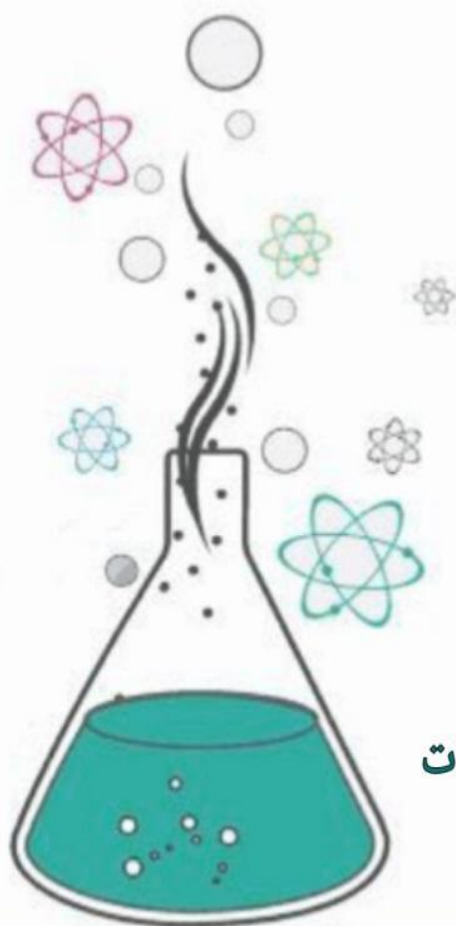


المفاتيح الأساسية في الكيمياء الحسابية



آلاء حسام السركل - نتالي بشيش - تيودور زيات
خلوق الأخرس - جورج حنا - عمر فليطاني

الإهداء
إلى الكويتش
غيث عباس

المفاتيح الأساسية في الكيمياء

الحسابية

الكيمياء الحسابية ليست مجرد فرع جديد من فروع الكيمياء، بل هي أداة قوية لفهم عالم الذرات والجزيئات بعمق أكبر. فبفضلها أصبح بإمكاننا التنبؤ بخواص المواد، دراسة استقرار الجزيئات، ومعرفة آلية التفاعلات الكيميائية دون الحاجة دائماً إلى التجربة المباشرة في المختبر

في مسابقات الأولمبياد، لا يُطلب من الطالب فقط أن يحفظ المعلومات، بل أن يُفكر بطريقة علمية، يحلل، ويربط بين المعرفة النظرية والتطبيق العملي. ومن هنا تأتي أهمية الكيمياء الحسابية: فهي تمثل الجانب الرياضي والفيزيائي للكيمياء، حيث يلتقي المنطق بالحساب ليكشف أسرار المادة

هذا الكتاب صُمم ليكون مدخلاً واضحاً ومبسّطاً لطلاب الأولمبياد، يجمع بين الأساس النظري والتطبيق العملي من خلال مسائل مختارة بعناية. والهدف هو تدريب الذهن على التفكير التحليلي، وتزويد الطالب بالأدوات اللازمة لفهم الأسئلة الحسابية المعقدة، وحلها بثقة وإتقان

المخطط الهرمي لفصل الحساب الكيميائي

1 # أساسيات (المدخل للفصل)

* مفهوم الحساب الكيميائي وأهميته.

* المول: تعريفه، أهميته كجسر بين الجسيمات والكتلة.

* ثابت أفوغادرو (عدد الجسيمات في 1 مول).

* الكتلة المولية وكيفية حسابها من الجدول الدوري.

* التحويلات الأساسية:

كتلة \leftrightarrow مولات \leftrightarrow عدد ذرات/جزيئات.

حجم غاز (عند الشروط القياسية) \leftrightarrow مولات.

2 # المعادلات الكيميائية كأساس للحساب

* موازنة المعادلات الكيميائية.

* الحسابات المعتمدة على المعادلات الكيميائية.

* المادة المحددة للتفاعل.

* مردود التفاعل (نظري/فعلي/نسبة مئوية).

3 # التركيب الكيميائي للمركبات

* حساب الكتلة الذرية الوسطية لعنصر.

* حساب نسبة عنصر في مركب..

4 # المحاليل الكيميائية

* تحضير المحاليل بحل الأملاح الصلبة

* تحضير المحاليل بتمديد المحاليل المركزة.

* التخفيفات المتسلسلة

* مبدأ المعايرة (تمهيد فقط).

