تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

الملف أسئلة هيكل امتحان وزاري الفصل الثالث

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف الحادي عشر العام

روابط مواد الصف الحادي عشر العام على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف الحادي عشر العام والمادة كيمياء في الفصل الثالث

1	كيمياء حل دليل الانشطة المختبرية
2	كيمياء حل دليل الانشطة المختبرية
3	كيمياء اسئلة لمراجعة منهاج الكيمياء الفصل الثالث
4	ملخص وحدة الغازات
5	ملخص الأحماض والقواعد

هيكل الكيمياء – الصف الحادي عشر عام – الفصل الدراسي الثالث

الوحدة السادسة – الحسابات الكيميائية

القسم الأول – تعريف الحسابات الكيميائية

الحسابات الكيميائية: دراسة العلاقات الكمية بين المواد المتفاعلة المستخدمة والنواتج المتكوّنة على إثر تفاعل كيميائي.

الجدول 1 العلاقات المشتقّة من معادلة كيميائية موزونة

$4Fe(s)$	+	$3O_2(g)$	→	$2Fe_2O_3(s)$
الحديد	+	الأكسجين	→	أكسيد الحديد (III)
4 ذرات حديد	+	3 جزيئات O_2	→	2 وحدة صيغة Fe_2O_3
4 جزيئات Fe	+	3 mol O_2	→	2 mol Fe_2O_3
223.4 g Fe	+	96.00 g O_2	→	319.4 g Fe_2O_3
319.4 g مواد متفاعلة			→	319.4 g نواتج

almanahj.com/ae المناهج الإماراتية

المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل الكيميائي المبين في **الشكل 1** هي كما يلي:

4Fe(s) + 3O2(g) → 2Fe2O3(s)

يمكنك تفسير هذه المعادلة من خلال القول بأن:
أربع ذرات حديد تتفاعل مع ثلاثة تذكر جزيئات أكسجين لتنتج وحدتي صيغة من أكسيد الحديد (III). تذكر أن المعاملات في معادلة ما لا تُمثّل فقط أعداد الجسيمات المنفردة، بل أيضا أعداد مولات الجسيمات. وبالتالي، فإنه يمكنك أيضا القول إن أربع مولات من الحديد تتفاعل مع ثلاث مولات أكسجين لتنتج مولين اثنين من أكسيد الحديد (III).

لا تعطي المعادلة الكيميائية مباشرة معلومات عن كتل المواد المتفاعلة والنواتج. مع ذلك، عند تحويل كميات المول المعروفة إلى كتلة، تصبح علاقات الكتل بديهية. تذكّر أن المولات تُحوّل إلى كتلة عن طريق الضرب في الكتلة المولية. تكون كتل المواد المتفاعلة كالتالي.

مثال 1

تفسير المعادلات الكيميائية احتراق البروبان (C_3H_8) يوفر الطاقة لتسخين المنازل وطهي الطعام ولحام أجزاء الفلزات. فسّر معادلة احتراق البروبان باستخدام عدد الجسيمات وعدد المولات والكتلة. بيّن أنه تم التقيّد بقانون حفظ الكتلة.

1 تحليل المسألة

تمثل معاملات معادلة التفاعل الكيميائي الموزونة الواردة أدناه كلا من المولات والجسيمات. وفي هذه الحالة الجزيئات. بالتالي، يمكن تفسير المعادلة باستخدام الجزيئات والمولات. سوف تتأكد صحة قانون حفظ الكتلة إذا تبين أن كتل المواد المتفاعلة وكتل النواتج متساوية.

المعلوم

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

المجهول

معادلة تم تفسيرها باستخدام الجزيئات = ؟
معادلة تم تفسيرها باستخدام المولات = ؟
معادلة تم تفسيرها باستخدام الكتلة = ؟

2 حساب المجهول

تشير المعاملات في المعادلة الكيميائية إلى عدد الجزيئات.

1 molecule C_3H_8 + 5 molecules O_2 → 3 molecules CO_2 + 4 molecules H_2O

كما تشير المعاملات في المعادلة الكيميائية أيضًا إلى عدد المولات.

1 mol C_3H_8 + 5 mol O_2 → 3 mol CO_2 + 4 mol H_2O

للتحقق من أن الكتلة محفوظة، قم أولًا بتحويل مولات المواد المتفاعلة والنواتج إلى كتلة من خلال الضرب في معامل تحويل –الكتلة المولية – الذي يربط بين الجرامات والمولات.

$$\text{جرام متفاعل أو ناتج} = \text{مولات متفاعل أو ناتج} \times \frac{\text{جرام من المتفاعل أو الناتج}}{\text{1 مول متفاعل أو ناتج}}$$

احسب كتلة المتفاعل C_3H_8.

$$1\ \text{mol}\ C_3H_8 \times \frac{44.09\ \text{g}\ C_3H_8}{1\ \text{mol}\ C_3H_8} = 44.09\ \text{g}\ C_3H_8$$

احسب كتلة المتفاعل O_2.

$$5\ \text{mol}\ O_2 \times \frac{32.00\ \text{g}\ O_2}{1\ \text{mol}\ O_2} = 160.0\ \text{g}\ O_2$$

احسب كتلة الناتج CO_2.

$$3\ \text{mol}\ CO_2 \times \frac{44.01\ \text{g}\ CO_2}{1\ \text{mol}\ CO_2} = 132.0\ \text{g}\ CO_2$$

احسب كتلة الناتج H_2O.

$$4\ \text{mol}\ H_2O \times \frac{18.02\ \text{g}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ H_2O} = 72.08\ \text{g}\ H_2O$$

أضف كتل المواد المتفاعلة. $44.09\ \text{g}\ C_3H_8 + 160.0\ \text{g}\ O_2 =$ **مادة متفاعلة 204.1 g**

أضف كتل النواتج. $132.0\ \text{g}\ CO_2 + 72.08\ \text{g}\ H_2O =$ **نواتج 204.1 g**

تمت مراعاة قانون حفظ الكتلة. **نواتج 204.1 g = كتل المتفاعلات 204.1 g**

almanahj.com/ae
المنهج الإماراتي

تطبيق

1. فسرّ المعادلات الكيميائية الموزونة التالية باستخدام الجسيمات والمولات والكتلة. بيّن أنه تم التقيّد بقانون حفظ الكتلة.

a. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

b. $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(l)$

c. $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

1. a. 34.062 g مواد متفاعلة = 34.062 g مواد ناتجة

b. 92.566 g مواد متفاعلة = 92.566 g مواد ناتجة

c. 80.608 g مواد متفاعلة = 80.608 g مواد ناتجة

إعداد أ. محمد علي خلف
00971505699581

تطبيق

3. قم بتحديد كافة النسب المولية الممكنة للمعادلات الكيميائية الموزونة.

a. $4Al(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Al_2O_3(s)$

b. $3Fe(s) + 4H_2O(l) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

c. $2HgO(s) \rightarrow 2Hg(l) + O_2(g)$

4. تحدي قم بوزن المعادلات التالية وحدّد النسب المولية الممكنة.

a. $ZnO(s) + HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2O(l)$

b. ماء + ثاني أكسيد الكربون → أكسجين + بيوتان (C_4H_{10})

3. a.

$$\frac{4\ mol\ Al}{3\ mol\ O_2}\ \frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ Al_2O_3}\ \frac{2\ mol\ Al_2O_3}{4 mol\ Al}$$

$$\frac{3\ mol\ O_2}{4\ mol\ Al}\ \frac{2\ mol\ Al_2O_3}{3\ mol\ O_2}\ \frac{4\ mol\ Al}{2\ mol\ Al_2O_3}$$

b.

