

IChO 1970

المسائل النظرية والحلول · يودابست، المجر · 6 مسائل نظرية مع حلول كاملة

eulersolve.org/icho/1970/

المسألة 1: تحديد بنية غاز من نواتج احتراقه

تعطي كمية مقدارها 23 g من غاز (كثافته $\rho = 2.05 \text{ g dm}^{-3}$ عند درجة الحرارة والضغط القياسيين) عند احتراقها 44 g من ثاني أكسيد الكربون و 27 g من الماء.

المطلوب:

ما الصيغة البنائية للغاز (المركب)؟

نص المسألة مترجم عن النص الإنجليزي الرسمي.

الإجابات

1. ثنائي ميثيل الإيثر (ميثوكسي ميثان)، $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ ، وصيغته الجزيئية $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$. تمثيل SMILES: COC.

الحل

1. تحديد التركيب والصيغة الجزيئية.

نواتج الاحتراق هي ثاني أكسيد الكربون ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$) والماء (O). باستخدام الكتل الذرية المتعارف عليها 12 و 1 و 16 للكربون والهيدروجين والأكسجين، على الترتيب:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{44 \text{ g}}{44 \text{ g mol}^{-1}} = 1.0 \text{ mol},$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{27 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 1.5 \text{ mol}.$$

إذن تحتوي العينة على 1.0 mol من ذرات الكربون و $2(1.5) = 3.0 \text{ mol}$ من ذرات الهيدروجين، وهو ما يقابل 12 g من الكربون و 3 g من الهيدروجين.

الكتلة المتبقية هي كتلة الأكسجين:

$$m_{\text{O}} = 23 - 12 - 3 = 8 \text{ g}, \quad n_{\text{O}} = \frac{8 \text{ g}}{16 \text{ g mol}^{-1}} = 0.50 \text{ mol}.$$

وعليه، فإن النسبة بين أعداد الذرات هي

$$n_{\text{C}} : n_{\text{H}} : n_{\text{O}} = 1.0 : 3.0 : 0.50 = 2 : 6 : 1,$$

فتكون الصيغة الأولية $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ، وكتلة الصيغة الأولية 46 g mol^{-1} .وباستخدام الحجم المولي للغاز المثالي عند درجة الحرارة والضغط القياسيين المتعارف عليهما، $V_m = 22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ،

$$M = \rho V_m = (2.05 \text{ g dm}^{-3})(22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}) = 45.9 \text{ g mol}^{-1}.$$

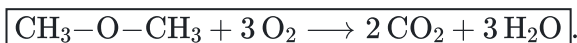
تتفق هذه القيمة مع كتلة الصيغة الأولية، لذا فإن الصيغة الجزيئية هي $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

يوجد متماكبان بنائيان:

- ثنائي ميثيل الإيثر، $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ ، وتمثيل SMILES له COC .
- الإيثانول، $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$ ، وتمثيل SMILES له CCO .

يكون ثنائي ميثيل الإيثر غازياً عند درجة الحرارة والضغط القياسيين، بينما يكون الإيثانول سائلاً. ولذلك فإن الحالة الغازية المذكورة تحدد المركب بأنه **ثنائي ميثيل الإيثر**، الذي ترتبط فيه ذرة الأكسجين بمجموعتي ميثيل.

ومعادلة احتراقه الموزونة، باستخدام ثنائي الأكسجين ($\text{O}=\text{O}$)، هي



وبالفعل، فإن 23 g تمثل 0.50 mol من ثنائي ميثيل الإيثر، وينتج عن احتراقها 1.0 mol (44 g) من ثاني أكسيد الكربون و1.5 mol (27 g) من الماء.

تمت مراجعة الحل بمقارنته بالحل الرسمي.

المسألة 2: ماء التبلور في عينتين من الصودا المتبلورة

تُركت عينة من الصودا المتبلورة (A) كتلتها 1.287 g لتتفاعل مع فائض من حمض الهيدروكلوريك، فانطلق 100.8 cm³ من غاز (قيس عند الظروف القياسية لدرجة الحرارة والضغط STP).

حُلَّت عينة أخرى من صودا متبلورة مختلفة (B) كتلتها 0.715 g باستخدام 50 cm³ من حمض الكبريتيك بتركيز 0.2 N.

