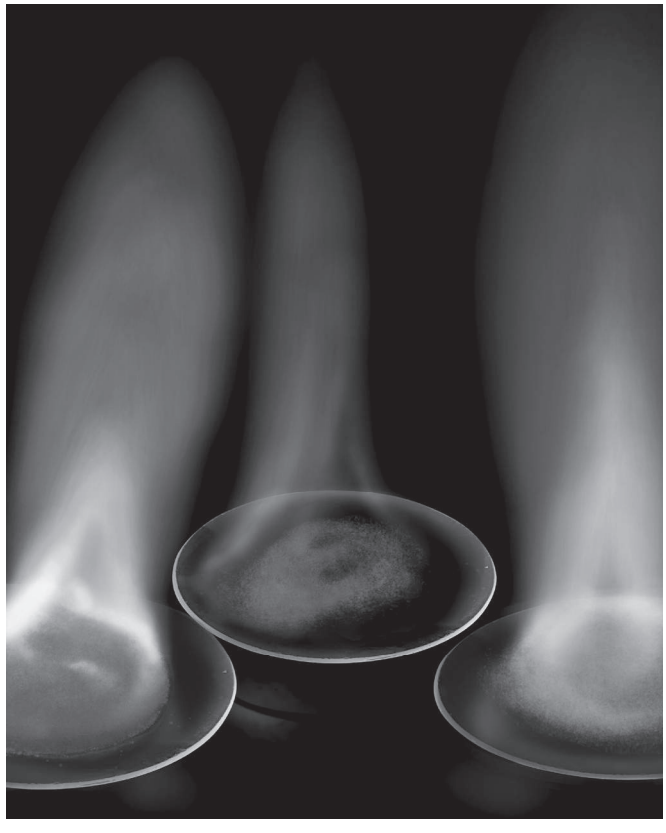
وزارة التربية والتعليم
Ministry of Education
المملكة العربية السعودية

دليل حلول المسائل

الصف الأول الثانوي



العبيكان
Obeikan

١٤٣٥ هـ - ٢٠١٤ م

Mc Graw Hill Education

الكيميـاء ـ الصف الأول الثانوي

Glencoe Sience

SOLUTIONS MANUAL

Chemistry

دليل حلول المسائل

أعدَّ النسخة العربية: شركة العبيكان للتعليم

www.obeikaneducation.com

Education

English Edition Copyright © the McGraw-Hill Companies, Inc.
All rights reserved.

Arabic Edition is published by Obeikan under agreement with
The McGraw-Hill Companies, Inc. © 2008.

حقوق الطبعة الإنجليزية محفوظة لشركة ماجروهل©.

الطبعة العربية: مجموعة العبيكان للاستثمار
وفقًا لاتفاقيتها مع شركة ماجروهل© ٢٠٠٨م/ ١٤٢٩هـ.

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواءً أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين و الاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

قائمة المحتويات

إلى المعلم		iv
الفصل 1:	مقدمة في الكيمياء	1
	التقويم 1–1	1
	التقويم 1–2	1
	التقويم 1–3	2
	التقويم 1–4	2
	الفصل 1: التقويم	3
	اختبار مقنن	7
الفصل 2:	المادة – الخواص والتغيرات	9
	التقويم 2–1	9
	التقويم 2–2	10
	التقويم 2–3	11
	التقويم 2–4	12
	الفصل 2: التقويم	14
	اختبار مقنن	21
الفصل 3:	تركيب الذرة	23
	التقويم 3–1	23
	التقويم 3–2	23
	التقويم 3–3	24
	التقويم 3–4	26
	الفصل 3: التقويم	26
	اختبار مقنن	35
الفصل 4:	التفاعلات الكيميائية	38
	التقويم 4–1	38
	التقويم 4–2	39
	التقويم 4–3	41
	الفصل 4: التقويم	44
	اختبار مقنن	50
الفصل 5:	المول	53
	التقويم 5–1	53
	التقويم 5–2	54
	التقويم 5–3	57
	التقويم 5–4	63
	التقويم 5–5	70
	الفصل 5: التقويم	72
	اختبار مقنن	86

إلى المعلم.....

يُعدّ دليل الإجابات دليلًا شاملًا لجميع الأسئلة والمسائل الموجودة في كتاب الطالب "الكيمياء – للصف الأول الثانوي، إضافة إلى المسائل التدريبية، وقسم التقويم، وتقويم الفصل، ويحتوي دليل الإجاباتِ هذا على نصوص الأسئلة حتى لا تكون بحاجة إلى الرجوع للكتاب عند مراجعة المسائل مع الطلاب.

مقدمة في الكيمياء

1-1 قصة مادتين

الصفحات 16 – 12

التقويم 1-1

الصفحة 16

1. **وضِّح** أهمية دراسة الكيمياء للإنسان.

الكيمياء علم يهتم بدراسة المادة، وكلّ شيء مكوّن من مادة.

2. **عرِّف** المادة الكيميائية، وأعط مثالين لمادتين كيميائيتين.

المادة الكيميائية، مادة ذات تركيب محدّد وثابت. ومن الأمثلة على ذلك ملح الطعام NaCl، و السكر $C_{12}H_{22}O_{11}$.

3. **صف** كيف تتكوّن طبقة الأوزون؟ ولماذا تُعدّ مهمّةً؟

عندما يتعرض الأكسجين O_2 لأشعة UV في الطبقات العليا من الستراتوسفير، يتحلّل بعض جزيئات الأكسجين إلى ذرات أكسجين منفردة O والتي بدورها تتحد مع جزيئات أكسجين O_2 لم تتحلل لتكوّن الأوزون O_3، وتعدُّ طبقة الأوزون مهمة لأنها تقي المخلوقات الحية من الإشعاعات الضارة.

4. **وضِّح** لماذا طُوِّرت مركّبات الكلوروفلوروكربون؟ وفيمَ تُستعمَل؟

طُوّرت مركّبات الكلوروفلوروكربون كبديل آمن للأمونيا لاستخدامها في المبردات، وكمادة دافعة لمكونات علب الرش.

5. **فسِّر** سبب قلق العلماء من تزايد أشعة UVB في الجو.

هيأ الله تعالى للخلايا بعض القدرة على إصلاح نفسها، لكن هذه القدرة تقلّ عندما تتعرض لكمية كبيرة من أشعّة UVB، حيث تعمل زيادة هذه الأشعّة على إتلاف الخلايا في أجسام المخلوقات الحية.

6. **فسِّر** سبب ازدياد تركيز مركّبات CFCs في الغلاف الجوي.

بسبب ازدياد استعمال مركّبات CFCs في جوانب الحياة المختلفة.

7. **قوِّم** لماذا كان من المهم تأكيد بيانات دوبسون عن طريق صور الأقمار الصناعية؟

يجب إثبات الفرضيات والاختبارات والتجارب والبيانات العلمية كلّها بصورة مستقلة لجعلها صادقة (مقبولة).

2—1 الكيمياء والمادة

الصفحات 19 – 17

التقويم 2-1

الصفحة 19

8. **فسِّر** سبب وجود عدة فروع لعلم الكيمياء.

دراسة الكيمياء مجال واسع؛ لذا يتخصص الكيميائيون في جوانب معينة.

9. **فسِّر** لماذا يَستعمِل العلماء الكتلة بدلًا من الوزن في قياساتهم؟

الكتلة ثابتة ولا تتأثر بالجاذبية، أمّا الوزن فيختلف باختلاف الجاذبية.

10. **لخِّص** لماذا على الكيميائيين أن يدرسوا التغيّرات التي لا تُرى بالعين المجردة؟

التغيّرات التي تراها بعينيك تبدأ بتغيّرات لا تُرى بالعين المجردة.

11. **استنتج** سبب استعمال الكيميائيين للنماذج لدراسة المادة التي لا تُرى بالعين المجردة.

تساعد النماذجُ الكيميائيين على إدراك المفاهيم الصعبة، التي لا يمكنهم رؤيتها عادة.

12. **سمِّ** ثلاثة نماذج يستعملها العلماء، وبيّن فائدة كلّ منها.

إجابات محتملة: تسمح نماذج الطائرات للعلماء باختبار تصاميمهم قبل صناعتها. وتسمح النماذج الحاسوبية للعمليات الكيميائية للكيميائيين باختبار العمليات قبل بناء المصانع. وكذلك تسمح نماذج السيارات للعلماء باختبار مقاومة الرياح قبل صناعتها.

13. **قوِّم** كيف يمكن أن يختلف وزنك وكتلتك على سطح القمر (جاذبية القمر تساوي سدس جاذبية الأرض)؟

تبقى كتلتك كما هي، ولكن وزنك يصبح $\frac{1}{6}$ وزنك على الأرض.

14. **قوِّم** هل يتغيّر وزنك في أثناء صعودك وهبوطك في المصعد؟ فسِّر إجابتك.

سيقلّ الوزن في أثناء الصعود؛ لأن تسارع الجاذبية سيوازن تسارع المصعد إلى أعلى. ولكن لن أكون في وضع السقوط الحر في أثناء هبوط المصعد نحو الأرض، لذا سيبقى الوزن كما هو في أثناء هبوط المصعد نحو الأرض، ويُهْمَل التغير في الارتفاع.

1-3 الطرائق العلمية

الصفحات 24 – 20

التقويم 1-3

الصفحة 24

15. **فسِّر** لماذا لا يَستعمِل العلماء مجموعة محدّدة من الخطوات في كلّ بحث يقومون به؟

تختلف طبيعة الأبحاث كثيرًا. وبالتالي، تختلف أيضًا خطوات تنفيذها.

16. **فرِّق** أعط مثالًا على بيانات كمية وآخر على بيانات نوعية.

إجابة محتملة: كمي: 5 mL ؛ نوعي: سائل ذو لون فضي.

17. **قوِّم** طُلب إليك أن تدرس أثر درجة الحرارة في حجم بالون، فوَجدْتَ أن حجم البالون يزداد عند تسخينه. ما المتغيّر المستقل؟ وما المتغيّر التابع؟ وما العامل الذي بقي ثابتًا؟ وما الضابط الذي ستقارن به؟

المتغير المستقل درجة الحرارة، والمتغير التابع حجم البالون، والعامل الثابت كمية الهواء في البالون، والعامل الضابط بالون مماثل محفوظ في درجة الحرارة العادية.

18. **ميِّز** وَصَف العالِم شارل العلاقة المباشرة بين درجة الحرارة والحجم لجميع الغازات عند ضغط ثابت. هل نُسمّي هذه العلاقة قانون شارل أم نظرية شارل؟ لماذا؟

يُسمّى قانون شارل؛ لأنه يصف ظاهرة تحدث باستمرار.

19. **فسِّر** النماذج العلمية الجيّدة يمكن فحصها واستعمالها للقيام بتوقّعات. ماذا توقّع نموذج مولينا وورولاند عن كمية غاز الأوزون في الجو عند ازدياد كمية CFCs؟

توقّع نموذجهما أن ازدياد تركيز مركّبات CFCs يؤدي إلى تناقص مستوى الأوزون.

1-4 البحث العلمي

الصفحات 31 – 25

مختبر تحليل البيانات

صفحة 30

التفكير الناقد

1. **صف** نمط تغيّر الكمية الكلية لغاز الأوزون ودرجة الحرارة على ارتفاع 24–20 km عن سطح الأرض.

تتناقصُ درجات الحرارة من يناير إلى يوليو، غير أن مستويات الأوزون تبقى ثابتة تقريبًا. وفي يوليو تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع حتى يناير.
يظلّ مستوى الأوزون ثابتًا تقريبًا من شهر يوليو حتى نهاية شهر أغسطس، حيث يأخذ هذا المستوى في الانخفاض بسرعة حتى نهاية سبتمبر. ثم تستمر مستويات الأوزون في الازدياد حتى يناير.

2. **قوِّم** كيف تختلف بيانات عام 2004 م عن بيانات 2005 م؟

تُظهِر بيانات عامي 2004 و 2005 م تشابهًا فيما بينهما.

3. **حدِّد** الشهر الذي كانت فيه كمية الأوزون أقلّ ما يمكن.

سبتمبر.

4. **قوِّم** هل تؤيد هذه البيانات ما درسته سابقًا في هذا الفصل عن تفكك غاز الأوزون؟ فسِّر إجابتك.

نعم، تسمح درجات الحرارة المنخفضة للكلور والبروم النشطين بالتكّون. وعندما تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع يتفاعل الكلور والبروم مع الأوزون حتى نفادهما.

التقويم 4-1

الصفحة 31

20. **سمِّ** ثلاثة منتجات تقنية حسّنت من حياتنا أو العالَمْ من حولنا.

إجابات محتملة: حاسوب، آلة الاحتراق الداخلي، الهاتف الخلوي.

21. **قارن** بين البحث النظري والبحث التطبيقي.

البحث النظري يُجرَى من أجل المعرفة، أمّا البحث التطبيقي فيُجرَى لحلّ مشكلة معينة.

22. **صنِّف** التقنية هل هي ناتجة عن البحوث النظرية أو التطبيقية؟ اشرح وجهة نظرك.

يمكن أن تكون التقنية ناتجة عن أيّ منهما؛ إذ يمكن أن تكون ناتجة عن بحث نظري عندما يميز العلماء أن اكتشافاتهم قد تُستخدم في تطبيقات عملية. كما يمكن أن تكون ناتجة عن بحث تطبيقي عندما يُجري العلماء بحثًا لحلّ مشكلة معينة.

23. **لخِّص** السبب وراء كلّ من:

a. لبس المعطف والنظارات في المختبر.

قد تصل المواد الضارة إلى عينيك أو ملابسك عند تنفيذك التجربة أو مشاهدتها.

b. عدم إعادة المواد الكيميائية غير المستعملة إلى العبوة الأصلية.

يمكن أن تكون المواد الكيميائية ملوَّثة، فيسبب إرجاعها تلوُّث العبوة الأصلية.

c. عدم لبس عدسات لاصقة في المختبر.

يمكن أن تمتص العدسات اللاصقة غازات المواد الكيميائية وتؤذي العينين، كما أنه يصعب إزالتها في الحالات الطارئة.

d. عدم لبس ملابس فضفاضة أو أشياء متدلية مثل الشماغ في المختبر.

يسهل أن تَعلَق هذه الأشياء بالمواد الكيميائية أو باللهب، الأمر الذي قد يؤدي إلى وضع خطير.

24. **فسِّر الأشكال العلمية** ما احتياطات السلامة التي ستتخذها عند رؤية الرموز الآتية؟

احمِ يديك من الأجسام الساخنة أو الباردة.

صن نفسك من الأبخرة الضارة.

احذر من المواد التي قد تُقرّح الجلد والأغشية المخاطية والمجاري التنفسية.

احذر من المواد القابلة للاشتعال، ولا تترك لهبًا مفتوحًا في المختبر

الفصل 1 التقويم

الصفحتان 37 – 36

1–1

إتقان المفاهيم

25. عرِّف كلًّا من المادة الكيميائية والكيمياء.

المادة الكيميائية: مادة لها تركيب محدّد.

الكيمياء: علم يهتمّ بدراسة المادة والتغيّرات التي تطرأ عليها.

26. **الأوزون** أين يوجد غاز الأوزون في الغلاف الجوي؟

90% منه في طبقة الستراتوسفير.

27. ما العناصر الثلاثة الموجودة في مركبات الكلوروفلوروكربون؟

كربون وكلور وفلور.

28. لاحَظَ العلماء أن سُمْك طبقة الأوزون يتناقص. ما سبب ذلك؟

ازدياد استعمال مركّبات CFCs.

إتقان حلّ المسائل

29. يتكوّن جزيء الأوزون من ثلاث ذرات أكسجين، كم جزيء أوزون ينتج عن: 6 ذرات أكسجين، 9 ذرات أكسجين، 27 ذرة أكسجين؟

جزيئان، 3 جزيئات، 9 جزيئات.