5 # إضافات تطبيقية (ربط بالواقع)

* حسابات مرتبطة بالاحتراق (مثال: حساب

CO₂ الناتج عن احتراق البنزين)

* حساب كمية مادة في الغذاء/الدواء (كفيتامين

أو ملح مثلاً).

* حساب النسبة المئوية للخطأ في التجارب.

1 # الأساسيات (المدخل للفصل)

1) مفهوم الحساب الكيميائي وأهميته:

الحساب الكيميائي هو استخدام القوانين والمعادلات الكيميائية لإيجاد كميات المواد الداخلة في التفاعل أو الناتجة منه. بمعنى: نستطيع استخدام كم غرام من مادة لازم نستخدم، أو كم لتر غاز سوف ينتج، أو كم مول من مادة سوف نحصل عليه.

الأهمية:

- * تحديد كميات المواد اللازمة للتفاعلات
- * التنبؤ بكميات النواتج المتكونة
- * مهم في الصناعات الكيميائية والصيدلانية
- * يساعد في فهم الاقتصاد الذري والكفاءة في التفاعلات

مثال:

عند تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين الماء: نلاحظ من المعادلة أن جزيئين من الهيدروجين يتفاعلان مع جزيء واحد من الأكسجين لإنتاج جزيئين من الماء.
$$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$$

2) المول: تعريفه، أهميته كجسر :

* المول = كمية من المادة تحتوي 6.022×10^{23} جسيم (ذرات، جزيئات، أيونات).

الأهمية: هو "الجسر" بين العالم الذري المجهرى (ذرات/جزيئات) والعالم المخبري (غرام/لتر). بواسطته نحول من عدد جسيمات إلى كتلة، أو العكس.

3) ثابت أفوغادرو:

هو العدد 6.022×10^{23} ، ويمثل عدد الجسيمات (ذرات/جزيئات/أيونات) في 1 مول من أي مادة.

4 (الكتلة المولية : هي كتلة 1 مول من المادة تساوي "مجموع الكتل الذرية للعناصر" في الجزيء.

5 (التحويلات الأساسية (كتلة _ مول _ جسيمات _ حجم غاز) :

التحويلات:

1 (المولات = الكتلة ÷ الكتلة المولية " $n = m/M$ "

2 (عدد الذرات = المولات × ثابت أفوغادرو

3 (الحجم "للغاز عند STP " = المولات × 22.4 لتر

2 المعادلات الكيميائية كأساس للحساب:

1 (موازنة المعادلات الكيميائية :

عدد ذرات كل عنصر متساوي بين طرفي المعادلة (قانون حفظ الكتلة). نوازنها بإضافة معاملات (أعداد صحيحة) أمام الجزيئات.

* خطوات الموازنة *

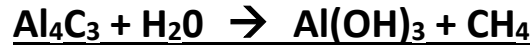
1. اكتب المعادلة غير الموزونة.

2. عد الذرات بكل طرف.

3. غير المعاملات حتى تتساوى.

تطبيقات تدريبية :

5) ما هو عدد مولات الميثان في التفاعل الآتي :



1 # D

2 # C

3 # B

5 # A

6) وازن التفاعل الآتي :



7) حدد عدد مولات حمض كلور الماء لإتمام عملية التفاعل :



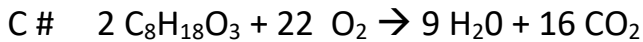
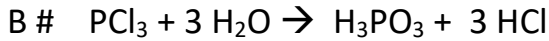
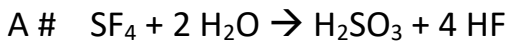
D جميعها خاطئة

4 # C

6 # B

3 # A

8) اختار الموازنة الصحيحة من بين الخيارات الآتية:



2.) الحسابات المعتمدة على المعادلات الكيميائية :

بعد الموازنة، نستخدم معاملات المعادلة لإيجاد التناسب بين المواد (مولات ↔ كتل ↔ حجوم).

