Machine Translated by Google

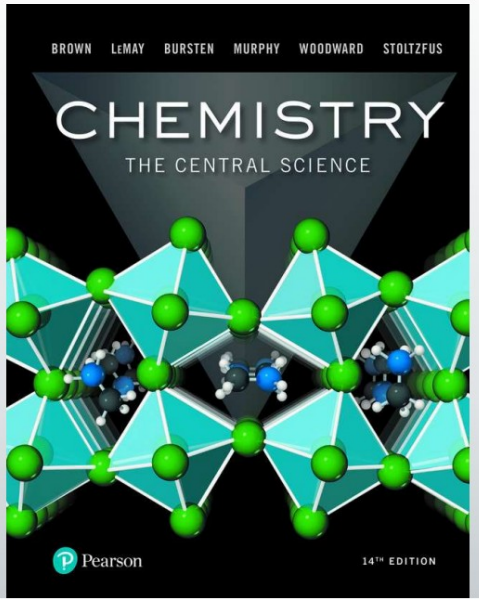
Chapter 3

Chemical Reactions and Reaction Stoichiometry

Dr. Morad Mustafa

Department of Pharmacy

Al-Zaytoonah University of Jordan



Machine Translated by Google

3.1المعادلات الكيميائية

نمثل التفاعل الكيميائي بالمعادلات الكيميائية.

$$2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O$$

نقرأ علامة + على أنها تتفاعل مع والسهم على أنه ينتج. تمثل الصيغ الكيميائية الموجودة على يسار السهم الصيغة الأولية

المواد التي تسمى المتفاعلات.

الصيغ الكيميائية الموجودة على يمين السهم تمثل

المواد الناتجة عن التفاعل تسمى المنتجات.

تشير الأرقام الموجودة أمام الصيغ، والتي تسمى المعاملات، إلى

الأعداد النسبية للجزيئات من كل نوع المشاركة في

رد فعل.

Machine Translated by Google

3.1المعادلات الكيميائية

موازنة المعادلات نظرًا لأن الذرات لا تُنشأ ولا تُدمر في أي تفاعل، فإن المعادلة الكيميائية المتوازنة يجب أن تحتوي على عدد متساوٍ من ذرات كل عنصر على كل جانب من جوانب السهم.

نقوم بموازنة المعادلة من خلال تحديد المعاملات التي توفر أعدادًا متساوية من كل نوع من الذرات على جانبي المعادلة.

بالنسبة لمعظم الأغراض، يجب أن تحتوي المعادلة المتوازنة على أصغر معاملات الأعداد الصحيحة المحتملة.

Machine Translated by Google

3.1المعادلات الكيميائية

مثال خطوة بخطوة لموازنة معادلة كيميائية ضع في اعتبارك التفاعل الذي يحدث عندما يحترق الميثان (CH4) في الهواء لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) وبخار الماء (H2O). من الأفضل عادةً موازنة العناصر التي تحدث في الميثان أولاً.

أقل عدد من الصيغ الكيميائية في المعادلة.

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O \quad \text{(unbalanced)}$$

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O \quad \text{(unbalanced)}$$

$$CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O \quad \text{(balanced)}$$

Machine Translated by Google

3.1المعادلات الكيميائية

- نستخدم الرموز الإشارة إلى حالات المتفاعلات والنواتج $(g),\ (l),\ (s),\ \text{and}\ (aq)$ للمواد التي هي غازات، وسوائل، ومواد صلبة، ومذابة في محلول مائي، على التوالي.

$$CH_4(g) + 2\,O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(g)$$

- يشير الدلتا (Δ)الموجود فوق سهم التفاعل إلى إضافة الحرارة.

