- Cl. ج- Br. د- Na.

السؤال الثاني: وضح المقصود بالمفاهيم الآتية: التكلس، والمول، والكتلة المولية.

السؤال الثالث: تُعَدّ الوسادة الهوائية (Airbags) وسيلة مهمة في السيارة؛ للتقليل من الأضرار الناتجة عن حوادث تصادم السيارات، وتعتمد على تفاعل أزايد الصوديوم (NaN_3) لحظة حدوث التصادم، فيتفكّك بشكل متفجّر، مولّدًا غاز النيتروجين خلال 0.015 ث، وَفْق المعادلة الآتية:

$$10NaN_3 + 2KNO_3 \longrightarrow 5Na_2O + K_2O + 16N_2$$

احسب حجم الوسادة الهوائية الناتجة عن اشتعال (65) غم من NaN_3 في الظروف المعيارية (القياسية).

السؤال الرابع: ناقشْ أثر السّلوكات الآتية على البيئة المائية، مبيّنًا نوع الملوِّثات المحتملة التي تجعل الماء غير صالح؟

1- تسرُّب مياه الصرف الصحي من المستوطنات إلى الأودية.
2- امتزاج تربة النهر بمياهه.
3- رمي بطّاريّات السّيارات التّالفة في الأودية.
4- ضخّ مياه التّبريد الصناعيّ التي درجة حرارتها (70) سْ إلى بحيرة مجاورة.
5- التّخلُّص من الحيوانات النّافقة قرب مصادر مياه.

السؤال الخامس: ما خاصّيّة الماء التي تتناسب مع العبارات الآتية؟

1- تنفُّس الأسماك الأكسجين في البحار والمحيطات.
2- نقل المواد الغذائية المهضومة إلى الأوعية الدموية والأنسجة.
3- الماء مادّة أساسية في الصناعات المختلفة.

اختبار الفترة الثانية

السؤال الأول: ضع دائرة حول رمز الاجابة الصحيحة فيما يأتي : (7.5علامة)

1- ما عدد ذرات الأكسجين في 1 مول H_3OP_4 ؟

أ- $6.023X10^{23}$ ب- 4 ج- 48 د- $24.092X10^{23}$

2- ما حجم مول واحد من الغاز في الظروف المعيارية؟

أ.2.24 لتر ب- 22.4 لتر ج- 24.2 لتر د- 44.2 لتر

3- ما عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم NaOH الموجودة في عينة كتلتها 160 غم ؟

(علما بأن ك$_م$ = Na= 23 , O=16 , H=1) :

أ-4 مول ب- 3 مول ج- 2 مول د-0.25 مول

4- في المعادلة التالية : $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ ، ما عدد مولات النيتروجين اللازمة للتفاعل مع 6 مول هيدروجين؟

أ-1 مول ب- 2 مول ج- 3 مول د- 0.5 مول

5- في التفاعل السابق، إذا تفاعل 8.6 غم من غاز النيتروجين N_2 مع كمية من غاز الهيدروجين H_2 لإنتاج 9.5 غم من الأمونيا NH_3 , فما كتلة الهيدروجين المتفاعلة بالغرام؟

أ-18.1 ب- 1.8 ج- 0.9 د - 1.9

السؤال الثاني: اكتب الصطلح العلمي الدال على العبارات التالية : (7.5علامة)

1. ( ) ظاهرة طبيعية تنتج عن ترسب كربونات الكالسيوم في أحواض السباحة .
2. ( ) وحدة عملية لقياس المادة و تكافىء $6.023X10^{23}$ من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات .
3. ( ) تعبير يصف حالة الماء الذي ترتفع فيه نسبة بعض الأيونات لبعض الأملاح المعدنية.
4. ( ) مجموع كتل المواد الداخلة في التفاعل تساوي مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل .
5. ( ) تغير في الخصائص الفيزيائية أو الكيميائية أو البيولوجية للماء بحيث تجعله غير مناسب للاستخدام.

السؤال الثالث: **(علامتان)**

احسب حجم 3.2 مول من غاز الآرجون Ar في الظروف المعيارية ؟

السؤال الرابع: **(3 علامات)**

ما خاصية الماء التي تتناسب مع العبارات التالية :

1. نقل المواد الغذائية المهضومة إلى الأوعية الدموية والأنسجة .

2. تنفس الأسماك الأكسجين في البحار والمحيطات .

السؤال الخامس: يتفاعل الحديد مع الماء في درجات الحرارة العالية وفق المعادلة الآتية: **(5علامات)**

$$3\ Fe_{(s)} + 4\ H_2O_{(aq)} \longrightarrow Fe_3O_{4(s)} + 4H_{2(g)}$$

احسب :

أ. كتلة أكسيد الحديد Fe_3O_4 اللّازمة للتفاعل مع 40 غم من الحديد Fe ؟

ب. النسبة المئوية الكتلية للعناصر المكونة لمركب أكسيد الحديد Fe_3O_4 ؟

(علما بأن ك.م : $H = 1$, $O = 16$, $Fe = 56$)

الجدول الدوري للعناصر
Periodic Table