30. **قياس التركيز** يُبيّن **الشكل 6–1** أن مستوى CFC كان 272 ppt (272 جزء من الألف) في عام 1995م. ولأن النسبة المئوية تعني أجزاءً من المئة، فما النسبة المئوية التي تمثلها 272 ppt؟

$$272 \times \frac{\text{1 part per hundres}}{\text{10 ppt}} = 27.2\%$$

1-2

إتقان المفاهيم

31. أيّ القياسين يعتمد على قوة الجاذبية؛ قياس الكتلة أم قياس الوزن؟ فسّر إجابتك.

قياس الوزن يعتمد على تسارع الجاذبية، أمّا الكتلة فلا تعتمد عليها.

32. أيّ مجالات الكيمياء يَدْرُس نظريات تركيب المادة، وأيّها يَدْرُس تأثير المواد الكيميائية في البيئة؟

تَدْرُس الكيمياء التحليلية تركيب المواد. أمّا الكيمياء البيئية فتَدْرُس التأثيرات البيئية للمواد الكيميائية.

إتقان حلّ المسائل

33. في أيّ المدينتين الآتيتين تتوقّع أن يكون وزنك أكبر؛ في مدينة أبها التي ترتفع 2200 m عن سطح البحر أم في مدينة جدة التي تقع عند مستوى سطح البحر؟

يكون وزنك أقلّ في أبها منه في جدة؛ لأن تسارع الجاذبية الأرضية في أبها أقلّ.

34. قرأْت أن "تريليون ذرة يمكن أن توضع فوق نقطة في نهاية هذه الجملة". اكتب العدد تريليون بالأرقام.

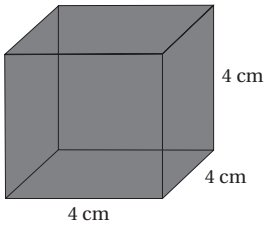
1000 000 000 000

35. ما كتلة المكعب أدناه، إذا علمت أنّ كتلة مكعب طول ضلعه 2 cm من المادة نفسها تساوي 4.0 g؟

الطول × العرض × الارتفاع = حجم المكعب

$$\text{حجم المكعب} = 2\text{cm} \times 2\text{cm} \times 2\text{cm} = 8\text{cm}^3$$

$$\frac{x}{64\ \text{cm}^3} = \frac{4.0\ \text{g}}{8\ \text{cm}^3} \rightarrow x = \frac{64\text{cm}^3 \times 4.0\text{g}}{8\text{cm}^3} = 32\text{g}$$



1-3

إتقان المفاهيم

36. كيف تختلف البيانات الكمية عن البيانات النوعية؟ أعط مثالًا على كلّ منهما.

البيانات النوعية - ومنها اللون والشكل - يتم تحديدها بالحواس، أمّا البيانات الكمية - ومنها الكتلة والطول -فيمكن قياسها.

37. ما الفرق بين الفرضية والنظرية والقانون؟

الفرضية: تفسير مؤقت لما تمّ ملاحظته.

النظرية: تفسير مدعوم بعدّة تجارب.

القانون: يصف العلاقات في الطبيعة.

38. **تجارب مختبرية** طُلب إليك دراسة مقدار السكر الذي يمكن إذابته في الماء عند درجات حرارة مختلفة حيث أن كمية السكر الذائبة تزداد مع رفع درجة الحرارة. ما المتغيّر المستقل؟ وما المتغيّر التابع؟ وما العامل الذي يجب أن يبقى ثابتًا في هذه التجربة؟

المتغير المستقل: درجة الحرارة، المتغير التابع: كمية السكر المذابة، العامل الثابت: كمية الماء.

39. بيّن ما إذا كانت البيانات التالية نوعية أم كمية:

a. كتلة كأس 6.6g. **كمية**

b. بلورات السكر بيضاء ولامعة. **نوعية**

c. الألعاب النارية ملوّنة. **نوعية**

40. إذا كانت الأدلة التي جمعتها في أثناء إجراء تجربة ما لا تدعم الفرضية، فماذا يجب عليك تجاه الفرضية؟

يجب أن يُعاد كتابة الفرضية بناءً على البيانات الجديدة، وتُختبر من جديد.

إتقان حلّ المسائل

41. تتفاعل ذرة كربون C مع جزيء واحد من الأوزون O_3، وينتج جزيء واحد من أول أكسيد الكربون CO وجزيء واحد من غاز الأكسجين O_2 . ما عدد جزيئات الأوزون اللازمة لإنتاج 24 جزيئًا من غاز الأكسجين؟

$$\frac{\chi \text{ جزيء من } O_3}{24 \text{ جزيء من } O_2} = \frac{1 \text{ جزيء من } O_3}{1 \text{ جزيء من } O_2}$$

$$\chi = 24 \text{ جزيء من } O_3$$

1-4

إتقان المفاهيم

42. **السلامة في المختبر** أكمل كلًّا من الجمل التالية بحيث تُعبّر بشكل صحيح عن إحدى قواعد السلامة في المختبر.

a. ادرس واجب المختبر المحدّد لك **قبل أن تأتي إلى المختبر**.

b. أبق الطعام والشراب و**العلْكة خارج المختبر**.

c. اعرف أين تجد، وكيف تستعمل **طفاية الحريق، والدش، وبطانية الحريق، وحقيبة الإسعافات الأولية.**

إتقان حلّ المسائل

43. إذا كانت خطوات العمل تتطلب إضافة حجمين من الحمض إلى حجم واحد من الماء، وبدأت بـ 25 mL ماء، فما حجم الحمض الذي ستضيفه؟ وكيف تضيفه؟

50 mL حمض؛ أضف الحمض إلى الماء دائمًا ببطء شديد.

التفكير الناقد

44. الربط اذكر مجال الكيمياء الذي يدرس كل موضوع من الموضوعات الآتية: تلوث الماء، هضم الطعام، إنتاج ألياف النسيج، صنع النقود من الفلزات، معالجة الإيدز.

موضوع البحث	مجال الكيمياء الذي يدرسه
تلّوث الماء	الكيمياء البيئية
هضم الطعام	الكيمياء الحيوية
ألياف النسيج	كيمياء المبلمرات
صنع النقود من الفلزات	الكيمياء غير العضوية
معالجة مرض الإيدز	الكيمياء الحيوية

45. صنِّف تتفكك مركّبات CFCs لتكوّن مواد كيميائية تتفاعل مع الأوزون. هل هذه ملاحظة عينية أم مجهرية؟

ملاحظة مجهرية.

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

46. استنزاف غاز الاوزون اكتب وصفًا تُبيّن فيه استنزاف مركّبات الكلور وفلوروكربون CFCs لغاز الأوزون خلال الزمن.

ستختلف الإجابات، ولكنها يجب أن تتضمّن الاستعمال المتزايد لمركّبات CFCs. والتناقص المستمر لطبقة الأوزون، وكذلك تأثيرها في استنزاف الحياة على الأرض.

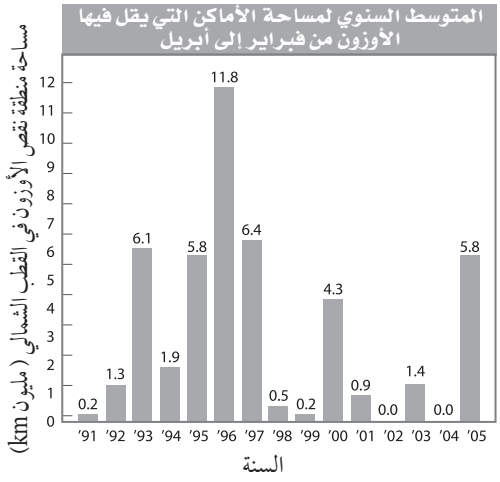
47. التقنية اذكر تطبيقات تقنية للكيمياء من واقع حياتك. أعدَّ كُتيِّبًا عن اكتشافاتها وتطورها.

تأكد من دقة المعلومات في كراسات الطلاب. وتأكد أن الطلاب قد قاموا بشرح ارتباط هذه التطبيقات بشكل واضح مع الكيمياء.

أسئلة المستندات

استنزاف غاز الأوزون: تختلف مساحة منطقة الأوزون ذات السُّمْك القليل فوق كلّ من القطبين الشمالي والجنوبي، وتقوم إحدى مؤسسات الدراسات البيئية بجمع البيانات ومراقبة مناطق انخفاض سُمْك طبقة الأوزون عند كلّ من القطبين.

الشكل 20-1 يُبيّن متوسط المساحات التي يقلّ فيها تركيز الأوزون في منطقة القطب الشمالي من فبراير إلى أبريل في السنوات من 1991 م إلى 2005 م.



الشكل 20-1

48. في أيّ السنوات كانت منطقة نقص الأوزون أكبر ما يمكن؟ وفي أيّ السنوات كانت أصغر ما يمكن؟

كانت أكبر ما يمكن عام 1996م، وأصغر ما يمكن عامي 2002 م، و2004م.

49. ما متوسط مساحة هذه المنطقة بين عامي 2000 م و2005م؟ قارن بينه وبين متوسط مساحتها بين عامي 1995 م و2000 م؟

بين عامي 2000م و2005 م:

$$= \frac{(4.3 + 0.9 + 0.0 + 1.4 + 0.0 + 5.8)}{6}$$

$$= 2.1 \text{ million Km}^2$$

بين عامي 1995م و2000 م:

$$= \frac{(5.8 + 11.8 + 6.4 + 0.5 + 0.2 + 4.3)}{6}$$

$$= 4.8 \text{ million Km}^2$$

اختبار مقنن

الصفحتان 39-38

أسئلة الاختيار من متعدد

1. ما الشيء الذي يجب **ألا** تفعله في أثناء العمل في المختبر؟

a. قراءة المكتوب على العبوات قبل استعمال محتوياتها.

b. إعادة المتبقي من المواد الكيميائية إلى العبوات الأصلية.

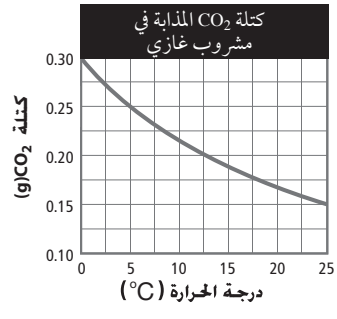
c. استعمال كميات كبيرة من الماء لغسل الجلد الذي تعرض للمواد الكيميائية.

d. أخذ ما تحتاج إليه فقط من المواد الكيميائية المشتركة.

(b)

استعن بالجدول والشكل الآتيين للإجابة عن الأسئلة من 2 إلى 6.

صفحة من دفتر مختبر أحد الطلاب	
الخطوة	ملاحظات
الملاحظة	– المشروبات الغازية تزداد فورانًا عندما تسخن. –المشروبات الغازية تفور لأنها تحتوي على غاز ثاني أكسيد الكربون المذاب.
الفرضية	– يزداد ذوبان ثاني أكسيد الكربون بازدياد درجة الحرارة. – هذه العلاقة تنطبق على ذائبية المواد الصُّلبة.
التجربة	– قياس كتلة ثاني أكسيد الكربون في عينات مختلفة من المشروب الغازي نفسه عند درجات حرارة مختلفة.
تحليل البيانات	انظر الرسم البياني أدناه.
النتيجة	



2. ما العامل الذي يبقى ثابتًا في أثناء التجربة؟

a. درجة الحرارة .

b. كمية غاز CO_2 المذابة في كلّ عيّنة.

c. كمية المشروب الغازي في كلّ عيّنة.

d. المتغيّر المستقل.

(c)

3. إذا افترضنا أن جميع البيانات التجريبية صحيحة، فإن الاستنتاج المعقول من هذه التجربة هو:

a. تذوب كميات كبيرة من CO_2 في السائل عند درجات حرارة منخفضة.

b. تحتوي العيّنات المختلفة من المشروب على الكمية نفسها من CO_2 عند كلّ درجة حرارة.

c. العلاقة بين درجة الحرارة والذائبية للمواد الصُّلبة هي العلاقة نفسها لـ CO_2.

d. يذوب CO_2 بشكل أفضل في درجات الحرارة العالية.

(a)

4. الأسلوب العلمي الذي اتبعه هذا الطالب يُبيّن أن:

a. البيانات التجريبية تدعم الفرضية.

b. التجربة تصف بدقّة ما يحدث في الطبيعة.

c. تخطيط التجربة ضعيف.

d. يجب رفض الفرضية.

(d)

5. المتغيّر المستقل في التجربة هو:

a. عدد العيّنات التي تمّ اختبارها.

b. كتلة CO_2 المستعملة.

c. نوع المشروب المستعمل.

d. درجة حرارة المشروب.

(d)

6. أيّ البحوث التالية مثال على بحث نظري؟

a. إنتاج عناصر اصطناعية لدراسة خواصها.

b. إنتاج مواد بلاستكية مقاومة للحرارة لاستعمالها في الأفران المنزلية.

c. إيجاد طرائق لإبطاء صدأ الحديد.

d. البحث عن أنواع أخرى من الوقود لتسيير السيارات.

ⓐ

7. ما فرع علم الكيمياء الذي يستقصي تحلّل مواد التغليف في البيئة؟

a. الكيمياء الحيوية.

b. الكيمياء النظرية.

c. الكيمياء البيئية.

d. الكيمياء غير العضوية.

ⓒ

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 8.

أثر شرب الصودا في معدل ضربات القلب

الطالب	عدد علب الصودا	عدد ضربات القلب/ دقيقة
1	صفر	73
2	1	84
3	2	89
4	3	96

8. أيّ الطلاب استُخدم ضابطًا في التجربة:

a. الطالب 1

b. الطالب 2

c. الطالب 3

d. الطالب 4

ⓐ

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 9 و10.

الخواص الفيزيائية لثلاثة عناصر

العنصر	الرمز	درجة الانصهار (°C)	اللون	الكثافة g/cm^3
صوديوم	Na	897.4	رمادي	0.986
فوسفور	P	44.2	أبيض	1.83
نحاس	Cu	1085	برتقالي	8.92

9. أعط أمثلة على بيانات نوعية تنطبق على الصوديوم.

الصوديوم رمادي اللون، ورمزه Na، وكثافتة منخفضة، ودرجة انصهاره وسط بين درجتي المادتين الأخريين.

10. أعط أمثلة على بيانات كمية تنطبق على النحاس.

درجة انصهار النحاس $1085\ ^{\circ}C$ ، وكثافته $8.92\ g/cm^3$.

11. أعلن طالب أن لديه نظرية لتفسير حصوله على علامة متدنية في الاختبار. هل هذا استعمال مناسب لمصطلح نظرية؟ فسِّر إجابتك.

لا؛ النظرية تفسير لسلوك الطبيعة، مبنية على تجارب أجريت مرات عدة. ربما يقترح هذا الطالب فرضية.

أسئلة الإجابات المفتوحة

أجب عن السؤالين 12، 13 المتعلقين بالتجربة التالية:

تبحث طالبة كيمياء في كيفية تأثير حجم الجسيمات في سرعة الذوبان. قامت بإضافة مكعبات سكر، وحبيبات سكر، وسكر مطحون على التوالي إلى ثلاثة أكواب ماء، وحركت المحاليل مدة 10 ثوانٍ، وسجّلت الوقت الذي استغرقه كلّ نوع من السكر للذوبان في كلّ كأس.

12. حدِّد المتغيّر المستقل والمتغيّر التابع في هذه التجربة. كيف يمكن التمييز بينهما؟

المتغير المستقل: مقدار حجم حبيبات السكر.

المتغير التابع الزمن اللازم للذوبان.

المتغير المستقل هو المتغير الذي يغيّره الباحث بنفسه، في حين أن المتغير التابع هو ناتج التجربة الذي يتم قياسه.

13. ما العامل الذي يجب تركه ثابتًا في هذه التجربة؟ ولماذا؟

ستتنوّع الإجابات، لكنها يمكن أن تتضمّن درجة حرارة الماء وحجمه، أو كمية السكر المضافة. من المهم إبقاء هذه العوامل ثابتة من أجل مقارنة المحاولات المختلفة. إذا تغيّرت عدة عوامل معًا في تجربة ما فإن الباحث لا يستطيع أن يحدّد أثر كلّ عامل منها في نتيجة التجربة.