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.2

وازن المعادلة

$$Na(s) + H_2O(l) \longrightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

$$Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

$$Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,NaOH(aq) + H_2(g)$$

$$2\,Na(s) + 2\,H_2O(l) \longrightarrow 2\,NaOH(aq) + H_2(g)$$

Machine Translated by Google

3.2أنماط بسيطة للتفاعل الكيميائي

التركيب والتحلل
ردود الفعل

في تفاعلات التركيب، تتفاعل مادتان أو أكثر لتكوين منتج واحد. في تفاعل التحلل ، تخضع مادة واحدة لتفاعل لإنتاج مادتين أو أكثر.

Combination Reactions
$A + B \longrightarrow C$
$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$
$N_2(g) + 3\,H_2(g) \longrightarrow 2\,NH_3(g)$
$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$
Decomposition Reactions
$C \longrightarrow A + B$
$2\,KClO_3(s) \longrightarrow 2\,KCl(s) + 3\,O_2(g)$
$PbCO_3(s) \longrightarrow PbO(s) + CO_2(g)$
$Cu(OH)_2(s) \longrightarrow CuO(s) + H_2O(g)$

Machine Translated by Google

نموذج تمرين رقم 3.3

اكتب معادلة متوازنة لـ أ. تفاعل اتحاد معدن الليثيوم مع غاز الفلور

$$2\,\mathrm{Li}(s) + \mathrm{F_2}(g) \longrightarrow 2\,\mathrm{LiF}(s)$$

ب. تفاعل التحلل الذي يحدث عند تسخين كربونات الباريوم الصلبة (يتكون منتجان، مادة صلبة وغاز).

$$\mathrm{BaCO_3}(s) \longrightarrow \mathrm{BaO}(s) + \mathrm{CO_2}(g)$$

Machine Translated by Google

3.2أنماط بسيطة للتفاعل الكيميائي

تفاعلات الاحتراق

تفاعلات الاحتراق هي تفاعلات سريعة تنتج لهبًا. تتفاعل الهيدروكربونات المحترقة في الهواء مع O2 لتكوين CO2و H2O.

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

Machine Translated by Google

نموذج تمرين رقم 3.4

اكتب المعادلة المتوازنة للتفاعل الذي يحدث عندما يحترق الميثانول CH3OH(l) في الهواء.

$$CH_3OH(l) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$$

$$CH_3OH(l) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(g)$$

$$CH_3OH(l) + \tfrac{3}{2}\,O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(g)$$

$$2\,CH_3OH(l) + 3\,O_2(g) \longrightarrow 2\,CO_2(g) + 4\,H_2O(g)$$

Machine Translated by Google

3.3أوزان الصيغة

الصيغة والأوزان الجزيئية الوزن الصيغة (FW)للمادة هو مجموع الأوزان الذرية (AW)للذرات في الصيغة الكيميائية للمادة.

$$FW \text{ of } H_2SO_4 = 2(AW \text{ of } H) + AW \text{ of } S + 4(AW \text{ of } O)$$