بعد التحلل الكامل للصودا، عُودل فائض حمض الكبريتيك، وتطلّب ذلك 50 cm³ من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 N (بالمعايرة باستخدام دليل الميثيل البرتقالي).

المطلوب:

2.1 كم جزيئاً من الماء لكل جزيء واحد من Na_2CO_3 تحتويه العينة الأولى من الصودا؟

2.2 هل للعينتين من الصودا التركيب نفسه؟

الكتل الذرية النسبية: $A_r(\text{Na}) = 23$; $A_r(\text{H}) = 1$; $A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{O}) = 16$.

نص المسألة مترجم عن النص الإنجليزي الرسمي.

الإجابات

• 2.1 تحتوي العينة A على 10 جزيئات من الماء (SMILES o) لكل وحدة صيغة من Na_2CO_3 . وهي كربونات

الصوديوم عشاري الهيدرات، $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$: تمثيل المكوّنات بصيغة . SMILES: $[\text{Na}^+] \cdot [\text{Na}^+] \cdot [\text{O}=\text{C}]([\text{O}^-])([\text{O}^-]) \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O}$

. [O-]C(=O)[O-].O.O.O.O.O.O.O.O.O.O.O

• 2.2 نعم. لكلا العينتين التركيب $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$.

يحدّد تمثيل الهيدرات بصيغة SMILES الأيونات وجزيئات الماء المكوّنة له؛ ولا يمثّل ترتيبها في الشبكة البلورية.

الحل

2.1

نكتب تركيب العينة A على الصورة $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$. تعطينا الكتل الذرية المعطاة

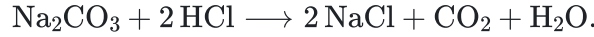
$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2(23) + 12 + 3(16) = 106 \text{ g mol}^{-1},$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2(1) + 16 = 18 \text{ g mol}^{-1}.$$

إن الكتلة المولية للهيدرات هي

$$M_A = (106 + 18x) \text{ g mol}^{-1}.$$

يتفاعل مكوّن الكربونات مع حمض الهيدروكلوريك وفقاً للمعادلة



ينتقل ماء التبلور إلى المحلول. والغاز المنطلق هو ثاني أكسيد الكربون، وينتج عن مول واحد من الهيدرات مول واحد من CO_2 .

باستخدام الحجم المولي التقليدي للغاز عند الظروف القياسية لدرجة الحرارة والضغط STP، وهو $22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ،

$$n(\text{CO}_2) = \frac{0.1008 \text{ dm}^3}{22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 4.50 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

وعليه،

$$M_A = \frac{1.287 \text{ g}}{4.50 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 286 \text{ g mol}^{-1},$$

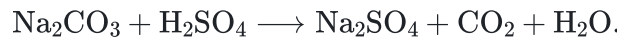
و

$$106 + 18x = 286 \implies \boxed{x = 10}.$$

وبالتالي فإن العينة A هي $\boxed{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}}$.

2.2

يتفاعل مكوّن الكربونات في العينة B مع حمض الكبريتيك:



ثم يُعادّل فائض حمض الكبريتيك:



تعبّر العيارية عن عدد المكافئات المتفاعلة في اللتر. وكانت كمية الحمض الابتدائية، بوحدة المكافئ،

$$E_{\text{initial}} = (0.2 \text{ eq L}^{-1})(0.050 \text{ L}) = 0.010 \text{ eq}.$$

يقيس حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم المستهلك في المعايرة كمية الحمض المتبقية:

$$E_{\text{excess}} = (0.1 \text{ eq L}^{-1})(0.050 \text{ L}) = 0.0050 \text{ eq}.$$

إن استهلكت العينة B

$$E_B = 0.010 - 0.0050 = 0.0050 \text{ eq}.$$

يستهلك كل مول من كربونات الصوديوم مكافئين من الحمض، لذا

$$n_B(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{0.0050 \text{ eq}}{2 \text{ eq mol}^{-1}} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}.$$

بكتابة العينة B على الصورة $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot y \text{ H}_2\text{O}$ ، تكون كتلتها المولية

$$M_B = \frac{0.715 \text{ g}}{2.5 \times 10^{-3} \text{ mol}} = 286 \text{ g mol}^{-1}.$$

ومن ثم

$$y = \frac{286 - 106}{18} = 10.$$

وعليه فإن لكتنا العينتين التركيب نفسه، $\boxed{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}}$.