$$\frac{3\ mol\ Fe}{4\ mol\ H_2O}\ \frac{3\ mol\ Fe}{4\ mol\ H_2}\ \frac{3\ mol\ Fe}{1\ mol\ Fe_3O_4}$$

$$\frac{4\ mol\ H_2O}{3\ mol\ Fe}\ \frac{4\ mol\ H_2}{3\ mol\ Fe}\ \frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{3\ mol\ Fe}$$

$$\frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{4\ mol\ H_2}\ \frac{1\ mol\ Fe_3O_4}{4\ mol\ H_2O}\ \frac{4\ mol\ H_2O}{4\ mol\ H_2}$$

$$\frac{4\ mol\ H_2}{1\ mol\ Fe_3O_4}\ \frac{4\ mol\ H_2O}{1\ mol\ Fe_3O_4}\ \frac{4\ mol\ H_2}{4\ mol\ H_2O}$$

c.

$$\frac{2\ mol\ HgO}{2\ mol\ Hg}\ \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ Hg}\ \frac{1\ mol\ O_2}{2\ mol\ HgO}$$

$$\frac{2\ mol\ Hg}{2\ mol\ HgO}\ \frac{2\ mol\ Hg}{1\ mol\ O_2}\ \frac{2\ mol\ HgO}{1\ mol\ O_2}$$

4. a. $ZnO + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2O$

$$\frac{1\ mol\ ZnO}{2\ mol\ HCl}\ \frac{1\ mol\ ZnO}{1\ mol\ ZnCl_2}\ \frac{1\ mol\ ZnO}{1\ mol\ H_2O}$$

$$\frac{2\ mol\ HCl}{1\ mol\ ZnO}\ \frac{2\ mol\ HCl}{1\ mol\ ZnCl_2}\ \frac{2\ mol\ HCl}{1\ mol\ H_2O}$$

$$\frac{1\ mol\ ZnCl_2}{1\ mol\ ZnO}\ \frac{1\ mol\ ZnCl_2}{2\ mol\ HCl}\ \frac{1\ mol\ ZnCl_2}{1\ mol\ H_2O}$$

$$\frac{1\ mol\ H_2O}{1\ mol\ ZnO}\ \frac{1\ mol\ H_2O}{2\ mol\ HCl}\ \frac{1\ mol\ H_2O}{1\ mol\ ZnCl_2}$$

b. $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

$$\frac{2\ mol\ C_4H_{10}}{13\ mol\ O_2}\ \frac{2\ mol\ C_4H_{10}}{8\ mol\ CO_2}\ \frac{2\ mol\ C_4H_{10}}{10\ mol\ H_2O}$$

$$\frac{13\ mol\ O_2}{2\ mol\ C_4H_{10}}\ \frac{8\ mol\ CO_2}{2\ mol\ C_4H_{10}}\ \frac{10\ mol\ H_2O}{2\ mol\ C_4H_{10}}$$

$$\frac{10\ mol\ H_2O}{13\ mol\ O_2}\ \frac{10\ mol\ H_2O}{8\ mol\ CO_2}\ \frac{8\ mol\ CO_2}{13\ mol\ O_2}$$

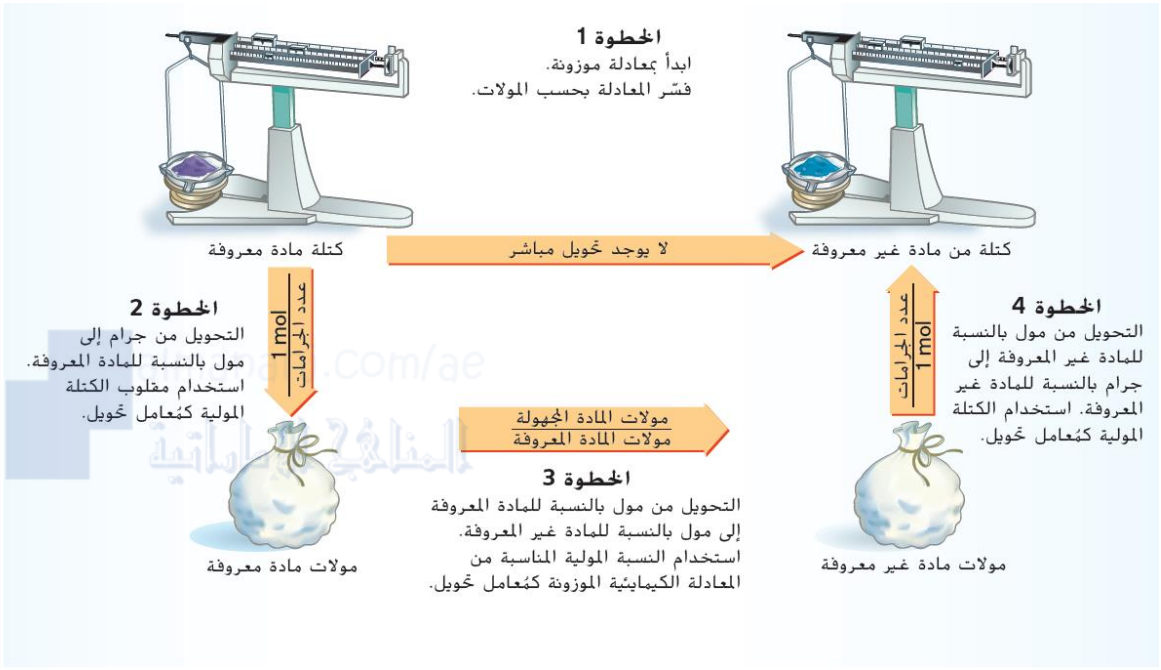
$$\frac{13\ mol\ O_2}{10\ mol\ H_2O}\ \frac{8\ mol\ CO_2}{10\ mol\ H_2O}\ \frac{13\ mol\ O_2}{8\ mol\ CO_2}$$

إعداد أ. محمد علي خلف

00971505699581

الوحدة السادسة – الحسابات الكيميائية

القسم الثاني –الحسابات الكيميائية النظرية



مثال 2

تحويل مول إلى مول في الحسابات الكيميائية أحد مساوئ احتراق البروبان (C_3H_8) يتمثل في أن ثاني أكسيد الكربون (CO_2) هو أحد النواتج. يزيد ثاني أكسيد الكربون المنبعث من درجة تركيز الـ CO_2 في الغلاف الجوي. كم عدد مولات الـ CO_2 التي يتم إنتاجها عند احتراق 10.0 مول من الـ C_3H_8 في كمية وافرة من الأكسجين في موقد الغاز ؟

1 تحليل المسألة

لديك عدد مولات من المادة المتفاعلة C_3H_8 وعليك إيجاد مولات الناتج، CO_2. أولا، اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، ثم حوّل من مولات C_3H_8 إلى مولات CO_2. النسبة المولية الصحيحة تضمّ مولات المادة المجهولة في البسط ومولات المادة المعلومة في المقام .

معلوم	مجهول
$\text{moles } C_3H_8 = 10.0 \text{ mol } C_3H_8$	$\text{moles } CO_2 = ? \text{ mol } CO_2$

2 حساب المجهول

اكتب المعادلات الكيميائية الموزونة لاحتراق C_3H_8. استخدم النسبة المولية الصحيحة للمادة المعلومة (C_3H_8) إلى المادة غير المعلومة (CO_2).

10.0 mol ? mol

$$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$$

النسبة المولية: $\frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8}$

$$10.0 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{3 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 30.0 \text{ mol } CO_2$$

ينتج احتراق 10.0 مولات من C_3H_8 ما قيمته 30.0 مول CO_2.