$$= 2(1.01) + 32.06 + 4(16.00)$$

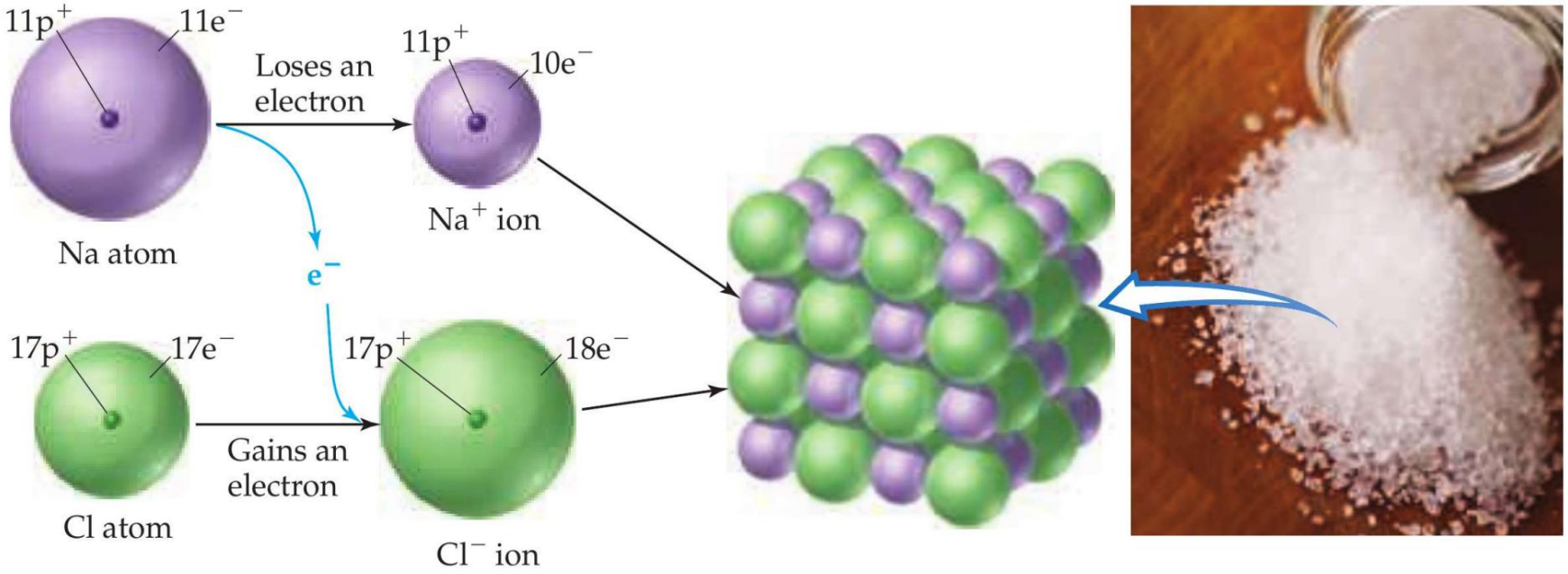
$$= 98.01 \text{ amu}$$

إذا كانت الصيغة الكيميائية هي صيغة جزيء، فإن وزن الصيغة هو ويسمى أيضًا بالوزن الجزيئي .(MW)

Machine Translated by Google

3.3أوزان الصيغة

- بما أن المواد الأيونية توجد على شكل مجموعات ثلاثية الأبعاد من الأيونات، فمن غير المناسب التحدث عن جزيئات هذه المواد.
- بدلاً من ذلك نستخدم الصيغة التجريبية كوحدة الصيغة.



Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.5

احسب وزن الصيغة لـ أ. السكروز،

C12H22O11(سكر المائدة)

$$FW = 12(AW \text{ of C}) + 22(AW \text{ of H}) + 11(AW \text{ of O})$$

$$= 12(12.01) + 22(1.01) + 11(16.00) = 342.34 \text{ amu}$$

ب. نترات الكالسيوم . Ca(NO3)2

$$FW = AW \text{ of Ca} + 2[AW \text{ of N} + 3(AW \text{ of O})]$$

$$= 40.08 + 2[14.01 + 3(16.00)] = 164.10 \text{ amu}$$

Machine Translated by Google

3.3أوزان الصيغة

التركيب النسبي من الصيغ الكيميائية التركيب النسبي (يسمى أحيانًا التركيب العنصري للمادة) للمركب هو النسبة المئوية للكتلة التي يساهم بها كل عنصر في المادة.

$$\%\ \text{mass composition of element} = \frac{\left(\text{Number of atoms of element}\right)\left(AW \text{ of element}\right)}{FW \text{ of substance}} \times 100\%$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.6

احسب النسبة المئوية للكربون والهيدروجين والأكسجين (حسب الكتلة) في $C_{12}H_{22}O_{11}$.