أسماء الأنواع الكيميائية الأخرى الواردة في التفاعلات وتمثيلاتها بصيغة SMILES هي:

النوع الكيميائي	الصيغة	SMILES
كربونات الصوديوم	Na_2CO_3	<chem>C(=O)[O-][O-].[+Na].[+Na]</chem>
كلوريد الهيدروجين، المستخدم على هيئة حمض الهيدروكلوريك المائي	HCl	<chem>Cl</chem>
كلوريد الصوديوم	NaCl	<chem>[Cl-].[+Na]</chem>
ثاني أكسيد الكربون	CO_2	<chem>O=C=O</chem>
الماء	H_2O	<chem>O</chem>
حمض الكبريتيك	H_2SO_4	<chem>OS(=O)(=O)O</chem>
كبريتات الصوديوم	Na_2SO_4	<chem>S(=O)(=O)[O-][O-].[+Na].[+Na]</chem>
هيدروكسيد الصوديوم	NaOH	<chem>[OH-].[+Na]</chem>

تمت مراجعة الحل بمقارنته بالحل الرسمي.

المسألة 3: مزيج اثنان من أول أكسيد الكربون وبخار الماء

خُط أول أكسيد الكربون مع بخار الماء بحجم يساوي 1.5 ضعف حجمه. ما تركيب المزيج الغازي (بالنسبة المئوية الكتلية وكذلك بالنسبة المئوية الحجمية) في حالة الاتزان إذا تحوّل 80 % من أول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون؟
نص المسألة مترجم عن النص الإنجليزي الرسمي.

الإجابات

• المسألة 3: لمزيج الاتزان التركيب الآتي، بما في ذلك بخار الماء المتبقي:

المكوّن	النسبة المئوية الكتلية	النسبة المئوية الحجمية
أول أكسيد الكربون، CO ، $[\text{-C}]\#[\text{+O}]$	10.2	8.0
بخار الماء، H_2O ، O	22.9	28.0
ثاني أكسيد الكربون، CO_2 ، $\text{O}=\text{C}=\text{O}$	64.0	32.0
الهيدروجين، H_2 ، $[\text{H}][\text{H}]$	2.9	32.0
المجموع	100.0	100.0

الحل

معادلة تفاعل الاتزان الموزونة هي



عند درجة الحرارة والضغط نفسيهما، تتناسب حجوم الغازات المثالية طردياً مع كميات المادة بالمول. وباعتبار أن الحجم الابتدائي لبخار الماء يساوي 1.5 ضعف حجم أول أكسيد الكربون، نختار أساساً للحساب مقداره

$$n_0(\text{CO}) = 1.00 \text{ mol}, \quad n_0(\text{H}_2\text{O}) = 1.50 \text{ mol}.$$

بما أن 80% من أول أكسيد الكربون يتفاعل، فإن الكمية المستهلكة هي

$$n_{\text{reacted}}(\text{CO}) = 0.80(1.00 \text{ mol}) = 0.80 \text{ mol}.$$

يستهلك التفاعل كمية مساوية من الماء، ويُنتج 0.80 mol من كل من ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين.

باستخدام الكتل المولية المتعارف عليها، وهي 2 g mol^{-1} ، 18، 44، 28، على الترتيب:

النوع الكيميائي	الكمية الابتدائية / mol	التغير / mol	الكمية عند الاتزان / mol	الكتلة عند الاتزان / g
CO	1.00	-0.80	0.20	5.60
H ₂ O	1.50	-0.80	0.70	12.60
CO ₂	0	+0.80	0.80	35.20
H ₂	0	+0.80	0.80	1.60
المجموع	2.50	0	2.50	55.00

تُحسب النسب المئوية الكتلية من العلاقة

$$i = \frac{m_i}{55.00 \text{ g}} \times 100\%.$$

ومن ثم، بالترتيب CO، H₂O، CO₂، H₂

$$\frac{(5.60, 12.60, 35.20, 1.60)}{55.00} \times 100\% \approx (10.2, 22.9, 64.0, 2.9)\%.$$

تساوي النسب المئوية الحجمية النسب المئوية المولية:

$$i = \frac{n_i}{2.50 \text{ mol}} \times 100\%.$$

وعليه، بالترتيب نفسه،

$$\frac{(0.20, 0.70, 0.80, 0.80)}{2.50} \times 100\% = (8.0, 28.0, 32.0, 32.0)\%.$$

تمت مراجعة الحل بمقارنته بالحل الرسمي.