تطبيقات تدريبية :

1) عند تسخين 3mol من كربونات الكالسيوم يحدث تفاعل تفكك ينتج عنه كما من أكسيد الكالسيوم قدره :

102 g # A 168.24 kg # B 0.17kg # c # D غير ذلك

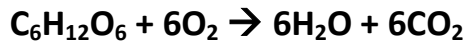
2.) في صناعة الأمونيا: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ إذا استخدمنا 2.8g من N_2 ، كم غرام من NH_3 سينتج ؟

1.7 g # A 3.4 g # B 34 g # c # D غير ذلك

3) في تجربة احتراق: إذا أحرقت 4.4g من C_2H_4 كم مول من غاز ثاني أكسيد الكربون ينتج؟

0.31mol # A 3.1mol # B 0.15mol # c # D غير ذلك

4) احسب كم لترا من الأكسجين يلزم لحرق 4 g من الجلوكوز عند الشرطين النظاميين؟



134.4L # D 22.4L # C 2.5L # B 3L # A

3.) المادة المحددة للتفاعل (Reactant Limiting)

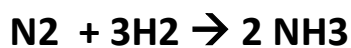
إذا كانت المواد بالنسب المثالية، واحد منها يخلص أول ويحدد كمية الناتج. ويسمى المادة المحددة لنهاية التفاعل اما الناتج الآخر بالمعادلة فيبقى منه فائض .

* خطوات تحديد المادة المحددة لنهاية التفاعل *

1. احسب المولات لكل مادة.

2. قارنها مع النسبة من المعادلة.

3. الأقل هو المحدد.



مثال محلول:

لدينا 56.04g من N_2 و 3mol من H_2 من هي المادة المحددة لنهاية التفاعل ؟

$$n(\text{N}_2) = \frac{m}{M} = \frac{56.04}{28.02} = 2\text{mol}$$

كل 2mol من N_2 يحتاج 6mol من H_2 و لكن لدينا فقط 3mol من H_2

- فستنتهي كمية H_2 ويزداد 1mol فائض من N_2 فإن المادة المحددة لنهاية التفاعل H_2

تطبيقات تدريبية :

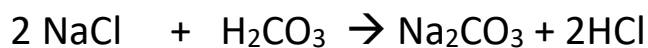
9 (إذا تفاعل 0.5mol من O_2 مع 1.5mol من H_2 ما هي المادة المحددة لنهاية التفاعل ؟

O_2 # A H_2 # B # C لا يمكن تحديدها

10 (إذا كان لدينا 48g من O_2 و 4g من Fe من ستكون المادة المحددة لنهاية التفاعل؟

Fe # A O_2 # B # C لا يمكن تحديدها

11 (ما هو عدد المولات المتبقية من بعد نهاية تفاعل واكتشاف المادة المحددة لنهاية التفاعل في التفاعل الآتي؟



400g 2 mol

4mol # A 2.84 mol # B 6.84mol # c #D غير ذلك

4 (مردود التفاعل (Yield)

* المردود النظري = الناتج المحسوب من المعادلة.

* المردود الفعلي = الناتج الحقيقي في التجربة.

* المردود المئوي (مردود التفاعل) = (الفعلي ÷ النظري) × 100%.

مثال محلول:

في تفاعل اجريناه في مخبر لتحضير NH_3 كان المردود الفعلي 30g ومردود التفاعل كاملاً 90% احسب المردود النظري للتفاعل:

$$\text{مردود التفاعل} = \frac{\text{الناتج الفعلي}}{\text{الناتج النظري}} \times 100\%$$

$$x = 33.33\% \quad \text{---} \quad 100\% \times \frac{30}{x} = 90$$

تطبيقات تدريبية:

12 (تفاعل الميثان مع الأكسجين وانت فعلياً 4.4g من CO_2 بينما الناتج المتوقع كان 50g ما مردود التفاعل؟

A # 8.8% B # 88% C # 11.3% D # غير ذلك

13 (أضيفت عينة من كلورات الامونيوم وزنها 10 g إلى 15ml من نترات الفضة تركيزها 0.5M مما أدى إلى تشكل راسب , ما الراسب المتشكل ؟

A # AgNO_3 B # AgCl C # نترات الامونيوم D # Ag

14 (ما هي المادة المحددة لنهاية التفاعل؟

A # كلوريد الامونيوم B # كلوريد الفضة C # نترات الفضة D # لا يمكن تخمينها

15 (ما هو الناتج النظري للراسب المتشكل؟

A # 0.282g B # 40.171g C # 4.01g D # غير ذلك

16 (إذا علمت أن الناتج الفعلي للتفاعل 30g احسب مردود التفاعل :

A # 70% B # 74.5% C # 80% D # 74.7%

3 # التركيب الكيميائي للمركبات

حساب الكتلة الذرية الوسطية (الوزن الذري) لعنصر 1)

لا تكون جميع ذرات العنصر متطابقة. توجد نظائر وهي ذرات لها نفس العدد الذري (Z) ولكن أعداد كتلية (A) مختلفة بسبب اختلاف عدد النيوترونات

* الكتلة الذرية الوسطية: هي متوسط كتلة ذرات العنصر الموجودة طبيعياً، مع الأخذ بعين الاعتبار وفرة (نسبة وجود) كل نظير، حيث تكون الوفرة غالباً نسبة مئوية (%). لذا يجب تحويلها إلى كسر عشري (القسمة على 100) عند التعويض.