$$\%\ \text{mass composition of element} = \frac{\left(\begin{matrix}\text{Number of atoms}\\ \text{of element}\end{matrix}\right)\left(\begin{matrix}AW\\ \text{of element}\end{matrix}\right)}{FW\ \text{of substance}} \times 100\%$$

$$\%\ \mathrm{C} = \frac{(12)(12.01)}{342.34} \times 100\% = 42.10\%$$

$$\%\ \mathrm{H} = \frac{(22)(1.01)}{342.34} \times 100\% = 6.49\%$$

$$\%\ \mathrm{O} = \frac{(11)(16.00)}{342.34} \times 100\% = 51.41\%$$

Machine Translated by Google

3.4عدد أفوجادرو والمول

المول الواحد (n)هو كمية المادة التي تحتوي على عدد من الأجسام (الذرات أو الجزيئات أو أي أجسام أخرى نأخذها في الاعتبار) يساوي عدد الذرات في 12جرامًا بالضبط من الكربون 12النقي نظيريًا.

وهو ما يسمى 6.0221415×10^{23}, تم تحديد هذا الرقم ليكون

عدد أفوجادرو، . NA

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي رقم 3.8

احسب عدد ذرات الهيدروجين في 0.350مول من . C6H12O6

$$\text{No. of atoms} = 0.350 \text{ mol } C_6H_{12}O_6 \left(\frac{6.022 \times 10^{23} \text{ molecules } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \right) \times$$

$$\left(\frac{12 \text{ atoms H}}{1 \text{ molecule } C_6H_{12}O_6} \right)$$

$$= 2.53 \times 10^{24} \text{ atoms H}$$

Machine Translated by Google

3.4عدد أفوجادرو والمول

الكتلة المولية

الوزن الذري لعنصر ما بوحدات الكتلة الذرية يساوي عدديًا كتلة 1مول من ذلك العنصر بالجرام. كتلة المول الواحد من المادة بالجرام تسمى الكتلة المولية (MM)للمادة. الكتلة المولية بالجرام لكل مول من أي مادة تساوي عدديًا

يساوي وزن الصيغة بوحدات الكتلة الذرية.

تحويل الكتل والمولات

التحويل بين الكتل وأعداد الجسيمات

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.9

ما هي الكتلة المولية للجلوكوز ؟ C6H12O6

$$MM = 6(AW \text{ of C}) + 12(AW \text{ of H}) + 6(AW \text{ of O})$$

$$= 6(12.01) + 12(1.01) + 6(16.00) = 180.18 \text{ amu}$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.10

احسب عدد مولات الجلوكوز (C6H12O6)في عينة تزن 5.380جرام.

$$n = 5.380\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6 \left(\frac{1\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6}{180.18\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6} \right)$$

$$= 0.02986\ \text{mol}\ C_6H_{12}O_6$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.11

احسب كتلة 0.433مول من نترات الكالسيوم، بالجرام.

$$m = 0.433 \text{ mol } Ca(NO_3)_2 \left(\frac{164.10 \text{ g } Ca(NO_3)_2}{1 \text{ mol } Ca(NO_3)_2} \right)$$

$$= 71.1 \text{ g } Ca(NO_3)_2$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.12

أ. ما عدد جزيئات الجلوكوز الموجودة في 5.23جرام من ؟ C6H12O6

$$\text{No. of molecules} = 5.23\ \text{g C H O}\left(\frac{1\ \text{mol C H O}}{180.18\ \text{g C H O}}\right)\left(\frac{6.022 \times 10\ \text{molecules C H O}}{1\ \text{mol C H O}}\right)$$