المادة - الخواص والتغيّرات

2-1 خواص المادة

الصفحات 47 – 42

مختبر حلّ المشكلات

الصفحة 44

1. **فسِّر** لماذا يجب ضبط خروج الغاز المضغوط من الأسطوانة؟

يجب التحكم في تدفق الغاز المضغوط لضبط كمية الغاز المتحرر ومعدّل تدفقه.

2. **توقَّع** ماذا يحدث إذا فُتح صمام أسطوانة الغاز بشكل كامل فجأة، أو ثُقبَت الأسطوانة؟

إذا لم يُستعمَل جهاز منظم الغاز فإن الغاز سيندفع من الأسطوانة بقوة كافية لتحويله إلى قذيفة خطرة يصعب السيطرة عليها.

التقويم 2-1

الصفحة 47

1. **كوِّن** جدولًا يصف حالات المادة الثلاث من حيث شكلها وحجمها وقابليتها للانضغاط.

حالة المادة	الحجم	الشكل	قابلية الانضغاط
الصُّلبة	ثابت	ثابت	غير قابل
السائلة	ثابت	غير ثابت يأخذ شكل الوعاء ويملؤه بحسب حجمه	غير قابل
الغازية	غير ثابت يملأ حجم الوعاء	غير ثابت يأخذ شكل الوعاء	قابل

2. **صف** الخواص التي تصف مادة كيميائية نقية.

يجب أن يكون للمادة تركيب منتظم وثابت لكي تُعدّ مادة نقية.

3. **صنِّف** كلًّا من الخواص التالية إلى فيزيائية أوكيميائية:

a. الحديد والأكسجين يكوّنان الصدأ. **كيميائية**

b. الحديد أكثر كثافة من الألومنيوم. **فيزيائية**

c. يحترق الماغنسيوم ويتوهج عند إشعاله. **كيميائية**

d. الزيت والماء لا يمتزجان. **فيزيائية**

e. ينصهر الزئبق عند درجة 39– °C. **فيزيائية**

4. **نظِّم** كوِّن جدولًا يقارن بين الخواص الفيزيائية والكيميائية. أعط مثالين لكلّ نوع منها.

يجب أن يوضِّح الجدول أن الخواص الفيزيائية، على عكس الخواص الكيميائية، يمكن ملاحظتها دون تغيير تركيب المادة؛ فالكتلة والكثافة مثالان على الخواص الفيزيائية. أمّا التخمّر والصدأ فهما مثالان على الخواص الكيميائية.

2-2 تغيّرات المادة

الصفحات 51 - 48

مسائل تدريبية

الصفحة 50

5. استعن بالبيانات في الجدول للإجابة عن السؤالين التاليين: كم جرامًا من البروم تفاعل؟ وكم جرامًا من المركّب نتج؟

تفاعل الألومنيوم مع سائل البروم		
المادة	قبل التفاعل	بعد التفاعل
ألومنيوم	10.3g	0.0g
سائل البروم	100.0g	8.5g
المركّب	0.0g	

كمية البروم المتفاعلة = 100.0g − 8.5g = 91.5g

كمية المركّب الناتج = 100.0g + 10.3g − 8.5g = 101.8g

6. حصل طالب في تجربة لتحليل الماء على 10.0 g هيدروجين و 79.4g أكسجين. ما مقدار الماء المستعمل في هذه العملية؟

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة الماء المتحلل

كتلة المواد الناتجة = كتلة الهيدروجين + كتلة الأكسجين

كتلة الماء المتحلل = كتلة الهيدروجين + كتلة الأكسجين

كتلة الماء المتحلل = 10.0g + 79.4g = 89.4g

7. أضاف طالب 15.6 g صوديوم إلى كمية وافرة من غاز الكلور. وبعد انتهاء التفاعل، حصل على 39.7 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة كلّ من الكلور والصوديوم المتفاعلين؟

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

كتلة الصوديوم + كتلة الكلور = كتلة كلوريد الصوديوم

كتلة الصوديوم = 15.6g ، كتلة كلوريد الصوديوم = 39.7g

15.6g + كتلة الكلور = 39.7g

كتلة الكلور = 39.7g − 15.6g = 24.1g

يُستهلَك 24.1g من غاز الكلور في التفاعل. وبما أن الصوديوم يتفاعل مع كمية فائضة من الكلور، فإن الصوديوم جميعه (15.6g) يُستهلَك في التفاعل.

8. تفاعلت عيّنة مقدارها 10.0 g من الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين 16.6 g من أكسيد الماغنسيوم. كم جرامًا من الأكسجين تفاعل؟

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

كتلة الماغنسيوم + كتلة الأكسجين = كتلة أكسيد الماغنسيوم

كتلة الماغنسيوم = 10.0g، كتلة أكسيد الماغنسيوم = 16.6g

10.0g + كتلة الأكسجين = 16.6g

كتلة الأكسجين = 16.6g − 10.0 g = 6.6g

9. تحفيز تفاعل 106.5 g من حمض الهيدروكلوريك $HCl_{(g)}$ مع كمية مجهولة من الأمونيا $NH_{3(g)}$ لإنتاج 157.5g من كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl_{(s)}$. ما كتلة الأمونيا $NH_{3(g)}$ المتفاعلة؟ وهل طُبّق قانون حفظ الكتلة في هذا التفاعل؟ فسِّر إجابتك.

كتلة حمض الهيدروكلوريك + كتلة الأمونيا = كتلة كلوريد الأمونيوم

كتلة حمض الهيدروكلوريك − كتلة كلوريد الأمونيوم = كتلة الأمونيا

157.5g -106.5g = 51g

نعم، لأن كتلة المتفاعلات يساوي كتلة النواتج.

التقويم 2-2

الصفحة 51

10. صنِّف الأمثلة التالية إلى تغيّرات فيزيائية أو كيميائية.

a. سحق علبة ألومنيوم. **فيزيائية**

b. تدوير علب الألومنيوم المستعملة لإنتاج علب جديدة. **فيزيائية**

c. اتحاد الألومنيوم مع الأكسجين لإنتاج أكسيد الألومنيوم. **كيميائية**

11. صف نتائج التغيّر الفيزيائي وأعط ثلاثة أمثلة عليه.

تتحوّل حالة المادة في أثناء التغيّر الفيزيائي، لكن تركيبها يبقى ثابتًا. هنالك أمثلة كثيرة على هذا التغيّر، منها: الانصهار والتجمد، والغليان، والثني، والتمزيق.

12. **صف** نتائج التغيّر الكيميائي واذكر أربعة أدلة على حدوثه.

يتغيّر تركيب المادة في أثناء التغيّر الكيميائي. ومن المؤشرات المحتملة للتغير الكيميائي التغيّرُ في اللون أو الرائحة أو درجة الحرارة، أو تكوين غاز أو مادة صُلبة من السائل.

13. **احسب.** حلّ المسائل الآتية:

a. إذا تفاعل 22.99 g من الصوديوم تمامًا مع 35.45 g من الكلور، فما كتلة كلوريد الصوديوم الناتج؟

كتلة المواد المتفاعلة = كتلة المواد الناتجة

كتلة الصوديوم + كتلة الكلور = كتلة كلوريد الصوديوم

22.99g + 35.45g = 58.44g

b. إذا تفاعل 12.2 g من مادة X مع عيّنة من Y ونتج 78.9 g من XY. فما كتلة Y المتفاعلة؟

كتلة $_X$ + كتلة $_Y$ = كتلة $_{XY}$

78.9 g = 12.2 g + كتلة $_Y$

كتلة $_Y$ = 78.9g − 12 .2g = 66.7g

14. **قـوِّم** إذا قال لك صديـق: "إذا كان تركيب المادة لا يتغيّر خلال التغيّر الفيزيائي فإن مظهرها لا يتغيّر". فهل هو على صواب؟ فسِّر إجابتك.

العبارة غير صحيحة، ففي حين أن التركيب لا يتغيّر، إلّا أن تغيّرًا في المظهر يصاحب التغيّر الفيزيائي.

2-3 المخاليط

الصفحات 55 – 52

التقويم 2-3

الصفحة 55

15. **صنِّف** كلًّا ممّا يلي إلى مخلوط متجانس أو غير متجانس.

a. ماء الصنبور **متجانس**

b. الهواء **متجانس**

c. فطيرة الزبيب **غير متجانس**

16. **قارن** بين المخاليط والمواد النقية.

للمواد النقية تركيب محدّد وثابت، أمّا المخاليط فليس لها تركيب ثابت. وكلّ مادة نقية في المخلوط تحتفظ بخواصها، في حين تختلف خواص المادة النقية عن خواص العناصر المكوّنة لها.

17. **سمِّ** طريقة الفصل التي يمكن استعمالها في فصل مكونات المخاليط التالية:

a. سائلين عديمي اللون **التقطير**

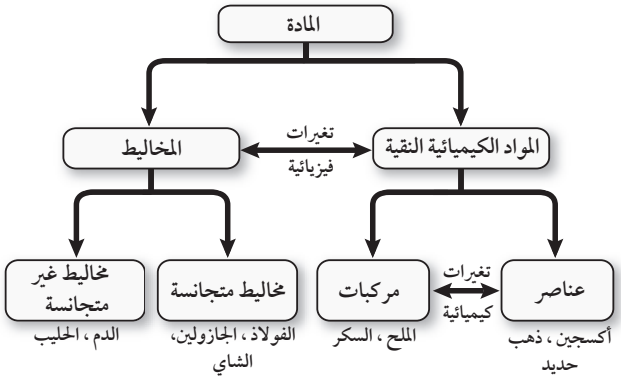
b. مادة صُلبة غير ذائبة مخلوطة مع سائل **الترشيح**

c. كرات زجاجية حمراء وزرقاء متساوية في الحجم والكتلة

فصل كرات اللعب الزجاجية يدويًا بحسب لونها.

18. **صمِّـم** خريطـة مفاهيمية تلخّـص العلاقات بيـن المادة، والعناصر، والمركّبات، والمواد الكيميائية النقية، والمخاليط المتجانسة والمخاليط غير المتجانسة.

يمكن تصنيف المادة إلى عدة أصناف لها خواص محدّدة كما هو موضح في الخريطة التالية:



2-4 العناصر والمركّبات

الصفحات 62 - 56

مسائل تدريبية

الصفحة 60

19. عيّنة من مركّب مجهول كتلتها 78.0 g، تحتوي على 12.4 g هيدروجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركّب؟

$$\%\,H = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{12.4g}{78.0g} \times 100 = 15.9\%$$

20. يتفاعل 1.0 g هيدروجين كليًّا مع 19.0 g فلور. ما النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين في المركّب الناتج؟

$$\text{كتلة المركّب} = 1.0g + 19.0g = 20.0g$$

$$\%\,H = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{1.0g}{20.0g} \times 100 = 5.0\%$$

21. يتفاعل 3.5g من العنصر X مع 10.5g من العنصر Y لتكوين المركّب XY. ما النسبة المئوية بالكتلة لكلّ من العنصرين X وY في المركّب؟

$$\text{كتلة}_{XY} = 3.5g + 10.5 = 14.0g$$

$$\%\text{العنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$\%X = \frac{3.5g}{14.0g} \times 100 = 25\%$$

$$\%Y = \frac{10.0g}{14.0g} \times 100 = 75\%$$

22. تمّ تحليل مركّبين مجهولين فَوُجِد أن المركّب الأول يحتوي على 15.0 g هيدروجين و 120.0 g أكسجين، وأن المركّب الثاني يحتوي على 2.0 g هيدروجين و 32.0 g أكسجين. هل المركّبان هما المركّب نفسه؟ فسِّر إجابتك.

المركّب (I):

$$\%\,H = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{15.0g}{120.0g+15.0g} \times 100 = 11.1\%$$

المركّب (II):

$$\%\,H = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{2.0g}{32.0g+2.0g} \times 100 = 5.9\%$$

بما أن التركيب الكتلي للمركّبين مختلف، فإن المركبين يجب أن يكونا مختلفين.

23. تحفيز مركّبان، كلّ ما تعرفه عنهما أنهما يحتويان على النسبة بالكتلة نفسها من الكربون. هل هما المركّب نفسه؟ فسِّر إجابتك.

لا. إنك لن تكون متأكدًا؛ لأن تساوي النسبة المئوية بالكتلة لأحد العناصر لا يضمن أن يكون تركيب كلّ مركّب مماثلا لتركيب الآخر.

التقويم 2-4

الصفحة 62

24. قارن بين العناصر والمركّبات.

لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد أبسط منها بالطرائق الكيميائية العادية، في حين يمكن تجزئة المركّبات.

25. **صِف** الملامح التنظيمية الأساسية للجدول الدوري للعناصر.

رُتب الجدول الدوري في صفوف سُمّيت دورات، وأعمدة سُمّيت مجموعات، وقد رُتّبت العناصر اعتمادًا على التشابهات في خواصها الفيزيائية والكيميائية ضمن المجموعة الواحدة، وتتكرر أنماط الخواص المتشابهة من دورة إلى أخرى .

26. **فسِّر** كيف ينطبق قانون النسب الثابتة على المركّبات.

يصف قانون النسب الثابتة التركيب الكتلي لمادة ما.

27. **اذكر** مثالين لمركّبات ينطبق عليها قانون النسبة المتضاعفة.

يربط قانون النسب المتضاعفة تركيب مركّبين مكوّنين من العناصر نفسها، مثل (H_2O، H_2O_2)، ($CuCl$، $CuCl_2$).

28. **أكمل** الجدول التالي، ثمّ حلّل البيانات الموجودة فيه لتقرّر ما إذا كان المركّب I، والمركّب II هما المركّب نفسه. وإذا كان المركّبان مختلفين فاستعمل قانون النسب المتضاعفة لتبيّن العلاقة بينهما.

بيانات تحليل مركّبين للحديد

المركّب	الكتلة الكلية (g)	كتلة Fe (g)	كتلة O (g)	النسبة المئوية بالكتلة للحديد	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين
I	75.00	52.46	22.54	**69.95%**	**30.05%**
II	56.00	43.53	12.47	**77.73%**	**22.27%**

المركّب (I):

$$\%Fe = \frac{\text{كتلة الحديد}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{52.46\ g}{75.00\ g} \times 100 = 69.95\%$$

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{22.54\ g}{75.00\ g} \times 100 = 30.05\%$$

$$Fe : O = 52.46g / 22.54g = 2.327$$

المركّب (II):

$$\%Fe = \frac{\text{كتلة الحديد}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{43.53g}{56.00g} \times 100 = 77.73\%$$

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{12.47g}{56.00g} \times 100 = 22.27\%$$

$$Fe : O = 43.53g / 12.47g = 3.491$$

وبما أن نسب العناصر في المركّبين مختلفة، فإن المركّبين ليسا متماثلين. ونسبة الكتل للمركّب (I) إلى كتل المركّب (II) هي:

$$2.327 : 3.491 = 0.667 = 2 : 3$$

29. **احسب** النسبة المئوية بالكتلة للهيدروجين والأكسجين في الماء (بالرجوع إلى الجدول الدوري).