صيغة الحساب الكتلة الذرية الوسطية = Σ (كتلة النظير \times وفرته النسبية)

مثال محلول (1):

لعنصر البريليوم (Be) نظيران مستقران:

* النظير Be-9: كتلته الذرية 9.0112 amu ووفره الطبيعية 96.41%

* النظير Be-10: كتلته الذرية 10.0135 amu ووفره الطبيعية 3.59%

احسب الكتلة الذرية الوسطية للبريليوم

الخطوات :

1. نحول الوفرة النسبية إلى كسور عشرية:.

2. نطبق القانون

3. نوجد ناتج كل عملية ضرب ونجمع الناتجين

الحل

$$(9.0112 \times 0.9641) + (10.0135 \times 0.0359) = 9.0475 \text{ amu}$$

تطبيقات تدريبية:

17 (لعنصر المغنسيوم (Mg) ثلاثة نظائر شائعة:

* Mg-24: وفرته 78.99%، كتلته 23.985 amu

* Mg-25: وفرته 10%، كتلته 24.9858 amu

* Mg-26: وفرته 11.01%، كتلته 25.9826 amu

احسب الكتلة الذرية الوسطية للمغنسيوم بدقة.

24.3 # C

545.87 # B

554.87 # A

18 (يوجد للنحاس نظيرين مستقرين هما:

1. النحاس-63: كتلته الذرية 62.9296u ووفرته الطبيعية 69.15%

2. النحاس-65: كتلته الذرية 64.9278u ووفرته الطبيعية 30.85%

حساب الكتلة الذرية الوسطية لعنصر النحاس.

55.64 # C

635.5 # B

63.55 # A

2 (حساب نسبة عنصر في مركب (التكوين المئوي للعناصر)

. هذه العملية هي عكس عملية إيجاد الصيغة التجريبية. نحسب هنا نسبة الكتلة التي يساهم بها كل عنصر في الكتلة الكلية للمركب

* خطوات الحساب *

1. إيجاد الكتلة المولية للمركب.

2. إيجاد الكتلة الكلية التي يساهم بها العنصر في mole واحد من المركب (عدد ذراته \times كتلته الذرية).

3. قسمة كتلة العنصر على الكتلة المولية للمركب، ثم الضرب في 100%.

نسبة العنصر % = (عدد ذرات العنصر \times كتلته الذرية) / الكتلة المولية للمركب $\times 100\%$

مثال محلول:

احسب النسبة المئوية للكربون في الجلوكوز، الذي صيغته الجزيئية ($C=12$, $H=1$, $O=16$) $C_6H_{12}O_6$.
الحل:

1. إيجاد الكتلة المولية للجلوكوز:

$$(16 \times 6) + (1 \times 12) + (12 \times 6) = 180 \text{ g/mol}$$

2. إيجاد الكتلة الكلية للكربون في mole واحد:

$$\text{كتلة الكربون} = 6 \times 12 = 72\text{g}$$

3. حساب النسبة المئوية للكربون:

$$\text{نسبة الكربون} \% = \%100 \times (180 / 72) = \%40$$

تطبيقات تدريبية:

19 (ما هي نسبة الهيدروجين في الماء H_2O ؟)

A # 11.11 % B # 5.56 % c # 1.11 % D # غير ذلك

20 (ما هي نسبة الأكسجين في كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ ؟)

A # 20 % B # 49 C # 22 % D # غير ذلك

21 (ما هي نسبة الحديد في أكسيد الحديد (Fe_2O_3))

A # 50 % B # 43 % C # 70 % D # غير ذلك

4 # المحاليل الكيميائية :

المحلول (Solution) هو مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر. المادة المذابة (Solute) هي التي تذوب في المادة المذيب (Solvent). التركيز هو مقياس لكمية المادة المذابة في كمية محددة من المذيب أو المحلول.