تطبيق

11. يتفاعل الميثان والكبريت لإنتاج ثاني كبريتيد الكربون (CS_2)، وهو سائل يستخدم عادة في إنتاج السيلوفان.

$$___CH_4(g) + ___S_8(s) \rightarrow ___CS_2(l) + ___H_2S(g)$$

a. زن المعادلة.

b. احسب عدد مولات الـ CS_2 الناتجة عند استخدام 1.50 mol S_8 في التفاعل.

c. كم مولا من الـ H_2S يتم إنتاجها؟

12. **تحدي** يتكون حمض الكبريتيك (H_2SO_4) عندما يتفاعل ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) مع الأكسجين والماء.

a. اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل.

b. كم عدد مولات الـ H_2SO_4 التي يتم إنتاجها من 12.5 mol من الـ SO_2؟

c. كم عدد مولات O_2 اللازمة؟

11. a. $2CH_{4(g)} + S_{8(s)} \rightarrow 2CS_{2(l)} + 4H_2S_{(g)}$

b. $1.50 \text{ mol } S_8 \times \frac{2 \text{ mol } CS_2}{1 \text{ mol } S_8} = 3.00 \text{ mol } CS_2$

c. $1.50 \text{ mol } S_8 \times \frac{4 \text{ mol } H_2S}{1 \text{ mol } S_8} = 6.00 \text{ mol } H_2S$

12. a. $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$

b. $12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{2 \text{ mol } H_2SO_4}{2 \text{ mol } SO_2} = 12.5 \text{ mol } H_2SO_4$

c. $12.5 \text{ mol } SO_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } SO_2} = 6.25 \text{ mol } O_2$

$= 6.25 \text{ mol } O_2$

مثال 3

تحويل المول إلى كتلة وفقا للحسابات الكيميائية حدد كتلة كلوريد الصوديوم (NaCl)، المعروف عادة بملح الطعام، الذي يتم إنتاجه عند تفاعل 1.25 mol من غاز الكلور (Cl_2) بشدّة مع كمية وافرة الصوديوم.

1 تحليل المسألة

أعطيت عدد مولات المواد المتفاعلة، Cl_2، وعليك تحديد كتلة الناتج، NaCl. يجب عليك إجراء التحويل من مولات Cl_2 إلى مولات NaCl بواسطة النسبة المولية من المعادلة. بعد ذلك، أنت بحاجة لتحويل مولات NaCl إلى جرامات من NaCl باستخدام الكتلة المولية كمعامل تحويل.

معلوم

مولات كلور = $1.25\ mol\ Cl_2$

مجهول

كتلة كلوريد الصوديوم = $?\ g\ NaCl$

2 حساب المجهول

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدّد القيم المعروفة والمجهولة.

$$\begin{matrix} 1.25\ mol & ?\ g \\ 2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow & 2NaCl(s) \end{matrix}$$

النسبة المولية: $\frac{2\ mol\ NaCl}{1\ mol\ Cl_2}$

اضرب مولات Cl_2 في النسبة المولية للحصول على مولات NaCl.

$$1.25\ \cancel{mol\ Cl_2} \times \frac{2\ mol\ NaCl}{1\ \cancel{mol\ Cl_2}} = 2.50\ mol\ NaCl$$

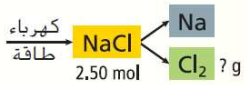
اضرب مولات NaCl في الكتلة المولية للحصول على غرامات NaCl.

$$2.50\ \cancel{mol\ NaCl} \times \frac{58.44\ g\ NaCl}{1\ \cancel{mol\ NaCl}} = 146\ g\ NaCl$$

almanahj.com/ae
المناهج الإماراتية

تطبيق

13. يتفكّك كلوريد الصوديوم إلى عنصري الصوديوم ووالكلور عن طريق الطاقة الكهربائية. ماهي الكمية، بالجرامات، من غاز الكلور التي تنتج عن العملية الموضحة في المخطط على اليسار؟



14. **تحدي** التيتانيوم فلز انتقالي يستخدم في العديد من السبائك بسبب متانته وخفة وزنه البالغتين. رابع كلوريد التيتانيوم ($TiCl_4$) مستخرج من أكسيد التيتانيوم (TiO_2) باستخدام الكلور وفحم الكوك.

$$TiO_2(s) + C(s) + 2Cl_2(g) \rightarrow TiCl_4(s) + CO_2(g)$$

a. ماهي كتلة غاز Cl_2 الضرورية للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2؟

b. ما هي كتلة الكربون C الضرورية للتفاعل مع 1.25 mol من TiO_2؟

c. ماهي الكتلة الكلية للمواد الناتجة من تفاعل مع 1.25 mol من TiO_2؟

13. 88.6 g Cl_2

14. a. 177 g Cl_2

b. 15.0 g C

c. 292 g

مثال 4

تحويل الكتلة إلى كتلة وفقا للحسابات الكيميائية نيترات الأمونيوم (NH_4NO_3)، وهو من الأسمدة المهمة، ينتج غاز أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين (N_2O) عندما يتفكّك NH_4NO_3. حدد كتلة الـ H_2O الناتجة عن تفكّك 25.0 g من نيترات الأمونيوم الصلب.

1 تحليل المسألة

أُعطيت وصفا للتفاعل الكيميائي وكتلة المادة المتفاعلة. عليك كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة وتحويل كتلة المادة المتفاعلة المعروفة لمولات نفس المادة. عندها، استخدم النسبة المولية لربط العلاقة بين مولات المادة المتفاعلة ومولات الناتج. وأخيرا، استخدم الكتلة المولية للتحويل من مولات الناتج إلى كتلة الناتج.

معلوم

كتلة نيترات الأمونيوم = $25.0\ g\ NH_4NO_3$

مجهول

كتلة الماء = $?\ g\ H_2O$

2 حساب المجهول

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدّد القيم المعروفة والمجهولة.

$$\begin{matrix} 25.0\ g & ?\ g \\ NH_4NO_3(s) \rightarrow & N_2O(g) + 2H_2O(g) \end{matrix}$$

اضرب جرامات NH_4NO_3 في مقلوب الكتلة المولية للحصول على مولات NH_4NO_3.

$$25.0\ g\ \cancel{NH_4NO_3} \times \frac{1\ mol\ NH_4NO_3}{80.04\ g\ \cancel{NH_4NO_3}} = 0.312\ mol\ NH_4NO_3$$

النسبة المولية: $\frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ NH_4NO_3}$

اضرب عدد مولات NH_4NO_3 في النسبة المولية للحصول على مولات H_2O.

$$0.312\ \cancel{mol\ NH_4NO_3} \times \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ \cancel{mol\ NH_4NO_3}} = 0.624\ mol\ H_2O$$

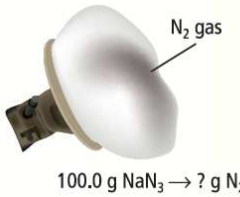
اضرب عدد مولات H_2O في الكتلة المولية للحصول على جرامات من H_2O.

$$0.624\ \cancel{mol\ H_2O} \times \frac{18.02\ g\ H_2O}{1\ \cancel{mol\ H_2O}} = 11.2\ g\ H_2O$$

إعداد أ. محمد علي خلف
00971505699581

تطبيق

15. أحد التفاعلات المستخدمة لنفخ الأكياس الهوائية للسيارات يتضمّن أزايد الصوديوم (NaN_3):
$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$. قم بتحديد كتلة N_2 الناتجة عن تفكّك NaN_3 المبينة على اليسار.



15. 64.64 g N_2

هيكل الكيمياء – الصف الحادي عشر عام – الفصل الدراسي الثالث

الوحدة السادسة – الحسابات الكيميائية

القسم الثالث – المتفاعلات المحددة

المتفاعل المحدد: يحدّ من نطاق التفاعل، ومن ثمّ يحدد كمية الناتج المتكوّن. يتبقى قسم من كل متفاعل آخر بعد توقّف التفاعل الكيميائي.

المتفاعل الفائض: بقايا المواد المتفاعلة بعد انتهاء التفاعل الكيميائي.

الشكل 5 إذا تحققت من كافة الذرات قبل وبعد التفاعل، سوف تلاحظ أن بعض جزيئات النيتروجين بقيت على حالها دون تغيير. جزيئات النيتروجين هذه هي المتفاعل الفائض.