كتلة الماء = 18.0 g، كتلة الهيدروجين = 2.0 g، كتلة الأكسجين = 16.0 g

$$\%H = \frac{\text{كتلة الهيدروجين}}{\text{كتلة الماء}} \times 100\%$$

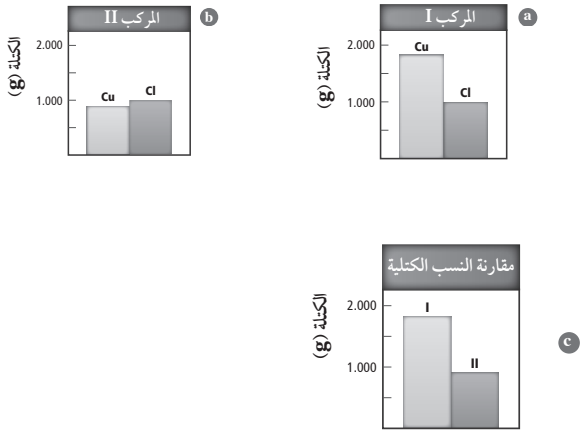
$$= \frac{2.0g}{2.0g + 16.0g} \times 100 = 11\%$$

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة الماء}} \times 100\%$$

$$= \frac{16.0}{2.0g + 16.0g} \times 100 = 89\%$$

30. ارسم رسمًا بيانيًّا يوضِّح قانون النسب المتضاعفة.

يجب أن يكون الرسم مشابهًا للشكل 20-2



الفصل 2 التقويم

الصفحات 70 – 67

2-1

إتقان المفاهيم

31. اذكر ثلاثة أمثلة على مواد كيميائية نقية، وبيّن لِماذا هي نقية؟

ستتنوّع الإجابات، المواد النقية ومنها الماء والسكروز وملح الطعام لها تراكيب ثابتة وغير متغيّرة.

32. هل ثاني أكسيد الكربون مادة كيميائية نقية؟ ولماذا؟

نعم؛ لأن لها تركيب ثابت ومحدّد.

33. اذكر ثلاث خواص فيزيائية للماء.

ستتنّوع الإجابات. ماء الصنبور لا لون له، وهو سائل، ويتجمد عند درجة $0^{\circ}C$ تقريبًا، ويغلي عند $100^{\circ}C$ تقريبًا.

34. أيّ الخواص التالية مميزة للمادة؟ وأيّها غير مميزة؟

a. درجة الانصهار **مميزة** **b.** الكتلة **غير مميزة**

c. الكثافة **مميزة** **d.** الطول **غير مميزة**

35. هل العبارة التالية صحيحة أم لا؟ علّل إجابتك.
"لا تتأثر الخواص بالضغط ودرجة الحرارة ".

العبارة خاطئة؛ تتأثر الخواص بتغيّر درجة الحرارة والضغط؛ فمثلاً تتحدد حالة المادة بدرجة حرارتها والضغط الواقع عليها. ستختلف التفسيرات الأخرى باختلاف الأمثلة.

36. اذكر حالات المادة الثلاث، وأعط مثالاً عليها.

صُلبة، ومنها ملح الطعام. سائلة، ومنها الماء. غازية، ومنها ثاني أكسيد الكربون.

37. صنِّف المواد التالية إلى صُلبة أو سائلة أوغازية في ضوء حالاتها في درجات الحرارة العادية.

المادة	الحليب	الهواء	النحاس	الهيليوم	الماس	الشمع
الحالة	سائل	غاز	صُلب	غاز	صُلب	صُلب

38. صنِّف الخواص التالية إلى فيزيائية أو كيميائية.

a. للألومنيوم لون فضي. **فيزيائية**

b. كثافة الذهب $19g/cm^3$. **فيزيائية**

c. يشتعل الصوديوم عند وضعه في الماء. **كيميائية**

d. يغلي الماء عند درجة $100\,^{\circ}C$. **فيزيائية**

e. تتكون طبقة سوداء على الفضة. **كيميائية**

f. الزئبق سائل في درجات الحرارة العادية. **فيزيائية**

39. فُرغت علبة حليب في وعاء. صِفِ التغيّرات الحادثة في شكل الحليب وحجمه نتيجة ذلك.

يبقى حجم الحليب كما هو، ولكنه يأخذ شكل الوعاء الذي يوضع فيه. وهكذا، فإن شكل الحليب يتغيّر عندما يُصبّ من العلبة إلى الوعاء.

40. درجة الغليان عند أيّ درجة حرارة تغلي 250 mL من الماء، و1000 mL من الماء؟ هل درجة غليان الماء خاصية مميزة أم غير مميزة؟

كلاهما يغلي عند درجة حرارة $100\ ^{\circ}C$؛ درجة الغليان خاصية مميزة؛ لأنها لا تعتمد على الكمية.

إتقان حلّ المسائل

41. التحليل الكيميائي أراد عالم أن يُعين مادة مجهولة بناءً على خواصها الفيزيائية. المادة لونها أبيض،ولم تفلح المحاولات في تحديد درجة غليانها. استعمل الجدول أدناه لتُسمّي هذه المادة.

الخواص الفيزيائية لبعض المواد المألوفة

المادة	اللون	الحالة عند $25^{\circ}C$	درجة الغليان ($^{\circ}C$)
أكسجين	عديم اللون	غاز	-183
ماء	عديم اللون	سائل	100
سكروز	أبيض	صُلب	يتحلّل
كلوريد الصوديوم	أبيض	صُلب	1413

يُبيّن الجدول أعلاه مركّبين صُلبين لونهما أبيض، لكن السكروز هو الذي يتحلّل قبل أن يصل إلى درجة الغليان. لذا، فالمادة المجهولة هي السكروز.

2-2

إتقان المفاهيم

42. صنِّف كلًّا من التغيّر ات التالية إلى كيميائي أو فيزيائي:

a. كسر قلم إلى جزأين. **فيزيائي**

b. تجمد الماء وتكون الجليد. **فيزيائي**

c. قلي البيض. **كيميائي**

d. حرق الخشب. **كيميائي**

e. تغيّر لون ورق الشجر في فصل الخريف. **كيميائي**

43. هل يُعدّ نضج الموز عملية فيزيائية أم كيميائية؟ فسِّر ذلك.

تغيّر كيميائي؛ فللموز الأخضر خواص مختلفة عن خواص الموز الأصفر.

44. هل يُعدّ تغيّر حالة المادة عملية فيزيائية أم كيميائية؟ فسِّر ذلك.

تغيّر فيزيائي؛ لأن تركيب المادة لم يتغيّر.

45. اذكر أربعة مؤشرات على حدوث التفاعل الكيميائي.

المؤشرات المحتملة للتفاعل الكيميائي تتضمّن تغيّرًا في اللون، أو الرائحة، أو درجة الحرارة، أو إنتاج غاز، أوتكوّن مادة صُلبة، عند مزج المتفاعلات.

46. صدأ الحديد يتحد الحديد مع الأكسجين لتكوين أكسيد الحديد، أو ما يعرف بصدأ الحديد. ما المواد المتفاعلة؟ وما المواد الناتجة؟

الأكسجين والحديد مواد متفاعلة، وصدأ الحديد مادة ناتجة.

حديد + أكسجين ⟵ صدأ الحديد

47. بعد أن اشتعلت شمعة مدّة ثلاث ساعات، بقي نصفها. وضِّح لماذا لا يخالف هذا المثال قانون حفظ الكتلة؟

كتلة الشمع قبل الاحتراق تساوي كتلة الغازات الناتجة بعد الاحتراق مضافًا لها كتلة الشمع المتبقي بعد الاحتراق.

48. وضِّح الفرق بين التغيّر الفيزيائي والتغيّر الكيميائي.

التغيّر الفيزيائي يغيّر المادة دون تغيير تركيبها، في حين أن التغيّر الكيميائي يتضمّن تغيرًا في تركيبها.

إتقان حلّ المسائل

49. إنتاج الأمونيا تفاعل 28.0 g من النيتروجين كليًّا مع 6.0 g هيدروجين. ما كتلة الأمونيا الناتجة؟

$$\text{كتلة}_{\text{المواد المتفاعلة}} = \text{كتلة}_{\text{المواد الناتجة}}$$

$$\text{كتلة}_{\text{النيتروجين}} + \text{كتلة}_{\text{الهيدروجين}} = \text{كتلة}_{\text{الأمونيا}}$$

$$\text{كتلة}_{\text{الأمونيا}} = 28.0\ g + 6.0\ g = 34.0\ g$$

50. تفاعل 45.98 g صوديوم مع كمية زائدة من غاز الكلور فنتج 116.89 g من كلوريد الصوديوم. ما كتلة غاز الكلور الذي استُهلِك في هذا التفاعل؟

$$\text{كتلة}_{\text{المواد المتفاعلة}} = \text{كتلة}_{\text{المواد الناتجة}}$$

$$\text{كتلة}_{\text{الصوديوم}} + \text{كتلة}_{\text{الكلور}} = \text{كتلة}_{\text{كلوريد الصوديوم}}$$

$$45.98g + \text{كتلة}_{\text{الكلور}} = 116.98g$$

$$\text{كتلة}_{\text{الكلور}} = 116.89g - 45.98g = 70.91g$$

51. تتحلّل مادة كتلتها 680.0 g إلى عناصرها بالتسخين. ما مجموع كتل عناصرها بعد التسخين؟

$\text{كتلة}_{\text{المواد المتفاعلة}} = \text{كتلة}_{\text{المواد الناتجة}} = 680.0\text{g}$

الكتلة يجب أن تكون محفوظة؛ بغض النظر عن تحلّل المركب إلى مكوناته.

52. عند حرق 180.0 g جلوكوز في وجود 192.0 g أكسجين نتج ماء وثاني أكسيد الكربون. فإذا كانت كتلة الماء الناتج 108.0 g، فما كتلة ثاني أكسيد الكربون الناتج؟

$\text{كتلة}_{\text{الجلوكوز}} + \text{كتلة}_{\text{الأكسجين}} = \text{كتلة}_{\text{الماء}} + \text{كتلة}_{\text{ثاني أكسيد الكربون}}$

$180.0\text{g} + 192.0\text{g} = 108.0\text{g} + \text{كتلة}_{\text{ثاني أكسيد الكربون}}$

$\text{كتلة}_{\text{ثاني أكسيد الكربون}} = 264\ \text{g}$

2-3

إتقان المفاهيم

53. صف خواص المخلوط.

المخلوط مزيج فيزيائي لمادتين نقيتين أو أكثر بأيّ نسبة. ليس للمخاليط تركيب ثابت. وخواصها بشكل عام هي خواص المواد المكوّنة لها.

54. اذكر طريقة الفصل التي يمكن استعمالها لفصل المخاليط التالية:

a. بُرادة الحديد والرمل.

يمكن استعمال مغناطيس لفصل برادة الحديد عن الرمل.

b. الرمل والملح.

أضف ماءً إلى المخلوط لإذابة الملح، ورشح المخلوط لإزالة الرمل، ثُمّ اغل الماء بحيث يتبقى الملح فقط.

c. مكوّنات الحبر.

يجب استعمال ورق الكروماتوجرافيا لفصل مكوّنات الحبر. وإذا كانت هناك كمية كافية من الحبر فيمكن استعمال التقطير، ولكنه أكثر تعقيدًا من ورق الكروماتوجرافيا.

d. غازي الهيليوم والأكسجين.

برّد مزيج الغازين حتى يتكاثفا، ثمّ قطّر السائل المتكاثف.

55. مـا صحة العبارة التالية: "المخلوط مادة ناتجة عن اتحاد مادتين أو أكثر كيميائيًّا". فسِّر إجابتك.

العبارة خاطئة؛ لأن المخلوط مزيج فيزيائي للمواد، وليس اتحادًا كيميائيًّا.

56. فيـمَ يختلـف المخلـوط المتجانـس عن المخلـوط غير المتجانس؟

تحتوي المخاليط المتجانسة طوْرًا (حالة) واحدًا، أمّا المخاليط غير المتجانسة فيمكن أن تحتوي عدة أطوار.

57. مـاء البحـر مكوّن مـن ملح ورمل وماء. هـل هو مخلوط متجانس أو غير متجانس؟ فسِّر إجابتك.

غير متجانس. التركيب ليس متجانسًا (منتظمًا).

58. ما الكروماتوجرافيا؟ وكيف تعمل؟

الكروماتوجرافيا تقنية تُستعمَل لفصل مكوّنات المخلوط.

2-4

إتقان المفاهيم

59. عرِّف العنصر.

العنصر مادة نقية لا يمكن تجزئتها إلى مواد نقية أبسط منها بطرائق فيزيائية أو كيميائية بسيطة.

60. صحِّح العبارات التالية:

a. العنصر مزيج من مركّبين أو أكثر.

المركّب اتحاد عنصرين أو أكثر.

b. عندما تذوب كمية من السكر كليًّا في الماء ينتج محلول غير متجانس.

عندما تذوب كمية قليلة من السكر كليًّا في الماء يتكوّن محلول متجانس.

61. ما أهم إسهامات العالم مندليف في الكيمياء؟

مندليف هو الذي طوّر أول جدول دوري للعناصر مقبول على نطاق واسع.

62. سمِّ العناصر المكوّنة لكلّ من المواد التالية:

a. ملح الطعام NaCl — **صوديوم وكلور**

b. الإيثانول C_2H_5OH — **كربون وهيدروجين وأكسجين**

c. الأمونيا NH_3 — **نيتروجين وهيدروجين**

d. البروم Br_2 — **بروم**

63. هل يمكن التمييز بين العنصر والمركّب؟ كيف؟

نعم؛ يمكن تمييز العناصر عن المركّبات، فالمركّبات يمكن تجزئتها إلى العناصر المكوّنة لها، في حين لا يمكن تجزئة العناصر إلى مواد نقية أبسط منها بطرائق كيميائية وفيزيائية بسيطة.

64. هل تختلف خواص المركّب عن خواص العناصر المكوّنة له؟

نعم، فخواص المركّب مميزةٌ له، وهي تختلف عن خواص العناصر المكوّنة له.

65. ما القانون الذي يشير إلى أن المركّب يتكوّن من العناصر نفسها متحدة بنسب كتلية ثابتة؟

قانون النسب الثابتة.

66. ما النسبة المئوية بالكتلة للكربون في $44.0\ g\ CO_2$؟

كتلة الكربون = 12.0g، كتلة الأكسجين = 16.0g

كتلة ثاني أكسيد الكربون = 44.0g

$$\%C = \frac{\text{كتلة الكربون}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{12.0}{44.0\ g} \times 100 = 27\%$$

67. صنف المركبات الواردة في **الجدول 7–2** إلى: (1:1)، (2:2)، (2:1)، (1:2)

الجدول 7-2 نسب العناصر في المركبات

المركب	أبسط نسب صحيحة للعناصر
NaCl	**1:1**
CuO	**1:1**
H_2O	**2:1**
H_2O_2	**2:2**

إتقان حلّ المسائل

68. تحتوي عيّنة كتلتها 25.3 g من مركّب مجهول على 0.8 g أكسجين. ما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في المركّب؟

كتلة المركّب = 25.3 g

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{0.8g}{25.3g} \times 100 = 3.16\%$$

69. يتحد الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم. إذا تفاعل 10.57g ماغنسيوم تمامًا مع 6.96g أكسجين فما النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين في أكسيد الماغنسيوم؟

كتلة أكسيد الماغنسيوم = 6.96g+10.57g = 17.53g

$$\%O = \frac{\text{كتلة الأكسجين}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{6.96g}{17.53g} \times 100 = 39.7\%$$

70. عند تسخين أكسيد الزئبق فإنه يتحلّل إلى زئبق وأكسجين. إذا تحلّل 28.4g من أكسيد الزئبق ونتج 2.0g أكسجين، فما النسبة المئوية بالكتلة للزئبق في أكسيد الزئبق؟

$$\text{كتلة الزئبق} = \text{كتلة أكسيد الزئبق} - \text{كتلة الأكسجين}$$

$$= 28.4g - 2.0g = 26.4g$$

$$\%Hg = \frac{\text{كتلة الزئبق}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100$$

$$= \frac{26.4g}{28.4g} \times 100 = 93\%$$

71. يتحد الكربون مع الأكسجين ويكوّن مركّبين، يحتوي الأول منهما على 4.82g كربون لكلّ 6.44g أكسجين، ويحتوي الثاني على 20.13g كربون لكلّ 53.7g أكسجين. ما نسبة الكربون إلى كتلة ثابتة من الأكسجين في المركّبين المذكورين؟

المركّب	كتلة C	كتلة O	كتلة O / كتلة C
I	4.82g	6.44g	4.82g/6.44g=0.748
II	20.13g	53.7g	20.13g/53.7g=0.375

نسبة الكربون إلى كتلة ثابتة من الأكسجين في المركّب(I) هي (1 : 0.748)، في حين أنها في المركّب (II) (1 : 0.375)، فتكون نسبة الكربون إلى الأكسجين في المركّب I تساوي ضعف نسبة الكربون إلى الأكسجين في المركّب II

نسبة الكربون إلى الأكسجين $_{\text{المركّب I}}$: نسبة الكربون إلى الأكسجين $_{\text{المركّب II}}$ (1 : 0.748) = (1 : 0.375) ≈ 2

72. عيّنة كتلتها 100.0g من مركّب ما تحتوي على 64.0g من الكلور. ماالنسبة المئوية بالكتلة للكلور في المركّب؟

$$\%Cl = \frac{\text{كتلة الكلور}}{\text{كتلة المركّب}} \times 100\%$$

$$= \frac{64.0g}{100.0g} \times 100\% = 64\%$$

73. ما القانون الذي تستعمله لمقارنة CO مع CO_2؟ فسّر ذلك دون اللجوء إلى أيّ حسابات، وحدّد أيّ المركّبين يحتوي على نسبة مئوية بالكتلة أعلى للأكسجين؟

قانون النسب المتضاعفة. سيحتوي CO_2 على أعلى نسبة مئوية كتلية للأكسجين؛ لأنه يحتوي على عدد أكبر من ذرات الأكسجين مقابل العدد نفسه من ذرات الكربون.