المسألة 4: سبيكة من الروبيديوم وفلز قلوي آخر

تتكون سبيكة من الروبيديوم وأحد الفلزات القلوية الأخرى. عند ترك عينة كتلتها 4.6 g من السبيكة تتفاعل مع الماء، ينطلق 2.241 dm³ من الهيدروجين عند درجة الحرارة والضغط القياسيين.

المطلوب:

4.1 ما الفلز القلوي الذي يدخل في تركيب السبيكة؟

4.2 ما التركيب المئوي الكتلي للسبيكة؟

الكتل الذرية النسبية:

$$A_r(\text{Li}) = 7; \quad A_r(\text{Na}) = 23; \quad A_r(\text{K}) = 39; \quad A_r(\text{Rb}) = 85.5; \quad A_r(\text{Cs}) = 133$$

نص المسألة مترجم عن النص الإنجليزي الرسمي.

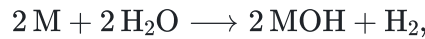
الإجابات

• 4.1: الليثيوم، Li.

الحل

4.1 — تحديد الفلز الثاني

تتفاعل جميع الفلزات القلوية مع الماء وفقاً للمعادلة



حيث تمثل M فلزاً قلويًا. وهكذا، ينتج مول واحد من الهيدروجين عن مولين من ذرات الفلز.

باستخدام الحجم المولي المتعارف عليه عند درجة الحرارة والضغط القياسيين $V_m \approx 22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$,

$$n(H_2) = \frac{2.241 \text{ dm}^3}{22.4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}} = 0.10004 \text{ mol}.$$

وعليه، فإن كمية المادة الكلية للفلزين هي

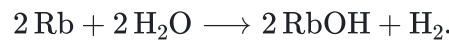
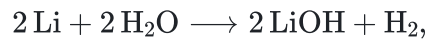
$$n_{\text{الفلزات}} = 2n(H_2) = 0.20009 \text{ mol}.$$

متوسط الكتلة المولية لذرات الفلزين في السبيكة هو

$$\bar{M} = \frac{4.6 \text{ g}}{0.20009 \text{ mol}} \approx 22.99 \text{ g mol}^{-1}.$$

وهذا متوسط مرجح بعدد المولات للكتلتين الموليتين للفلزين. تبلغ الكتلة المولية للروبيديوم 85.5 g mol^{-1} ، لذا يجب أن تكون الكتلة المولية للفلز الآخر أقل من 22.99 g mol^{-1} . ومن بين الفلزات القلوية المذكورة، لا يحقق هذا الشرط سوى **الليثيوم**، الذي تبلغ كتلته المولية $M = 7 \text{ g mol}^{-1}$.

والتفاعلان هما



الأنواع الجزيئية هي الماء O والهيدروجين $[H][H]$. والناتجان هما هيدروكسيد الليثيوم $[+Li] \cdot [OH-]$ وهيدروكسيد الروبيديوم $[+Rb] \cdot [OH-]$ ، ويوجدان في الماء على هيئة أيونات متفككة.

4.2 — التركيب الكتلي

لتكن x كتلة الليثيوم. تكون كتلة الروبيديوم $4.6 \text{ g} - x$. ومن كمية المادة الكلية للفلزين نحصل على

$$\frac{x}{7 \text{ g mol}^{-1}} + \frac{4.6 \text{ g} - x}{85.5 \text{ g mol}^{-1}} = 0.200089 \text{ mol}.$$

بحل المعادلة، مع الاحتفاظ بأرقام إضافية لتجنب أخطاء التقريب،

$$m(\text{Li}) = 1.11533 \text{ g}, \quad m(\text{Rb}) = 3.48467 \text{ g}.$$

ومن ثم، تكون النسب المئوية الكتلية

$$w(\text{Li}) = \frac{1.11533}{4.6} \times 100\% \approx \boxed{24.2\%},$$

$$w(\text{Rb}) = \frac{3.48467}{4.6} \times 100\% \approx \boxed{75.8\%}.$$

تمت مراجعة الحل بمقارنته بالحل الرسمي.