1 (تحضير المحاليل بحل الأملاح الصلبة

هذه هي الطريقة الأساسية لتحضير محاليل ذات تركيز معروف (مولاري عادةً) من مادة صلبة نقية.

الأداة الأساسية: قنينة حجمية (Volumetric Flask) ذات دقة عالية (تحمل حجمًا محددًا).

* التركيز المستخدم: المولارية (Molarity - M)، وهي عدد مولات المادة المذابة في لتر واحد من المحلول.

$$M = n / V$$

* صيغة المولارية:

* حيث n عدد المولات (mol) و V حجم المحلول باللتر (L).

مثال محلول :

ما كتلة كبريتات الألومنيوم $Al_2(SO_4)_3$ اللازمة لتحضير 500 مل من محلول يكون فيه تركيز أيونات الألومنيوم Al^{3+} هو 0.2 مول/لتر؟

الحل

1. الصيغة الكيميائية: $Al_2(SO_4)_3$

2. الكتلة المولية: $(16 \times 12) + (32 \times 3) + (27 \times 2) = 342 \text{ g/mol}$

3. كل 1mol من $Al_2(SO_4)_3$ ينتج 2mol من أيونات Al^{3+} .

4. عدد مولات Al^{3+} المطلوبة = التركيز × الحجم = $0.2 \times 0.5 = 0.1 \text{ mol/L}$

5. عدد مولات $Al_2(SO_4)_3$ اللازمة = $0.1 / 2 = 0.05$ (لأن المركب يعطي 2 أيون)

6. الكتلة = عدد المولات × الكتلة المولية = $0.05 \text{ mol} \times 342 \text{ g/mol} = 17.1 \text{ g}$

تطبيقات تدريبية:

22) ما كتلة كلوريد الكالسيوم (CaCl_2) اللازمة لتحضير 250 مل من محلول يكون فيه تركيز أيونات الكلوريد (Cl^-) هو 0.4 مول/لتر؟

5.55g # A 11.1 g # B 5.2 g # C 2.3 g # D

23) ما كتلة فوسفات البوتاسيوم (K_3PO_4) اللازمة لتحضير 1.5 لتر من محلول يكون فيه تركيز أيونات البوتاسيوم (K^+) هو 0.05 مول/لتر؟

5.3 g # A 3.5 g # B # C غير ذلك تماماً

24) ما كتلة كبريتات النحاس II البنتاهيدرات ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) اللازمة لتحضير 100mL من محلول بتركيز 0.1 M ؟

4.3 g # A 4.1 g # B 2.2 g # C 2.5 g # D

25) ما كتلة كلوريد الصوديوم (NaCl) اللازمة لتحضير 500 mL من محلول بتركيز 0.25 M ؟

7.4 g # A 7.31 g # B 3.53 g # C 2.34 g # D

2. تحضير المحاليل بتمديد المحاليل المركزة (التخفيف - Dilution)

هذه العملية تعتمد على إضافة مذيب إلى محلول مركز للحصول على محلول أقل تركيزاً. القانون الأساسي هنا

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

حيث

* M_1 و V_1 هما تركيز وحجم المحلول المركز

* M_2 و V_2 هما تركيز وحجم المحلول المخفف

ملاحظة هامة: يجب أن تكون وحدات تركيز M_1 و M_2 متطابقة، وكذلك وحدات حجم V_1 و V_2 .

مثال محلول :

ما حجم حمض الهيدروكلوريك المركز (12M) اللازم لتحضير 2L من محلول مخفف بتركيز 1.5M

1. طبق قانون التخفيف: $M_1V_1 = M_2V_2$

2. عوّض بالقيم المعطاة

الحل :

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

$$12X = 1.5 \times 2 \Rightarrow$$

تطبيقات تدريبية :

$$X = 0.25L$$

26 (ما هو الحجم اللازم أخذه من حمض النيتريك (HNO_3) تركيزه 147M لتحضير 25 لترًا من حمض النيتريك تركيزه 3M؟

A # 5.1 L B # 5.5 L C # 0.51 L D # غير ذلك

27 (تم أخذ 150mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز (6M) وتم تخفيفه إلى حجم 1.5L. ما هو تركيز المحلول النهائي؟

A # 6M B # 0.6M C # 0.06 M D # غير ذلك

3 (التخفيفات المتسلسلة (Serial Dilution):

هي تقنية مخبرية لتحضير محاليل مخففة جدًا (مثل 1:10000) بدقة عالية، حيث يتم التخفيف على عدة مراحل بدلاً من مرحلة واحدة. يتم أخذ جزء من المحلول المخفف من الخطوة السابقة وتمديده again.