$$= 1.75 \times 10^{22}\ \text{molecule}\ C_6H_{12}O_6$$

ب. كم عدد ذرات الأكسجين الموجودة في هذه العينة؟

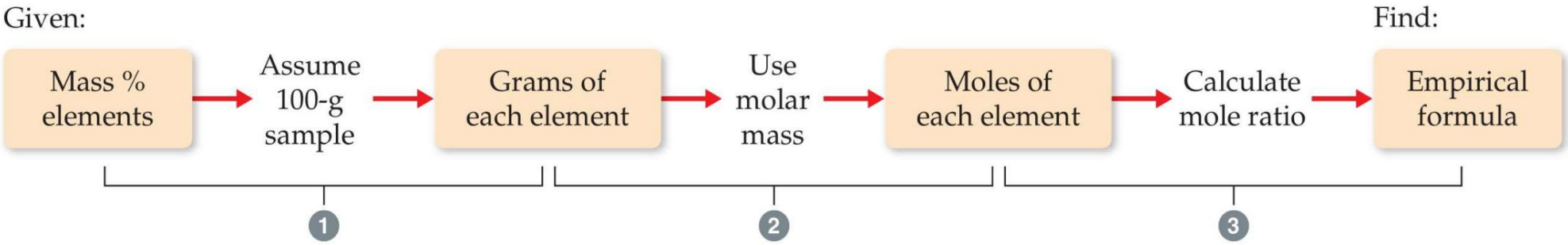
$$\text{No. of atoms} = 1.75 \times 10^{22}\ \text{molecule}\ C_6H_{12}O_6\left(\frac{6\ \text{atoms O}}{1\ \text{molecule}\ C_6H_{12}O_6}\right)$$

$$= 1.05 \times 10^{23}\ \text{atoms O}$$

Machine Translated by Google

3.5الصيغ التجريبية من التحليلات

نسبة أعداد مولات جميع العناصر في مركب تعطي الأرقام السفلية في الصيغة التجريبية للمركب.



Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.13

يحتوي حمض الأسكوربيك (فيتامين ج) على 40.92%من الكربون، و85.4% من الهيدروجين، و05.45% من الأكسجين بالكتلة. ما هي الصيغة التجريبية لحمض الأسكوربيك؟

من أجل التبسيط، نفترض أن لدينا 100جرام من المادة بالضبط؛ وبالتالي، لدينا 40.92جرام من الكربون، و85.4 جرام من الهيدروجين، و05.45 جرام من الأكسجين.

$$n\ \mathrm{C} = 40.92\ \mathrm{g\ C}\left(\frac{1\ \mathrm{mol\ C}}{12.01\ \mathrm{g\ C}}\right) = 3.407\ \mathrm{mol\ C}$$

$$n\ \mathrm{H} = 4.58\ \mathrm{g\ H}\left(\frac{1\ \mathrm{mol\ H}}{1.01\ \mathrm{g\ H}}\right) = 4.535\ \mathrm{mol\ H}$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.13

$$n\ \mathrm{O} = 54.50\ \mathrm{g\ O}\left(\frac{1\ \mathrm{mol\ O}}{16.00\ \mathrm{g\ O}}\right) = 3.406\ \mathrm{mol\ O}$$

$$\mathrm{C}_{\frac{3.407}{3.406}}\mathrm{H}_{\frac{4.535}{3.406}}\mathrm{O}_{\frac{3.406}{3.406}}$$

$$\mathrm{C}_{1.000}\mathrm{H}_{1.331}\mathrm{O}_{1.000}$$

$$\mathrm{C_3H_4O_3}$$

Machine Translated by Google

3.5الصيغ التجريبية من التحليلات

الصيغ الجزيئية من الصيغ التجريبية الأرقام السفلية في الصيغة الجزيئية للمادة هي دائمًا مضاعفات عددية صحيحة (N)للأرقام السفلية في صيغتها التجريبية.

$$N = \frac{\text{molecular weight } (MW)}{\text{empirical formula weight}}$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.14