مثال 5

التعرّف على المتفاعل المحدد ينتج التفاعل بين الفوسفور الأبيض الصلب (P_4) والأكسجين عاشر أكسيد رباعي الفوسفور(P_4O_{10}). يسمى هذا المركب عادة خامس أكسيد ثنائي الفوسفور لأن صيغته الأولية هي P_2O_5.

أ. حدد كتلة P_4O_{10} المتكونة في حال تم التفاعل بين 25.0 g P_4 و 50.0 g O_2.

ب. كم من المتفاعل الفائض يتبقى بعد توقف التفاعل؟

1 تحليل المسألة

أنت تعلم كتل كلا المتفاعلين، وبالتالي عليك التعرف على المتفاعل المحدد واستخدامه لإيجاد كتلة الناتج. يمكن التعرف على عدد مولات المتفاعل الفائض المستخدمة خلال التفاعل انطلاقا من عدد مولات المتفاعل المحدد. يمكن تحويل عدد مولات المتفاعل الفائض التي تفاعلت إلى كتلة وطرحها من الكتلة المعروفة لإيجاد المقدار الفائض.

معلوم

كتلة الفوسفور = 25.0 g P_4

كتلة الأكسجين = 50.0 g O_2

مجهول

كتلة عاشر أكسيد رباعي الفوسفور = ؟ g P_4O_{10}

كتلة المتفاعل الفائض = ؟ g من المتفاعل الفائض

إعداد أ. محمد علي خلف

00971505699581

2 حساب المجهول

حدّد المادة المحدّدة للتفاعل

اكتب المعادلة الكيميائية الموزونة، وحدّد القيم المعروفة والمجهولة.

25.0 g 50.0 g ? g

$$P_4(s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$$

حدد عدد مولات المتفاعل من خلال ضرب كل كتلة في معامل التحويل الذي يربط بين المولات والكتلة – مقلوب الكتلة المولية.

احسب عدد مولات P_4.

$$25.0\ \text{g } P_4 \times \frac{1\ \text{mol } P_4}{123.9\ \text{g } P_4} = 0.202\ \text{mol } P_4$$

احسب عدد مولات O_2.

$$50.0\ \text{g } O_2 \times \frac{1\ \text{mol } O_2}{32.00\ \text{g } O_2} = 1.56\ \text{mol } O_2$$

احسب النسبة الفعلية للمولات المتوفرة من O_2 والمولات المتوفرة من P_4.

احسب نسبة مولات O_2 لمولات P_4.

$$\frac{1.56\ \text{mol } O_2}{0.202\ \text{mol } P_4} = \frac{7.72\ \text{mol } O_2}{1\ \text{mol } P_4}$$

حدد النسبة المولية للمتفاعلين انطلاقا من المعادلة الكيميائية الموزونة.

النسبة المولية: $\frac{5\ \text{mol } O_2}{\text{mol } P_4}$

بما أن 7.72 mol من O_2 متوفرة، لكن فقط 5 mol هي القدر المطلوب للتفاعل مع 1 mol من الـ P_4. O_2 هو المتفاعل الفائض و P_4 هو المتفاعل المحدد. استخدم مولات P_4 لتحديد مولات P_4O_{10} التي سيتم إنتاجها. اضرب عدد مولات P_4 في النسبة المولية لـ P_4O_{10} (المجهول) لـ P_4 (المعروف).

احسب مولات الناتج (P_4O_{10}) المتكوّن.

$$0.202\ \text{mol } P_4 \times \frac{1\ \text{mol } P_4O_{10}}{1\ \text{mol } P_4} = 0.202\ \text{mol } P_4O_{10}$$

لحساب كتلة الـ P_4O_{10}، اضرب عدد مولات P_4O_{10} في معامل التحويل الرابط بين الكتلة والمولات – الكتلة المولية.

احسب كتلة الناتج P_4O_{10}.

$$0.202\ \text{mol } P_4O_{10} \times \frac{283.9\ \text{g } P_4O_{10}}{1\ \text{mol } P_4O_{10}} = 57.3\ \text{g } P_4O_{10}$$

بما أن O_2 هو المتفاعل الفائض، فإن جزء فقط من O_2 يتم استهلاكه. استخدم المتفاعل المحدد P_4، لتحديد عدد مولات وكتلة الأكسجين O_2 المستخدم.

اضرب مولات المتفاعل المحدد في النسبة المولية لتحديد مولات المتفاعل الفائض اللازمة.

$$0.202\ \text{mol } P_4 \times \frac{5\ \text{mol } O_2}{1\ \text{mol } P_4} = 1.01\ \text{mol } O_2$$

قم بتحويل مولات O_2 المستهلك إلى كتلة O_2 المستهلك.

اضرب عدد مولات الأكسجين O_2 في الكتلة المولية.

$$1.01\ \text{mol } O_2 \times \frac{32.00\ \text{g } O_2}{1\ \text{mol } O_2} = 32.3\ \text{g } O_2$$

احسب الكم الفائض من O_2.

اطرح كتلة الأكسجين O_2 المستخدمة من الكتلة المتوفرة.

$50.0\ \text{g } O_2$ متوفرة $- 32.3\ \text{g } O_2$ مستهلكة $= 17.7\ \text{g } O_2$ فائض

تطبيق

23. يندرج التفاعل بين الصوديوم الصلب وأكسيد الحديد (III) ضمن سلسلة من التفاعلات التي تؤدي إلى نفخ كيس الهواء في السيارة: $6Na(s) + Fe_2O_3(s) \rightarrow 3Na_2O(s) + 2Fe(s)$. إذا استخدمنا 100.0 g من Na و 100.0 g من Fe_2O_3 في هذا التفاعل، حدد الآتي.

a. المتفاعل المحدد

b. المتفاعل الفائض

c. كتلة الحديد الصلب الناتج

d. كتلة المتفاعل الفائض المتبقي بعد اكتمال التفاعل.

a. Fe_2O_3
b . Na
c . 70 g Fe
d . 13.6 g Na

إعداد أ. محمد علي خلف
00971505699581

هيكل الكيمياء – الصف الحادي عشر عام – الفصل الدراسي الثالث

الوحدة السابعة – المخاليط والمحاليل

القسم الأول – أنواع المحاليل

مخاليط غير مُتجانسة

تذكّر أنّ الخليط هو مزيج بين مادّتين نقيّتين أو أكثر حيث تحتفظ كلّ مادّة نقيّة بخصائصها الكيميائيّة المنفردة. لا تمتزج المخاليط غير المتجانسة ببعضها بسلاسة، فتظلّ المواد المنفردة متميّزة. تُعتبر المعلقات والغرويّات من المخاليط غير المتجانسة.

المعلقات المعلقُ هو خليط يحتوي على جسيمات ترسّبَ إذا ما تُرِكت ثابتة. يُعتبر الماء الموحل المبيّن في **الشكل 1** معلقًا. تكبّ معلقٍ سائلٍ عبر مصفاةٍ سيحصلّ كذلك الجُسيمات المعلقة.

الشكل 3 الجُسيمات في الغروي تنشر ضوءًا على عكس الجُسيمات في المحلول. يكوّن شُعاعُ الضّوء مرئيًا في الغروي نتيجةً لتشتت الضّوء، ويُسمّى هذا ظاهرةَ تندال.
خمّن إنْ من هذه المخاليط تُعدُّ غرويّة.