المسألة 5: تبلور كبريتات النحاس(II) خماسية الهيدرات

عولجت كمية مقدارها 20 g من أكسيد النحاس(II) بكمية متكافئة ستوكيومترياً من محلول دافئ لحمض الكبريتيك بتركيز 20%، للحصول على محلول كبريتات النحاس(II).

المطلوب:

كم غراماً من كبريتات النحاس(II) المتبلورة ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) يتبلور عند تبريد المحلول إلى 20°C ؟

الكتل الذرية النسبية: $A_r(\text{Cu}) = 63.5$; $A_r(\text{S}) = 32$; $A_r(\text{O}) = 16$; $A_r(\text{H}) = 1$

ذوبانية CuSO_4 عند 20°C : $s = 20.9$ g من CuSO_4 في 100 g من H_2O .

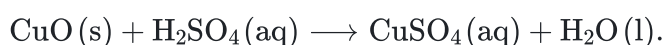
نص المسألة مترجم عن النص الإنجليزي الرسمي.

الإجابات

• المسألة 5: يتبلور 32.9 g من كبريتات النحاس(II) خماسية الهيدرات، $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. تمثيل SMILES: $[\text{Cu}+2] \cdot [\text{O}-]\text{S}(=\text{O})(=\text{O})[\text{O}-] \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O} \cdot \text{O}$.

الحل

يتفاعل أكسيد النحاس(II) $[\text{Cu}+2] \cdot [\text{O}-]_2$ مع حمض الكبريتيك $\text{OS}(=\text{O})(=\text{O})\text{O}$ لينتج كبريتات النحاس(II) $[\text{Cu}+2]$ والماء $[\text{O}-]_2$.



تحدد تمثيلات SMILES للمركبات الأيونية تراكيب وحدات الصيغة؛ ولا ترمز الشبكات البلورية أو الأشكال الهندسية التناسقية.

باستخدام الكتل الذرية المعطاة، تكون الكتل المولية

$$\begin{aligned} M(\text{CuO}) &= 79.5 \text{ g mol}^{-1}, \\ M(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 98 \text{ g mol}^{-1}, \\ M(\text{H}_2\text{O}) &= 18 \text{ g mol}^{-1}, \\ M(\text{CuSO}_4) &= 159.5 \text{ g mol}^{-1}, \\ M(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) &= 159.5 + 5(18) = 249.5 \text{ g mol}^{-1}. \end{aligned}$$

كمية مادة أكسيد النحاس(II) هي

$$n = \frac{20 \text{ g}}{79.5 \text{ g mol}^{-1}} = 0.251572 \text{ mol}.$$

يستهلك التفاعل هذه الكمية نفسها من حمض الكبريتيك وينتج هذه الكمية من كلٍّ من كبريتات النحاس(II) والماء. ومن ثم،

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 0.251572(98) = 24.6541 \text{ g}, \\ m(\text{CuSO}_4) &= 0.251572(159.5) = 40.1258 \text{ g}, \\ m(\text{ماء التفاعل}) &= 0.251572(18) = 4.52830 \text{ g}. \end{aligned}$$

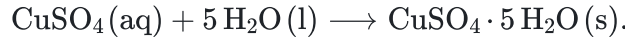
يحتوي محلول الحمض على 20% من حمض الكبريتيك كتلياً، لذا فإن كتلته هي

$$m(\text{محلول الحمض}) = \frac{24.6541}{0.20} = 123.2704 \text{ g}.$$

يشمل إجمالي الماء الموجود بعد التفاعل كلاً من الماء المضاف مع الحمض والماء المتكوّن:

$$m_{\text{water},0} = 0.80(123.2704) + 4.52830 = 103.1447 \text{ g}.$$

عند التبريد، تتكوّن بلورات خماسية الهيدرات:



يزيل التبلور كلاً من الملح المذاب والماء من المحلول. لتكن x كتلة البلورات خماسية الهيدرات. تحتوي هذه البلورات على

$$\frac{159.5}{249.5}x \text{ من } \text{CuSO}_4, \quad \frac{90}{249.5}x \text{ من } \text{H}_2\text{O}.$$

يكون المحلول المتبقي مشبعاً عند 20°C ، فنحصل على

$$\frac{40.1258 \text{ g} - \frac{159.5}{249.5}x}{103.1447 \text{ g} - \frac{90}{249.5}x} = \frac{20.9}{100}.$$

وعليه،

$$x = \frac{40.1258 - 0.209(103.1447)}{\frac{159.5}{249.5} - 0.209 \frac{90}{249.5}} \text{ g} = 32.9295 \text{ g}.$$

إذن، الكتلة المتبلورة هي

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}) = 32.9 \text{ g}.$$

تمت مراجعة الحل بمقارنته بالحل الرسمي.