عامل التخفيف (Dilution Factor - DF): هو إجمالي factor الذي تم عنده تخفيف المحلول الأصلي.

$$* \text{ DF الكلي} = \text{DF}_1 \times \text{DF}_2 \times \text{DF}_3 \times \dots$$

* إذا خففنا 1 mL من المحلول إلى 10 mL، فإن DF لهذه الخطوة هو 10

تم استخدام نفس القانون لكل خطوة تخفيف:

$$M_1V_1 = M_2V_2$$

حيث:

$$* M_1 = \text{التركيز قبل التخفيف}$$

$$* V_1 = \text{الحجم الذي نأخذه من المحلول المركز}$$

$$* M_2 = \text{التركيز بعد التخفيف}$$

$$* V_2 = \text{الحجم النهائي بعد إضافة المذيب}$$

مثال محلول :

بدأت بمحلول بتركيز 50mg/mL. قمت أولاً بتخفيفه 5 أضعاف، ثم من المحلول الناتج قمت بتخفيفه 20 ضعفاً. ما هو التركيز النهائي؟ وما هو معامل التخفيف الكلي؟

الحل :

التخفيف 5 أضعاف

$$* M_1 = 50 \text{ mg/mL}$$

$$* \text{DF}_1 = 5$$

$$* \text{التركيز بعد التخفيف الأول} = 50 / 5 = 10 \text{ mg/mL}$$

* الخطوة 2: التخفيف 20 ضعفاً من M_2

$$* M_1 (\text{الجديد}) = 10 \text{ mg/mL}$$

$$* \text{DF}_2 = 20$$

$$* \text{التركيز النهائي} = 10 / 20 = 0.5 \text{ mg/mL}$$

* معامل التخفيف الكلي (Total DF):

$$* \text{Total DF} = \text{DF}_1 \times \text{DF}_2 = 5 \times 20 = 100$$

* يمكن التأكد: التركيز النهائي = التركيز الأولي / DF = 50 \ 100 = 0.5
الإجابة النهائية: التركيز النهائي هو 0.5mg/mL، ومعامل التخفيف الكلي هو 100

5 (مبدأ المعايرة (تمهيد) – Titration

المعايرة هي تقنية مخبرية لتحديد التركيز المجهول لمحلول ما عن طريق جعله يتفاعل تمامًا (بلوغ نقطة التكافؤ) مع حجم معروف من محلول آخر ذي تركيز معروف (يسمى المحلول القياسي).

* نقطة التكافؤ (Equivalence Point): النقطة التي تكون فيها كمية المادة المذابة في المحلول القياسي كافية للتفاعل تمامًا مع كل المادة المذابة في المحلول المجهول.

* نقطة انتهاء المعايرة (Endpoint): النقطة التي يتغير فيها لون الدليل، ويجب أن تكون قريبة جدًا من نقطة التكافؤ.

5 # إضافات تطبيقية (ربط بالواقع):

1 (حسابات مرتبطة بالاحتراق (كيمياء البيئة) :

الاحتراق هو تفاعل كيميائي سريع بين مادة وقود (هيدروكربون) وأكسجين الهواء، مشكلة حرارة وغازات مثل ثاني أكسيد الكربون (CO₂) وبخار الماء (H₂O). هذه الحسابات ضرورية لفهم البصمة الكربونية وتأثير الأنشطة البشرية على البيئة

مثال محلول:

اكتب المعادلة الموزونة للاحتراق:



(لاحظ أن معامل الأوكتان 2 لموازنة الأكسجين)

2. احسب كتلة الأوكتان المحروقة:

* الحجم المعطى = 10,000 mL = L

* الكثافة = 0,7 g/mL

$$* \text{ الكتلة} = \text{الكثافة} \times \text{الحجم} = 0.70 \text{ g/mL} \times 10,000 \text{ mL} = 7,000 \text{ g}$$