تكوينُ المحاليل على عكس تركيباتٍ أخرى، فإنّ بعض التركيبات للموادّ تكوّن محاليلَ على الدوام. ونقولُ عن المادّة التي تذوبُ في المذيب بأنّها **ذائبَة** في ذلك المذيب. فالسُّكّر على سبيل المثال، ذائبٌ في الماء، وبلك حقيقةٌ قد تكونُ تعلّمتها عن طريق إذابة السُّكّر في مياهٍ لتحضّر مشروبًا مُحلّى مثل الشّاي أو عصير الليمون. ويُسمّى سائلان قابلان للذّوبان في بعضهما البعض بأيّ نسبةٍ كانت، مثل الشوائل التي تُشكّلُ مانع التجمّد المدرج في **جدول 2** سائلانِ **قابلانِ للامتزاج**. ونقولُ عن المادّة التي **لا تقبلُ الذّوبانَ** في مُذيبٍ بأنّها غيرُ قابلةٍ للذّوبان في ذلك المذيب. إنّ الزّملّ غير قابلٍ للذّوبان في الماء. تنفصلُ الشوائلُ في زُجاجةٍ تحتوي على الزّيت والخلّ بعد خلطها بقوةٍ وجيزةٍ. إنّ الزّيت غير قابلٍ للذّوبان في الخلّ. يُسمّى سائلان يُمكن خلطُهما بتعبٍ لكن ينفصلان عن بعضهما البعض في فترةٍ وجيزةٍ بسائلين غير **قابلانِ للامتزاج**.

الغرويّات الجسيمات في المعلقات أكبر بكثيرٍ من الذّرّات وبإمكانها التّرسّب في المحلول. **الغروي** هو خليط غيرُ متجانسٍ من الجسيمات متوسّطةِ الحجم (بين حجم المقياس الذّرّي للجسيمات في المحلول وحجم جسيمات المعلق). يتراوحُ قُطرُ الجسيمات الغرويّة ما بين 1 nm و 1000 nm، كما أنّها لا تترسّب. يعدُّ الحليبُ من الغرويّات. لا يُمكنُ فصلُ مُكوّناتِ حليبٍ متجانسٍ عن طريق التّرسّب أو عن طريق التّرشيح.

ظاهرة تندال غالبًا ما تكونُ الغرويّات المركّزة قاتمة وغير شفّافة. تبدو الغرويّات المخفّفة أحيانًا واضحةً بقدرٍ المحاليل. تبدو الغرويّات المخفّفة كالمحاليل المتجانسة لأنّ جسيماتِها المشتّتة صغيرةٌ جدًّا. غير أنّ جسيمات الغروي المشتّتة تشتّت الضّوء، وهي ظاهرةٌ تُعرفُ **بظاهرةِ تندال**. في **الشكل 3** عند سقوط حزمة ضوئية على اثنين من المخاليط غير المعروفة. بإمكانك أن تلاحظ أنّه وعلى عكس الجسيمات في المحلول، فإنّ جسيمات الغروي المشتّتة تشتّت الضّوء. تُظهر المعلقاتُ كذلك ظاهرةَ تندال، بينما لا تُظهرُ المحاليلُ أبدًا ذلك. لقد أدركتْ ظاهرةُ تندال إذا كُنتَ قد لاحظتَ مُرورَ أشعّةِ الشّمس عبر هواءٍ مليءٍ بالدّخان، أو شاهدتَ أضواءَ عبر الضّباب. يمكنُ استخدامُ ظاهرةِ تندال لتحديد كمية الجسيمات المنتشرة في المعلق.

خواص الجسيمات	مخلوط معلق	مخلوط غروي	محلول
11. نصف قطرها أقلّ من 1 nm			√
12. نصف قطرها يتراوح بين (1-1000 nm)		√	
13. نصف قطرها أكبر من 1000 nm	√		
14. تستقر إذا تُركت دون تحريك	√		
15. تمر من خلال ورق الترشيح		√	√
16. تُشتّت الضوء	√	√	

إعداد أ. محمد علي خلف

00971505699581

هيكل الكيمياء – الصف الحادي عشر عام – الفصل الدراسي الثالث

الوحدة السابعة – المخاليط والمحاليل

القسم الثاني – تركيز المحلول

الجدول 3 نِسبُ التَّركيز

وصفُ التَّركيز	النِّسبة
النِّسبة المئويّة بالكُتلة	$\frac{\text{كُتلة المُذاب}}{\text{كُتلة المحلول}} \times 100$
النِّسبة المئويّة بالحجم	$\frac{\text{حجم المُذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$
المَولاريّة	$\frac{\text{عدد مُولات المُذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$
المولاليّة	$\frac{\text{عدد مولات المُذاب}}{\text{كُتلة المُذيب بالكيلوجرام}}$
الكَسر المَولي	$\frac{\text{عدد مُولات المُذاب}}{\text{عدد مُولات المُذاب + عدد مُولات المُذيب}}$

النِّسبة المئويّة بالكُتلة $= \frac{\text{كُتلة المُذاب}}{\text{كُتلة المحلول}} \times 100$

تُساوي النِّسبة المئويّة بالكُتلة كُتلةَ المُذاب مقسومةً على كُتلة المحلول الكُلّيّة ومضرُوبةً في 100.

المطلوبات

أدرج معلومات هذا القسم في مطويتك.

مثال 1

احسب النِّسبة المئويّة بالكُتلة من أجل المحافظ على الثّمالي بين تركيز كلوريد الصُّوديوم (NaCl) وتركيز مياه المُحيط، يجبُ أن يحتوي حوضُ الأسماك على NaCl 3.6 g لِكُلّ 100.0 g من الماء. ماهي النِّسبة المئويّة بالكُتلة لـ NaCl في المحلول؟

1 تحليل المسألة

لديكَ كميّةٌ من كلوريد الصُّوديوم مُذابةٌ في 100.0 g من الماء. النِّسبة المئويّة بالكُتلة لمحلُولٍ ما، هي نسبةُ كُتلة المُذاب إلى كُتلة المحلول، أي هو مجموعُ كُتلِ كُلٍّ من المُذاب والمُذيب.

معلوم	مجهول
كُتلةُ المُذاب = 3.6 g NaCl	النِّسبة المئويّة بالكُتلة = ؟
كتلة المذيب = 100.0 g H_2O	

2 حساب المجهول

أوجد كُتلة المحلول.

كُتلةُ المحلول = جرامات المُذاب + جراماتُ المُذيب

كُتلةُ المحلول = 3.6 g + 100.0 g = 103.6 g — عوّض كُتلة المُذاب = 3.6 g وكتلة المُذيب = 100.0 g.

احسب النِّسبة المئويّة بالكُتلة.

النِّسبة المئويّة بالكُتلة $= \frac{\text{كُتلة المُذاب}}{\text{كُتلة المحلول}} \times 100$ — أذكُر المعادلة للنِّسبة المئويّة بالكُتلة.

النِّسبة المئويّة بالكُتلة $= \frac{3.6\ g}{103.6\ g} \times 100 = 3.5\%$ — عوّض كُتلة المُذاب = 3.6 g وكتلة المحلول = 103.6 g.