74. أكمل الجدول 8-2 الآتي:

كتل العناصر في المركّبات

المركّب	كتلة المركّب (g)	كتلة الأكسجين (g)	النسبة المئوية بالكتلة للأكسجين	كتلة العنصر الثاني في المركّب (g)
CuO	84.0	16	**19%**	**Cu=68**
H_2O	18.0	16	**89%**	**2H=2**
H_2O_2	34.0	32	**94%**	**2H=2**
CO	28.0	16	**57%**	**C = 12**
CO_2	44.0	32	**73%**	**C = 12**

مراجعة عامة

75. أيّ حالات المادة قابلة للانضغاط؟ وأيّها غير قابلة للانضغاط؟ فسر إجابتك.

الغازات أكثر حالات المادة قابلية للانضغاط. أمّا المواد الصُلبة فأقلها. تتحدد قابلية الانضغاط بكمية الفراغ الموجود بين الجسيمات في كلّ حالة. فالغازات فيها أكبر قدر من الفراغ بين الجسيمات، في حين أن المواد الصُلبة فيها أقلّ قدر من الفراغ.

76. صنِّف المخاليط التالية إلى متجانسة أو غير متجانسة:

a. النحاس الأصفر (سبيكة من الخارصين والنحاس). **متجانسة**

b. السَّلَطَة. **غيرمتجانسة**

c. الدم. **غيرمتجانس**

d. مسحوق شراب مذاب في الماء. **متجانس**

77. يتحد الفوسفور مع الهيدروجين ليكوّن الفوسفين. وفي هذا التفاعل يتحد 123.9g من الفوسفور مع كمية وافرة من الهيدروجين لإنتاج 129.9g فوسفين، وبعد انتهاء التفاعل بقي 310.0g من الهيدروجين غير متفاعل. ما كتلة الهيدروجين التي استُعمِلت في هذا التفاعل؟ وما كتلة الهيدروجين قبل التفاعل؟

كتلة الهيدروجين المتفاعلة = 129.9g − 123.9g = 6.0g

كتلة الهيدروجين قبل التفاعل = 310.0g + 6.0g = 316.0g

78. إذا كان لديك 100 ذرة من الهيدروجين، و 100 ذرة من الأكسجين، فما عدد جزيئات الماء التي يمكن أن تكوّنها؟ هل تستعمل جميع الذرات الموجودة من كلا العنصرين؟ إذا كان الجواب لا، فما الذي يبقى؟

يمكن أن يتكوّن 50 جزيء ماء. لا، يتبقى 50 ذرة أكسجين.

79. صنِّف المواد التالية إلى مواد نقية، أو مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس.

a. الهواء **مخلوط متجانس**

b. الدخان **مخلوط غير متجانس**

c. التراب **يعتمد كونه متجانسًا أو غير متجانس على عيّنة التراب**

d. الماء النقي **مادة نقية**

e. الترسبات **مخلوط غير متجانس**

f. الماء الموحل **مخلوط غير متجانس**

80. حدِّد ما إذا كان كلّ ممّا يلي مخلوطًا متجانسًا أم مخلوطًا غير متجانس، أم مركّبًا، أم عنصرًا:

a. ماء الشرب النقي. **مركّب**

b. الماء المالح. **مخلوط متجانس**

c. الهيليوم. **عنصر**

d. ماء البحر. **مخلوط غير متجانس**

e. الهواء. **مخلوط متجانس**

81. **الطبخ** اذكر الخواص الفيزيائية للبيض قبل سلقه وبعده. بناءً على ملاحظاتك، هل يحدث تغيّر فيزيائي أو تغيّر كيميائي عند سلق البيض؟ فسر إجابتك.

قبل السلق: سائل، شفاف وأصفر لامع.

بعد السلق: صُلب، أبيض غير شفاف وأصفر باهت؛ تغيّر كيميائي، لأن المادة الناتجة لها تراكيب وخواص مختلفة عن المادة الأصلية.

82. **البيتزا** هل البيتزا مخلوط متجانس أو غير متجانس؟

مخلوط غير متجانس؛ لأن مكوّنات البيتزا تبقى منفصلة وتُرى بالعين المجردة.

83. يتفاعل الصوديوم كيميائيًّا مع الكلور ليكوّن كلوريد الصوديوم، هل كلوريد الصوديوم مخلوط أو مركّب؟

كلوريد الصوديوم مركّب؛ لأن تفاعلًا كيميائيًّا حدث بين الصوديوم والكلور.

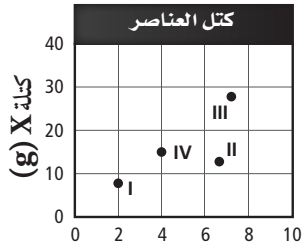
84. بيّن ما إذا كان اتحاد العناصر التالية يؤدي إلى تكوين مركّب أو مخلوط:

a. $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow$ ماء **مركّب**

a. $N_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow$ هواء **مخلوط**

التفكير الناقد

85. **تفسير البيانات** يحتوي مركّب على عنصرين X و Y. حلّلت أربع عيّنات(IV، III، II، I) ذات كتل مختلفة، ثُمّ رسمت كميات العنصرين في كلّ عيّنة بيانيًّا كما في الشكل أدناه.



a. ما العيّنات المأخوذة من المركّب نفسه؟ كيف عرفت؟

العيّنات I، III، IV هي للمركّب نفسه؛ لأنه يمكن رسم خط مستقيم بين هذه النقاط الثلاث. ميل المستقيم يكافئ النسبة: $\frac{\text{كتلة X}}{\text{كتلة Y}}$ وبما أن النقاط الثلاث تقع على خط واحد فهذا يدلّ على أنها جميعًا لها النسبة الكتلية نفسها (X) إلى (Y)، وأنها تمثل المركّب نفسه.

b. ما النسبة تقريبًا لكتلة X إلى كتلة Y في العيّنات من المركّب نفسه؟

النسبة الكتلية لـ X إلى Y للعيّنات IV، III، I هي 3.75:1.

c. ما النسبة تقريبًا لكتلة X إلى كتلة Y في العيّنات التي ليست من المركّب نفسه؟

النسبة الكتلية للعيّنة (II) هي 1 : 1.9

86. طبِّق الهواء خليط مكون من غازات كثيرة، ومنها النيتروجين والأكسجين والأرجون. هل يمكن استخدام عملية التقطير لفصل الغازات المكونة للهواء؟ فسر إجابتك.

نعم، إذا تم تبريد خليط الغازات إلى درجة كافية، سوف تتكاثف إلى خليط من السوائل، يمكن عندئذٍ تقطيره.

87. تحليل هل يعد خروج الغاز من عبوة المشروب الغازي المفتوحة تغير فيزيائي، أم تغير كيميائي؟ فسر إجابتك.

تغير فيزيائي؛ لأن تركيب غاز CO_2 هي نفسها داخل العبوة وخارجها.

مسألة تحفيز

88. مركبات الرصاص عينة من مركب تحوي 4.46 g من الرصاص لكل 1g من الأكسجين، وعينة أخرى كتلتها 68.54g تحوي 28.26 g من الأكسجين. هل العينتان من المركب نفسه؟ فسر إجابتك.

$$\text{العينة I: } \frac{\text{كتلة الرصاص}}{\text{كتلة الأكسجين}} = 4.46$$

$$\text{العينة II: } \frac{\text{كتلة الرصاص}}{\text{كتلة الأكسجين}} = \frac{68.54 - 28.76}{28.76}$$

$$= 1.400$$

العينتان ليستا من المركب نفسه، لأن نسبة كتلة الرصاص إلى كتلة الأكسجين مختلفة في العينتين.

مراجعة تراكمية

89. ما الكيمياء؟

الكيمياء علم يهتم بدراسة المادة والتغيرات التي تطرأ عليها.

90. ما الكتلة ؟

الكتلة هي مقياس كمية المادة في جسم ما. وهي تقاس بالميزان ذي الكفتين.

تقويم إضافي

91. العناصر المصنَّعة اختر أحد العناصر المصنعة واكتب تقريرًا قصيرًا عن تطوره. ناقش في التقرير الاكتشافات الحديثة، واكتب فيه أهم مراكز الأبحاث التي توصلت إلى هذا النوع من البحث، وصف فيه خصائص العنصر المصنّع.

ستختلف إجابات الطلاب. ويمكنهم الوصول إلى المعلومات من مصادر ومراجع مختلفة تتعلق بالعناصر المصنعة.

أسئلة المستندات

الأصباغ فهم العلماء منذ زمن طويل خصائص العناصر والمركبات. كما استخدم الفنانون الكيمياء لتحضير الأصباغ من المواد الطبيعية. يوضح **الجدول 9–2** بعض الأصباغ التي استخدمت قديمًا.

الجدول 9–2 كتل العناصر في المركبات

اسم الصيغة	الصيغة الكيمائية	الملاحظات
الفحم	عنصر الكربون (الكربون الأسود)	نتج عن تقطير الخشب في وعاء مغلق.
الأزرق المصري	سليكات النحاس الكالسيوم $CaCuSi_4O_{10}$	مركب بلوري يحوي شوائب زجاج.
النيلة	$C_{16}H_{10}N_2O_2$	تم تحضيرها من نباتات مختلفة من جنس الشبرق أو القطف.
أكسيد الحديد الأحمر	Fe_2O_3	يستخدم بصورة مستمرة في كافة المناطق الجغرافية وطوال الزمن.
الزنجار	$Cu(C_2H_3O_2)$ $2Cu(OH)_2$	مركبات أخرى من النحاس تحوي كربونات، تسمى الزنجار.

92. a. قارن نسبة الكربون بالكتلة لكل من الفحم، والنيلة، والزنجار.

الفحم: نسبة الكربون بالكتلة = 100%.

النيلة: نسبة الكربون بالكتلة = 73%.

الزنجار: نسبة الكربون بالكتلة: 14%.

b. قارن نسبة الأكسجين بالكتلة لأكسيد الحديد الأحمر مع الأزرق المصري.

أكسيد الحديد الأحمر: نسبة الأكسجين بالكتلة = 30%.

الأزرق المصري: نسبة الأكسجين بالكتلة = 43%.

93. اذكـر مثالًا على عنصر ومثالًا على مركب، مستعينًا **بالجدول 2-9** أعلاه.

العنصر: C والمركب: Fe_2O_3

94. هل يعد إنتاج الفحم بالتقطير الجاف للخشـب تغيرًا فيزيائيًا أم تغيرًا كيميائيًا؟ فسر إجابتك.

تغير كيميائي، لأن تركيب الخشب الجاف يتغير إلى فحم.

اختبار مقنن

الصفحة 71

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤالين 1 و2.

التحليل الكتلي لعينتي كلور - فلور

العينة	كتلة الكلور (g)	كتلة الفلور (g)	% Cl	% F
I	13.022	6.978	65.11	34.89
II	5.753	9.248	?	?

1. ما النسبة المئوية لكلّ من الكلور والفلور في العيّنة رقم II ؟

a. 0.6220 . و 61.65

b. 61.65 . و 38.35

c. 38.35 . و 0.6220

d. 38.35 . و 61.650

ⓓ

$$\%Cl = \frac{\text{كتلة الكلور}}{\text{كتلة المركّبII}} \times 100$$

$$= \frac{5.753g}{5.753g + 9.248g} \times 100 = 38.35\%$$

$$\%F = \frac{\text{كتلة الفلور}}{\text{كتلة المركّبII}} \times 100\%$$

$$= \frac{9.248g}{9.248g + 5.753g} \times 100 = 61.65\%$$

2. إلى أيّ القانونين: (النسـب الثابتة أم المتضاعفة) تخضع نسبة كتلتي الكلور والفلور في العيّنتين؟

a. قانون النسب الثابتة؛ لأن العيّنتين مأخوذتان من مركّب واحد.

b. قانون النسب المتضاعفة ؛ لأن العيّنتين مأخوذتان من مركّب واحد.

c. قانون النسب الثابتة؛ لأن العيّنتين مأخوذتان من مركّبين مختلفين.

d. قانون النسب المتضاعفة ؛ لأن العيّنتين مأخوذتان من مركّبين مختلفين.

ⓓ

3. أيّ خواص السكر التالية ليست فيزيائية؟

a. يوجد على شكل بلورات صُلبة في درجات الحرارة العادية.

b. يظهر بلون أبيض.

c. يتحلّل إلى كربون وماء عند تسخينه.

d. طعمه حلو.

ⓒ

4. أيّ العبارات التالية تصف مادة في الحالة الصُّلبة؟

a. تنساب جسيماتها بعضها فوق بعض.

b. يمكن ضغطها إلى حجم أصغر.

c. تأخذ شكل الوعاء الذي توجد فيه.

d. جسيماتها متلاصقة بقوة.

ⓓ

5. تتشـابه العناصر: Li، Na، K وCs في الخواص الكيميائية. تقع هذه العناصر في الجدول الدوري ضمن:

a. صف

b. دورة

c. مجموعة

d. عنصر

ⓒ

6. يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد الماغنسيوم. ما العبارة غير الصحيحة فيما يتعلق بهذا التفاعل؟

a. كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج تساوي مجموع كتلتي العنصرين المتفاعلين.

b. يصف التفاعل تكوين مادة جديدة.

c. أكسيد الماغنسيوم الناتج هو مركّب كيميائي.

d. خواص أكسيد الماغنسيوم تشبه خواص الماغنسيوم والأكسجين.

ⓓ

أسئلة الإجابة القصيرة

7. قارن بين المتغيّر المستقل والمتغيّر التابع في التجربة.

يمكن أن تأخذ كلّ من المتغيّرات المستقلة والتابعة قيمًا مختلفة في أثناء سير التجربة. فالمتغير المستقل له قيم محدّدة من قبل يُحددها الباحث، في حين يأخذ المتغير التابع قيمًا تنتج عن التجربة، ولذلك لا يمكن تحديدها سلفًا.

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 8 إلى 10.

مكوّنات مخلوط نشارة الخشب وملح الطعام

المادة	ذائبة في الماء	ذائبة في الكحول	الكثافة (g/cm^3)	حجم الجسيمات (mm)
نشارة الخشب	لا	لا	0.21	1
ملح الطعام	نعم	لا	2.17	2

8. هل المخلوط (نشارة الخشب وملح الطعام) متجانس أم غير متجانس؟ فسِّر إجابتك.

المخلوط غير متجانس؛ لإنه يمكن تمييز المواد المختلفة بسهولة بناءً على حجم الجسيمات واللون.