المسألة 6: أكسيدان للفلز نفسه

يحتوي أكسيد فلز معيّن على 22.55 % من الأكسجين بالكتلة. ويحتوي أكسيد آخر للفلز نفسه على نسبة كتلية من الأكسجين مقدارها 50.48 %.

المطلوب:

1. ما الكتلة الذرية النسبية للفلز؟

نص المسألة مترجم عن النص الإنجليزي الرسمي.

الإجابات

1. الكتلة الذرية النسبية تساوي تقريباً 55 ($A_r \approx 54.94$). والفلز هو المنغنيز، Mn. الكتلة الذرية النسبية كمية بلا أبعاد.

الحل

1.

لتكن الكتلة الذرية النسبية للفلز A ، وحالتا تأكسده في الأكسيدين n_1 و n_2 . باعتماد $A_r(\text{O}) = 16.00$ ، فإن حالة تأكسد الأكسجين البالغة -2 تعطينا

$$\frac{m(\text{الأكسجين})}{m(\text{الفلز})} = \frac{8n}{A}.$$

وعليه، فإن نسبتي كتلة الأكسجين إلى كتلة الفلز هما

$$\frac{8n_1}{A} = \frac{22.55}{77.45}, \quad \frac{8n_2}{A} = \frac{50.48}{49.52}.$$

بقسمة المعادلة الثانية على الأولى، تُحذف A :

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{50.48/49.52}{22.55/77.45} = 3.50117 \approx \frac{7}{2}.$$

أصغر حالتين تآكسد ذواتي قيمتين صحيحتين تتوافقان مع هذه النسبة هما $+2$ و $+7$. أما الأزواج الأعلى التي تحافظ على التناسب نفسه فتتطلب حالات تآكسد غير معقولة كيميائياً لهذه الأكاسيد الفلزية العادية. ومن ثم فإن الصيغتين هما MO و M_2O_7 .
من الأكسيد الأول،

$$\frac{16.00}{A + 16.00} = 0.2255,$$

ومن ثم

$$A = 16.00 \frac{77.45}{22.55} = 54.95.$$

وبصورة مستقلة، يعطينا الأكسيد الثاني

$$\frac{7(16.00)}{2A + 7(16.00)} = 0.5048,$$

وبالتالي

$$A = \frac{7(16.00)}{2} \frac{49.52}{50.48} = 54.94.$$

تتفق هذه النتائج في حدود تقريب النسب المئوية المعطاة، وتُحدد الفلز بأنه **المنغنيز**، حيث

$$A_r(\text{Mn}) \approx 54.94 \approx 55.$$

والأكسידان هما:

- **أكسيد المنغنيز(II)**، MnO : تمثيل SMILES لوحدة الصيغة الأيونية هو $[\text{Mn}^{+2}]$. $[\text{O}^{2-}]$. تُشكّل المادة الصلبة شبكة أيونية ممتدة؛ ولا يمثل هذا الترميز جزيئاً منفرداً.
- **أكسيد المنغنيز(VII)**، Mn_2O_7 : تمثيل SMILES هو $\text{O}=\text{O}(\text{O}=\text{O})\text{O}[\text{Mn}](=\text{O})(=\text{O})\text{O}[\text{Mn}](=\text{O})(=\text{O})$. تربط ذرة أكسجين جسرية بين مركزي منغنيز، لكل منهما تناسق رباعي السطوح تقريباً.

للتحقق، تعطي $A = 54.94$ نسبتي محتوى من الأكسجين مقدارهما 22.5543% و 50.4777% ، وتُقَرَّبان إلى القيمتين المذكورتين.

تمت مراجعة الحل بمقارنته بالحل الرسمي.