تطبيقات

9. ما النِّسبة المئويّة بالكُتلة لـ $NaHCO_3$ في محلول يحتوي على 20.0 g من $NaHCO_3$ مذابة في 600.0 mL من H_2O؟
10. لديكَ 1500.0 g من محلول مُبيّض الملابس. النِّسبة المئويّة بالكُتلة للمُذاب هيبوكلوريت الصوديوم (NaOCl) هو 3.62% كم عددُ جرامات ال NaOCl الموجودة في المحلول؟
11. في السُّؤال 10، كم عددُ جرامات المُذيب الموجودة في المحلول؟
12. **تحدَّ** تُساوي النِّسبة المئويّة بالكُتلة لكلوريد الكالسيوم في المحلول 2.65%. ماهي كُتلةُ المحلول إذا تمّ استخدامُ 50.0 g من كلوريد الكالسيوم؟

9. 3%
10. 54.3 g
11. 1445.7g
12. 1908.4 g

إعداد أ. محمد علي خلف

00971505699581

المولاريّة إنّ النّسبة المئويّة بالكتلة والنّسبة المئويّة بالحجم ليستا إلاّ طريقتين من الطّرق الشّائعة للتّعبير الكمّي عن تركيز المحاليل. وتُعتبَر المولاريّة من أكثر الوحدات شيوعًا لقياس تركيز المحلول. **المولاريّة** (M) هي عدد مولات المذاب الذّائبة في لتر من المحلول. تُعرفُ المولاريّة أيضًا بالتّركيز المولاري وتُقرأ الوحدة M، مولار. فلتر من محلول يحتوي على 1 mol من المذاب هو محلول $1M$، وتُقرأ محلول 1مولار. ويُسمّى لترًا من محلول يحتوي على 0.1 mol من المذاب بمحلول $0.1\ M$. ولحساب مولارية المحلول، يجبُ معرفةُ حجم المحلول باللّتر وعددِ مولات المذاب.

$$\text{المولارية } (M) = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللّتر}}$$

مثال 2

حسابُ المولاريّة يحتوي 100.5 mL من محلول خافِ الوريد على 5.10 g من الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$). ما مولاريّة هذا المحلول؟ الكتلة المولية للجلوكوز هي 180.16 g/mol

1 تحليل المسألة

لذيبُ كُتلة الجلوكوز الذّائبة في حجمٍ من الماء. مُولاريّة المحلول هي نسبةُ عددِ مُولاتِ المَذاب لِكُلّ لِترٍ مِنَ المحلول.

المعلوم:

كتلة المذاب = 5.10 g $C_6H_{12}O_6$

الكتلة المولية ل $C_6H_{12}O_6$ = 180.16 g/mol

حجم المحلول = 100.5 mL

المجهول:

تركيز المحلول = ؟ M

2 حساب المجهول

احسب عدد مولات $C_6H_{12}O_6$.

$$(5.10\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6)\left(\frac{1\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6}{180.16\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6}\right)$$

اضرب جرامات ال $C_6H_{12}O_6$ في الكتلة المولية لـ $C_6H_{12}O_6$.

$$= 0.0283\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6$$

حوّل حجم المحلول إلى اللّتر.

$$(100.5\ \text{mL})\left(\frac{1\ \text{L}}{1000\ \text{mL}}\right) = 0.1005\ \text{L}$$

استخدم معامل التحويل 1 L/1000 mL.

حل لحساب المولارية.

$$M = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللّتر}}$$

اكتب مُعادلة المولارية.

$$M = \left(\frac{0.0283\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6}{0.1005\ \text{L المحلول}}\right)$$

عوض مولات $C_6H_{12}O_6$ = 0.0283 وحجم المحلول = 0.1005 L.

$$M = 0.282M$$

اقسم الأعداد والوحدات.

تطبيقات

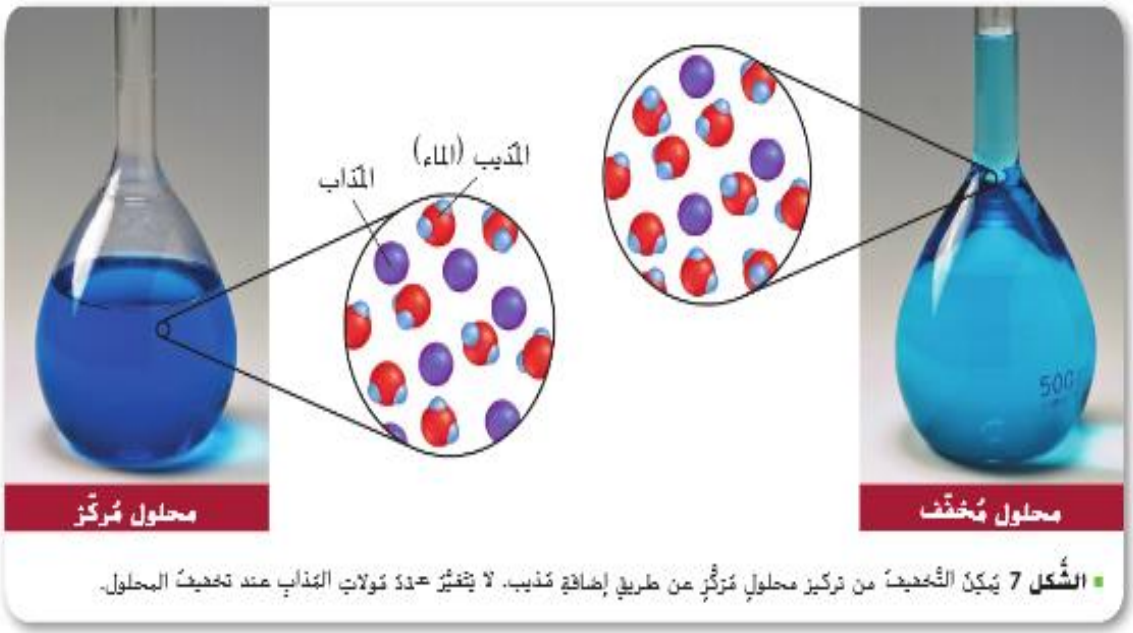
16. ما مولاريّةُ محلولٍ سائل يحتوي على 40.0 g من الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) في 1.5 L من المحلول؟
17. احسب مولارية محلول حجمه 1.60 L مذابٌ فيه 1.55 g من KBr
18. ما مولاريّةُ مُبيّض ملابس يحتوي على 9.5 g من NaOCl في كُلّ لتر من المُبيّض؟
19. **تحدٍّ** كم جرامًا من هيدروكسيد الكالسيوم ($Ca(OH)_2$) يلزم لتحضير محلول حجمه 1.5 L وتركيزُهُ 0.25M؟

0.148 M .16

8.13 x 10-3M .17

0.128 M .18

28 g .19



الشّكل 7 يُمكِنُ التّخفيفُ من تركيز محلولٍ مُرَكّزٍ عن طريقِ إضافةِ مُذيب. لا يتغيّرُ عددُ مُولاتِ المُذابِ عند تخفيفِ المحلول.

هيكل الكيمياء – الصف الحادي عشر عام – الفصل الدراسي الثالث

الوحدة السابعة – المخاليط والمحاليل

القسم الثاني – تركيز المحلول

المولالية يتغيّرُ حجمُ المحلولِ عِندَ تغيُّرِ درجةِ الحرارةِ؛ إذ يتمدَّدُ أو يتقلَّص. يؤثِّرُ هذا التَّغيُّرُ في الحجمِ في مُولاريَّةِ المحلول. لا تتأثَّرُ كُتَلُ المواد في المحلول مع ذلك بدرجات الحرارة. لِذا مِنَ المُفيدِ أحيانًا وَصفُ المحاليلِ بعَدَدِ مولاتِ المُذابِ الموجودةِ في كُتلةٍ مُعيَّنةٍ من المُذيب. يُسمَّى مثل هذا الوصفِ **المولاليّة**– نِسبةُ عددِ مُولاتِ المُذابِ الموجودة في 1 kg من المُذيب. تُقرأ الوحدة m مولاليّة.