9. هل تصف البيانات خواص فيزيائية أو كيميائية؟ فسِّر إجابتك.

خواص فيزيائية؛ لأنها تعتمد على المادة نفسها. أمّا الخواص الكيميائية فتعتمد على سلوك المواد عندما تتفاعل مع غيرها.

10. اقترح طريقة لفصل مكوّنات المخلوط (نشـارة الخشـب وملح الطعام) بناءً على خواص مكوّناته المبيّنة في الجدول.

أضف الماء، ستطفو نشارة الخشب؛ لأن كثافتها أقلّ من كثافة الماء، وسيذوب الملح. رشح لفصل المادتين، ثمّ بلور الملح لإزالة الماء.

11. وضح الفروق بين التغيّر الكيميائي والتغيّر الفيزيائي. هل يُعدّ احتراق الجازولين تغيرًا فيزيائيًّا أم كيميائيًّا؟ فسِّر إجابتك.

لا يؤدي التغير الفيزيائي إلى تغير تركيب المواد، في حين أن التغير الكيميائي عملية تتحول فيها مادة أو أكثر إلى مواد جديدة. نعم؛ يُعدّ احتراق الجازولين تغيّرًا كيميائيًّا؛ لأنه يتحول إلى مواد أخرى في أثناء الاحتراق.

تركيب الذرة

3-1 الأفكار القديمة للمادة

الصفحات 77 – 74

التقويم 3-1

الصفحة 77

1. **قارن** بين الطرائق المستعملة من قبل الفلاسفة الإغريق وجون دالتون لدراسة الذرة.

لم يستطع الفلاسفة الإغريق القيام بتجارب لدعم فرضياتهم، في حين استطاع جون دالتون القيام بكثير من التجارب التي سمحت له بدعم فرضيته.

2. **عرِّف** الذرة بأسلوبك الخاص.

الذرة أصغر جزء في العنصر يحمل خواصه كلها.

3. **لخِّص** نظرية دالتون الذرية.

تتكوّن المادة من ذرات لا تتجزأ. وتتشابه ذرات العنصر الواحد في الحجم، والكتلة، والخواص الكيميائية. وتختلف ذرات عنصر معين عن ذرات أيّ عنصر آخر. وتتحد الذرات المختلفة بنسب عددية بسيطة وصحيحة لتكوين المركبات. وفي التفاعلات الكيميائية تنفصل الذرات، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.

4. **فسِّر** العلاقة بين نظرية دالتون للذرة وحفظ الكتلة.

وضَّح جون دالتون أن الذرات لا تستحدث ولا تفنى في التفاعلات الكيميائية، ولكن يُعاد ترتيبها فقط.

5. **طبِّق** إذا اتحدت ست ذرات من العنصر (A) مع 15 ذرة من العنصر (B) لإنتاج ستة جزيئات من المركّب، فما عدد ذرات كلّ من العنصرين A، B الموجودة في جزيء واحد من المركّب؟ هل استعملت جميع الذرات في تكوين المركب؟

يتكون المركب AB_2؛ لذا فإن كلّ جزئ منه يحتوي على ذرة (A) واحدة وذرتين من (B). ويتبقى ثلاث ذرات من (B) دون أن تُستعمَل في تكوين الجزيئات.

6. **صمِّم** خريطة مفاهيمية تقارن فيها بين الأفكار الذرية المطروحة من قبل ديمقريطس وجون دالتون.

ستتنوّع الخرائط المفاهيمية، ولكن يجب أن تعكس الملخّص الآتي:

كلاهما اعتقد أن المادة مكوّنة من أجزاء صغيرة جدًّا تُسمّى الذرات، والذرات المكوِّنة للعنصر متماثلة، ولكنها تختلف عن ذرات أيّ عنصر آخر. الذرات لا تستحدث ولا تتجزأ ولا تتحطم. اعتقد ديمقريطس أيضًا أن المادة تتكوّن من فراغ تتحرك فيه الذرات، وأن للأنواع المختلفة من الذرات حجومًا وأشكالا مختلفة، وأن اختلاف خواص الذرات يعود إلى حجمها وشكلها وحركتها. في حين ذكر جون دالتون أن الذرات المختلفة تتحد بنسبة عددية بسيطة لتكوين المركّبات.

3-2 تعريف الذرة

الصفحات 86 – 78

مختبر تحليل البيانات

الصفحة 85

1. ماذا تمثّل البقع السوداء الموجودة في الشكل؟

تُمثّل البقع السوداء الموجودة في الشكل فجوات في تركيب الجرافيت.

2. ما عدد ذرات الكربون التي يمر بها الخط المرسوم في الشكل؟

عدد ذرات الكربون = 9، كلّ قمة وواجهة في المقطع العرضي تمثلان ذرة كربون.

التقويم 3-2

الصفحة 86

7. **صف** تركيب الذرة، وحدّد موقع كلّ جسيم فيها.

تتكوّن الذرة من نواة صغيرة وكثيفة في المركز تحتوي على

البروتونات والنيوترونات. والنواة محاطة بسحابة من الإلكترونات سالبة الشحنة.

8. **قارن** بين نموذج طومسون ونموذج رذرفورد.

يصف نموذج طومسون الذرات بأنها جُسيمات كروية الشكل، مكوّنة من شحنات موجبة موزعة بانتظام مغروس فيها إلكترونات منفردة سالبة الشحنة، وضُعت في أماكن محدّدة. وبالمقارنة بنموذج رذرفورد، فإن معظم حجم الذرة فراغ، وتشتمل على نواة مركزية صغيرة وكثيفة تحتوي على معظم كتلة الذرة والشحنات الموجبة. وتتحرك الإلكترونات السالبة الشحنة في الفراغ مرتبطة مع الذرة، عن طريق قوة التجاذب مع نواتها الموجبة.

9. **قوِّم** التجارب التي أدت إلى استنتاج أن الإلكترونات السالبة الشحنة موجودة في جميع المواد.

يُبيّن انحراف الإلكترونات نحو الصفائح الموجبة الشحنة طبيعة الشحنة السالبة للإلكترونات. إن تغيّر المعدن المكوّن للقطب أو تغيّر الغاز المستعمل في أنبوب الأشعة المهبطية لا يؤثر في الأشعة المهبطية الناتجة. لذا، استنتج العلماء أن الإلكترونات موجودة في جميع المواد.

10. **قارن** بين الشحنة والكتلة النسبية لكلّ من الجسيمات المكوّنة للذرة.

الدقائق المكوّنة للذرة	الشحنة الكهربائية	الكتلة النسبية
الإلكترون	1−	$\frac{1}{1840}$
البروتون	1+	1
البروتون	صفر	1

11. **احسب** الفرق بالـ (kg) بين كتلة البروتون وكتلة الإلكترون.

$$1.673 \times 10^{-24}g - 9.11 \times 10^{-28}g = 1.672 \times 10^{-24}g$$

$$1.672 \times 10^{-24}g \times 1.kg / 1000g = 1.672 \times 10^{-27}kg$$

3-3 كيف تختلف الذرات؟

الصفحات 93 – 87

مسائل تدريبية

الصفحة 88

12. ما عدد البروتونات والإلكترونات في كلّ من ذرات العناصر التالية؟

a. الرادون Rn

تحتوي ذرة الرادون 86 بروتونًا، و86 إلكترونًا.

b. الماغنسيوم Mg

تحتوي ذرة الماغنسيوم 12 بروتونًا، و12 إلكترونًا.

13. عنصر تحتوي ذرته على 66 إلكترونًا. ما العنصر؟

دايسبروسيوم.

14. عنصر تحتوي ذرته على 14 بروتونًا. ما العنصر؟

السليكون.

15. **تحفيز** هل الذرات المبيّنة في الشكل عن اليسار لها العدد الذري نفسه؟

نعم، عددها الذري يساوي 9.

مسائل تدريبية

صفحة 90

بيانات نظائر بعض العناصر

	العنصر	العدد الذري	العدد الكتلي
a	النيون	10	22
b	الكالسيوم	20	46
c	الأكسجين	8	17
d	الحديد	26	57
e	الخارصين	30	64
f	الزئبق	80	204

16. حدِّد عدد كلّ من البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات للنظائر من (**b**) إلى (**f**) في الجدول في الصفحة 24. وسمِّ كلّ نظير واكتب رمزه.

	عدد البروتونات والإلكترونات	عدد النيوترونات	النظير	رمز النظير
b	20	26	كالسيوم-46	$^{46}_{20}Ca$
c	8	9	أكسجين-17	$^{17}_{18}O$
d	26	31	حديد-57	$^{57}_{26}Fe$
e	30	34	خارصين-64	$^{64}_{30}Zn$
f	80	124	الزئبق - 204	$^{204}_{80}Hg$

17. **تحفيز** العدد الكتلي لذرة يساوي 55، وعدد النيوترونات هو العدد الذري مضافًا إليه خمسة. ما عدد البروتونات، والإلكترونات والنيوترونات في الذرة؟ وما رمز العنصر؟

عدد البروتونات = 25 بروتونًا

عدد الإلكترونات = 25 إلكترونًا

عدد النيوترونات = 30 نيوترونًا

العنصر هو: المنجنيز؛ ورمزه: $^{55}_{25}Mn$

مسائل تدريبية

صفحة 93

18. للبورون B نظيران في الطبيعة هما: البورون- 10 (نسبة وجوده19.8%) وكتلته 10.013 amu. والبورون -11 (نسبة وجوده 80.2%) وكتلته 11.009 amu. احسب الكتلة الذرية للبورون.

B-10: 10.013 amu × 19.8% = 1.98 amu

B-11: 11.009 amu × 80.2% = 8.83 amu

الكتلة الذرية للبورون = 1.98 amu + 8.83 amu

=10.81 amu

19. **تحفيز** للنيتروجين نظيران في الطبيعة هما: نيتروجين - 14، ونيتروجين - 15، وكتلته الذرية 14.007 amu. أيّ النظيرين له نسبة وجود أكبر في الطبيعة؟

النظير الذي له أكبر نسبة وجود هو النيتروجين - 14؛ لأن كتلة ذرة النيتروجين قريبة من الكتلة الذرية للنيتروجين -14 أكثر من النيتروجين - 15.

التقويم 3-3

الصفحة 93

20. **فسِّر** كيف يمكن معرفة نوع الذرة؟

يمكن معرفة نوع الذرة من عددها الذري.

21. **تذكر** أيّ الجسيمات الذرية تحدّد ذرة عنصر معين؟

البروتونات.

22. **فسِّر** كيف أن وجود النظائر مرتبط مع حقيقة أن الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؟

الكتل الذرية ليست أرقامًا صحيحة؛ لأنها تمثل متوسط الكتل الذرية المحسوبة لنظائر العنصر جميعها في الطبيعة.

23. **احسب** للنحاس نظيران: النحاس -63 (نسبة وجوده 69.2%، وكتلته 62.93 amu) والنحاس-65 (نسبة وجوده 30.8%، وكتلته 64.928 amu). احسب الكتلة الذرية للنحاس.

Cu-63: 62.93 amu × 69.2%= 43.5 amu

Cu-65: 64.928 amu × 30.8%= 20.0 amu

الكتلة الذرية المتوسطة للنحاس

43.5 amu + 20.0 amu = 63.5 amu

24. **احسب** للماغنسيوم ثلاثة نظائر: الأول كتلته 23.985 amu ونسبة وجوده 79.99%، والثاني كتلته 24.986 amu ونسبة وجوده 10.00%، والثالث كتلته 25.982 amu ونسبة وجوده 11.01%. احسب الكتلة الذرية للماغنسيوم.

Mg-24: 23.985 amu × 79.99% = 19.19 amu

Mg-25: 24.986 amu× 10.00% = 2.497 amu

Mg-26: 25.982 amu × 11.01% = 2.861 amu

الكتلة الذرية المتوسطة للماغنسيوم

19.19 amu + 2.497 amu + 2.861 amu = 24.55 amu

3-4 الأنوية غير المستقرة والتحلّل الإشعاعي

الصفحات 96 -94

التقويم 3-4

الصفحة 96

25. فسِّر كيف يتحقق الاستقرار في الذرات غير المستقرة؟

تمر الذرات غير المستقرة بسلسلة من التحللات الإشعاعية حتى تصل إلى عنصر مستقر.

26. اذكر ما الكميات التي تحافظ عليها عند موازنة تفاعل نووي؟

العدد الذري، والعدد الكتلي.

27. صنِّف كلًّا ممّا يلي إلى: تفاعل كيميائي، تفاعل نووي ، لا شيء منهما.

a. الثوريوم يُصدر أشعّة بيتا. **تفاعل نووي**

b. تَشارُك ذرتين في الإلكترونات لتكوين رابطة. **تفاعل كيميائي**

c. عيّنة من الكبريت النقي تصدر طاقة حرارية عندما تبرد ببطء. **لا يعد تفاعلا**

d. صدأ قطعة من الحديد. **تفاعل كيميائي**

28. احسب كم مرة يساوي ثقل جسيم ألفا ثقل الإلكترون؟

جسيم ألفا أثقل من الإلكترون بـ 7300 مرة تقريبًا.

كتلة جسيم ألفا ÷ كتلة الإلكترون=

$6.65 \times 10^{-27}\,\text{kg} \div 9.11 \times 10^{-31}\,\text{kg} = 7300$

29. كوّن جدولًا يبيّن كيف يؤثر كلّ نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة.

الجسيم	العدد الذري	العدد الكتلي
ألفا α	-2	-4
بيتا β	$+1$	لا تغيّر
جاما γ	لا تغيّر	لا تغيّر

الفصل 3 التقويم

الصفحات 105 – 101

3-1

إتقان المفاهيم

30. مَنْ أول مَنِ اقترح مفهوم أن المادة مكوّنة من جسيمات صغيرة لا يمكن تجزئتها؟

ديمقريطس

31. مَن العالم الذي اعتُبر عمله بداية تطور النظرية الذرية الحديثة؟

جون دالتون

32. ميّز بين أفكار ديمقريطس ونظرية دالتون الذرية.

أفكار ديمقريطس	نظرية دالتون الذرية
تتكوّن المادة من فراغ تتحرك فيه الذرات.	تتكوّن المادة من جسيمات صغيرة تدعى الذرات.
الأنواع المختلفة من الذرات لها حجوم وأشكال مختلفة.	ذرات العنصر الواحد متساوية في الحجم والشكل والخواص.
يحدّد حجم الذرات وشكلها وحركتها خواص المادة.	تتحد الذرات المختلفة بنسب عددية بسيطة لتكوين المركّبات.
الذرات لا تتجزأ.	الذرات لا تستحدث ولا تفنى ولا تتجزأ.
تنتج التغيّرات في المادة عن تغيّرات في تجمعات الذرات وليس عن تغير الذرات.	تنفصل الذرات في التفاعلات الكيميائية، أو تتحد، أو يُعاد ترتيبها.

33. الأفكار والطرائق العلمية هل كان اقتراح ديمقريطس حول وجود الذرات معتمدًا على طرائق وأفكار علمية؟ اشرح.

كانت مجرد أفكار فقط، لم يكن لديه دلائل علمية.

34. فسِّر لماذا لم يتمكن ديمقريطس من إثبات أفكاره تجريبيًّا.

34. **فسِّر** لماذا لم يتمكن ديمقريطس من إثبات أفكاره تجريبيًّا.

لعدم امتلاكه أدوات وأجهزة علمية للبحث في المادة على المستوى الذري.

35. لماذا اعترض أرسطو على النظرية الذرية؟

لعدم اعتقاده أن الذرات تتحرك في الفراغ.

36. اذكر الأفكار الرئيسة لنظرية دالتون الذرية بلغتك الخاصة. أيّ منها تَبيَّن مؤخرًا أنه خطأ؟ فسِّر إجابتك.