3. احسب عدد مولات الأوكتان المحروقة:

$$* \text{ الكتلة المولية لـ } C_8H_{18} = (8 \times 12) + (18 \times 1) = 114 \text{ g/mol}$$

$$* \text{ عدد المولات} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{7,000 \text{ g}}{114 \text{ g/mol}} \approx 61.40 \text{ mol}$$

4. استخدم النسبة المولية من المعادلة لإيجاد مولات CO_2 :

$$* \text{ من المعادلة: } 16 \text{ mol } CO_2 \rightarrow \text{mol } C_8H_{18}$$

$$* \text{ النسبة المولية } (C_8H_{18} : CO_2) = 2 : 16 = 1 : 8$$

$$* \text{ عدد مولات } CO_2 = \text{عدد مولات } C_8H_{18} \times \frac{16}{2} = 61.40 \text{ mol} \times 8 = 491.2 \text{ mol}$$

5. احجم حجم غاز CO_2 المنبعث عند STP:

$$* \text{ الحجم المولاري للغاز عند STP} = 22.4 \text{ L/mol}$$

$$* \text{ حجم } CO_2 = \text{عدد المولات} \times 22.4 \text{ L/mol} = 491.2 \text{ mol} \times 22.4 \text{ L/mol} \approx 11,002.88 \text{ L}$$

الجواب النهائي: ينبعث تقريبا 11,000 لتر من غاز CO_2 من احتراق 10 لترات من البنزين. (هذا يوضح الكمية الهائلة من الغاز المنبعث من وقود سياراتنا.)!

(2) حساب كمية مادة في الغذاء أو الدواء (كيمياء الحياة اليومية) :

تستخدم هذه الحسابات لضمان الجودة، والسلامة، والفعالية. مثلاً، حساب كمية عنصر غذائي في منتج، أو جرعة دواء فعالة.

مثال :

قرص من فيتامين C (حمض الأسكوربيك، الصيغة الجزيئية $C_6H_8O_6$) مكتوب عليه أنه يحتوي على 500 mg من الفيتامين.

(أ) احسب عدد مولات فيتامين C في القرص.

(ب) احسب عدد جزيئات فيتامين C في القرص.

(ج) إذا كان الشخص يحتاج إلى 0.002mol من الفيتامين يوميًا، فكم حبة عليه تناولها؟

(C=12, H=1, O=16)

مثال 2 :

يحتوي لتر واحد من أحد المياه المعدنية على 40mg من أيونات المغنيسيوم (Mg^{2+}). ما تركيز أيونات المغنيسيوم في هذه الماء بوحدة mol/L؟ (Mg=24.3)

3) حساب النسبة المئوية للخطأ (دقة القياسات العملية)

في المختبر، تختلف النتائج العملية قليلاً عن النتائج النظرية المتوقعة. نسبة الخطأ quantify دقة عملنا.

* صيغة النسبة المئوية للخطأ:

$$\% \text{ الخطأ} = \left| \frac{\text{القيمة العملية} - \text{القيمة النظرية}}{\text{القيمة النظرية}} \right| \times 100\%$$

* القيمة العملية: ما قمنا بقياسه في التجربة.

* القيمة النظرية: ما يُفترض أن نحصل عليه حسب الحسابات (القيمة المقبولة).

مثال :

في تجربة لتحضير ملح كلوريد الباريوم ($BaCl_2$)، كان من المفترض نظريًا الحصول على 5.25 جرام من الملح (قيمة نظرية). بعد تنفيذ التجربة، حصل الطالب على 4.95 جرام من الملح (قيمة عملية). احسب النسبة المئوية للخطأ في هذه التجربة.

تمارين شاملة (حاول حلها بنفسك):

1. تمرين الاحتراق: احسب كتلة غاز الأكسجين اللازمة للاحتراق التام لـ 1 kg من الغاز الطبيعي (الميثان، $C=12, H=1, O=16$). (CH_4)

2. تمرين الدواء: دواء مسكن للآلام يحتوي على 325mg من المادة الفعالة ($C_8H_9NO_2$) في كل حبة. ما عدد جزيئات المادة الفعالة في ثلاث حبات؟ ($C=12, H=1, N=14, O=16$)

3. تمرين نسبة الخطأ: كان من المتوقع نظرياً أن ينتج تفاعل ما 12.8 L من الغاز. بعد إجراء التفاعل في المختبر، تم جمع 13.5 L من الغاز. ما هي النسبة المئوية للخطأ؟ هل هذا الخطأ مقبول؟ اشرح.