ويُسمَّى تركيزُ المحلولِ الذي يحتوي على 1 mol من المُذابِ لِكُلِّ 1 kg من المذيب، مولالي (1 m).

$$\text{المولاليَّة } (m) = \frac{\text{عددُ مولات المُذاب}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

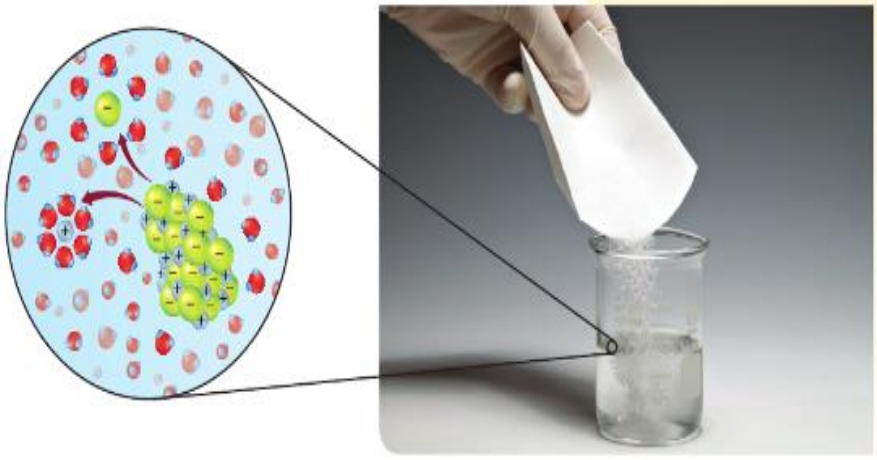
almanahj.com/ae
المناهج الإماراتية

عمليّة الإذابة

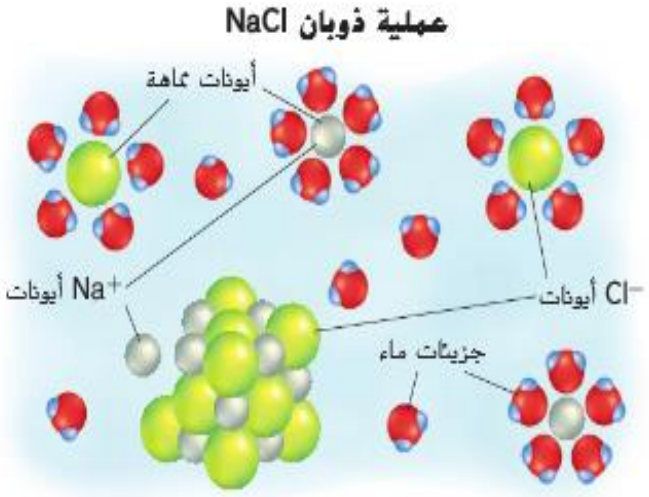
لماذا تذوب بعض المواد في بعضها البعض على عكس المواد الأخرى؟ لكي يتكوّن المحلول، يجب على جُسيمات المُذاب أن تنفصل عن بعضها البعض ويجبُ أن تُمزج جُسيمات المُذاب مع جُسيمات المُذيب. تذكّر أنّ قُوى التَّجاذب موجودة بين جُسيماتِ كلّ المواد. فهي موجودة بين جُسيمات المذاب النّقيّة وبين جُسيمات المذيب النّقيّة وكذلك بين جُسيمات المذاب والمذيب. فعِندَ وضع مُذابٍ صلبٍ في مذيب، تُحيط جُسيمات المُذيب بسطح المُذاب الصّلب تماما. فإذا كانت قُوى التَّجاذُب بين جُسيمات المُذيب والمُذاب أكبر من قوى التَّجاذُب التي تُبقي على جُسيمات المُذاب مُتماسكة فسوف تفصلُ جُسيمات المُذيب جُسيمات المُذاب عن بعضها البعض وتُحيط بها. ثم تبتعدُ جُسيماتُ المذاب المُحاطةُ بجُسيمات المُذيب عن المُذاب الصّلب وتتّجه نحو المحلول.

وتُسمَّى عمليّةُ إحاطة جُسيماتِ المُذاب بجُسيمات المُذيب **الذّوبان**، مثلما هو مُوضّحٌ في **الشّكل 9**. تُسمَّى الذّوبانُ في الماء الإماهة. "الشبيه يذيب الشبيه" هي القاعدة العامّة المُستخدمة لتحديد ما إذا كانت عمليّة الذّوبان تحدث في مذيب مُعين. ولتحديد ما إذا كان المُذيب والمُذاب مُتماثلين، يجبُ دراسة روابط وقُطبيّة الجُسيمات والقُوى البين جُزيئيّة بينها.

■ **الشّكل 9** يبدأ الملح في الانفصال عندما يوضعُ في الماء. إذ تُسحبُ جُسيمات المُذاب من المادّة الصّلبة وتُحاطُ بجُسيمات المُذيب.



■ **الشّكل 10** يذوب كلوريد الصوديوم في الماء عندما تُحيط جُسيمات الماء بأيونات الصوديوم والكلوريد. لاحظ كيف تُوجّهُ جُسيمات الماء القطبيّة نفسها حول الأيونات الموجبة والأيونات السّالبة بطريقة مُختلفة.



المحاليل السائلة للمُركبات الأيونيّة تذكر أنّ جسيمات الماء هي جسيمات قُطبيّة في حركة مستمرّة، حسب نظريّة الحركة الجزيئيّة. فعند وضع بلّورة من مركّب أيوني مثل كلوريد الصوديوم (NaCl) في الماء، تصطدم جسيمات الماء بسطح البلّورة. وعندها تجذب أطراف جسيمات الماء المشحونة أيونات الصّوديوم المُوجبة وأيونات الكلوريد السّالبة. وهذا التّجاذب بين ثنائيّات الأقطاب والأيونات أكبرُ من التّجاذب بين الأيونات في البلورة. لذلك تبتعدُ الأيونات عن سطح البلّورة. تُحيط جسيمات الماء بالأيونات، فتنتقلُ الأيونات المُذابة نحو المحلول، كما هو مُوضّح في **الشّكل 10**، مُعرّضةً أيوناتٍ أكثر على سطح البلورة للذوبان. وهكذا تستمرّ عمليّة الذّوبان حتّى تذوب البلّورة كلّها.

ليست كلّ المواد الأيونية قابلة للإذابة عن طريق جسيمات الماء. فالجبس مثلاً لا يذوب في الماء لأن قوّة التّجاذب بين أيونات الجبس قويّة جدًّا بحيث لا تستطيع قوّة التّجاذب بين جسيمات الماء وأيونات الجبس التّغلّب عليها. كما هو مُوضّح في **الشّكل11**، فقد ساهمت اكتشافات محاليل ومخاليط معينة منها الجبيرة الطّبية المصنوعة من الجبس في تطوير الكثير من المنتجات والعمليّات.

■ **الشّكل 11**

إنجازات مُهمّة في كيمياء المحاليل

لقد ساهم العلماء العاملين في مجال المحاليل في تطوير مُنتجات وعمليّات في مجالات مثل التّغذية الطّبيّة وتحضير الطّعام وحفظه والصّحّة العامّة والسّلامة.

العواملُ المُؤثّرة في الإذابة

تحدّث الإذابة فقط عندما تتّصلُ جسيمات المُذاب والمذيب ببعضها البعض. هنالك ثلاث طُرقٍ شائعةٍ مُوضّحة في **الشّكل 13** لزيادةِ التّصادمات بين جسيمات المُذاب وجسيمات المذيب ممّا يزيدُ من سُرعة إذابة المُذاب وهي: التّحريك وزيادةُ مساحةِ سطح المُذاب ورفع درجة حرارة المذيب.

التّحريك يعمل تحريك المحلول أو هزّه على إبعاد جسيمات المُذاب الذائبة عن سطح الانصال بسرعة أكبر، وبذلك يسمح بحدوث تصادمات أخرى بين جسيمات المُذاب وجسيمات المذيب. فبين دون تحريك المحلول، تتحركُ الجسيمات الذّائبة ببطءٍ بعيدًا عن مناطق الاتّصال.

مساحةُ السّطح إنّ تكسير المُذاب إلى قطعٍ صغيرة يزيدُ من مساحةِ سطحِه. تسبّبُ الزّيادة في مساحة السّطح بالزّيادة في عدد التّصادمات. لهذا السّبب فإنّ ذوبان ملعقةٍ صغيرةٍ من السُّكّر المطحون يكونُ أسرعُ من ذوبان نفس الكميّة من السُّكّر الذي يكون في شكل مُكعّبات.