تتكوّن المادة من أجزاء صغيرة جدًّا تدعى الذرات، وهذه الذرات لا تتجزأ، وتتشابه الذرات المكوّنة للعنصر في الحجم والكتلة والخواص الكيميائية. تبين مؤخرًا أن الخطأ الذي وقع فيه دالتون يتمّثل في قوله إن الذرات لا تتجزأ؛ إذ يمكن تجزئتها إلى جسيمات ذرية، كما أنه أخطأ حين قال إن جميع الذرات المكوّنة للعنصر لها خواص متماثلة، ولكن ذرات العنصر الواحد يمكن أن تختلف في كتلها.

37. **حفظ الكتلة** وضِّح كيف قدمت لنا نظرية دالتون الذرية شرحًا مقنعًا عن ملاحظاتنا حول حفظ الكتلة في التفاعل الكيميائي.

الذرات لا تُستحدث ولا تتجزأ ولا تُفنى، ولكن تتضمّن التفاعلات الكيميائية فصل الذرات وإعادة ترتيبها.

3-2
إتقان المفاهيم

38. ما الجسيمات التي توجد في نواة الذرة؟ وما شحنة النواة؟

يوجد في نواة الذرة البروتونات والنيوترونات، ومقدار الشحنة الموجبة في النواة تساوي عدد البروتونات.

39. كيف كانت الشحنة الكلية موزعة في نموذج طومسون الذري؟

كانت الشحنة الكلية موزعة بانتظام على الكرة.

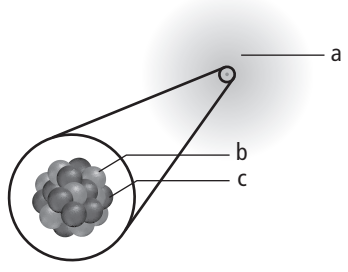
40. كيف أثَّر توزيع الشحنة في نموذج طومسون في جسيمات ألفا التي مرت خلال الذرة؟

تسبَّب في انحرافها عن مسارها قليلًا.

41. رتِّب مكوّنات الذرة: النيوترون، والإلكترون، والبروتون. تصاعديًّا حسب كتلتها.

كتلة الإلكترون أقل من كتلة البروتون التي تساوي كتلة النيوترون تقريبًا.

42. سَمِّ مكوّنات الذرة المُبيَّنة في الشكل أدناه.



a. سحابة الإلكترونات. b. البروتونات. c. النيوترونات.

43. فسِّر سبب تعادل الذرات كهربائيًّا.

لأن عدد البروتونات الموجبة فيها يساوي عدد الإلكترونات السالبة.

44. ما شحنة نواة ذرة العنصر الذي عدده الذري 89؟

+89

45. ما الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة؟

الجسيمات المسؤولة عن معظم كتلة الذرة هي البروتونات والنيوترونات.

46. لو كان لديك ميزان يمكنه تحديد كتلة البروتون، فما عدد الإلكترونات التي تزن بروتونًا واحدًا؟

1840 إلكترونًا.

47. **أنابيب أشعّة المهبط** ما الجسيمات المكوّنة للذرة التي اكتشفها العلماء باستعمال أنابيب أشعّة المهبط؟

الإلكترونات.

48. ما نتائج التجربة التي أدت إلى استنتاج أن الالكترون جسيم موجود في جميع المواد؟

أن تغيير نوع القطب أو نوع الغاز لا يؤثر في الشعاع الناتج.

49. **أشعّة المهبط** استعمل البيانات في الشكل أدناه لتفسير اتجاه أشعّة المهبط داخل الأنبوب.

تتألف أشعّة المهبط من سيل من الإلكترونات تنشأ من المهبط، وتنتقل داخل أنبوب أشعّة المهبط من المهبط (الكاثود) إلى المصعد (الأنود) لأن شحنتها سالبة وتنجذب نحو الشحنة الموجبة.

50. وضِّح باختصار كيف اكتشف رذرفورد النواة.

وجّه رذرفورد شعاعًا رفيعًا من جسيمات ألفا في اتجاه صفيحة رقيقة من الذهب، وتوقّع أن معظم جسيمات ألفا ستمرّ خلال نواة ذرة الذهب هذه، ليؤكد نموذج طومسون. ولكن بعض جسيمات ألفا انحرفت بزوايا كبيرة. وقد قاد ذلك إلى اكتشاف أن نواة الذرة موجبة الشحنة.

51. **انحراف الجسيمات** ما الذي سبب انحراف جسيمات ألفا في تجربة رذرفورد؟

بسبب شحنة نواة ذرة الذهب الموجبة.

52. **شحنة أشعّة المهبط** كيف تمّ استعمال المجال الكهربائي لتحديد شحنة أشعّة (الكاثود) المهبط؟

انجذاب أشعّة المهبط إلى الطرف الموجب للمغناطيس، ممّا يشير إلى أن أشعّة المهبط سالبة الشحنة.

53. وضِّح ما الذي يُبقي الإلكترون في الفراغ المحيط بالنواة.

بسبب انجذابه إلى شحنة النواة الموجبة.

54. **تصوير الذرات** ما التقنية المستعملة لتصوير الذرات منفردة؟

المجهر الأنبوبي الماسح (STM).

55. ما نقاط قوة وضعف نموذج رذرفورد للذرة؟

نقاط القوة: تفسيره لنتائج تجربة صفيحة الذهب، وسبب تعادل الذرة كهربائيًا. نقاط الضعف: عدم قدرته على حساب الكتلة الكلية للذرة أو ترتيب الإلكترونات فيها.

3-3

إتقان المفاهيم

56. فيمَ تختلف نظائر عنصر ما، وفيمَ تتشابه؟

الاختلاف: عدد النيوترونات، والكتل الذرية.

التشابه: الخواص الكيميائية، وعدد البروتونات والإلكترونات.

57. كيف يرتبط العدد الذري للذرات مع عدد البروتونات؟ وكذلك مع عدد الإلكترونات؟

العدد الذري = عدد البروتونات = عدد الإلكترونات.

58. كيف يرتبط العدد الكتلي للذرة مع عدد البروتونات، ومع عدد النيوترونات؟

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

59. كيف يمكنك تحديد عدد النيوترونات في الذرة معتمدًا على العدد الكتلي والعدد الذري؟

عدد النيوترونات = العدد الكتلي − العدد الذري

60. ماذا يمثِّل العدد المكتوب أعلى رمز عنصر البوتاسيوم والعدد المكتوب في أسفله $^{40}_{19}\mathrm{k}$؟

العدد المكتوب أعلى الرمز يمثل العدد الكتلي للذرة (40)، أمّا العدد المكتوب أسفل الرمز فيمثل العدد الذري لها (19).

61. **الوحدات القياسية** عرِّف وحدة الكتل الذرية. ما فوائد تطوير وحدة الكتلة الذرية بوصفها وحدة قياسية للكتلة؟

وحدة الكتل الذرية تساوي $\frac{1}{12}$ من كتلة ذرة الكربون -12. وهي معيار نسبي أقرب في المقدار إلى كتل الذرات والجسيمات المكونة للذرة.

62. النظائر هل العناصر التالية نظائر لعنصر واحد؟ فسِّر ذلك.

$^{24}_{12}Mg$ ، $^{25}_{12}Mg$ ، $^{26}_{12}Mg$

نعم؛ لأن النظائر ذرات للعنصر نفسه تختلف في العدد الكتلي، وتتساوى في العدد الذري.

63. هل وجود النظائر يناقض نظرية دالتون الذرية ؟ وضِّح ذلك.

نعم؛ لا تتشابه ذرات العنصر جميعها في الكتلة.

إتقان حلّ المسائل

64. ما عدد البروتونات وعدد الإلكترونات الموجودة في ذرة عنصر عدده الذري 44؟

عدد البروتونات 44، وعدد الإلكترونات 44.

65. الكربون C العدد الكتلي لذرة الكربون يساوي 12 والعدد الذري لها يساوي 6. ما عدد النيوترونات الموجودة في نواتها؟

عدد النيوترونات = العدد الكتلي − العدد الذري

عدد النيوترونات = 12 − 6 = 6

66. الزئبق Hg يحتوي أحد نظائر الزئبق على 80 بروتونًا، و120 نيوترونًا، ما العدد الكتلي لهذا النظير؟

العدد الكتلي = عدد البروتونات + عدد النيوترونات

العدد الكتلي = 80 + 120 = 200

67. الزينون Xe لعنصر الزينون نظير عدده الذري 54، ويحتوي على 77 نيوترونًا. ما العدد الكتلي لهذا النظير؟

العدد الكتلي للنظير = العدد الذري + عدد النيوترونات

131 = 77 + 54

68. إذا احتوت ذرة عنصر ما على 18 إلكترونًا، فما عدد البروتونات الموجودة في نواة ذرة العنصر؟

عدد الإلكترونات = عدد البروتونات = 18 بروتونًا.

69. الكبريت S بيّن كيف تساوي الكتلة الذرية لعنصر الكبريت 32.065 amu، إذا علمت أن للكبريت أربعة نظائر كما يلي:

النظير	الكتلة الذرية amu	نسبة وجوده %
الأول	31.972	95.02
الثاني	32.971	0.75
الثالث	33.968	4.21
الرابع	35.967	0.02

الكتلة الذرية للكبريت

= (0.9502) (31.972amu) + (0.0075) (32.971amu) + (0.0002) (35.967amu) + (0.421) (33.968amu)= 32.065amu

70. أكمل الفراغات في الجدول التالي:

نظائر الكلور والزركونيوم				
العنصر	الكلور	الكلور	الزركونيوم	الزركونيوم
العدد الذري	17	**17**	40	**40**
العدد الكتلي	35	37	**90**	92
عدد البروتونات	**17**	**17**	**40**	40
عدد النيوترونات	**18**	**20**	50	**52**
عدد الإلكترونات	**17**	17	**40**	**40**

71. ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات الموجودة في ذرة كلّ من العناصر التالية؟

الرمز	الإلكترونات	البروتونات	النيوترونات
$^{132}_{5}Cs$	**55**	**55**	**77**
$^{163}_{69}Tm$	**69**	**69**	**94**
$^{59}_{27}Co$	**27**	**27**	**32**
$^{70}_{30}Zn$	**30**	**30**	**40**

72. مستعينًا بالجدول الدوري، ما عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات التي توجد في ذرة كل من العناصر التالية؟

الرمز	الإلكترونات	البروتونات	النيوترونات
Ga−69	**31**	**31**	**38**
F−23	**9**	**9**	**14**
Ti−48	**22**	**22**	**26**
Tl−181	**73**	**73**	**108**

73. مستعينًا بالجدول الدوري، ما عدد البروتونات وعدد الإلكترونات في ذرة كل من العناصر التالية؟

الرمز	البروتونات	الإلكترونات
فاناديوم V	**23**	**23**
منجنيز Mn	**25**	**25**
إريديوم Ir	**77**	**77**
كبريت S	**16**	**16**

74. **الجاليـوم** له كتلة ذريـة 69.723 amu، ولـه نظيران في الطبيعة: جاليوم-69 وجاليوم-71، فأي نظير له أكبر نسبة وجود في الطبيعة؟ فسِّر إجابتك.

جاليوم-69 يجب أن يكون له أكبر نسبة وجود في الطبيعة؛ لأن الكتلة الذرية للجاليوم أقرب إلى الكتلة الذرية للجاليوم-69 منها للكتلة الذرية للجاليوم-71.

75. **الكتلة الذرية للفضة** للفضة نظيران في الطبيعة: $^{107}_{47}Ag$ وكتلته الذرية 106.905 amu، ونسبة وجوده 52.00%، والنظير الآخر $^{109}_{47}Ag$ وكتلته الذرية 108.905 amu، ونسبة وجوده 48.00%. ما الكتلة الذرية للفضة؟

الكتلة الذرية للفضة:

$$= (106.905) \times (0.5200) + (108.905) \times (0.4800)$$

$$= 107.86 \text{ amu}$$

76. استعن بالبيانات المتعلقة بنظائر الكروم الأربعة المبيّنة في الجدول أدناه لحساب الكتلة الذرية للكروم.

بيانات نظائر الكروم		
النظير	نسبة النظير %	الكتلة (amu)
الكروم – 50	4.35	49.946
الكروم – 52	83.79	51.941
الكروم – 53	9.50	52.941
الكروم – 54	2.36	53.939

$$\text{Cr-50} = (49.946 \text{ amu}) \times (0.0435) = 2.17 \text{ amu}$$

$$\text{Cr-52} = (51.941 \text{amu}) \times (0.8379) = 43.52 \text{ amu}$$

$$\text{Cr-53} = (52.941 \text{ amu}) \times (0.0950) = 5.03 \text{ amu}$$

$$\text{Cr-54} = (53.939 \text{ amu}) \times (0.0236) = 1.27 \text{ amu}$$

$$\text{الكتلة الذرية للكروم} = 51.99 \text{ amu}$$

3-4

إتقان المفاهيم

77. ما التحلّل الأشعاعي؟

هـو أن تفقد أنوية الذرات غير المستقرة الطاقة تلقائيًا من خلال الإشعاع.

78. ما السبب في أن بعض الذرات مشعّة؟

يعتمد ثبات الذرات على نسبة النيوترونات إلى البروتونات في نـواة الذرة. فعندما تكـون هذه النسبة كبـيرة أو صغيرة تصبح أنوية الذرات غير مستقرة، ممّا يجعل الذرة مشعّة.

79. ناقش كيف تصل الذرات المشعّة إلى حالة الاستقرار.

تصـل الـذرات المشعّة إلى حالـة الاستقرار عـن طريق فقد الإشعاعات أو الجسيمـات التي تؤدي إلى تغيير النسبة بين النيوترونات والبروتونات.

80. **عرِّف** جسيم ألفا، وجسيم بيتا، وأشعة جاما.

جُسيم ألفا: ذرة هيليوم شحنتها ثنائية موجبة (+2)
جُسيم بيتا: إلكترونات عالية السرعة شحنتها (-1)
أشعّة جاما: إشعاعات عالية الطاقة، ليس لها كتلة.

81. اكتب الرموز المسـتعملة للتعبير عن كلّ من: إشـعاعات ألفا، وبيتا وجاما.

الأشعة	الرمز	الكتلة	الشحنة
الفا	α أو $^{4}_{2}He$	4	+2
بيتا	β	$\frac{1}{1840}$	−1
جاما	γ	صفر	صفر

82. ما نوع التفاعل الذي يتضمّن تغيّرًا في نواة الذرة؟

التفاعل النووي.

83. **إصدار الإشعاعات** ما التغيّر الذي يحدث في العدد الكتلي عندما تصدر ذرة مشعّة جسيمات ألفا، جسيمات بيتا، أشعّة جاما؟

تقلّل جسيمات ألفا العدد الكتلي بمقدار 4 ولا تُحْدِثُ جسيمات بيتا أو أشعة جاما أيّ تغيّر في العدد الكتلي.

84. مـا العامـل الرئيـس في تحديد مـا إذا كانت نـواة العنصر مستقرة أو غير مستقرة؟

نسبة النيوترونات إلى البروتونات في نواة الذرة.

85. اشرح كيف يرتبط فقدان الطاقة والاستقرار النووي بالتحلّل الاشعاعي.

ينتج التحلّل الإشعاعي عندما تصدر النواة غير المستقرة طاقة من أجل الوصول إلى حالة الاستقرار.

86. اشرح ما يجب أن يحدث قبل أن تتوقف ذرة مشعّة عن التحلّل الإشعاعي.

يجب تكوّن ذرة مستقرة غير مُشِعَّة.

87. البورون–10 يشعّ جسيمات ألفا، و السيزيوم – 137 يشعّ جسيمات بيتا. اكتب معادلة نووية موزونة لكلّ تحلّل إشعاعي.

$$^{10}_{5}B \rightarrow ^{6}_{3}Li + ^{4}_{2}He$$

$$^{137}_{55}Cs \rightarrow ^{137}_{56}Ba + ^{0}_{-1}e$$

مراجعة عامة

88. ما الخطأ في نظرية دالتون الذرية؟ وما المكونات الرئيسة؟

لا تتجزأ الذرات و لا تنكسر، ويكون لذرات العنصر الواحد كتل مختلفة. ويتكوّن التركيب الذري من الجسيمات التالية : البروتونات والإلكترونات والنيوترونات.