الميسيتيلين، وهو هيدروكربون يوجد في النفط الخام، له الصيغة التجريبية C3H4ووزن جزيئي محدد تجريبياً يبلغ 121وحدة كتلة جزيئية. ما هي صيغته الجزيئية؟

$$N = \frac{\text{molecular weight } (MW)}{\text{empirical formula weight}}$$

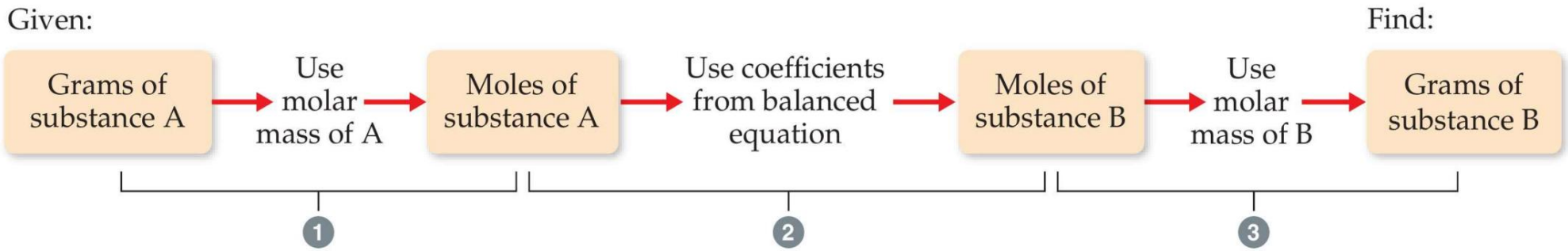
$$= \frac{121}{3(12.01) + 4(1.01)} = 3.02$$

$$C_9H_{12}$$

Machine Translated by Google

3.6المعلومات الكمية من المعادلات المتوازنة

القياس الكيميائي هو مجال الدراسة الذي يدرس كميات المواد المستهلكة والمنتجة في التفاعلات الكيميائية. تشير المعاملات في المعادلة الكيميائية المتوازنة إلى كل من الأعداد النسبية للجزيئات (أو وحدات الصيغة) في التفاعل والأعداد النسبية للمولات.



Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.16

حدد عدد جرامات الماء الناتجة عن أكسدة 1.00جرام من الجلوكوز، : C6H12O6

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6\,O_2(g) \longrightarrow 6\,CO_2(g) + 6\,H_2O(l)$$

$$m\,\mathrm{H\ \ O} = 1.00\,\mathrm{g\,C\ \ H\ \ \ O}\left(\frac{1\,\mathrm{mol\,C\ \ H\ \ \ O}}{180.18\,\mathrm{g\,C\ \ H\ \ \ O}}\right)\left(\frac{6\,\mathrm{mol\,H\ \ O}}{1\,\mathrm{mol\,C\ \ H\ \ \ O}}\right)\left(\frac{18.02\,\mathrm{g\,H\ \ O}}{1\,\mathrm{mol\,H\ \ O}}\right)$$

$$= 0.600\,\mathrm{g\,H_2O}$$

Machine Translated by Google

تمرين نموذجي 3.17

يستخدم هيدروكسيد الليثيوم الصلب في المركبات الفضائية لإزالة غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يزفره رواد الفضاء. يتفاعل الهيدروكسيد مع ثاني أكسيد الكربون لتكوين كربونات الليثيوم الصلبة والماء السائل. كم جرامًا من ثاني أكسيد الكربون يمكن امتصاصه بواسطة 1.00جرام من هيدروكسيد الليثيوم؟

$$2\,\mathrm{LiOH}(s) + \mathrm{CO_2}(g) \longrightarrow \mathrm{Li_2CO_3}(s) + \mathrm{H_2O}(l)$$

$$m\ \mathrm{CO_2} = 1.00\ \mathrm{g\ LiOH}\left(\frac{1\ \mathrm{mol\ LiOH}}{23.95\ \mathrm{g\ LiOH}}\right)\left(\frac{1\ \mathrm{mol\ CO_2}}{2\ \mathrm{mol\ LiOH}}\right)\left(\frac{44.01\ \mathrm{g\ CO_2}}{1\ \mathrm{mol\ CO_2}}\right)$$

$$= 0.919\ \mathrm{g\ CO_2}$$