الحرارة تتأثّر سُرعة الذّوبان بدرجةِ الحرارة. يذوبُ السُّكّر مثلاً في الشّاي السّاخن مثلما هو مُوضّح في **الشّكل 13** بسُرعة أكبر من ذوبانِه في الشّاي المُثلّج. بالإضافة إلى ذلك، تستطيعُ المُذيباتُ السّاخنةُ إذابةَ كميّةٍ أكبر من المُذاب الصلب. يستوجبُ الشّاي السّاخن سُكّرًا ذائبًا أكثر من الشّاي المُثلّج. تسلّكُ أغلبُ المواد الصّلبة نفس سُلوك السُّكّر عند الذّوبان.

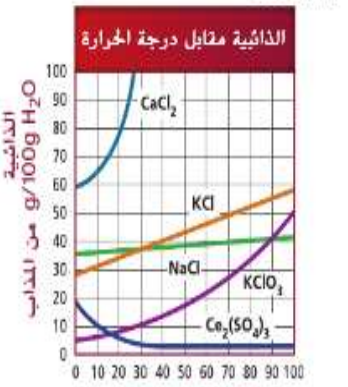
فمع الزّيادة في درجة الحرارة، ترتفعُ كذلك نسبةُ الذّوبان. ولكنّ ذوبان بعض المواد الأخرى، مثل الغازات، يقلُّ بزيادة درجةِ الحرارة. فعلى سبيل المثال، تفقدُ المشروبات الغازيّة صوت الفوران (ثاني أكسيد الكَرْبون) بشكلٍ أسرع عند درجة حرارة الغُرفة مِمّا لو كانت باردة.

المحاليل غير المُشبعة يحتوي **المحلول غير المُشبع** على كميّة مُذابٍ أقلّ من المحلول المُشبع عند درجة حرارةٍ وضغطٍ مُعيّنين. بعبارةٍ أخرى، يُمكن إذابةُ كميّةٍ أكبر من المُذاب في المحلول غير المُشبع.

المحاليل المُشبعة رغم استمراريّة جسيمات المُذاب في الذّوبان والتّبلور في المحاليل التي تصلُ إلى حالة الاتّزان، إلّا أنّ الكميّة الإجماليّة للمُذاب الذّائبة في المحلول تبقى ثابتة. يُعرفُ مثل هذا المحلول، المُوضّح في **الشّكل 14 بالمحلول المُشبع**، وهو يحتوي على أكبر كميّةٍ من المُذاب ذائبةٌ في كميّةٍ مُحدّدة من المذيب في درجةِ حرارةٍ وضغطٍ مُعيّنين.

درجة الحرارة والمحاليل فوق المُشبعة تتأثّر الذّائبيّة بارتفاع درجة حرارة المُذيب لأنّ طاقة جُسيماته الحركيّة تزداد، ممّا يُنتجُ تصادماتٍ مُتتالية أكثر وتصادماتٍ ذات طاقةٍ أعلى مُقارنةً بالتّصادمات التي تحدثُ في درجاتِ حرارةٍ مُنخفضة. يُوضّحُ **الشّكل 15**، أنّ ذائبيّة الكثير من المواد تكونُ أكبر في درجات حرارةٍ أعلى. فمثلاً، ذائبيّةُ كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) تساوي 64 g $CaCl_2$ لكلّ 100 g H_2O في درجةِ حرارةٍ تساوي 10°C. عند زيادة درجة الحرارة إلى ما يُقاربُ 27°C، تزدادُ الذّائبيّة تقريبًا بنسبة 50% لتُصبح 100 g $CaCl_2$ لكلّ 100 g H_2O. بالنّسبة لِذائبيّة المواد الأخرى مثل كبريتات السّيريوم، $Ce_2(SO_4)_3$، فإنّها تنخفضُ بِسُرعةٍ في البداية إذا ما ارتفعت درجةُ الحرارة، لكنّها بعد ذلك تبقى ثابتة.

■ **الشّكل 15** يُبيّنُ هذا الرسم البياني ذائبيّة عدّةِ موادّ في درجاتِ حرارةٍ مُختلفة.



التّأكد من فهم الرسم البياني

حدّد ذائبيّة NaCl في درجة حرارةٍ تُساوي 80°C؟

إعداد أ. محمد علي خلف

00971505699581

ينصّ **قانون هنري** على أنّ ذائبيّة الغاز (S) في سائلٍ ما، تتناسبُ طرديًّا مع ضغط (P) الغاز فوق السّائل عند درجة حرارة معيّنة. فعندما تكون قارورةُ المشروب الغازي مغلقةً، كما هو موضّحٌ **في الشّكل 18** يَعملُ الضّغط الواقع فوق المحلول على إبقاء غاز ثاني أكسيد الكربون في المحلول. ويُمكنُ تمثيلُ هذه العلاقة على النّحو التالي.

قانون هنري

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

S تُمثّلُ الذائبية.
P تُمثّلُ الضّغط.

عند درجة حرارة مُعيّنة، يبقى ناتجُ ذائبية الغاز وضغطه ثابتين.

مثال 5

قانون هنري إذا ذاب 0.85 g من الغاز عند ضغطٍ مِقدارُه 4.0 atm في 1.0 L من الماء في درجة حرارةٍ تساوي 25 °C، فماهي كُتلة الغاز التي ستذوبُ في 1.0 L من الماء في ضغطٍ مقداره 1.0 atm وفي درجةِ الحرارةِ نفسها؟

1. تحليلُ المسألة

لَديكَ درجة ذائبيّة الغاز عند الضّغط الابتدائي. تظلُّ درجةُ حرارة الغاز ثابتةً مع تغيُّر الضّغط. ولأنّ تقليلَ الضّغط يؤدّي إلى تقليلِ ذوبانيّة الغاز، فإنّ كُتلةً أقلّ من الغاز أن تَذاب عند ضغطٍ أقلّ.

معلوم	مجهول
$S_1 = 0.85\ g/L$	$S_2 = ?\ g/L$
$P_1 = 4.0\ atm$	
$P_2 = 1.0\ atm$	

2. حساب المجهول

$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$ — أكتب قانون هنري.

$S_2 = S_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$ — عدّل قانون هنري لإيجاد S_2.

$S_2 = \left(\frac{0.85\ g}{1.0\ L}\right)\left(\frac{1.0\ atm}{4.0\ atm}\right) = 0.21\ g/L$ — عوض $S_1 = 0.85\ g/L$، $P_1 = 4.0\ atm$، و $P_2 = 1.0\ atm$. اضرب واقسم الأعداد والوحدات.

3. تقييم الإجابة

لقد قلّت الذّائبية، كما هو مُتوقّع. فقد قلّ الضّغطُ فوق المحلول من 4.0 atm إلى 1.0 atm، لذالك فإنّ الذائبية يجبُ أن تنخفض إلى رُبع قيمتها الأصليّة. الوحدة g/L هي وحدة الذّائبية، وهنالك رقمين معنويّين.

تطبيقات

36. إذا ذاب 0.55 g من الغاز في 1.0 L من الماء عند ضغطٍ مقداره 20.0 kPa، ما الكميّة التي ستذوب عند ضغط مقداره 110 kPa؟
37. إنّ ذائبية غازٍ ما في ضغطٍ مقداره 10 atm تساوي 0.66 g/L. ما مقدار الضّغط الواقع على محلولٍ حجمُه 1.0 L ويحتوي على 1.5 g من الغاز؟
38. **تحدّي** عند ضغط 7 atm، تُساوي ذائبيةُ الغاز 0.52 g/L. ما كتلة الغاز بالجرامات التي تذوب في 1.0 L إذا تمّ زيادةُ الضّغط بنسبة 40.0%؟

36. 3.0 g/L
37. 23 atm
38. 0.73 g/L

إعداد أ. محمد علي خلف
00971505699581