89. **أنبوب أشعّة المهبط** صف أنبوب أشعّة المهبط، وكيف يعمل؟

يوجد في كلّ طرف من طرفي أنبوب الأشعة المهبطية قطب، وهذان القطبان موصولان بمصدر للطاقة الكهربائية، والأنبوب مملوء بغاز له ضغط منخفض وعندما يمر التيار الكهربائي تنتقل الإلكترونات من المهبط إلى المصعد عبر الأنبوب.

90. **الجسيمات المكوّنة للذرة** وضِّح كيف حدّد طومسون نسبة شحنة الإلكترون إلى كتلته. وكيف أدى ذلك إلى استنتاج أن الذرات مكوّنة من جسيمات ذرية؟

بيّن طومسون أن كتلة الإلكترون أقلّ بكثير من كتلة ذرة الهيدروجين، وهي أصغر ذرة معروفة (أخف الذرات)، ممّا دلّ على أن هناك جسيمات مكوّنة للذرة أصغر منها، وأن الذرات قابلة للتجزئة.

91. **تجربة رذرفورد** كيف اختلفت نتائج تجربة رذرفورد في صفيحة الذهب عن النتائج التي توقعها؟

توقّع رذرفورد انحراف جسيمات ألفا قليلًا، عندما تمر خلال صفيحة الذهب، إلا أنّ بعض جسيمات ألفا انحرفت بزوايا كبيرة.

92. إذا احتوت نواة ذرة متعادلة على 12 بروتونًا فكم إلكترونًا في هذه الذرة؟ فسِّر إجابتك.

يوجد في نواة الذرة المتعادلة 12 بروتونًا، البروتونات هي الجسيمات المشحونة الوحيدة في النواة. ولموازنة تلك الشحنات الموجبة؛ يجب أن يوجد العدد نفسه من الإلكترونات السالبة الشحنة والمساوية لعدد البروتونات، أي سيكون العدد 12 إلكترونًا.

93. إذا احتوت نواة ذرة على 92 بروتونًا، والعدد الكتلي لها 235، فما عدد النيوترونات في نواة هذه الذرة؟ وما الرمز الكيميائي لها؟

عدد النيوترونات = العدد الكتلي - العدد الذري

عدد النيوترونات = 235 — 92 = 143

وتسمّى هذه الذرة اليورانيوم ورمزها $^{235}_{92}U$

94. مستعينًا بالجدول الدوري، أكمل الفراغات في الجدول التالي:

مكونات نظائر متعددة					
النظير	S—32	Ca—44	Zn-64	F—9	Na—23
العدد الذري	**16**	**20**	**30**	9	11
العدد الكتلي	32	**44**	**64**	**19**	23
عدد البروتونات	16	**20**	**30**	**9**	**11**
عدد النيوترونات	**16**	24	34	10	**12**
عدد الإلكترونات	**16**	20	**30**	**9**	**11**

95. كم مرّة يساوي قطر الذرة قطر نواتها؟ وإذا عرفت أن معظم كتلة الذرة يتركز في نواتها، فماذا يمكنك أن تستنتج عن كثافة النواة؟

قطر الذرة أكبر من قطر نواتها عشرة آلاف مرة. ويمكن الاستنتاج أن كثافة النواة يجب أن تكون كبيرة (نواة كثيفة).

96. هل شحنة النواة موجبة، أم سالبة، أم متعادلة؟ وما شحنة الذرة؟

النواة موجبة الشحنة، بينما الذرة متعادلة الشحنة.

97. لماذا انحرفت الإلكترونات في أنبوب أشعّة المهبط تحت تأثير المجال الكهربائي؟

لأن الإلكترونات تحمل شحنة سالبة؛ وبالتالي تتأثر بقوى التجاذب والتنافر الإلكتروستاتيكية الناتجة من المجال الكهربائي.

98. ما مساهمة العالم هنري موزلي في فهمنا الحديث للذرة؟

اكتشف العالم هنري موزلي أن ذرات كلّ عنصر تحتوي على شحنات موجبة (البروتونات) في أنويتها، وعدد البروتونات في نواة أيّ ذرة يحدِّد هويتها بوصفها ذرة عنصر معين.

99. ما العدد الكتلي للبوتاسيوم -39؟ وما شحنة هذا النظير؟

العدد الكتلي للبوتاسيوم-39 = 39، وشحنة النظير تساوي صفرًا.

100. البورون-10، والبورون-11 نظيران موجودان في الطبيعة. فإذا كانت الكتلة الذرية للبورون 10.81 amu. فأيّ نظير له أعلى نسبة وجود؟

يجب أن يكوّن لنظير البورون -11 أكبر نسبة وجود؛ لأن الكتلة الذرية للبورون أقرب إلى الكتلة الذرية للبورون-11 منها إلى الكتلة الذرية للبورون -10.

101. **أشباه الموصلات** للسليكون ثلاثة نظائر موجودة في الطبيعة هي: السليكون -28، والسليكون -29، والسليكون -30. اكتب رمز كلٍّ منها.

السليكون-28: ($^{28}_{14}Si$)

السليكون-29: ($^{29}_{14}Si$)

السليكون-30: ($^{30}_{14}Si$)

102. **التيتانيوم** استعن بالجدول التالي لحساب الكتلة الذرية للتيتانيوم.

نظائر التيتانيوم

النظير	الكتلة الذرية (amu)	نسبة النظير %
Ti-46	45.953	8.00
Ti-47	46.952	7.30
Ti-48	47.948	73.80
Ti-49	48.948	5.50
Ti-50	49.945	5.40

Ti-46 = (45.953 amu)(0.0800) = 3.6762 amu

Ti-47 = (46.952 amu)(0.0730) = 3.4275 amu

Ti-48 = (47.948 amu)(0.7380) = 35.3856 amu

Ti-49 = (48.948 amu)(0.0550) = 2.6921 amu

Ti-50 = (49.945 amu)(0.0540) = 2.6970 amu

الكتلة الذرية للتيتانيوم = 47.88 amu ≈ 47.8784

103. صف كيف يؤثر كلّ نوع من الإشعاعات في العدد الذري والعدد الكتلي للذرة.

جسيمات ألفا α : تقلّل العدد الذري 2، وتقلّل العدد الكتلي 4.

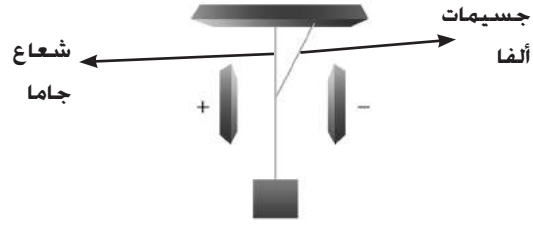
جسيمات بيتا β : تزيد العدد الذري 1، ولا تُغيّر العدد الكتلي.

أشعّة جاما γ : لا تُغيّر العدد الذري ولا العدد الكتلي.

104. **الوجود النسبي للنظير** يشكل الماغنسيوم حوالي 2% من قشرة الأرض، وله ثلاثة نظائر في الطبيعة. افترض أنك حلّلت معدنًا ما وحصلت على ثلاثة نظائر للماغنسيوم بالنسب التالية: Mg-24 (نسبة وجوده 79%)، Mg-25 (نسبة وجوده 10%)، Mg-26 (نسبة وجوده 11%)، فإذا حلّل زميلك معدنًا مختلفًا يحتوي على الماغنسيوم، فهل تتوقّع أن يحتوي على النسب نفسها من جميع النظائر؟ فسِّر إجابتك.

نعم، تبقى نسبة وجود نظير أيّ عنصر ثابتة. ولا تعتمد على المصدر الذي أُخِذتْ منه.

105. الإشعاع حدِّد نوعي الإشعاع المبيّنين في الشكل أدناه، فسِّر إجابتك.



الشعاع المنحرف هو جسيمات ألفا الموجبة بسبب انحرافه نحو الصفيحة سالبة الشحنة، أمّا الشعاع الذي لم ينحرف فيجب أن يكون أشعّة جاما المتعادلة.

التفكير الناقد

106. كيف تمّ استعمال الطرائق العلمية لتحديد نموذج الذرة؟ ولماذا اعتبر النموذج نظرية؟

أُجريت تجارب عديدة لتفسير الملاحظات وتكوين الفرضيات. واعتُبر النموذج نظرية؛ لأن الموضوع ما زال بحاجة إلى التعديل في ضوء توافر بيانات إضافية.

107. ناقش ما التجربة التي أدت إلى خلاف حول نموذج طومسون للذرة؟ وضِّح إجابتك.

تجربة رذرفورد لصفيحة رقيقة من الذهب، إذ لم تتفق نتائج هذه التجربة مع نموذج طومسون الذري.

108. طبِّق أيّهما أكبر؛ عدد المركّبات أم عدد العناصر؟ وعدد العناصر أم عدد النظائر؟فسِّر إجابتك.

عدد المركّبات أكبر من عدد العناصر؛ لأن المركّبات تتكوّن من اتحاد العناصر. والعناصر تتحد بطرائق متعددة. وعدد النظائر أكبر من عدد العناصر؛ لأن لكلّ عنصر نوعًا واحدًا من الذرات، ويمكن أن يكوّن له أكثر من نظير.

109. حلّل لعنصر ثلاثة نظائر في الطبيعة. ما المعلومات الأخرى التي يجب عليك معرفتها لكي تحسب الكتلة الذرية للعنصر؟

نحتاج لحساب الكتلة الذرية للعنصر إلى معرفة كتلة كلّ نظير له في الطبيعة ونسبة وجوده.

110. طبِّق إذا كان معظم حجم الذرة فراغ، فاشرح لماذا لا يمكنك تمرير يدك خلال جسم صُلب.

الذرات صغيرة جدًا وقريبة جدًا بعضها من بعض، وترتبط الذرات في الجسم الصُّلب بعضها ببعض بقوة كهربائية ليس من السهل كسرها.

111. صمِّم ارسم نموذجًا حديثًا للذرة، وحدّد مكان كلّ نوع من الجسيمات الذرية المكوّنة للذرة.

يجب أن يكون الرسم مشابهًا للشكل 14-3، حيث تتكوّن الذرات من نواة تحتوي على بروتونات ونيوترونات،وتكون محاطة بسحابة من الإلكترونات.

112. طبِّق الإنديوم In له نظيران في الطبيعة وكتلته الذرية تساوي 114.818 amu. الإنديوم – 113 كتلته الذرية 112.904 amu. ونسبة وجوده 4.3%. ما كتلة ونسبة وجود النظير الآخر للإنديوم ؟

النظير الآخر هو الإنديوم - 115، وكتلته الذرية تساوي 114.900 amu. نسبة النظير الآخر:

100% - 4.2% = 95.7%

113. استنتج متوسط الكتلة الذرية للكبريت قريب من العدد الصحيح 32، ومتوسط الكتلة الذرية للكلور 35.435 amu وهذا العدد ليس صحيحًا، اقترح سببًا محتملًا لهذا الاختلاف.

للكبريت نظير نسبة وجوده في الطبيعة مرتفعة جدًا، في حين أن للكلور أكثر من نظير بنسب وجود عالية.

مسألة تحفيز

114. نظائر الماغنسيوم أوجد قيمة العدد الكتلي للنظير الثالث للماغنسيوم، علمًا بأن نسبة وجود نظائر الماغنسيوم في الطبيعة كالتالي:

$79\ \%\ {}^{24}_{12}Mg$ ، $10\ \%\ {}^{25}_{12}Mg$ ، $11\ \%\ {}^{x}_{12}Mg$

والكتلة الذرية للماغنسيوم **24.305 amu**.

العدد الكتلي للنظير الثالث = X

24.305 amu = (24 amu) × (0.79) + (25 amu) × (0.10) + (X amu) × (0.11)

X = 26 amu

مراجعة تراكمية

115. كيف تختلف الملاحظات النوعية عن الملاحظات الكمية؟ أعط مثالًا على كلّ نوع منهما.

لا تحتاج الملاحظات النوعية إلى قياسات (الماء ساخن)، في حين تحتاج الملاحظات الكمية إلى ذلك (درجة حرارة الماء $42^{\circ}C$).

116. صنِّف المخاليط أدناه إلى: مخلوط متجانس، أو مخلوط غير متجانس

a. ماء مالح. **a. متجانس**

b. شربة خضار. **b. غير متجانس**

c. ذهب عيار 14. **c. متجانس**

d. خرسانة. **d. غير متجانس**

117. أيٌّ مما يأتي تغيّر فيزيائي، وأيها تغيّر كيميائي؟

a. ماء يغلي. **a. فيزيائي**

b. عود ثقاب مشتعل. **b. كيميائي**

c. سكر ذائب في الماء. **c. فيزيائي**

d. صوديوم يتفاعل مع الماء. **d. كيميائي**

e. آيس كريم ينصهر. **e. فيزيائي**

تقويم إضافي

118. شاشات التلفزيون والكمبيوتر صف كيف تُستعمَل أشعّة المهبط في توليد صور في شاشات أجهزة التلفزيون والكمبيوتر.

يُغلَّفُ الجزء الخلفي من شاشة الحاسوب أو شاشة التلفاز بمادة فوسفورية مشعّة تتوهج عندما يصطدم بها شعاع من الإلكترونات. وتعني فوسفورية أن المواد تشعّ ضوءًا بألوان مختلفة.

119. STM الذرات المنفردة يمكن رؤيتها من خلال جهاز متطور يُسمّى STM. اكتب تقريرًا مختصرًا يبيّن كيف يتم التصوير، وقم بعمل ألبوم للصور المجهرية معتمدًا على الكتب، والمجلات، والإنترنت.

تتحرك النقطة عبر العيّنة، ويتفاعل الإلكترون في النقطة مع الإلكترونات من الذرات المجاورة في العيّنة. وهذا التفاعل يُسجَّل إلكترونيًا.

أسئلة المستندات

الزركونيوم Zr فلز ذو بريق معدني، لونه أبيض رمادي، وبسبب مقاومته العالية للتآكل، وقلة امتصاص مقطعه العرضي للنيوترونات فإنه يُستعمَل عادةً في المفاعلات النووية، كما يمكن أيضًا معالجته (إعادة تصنيعه)، فيبدو مثل الألماس، ويُستعمَل في المجوهرات.

نسب وجود نظائر الزركونيوم

العنصر	نسبة وجوده (%)
زركونيوم – 90	51.4
زركونيوم – 91	11.2
زركونيوم – 92	17.2
زركونيوم – 94	17.4
زركونيوم – 96	2.8

120. ما العدد الكتلي لكلّ نظير من نظائر الزركونيوم في الجدول أعلاه؟

النظير	العدد الكتلي
زركونيوم – 90	90
زركونيوم – 91	91
زركونيوم – 92	92
زركونيوم – 94	94
زركونيوم – 96	96

121. أوجدْ عدد البروتونات، وعدد النيوترونات لكلّ نظير من نظائر الزركونيوم.

النظير	الكتلة (amu)	نسبة الوجود(%)	عدد النيوترونات	عدد البروتونات
زركونيوم – 90	89.905	51.45	50	40
زركونيوم – 91	90.906	11.22	51	40
زركونيوم – 92	91.905	17.15	52	40
زركونيوم – 94	93.906	17.38	54	40
زركونيوم – 96	95.908	2.80	56	40

122. هـل يبقى عدد البروتونات أوعـدد النيووترونات ثابتًا في جميع النظائر؟ فسِّر إجابتك.

عـدد البروتونات يبقى ثابتًا فـي النظائر جميعها. النظائـر هي ذرات للعنصر نفسه، ولكنها تختلف في العدد الكتلي بسبب اختلاف عدد النيوترونات.

123. توقَّع أيّ النظائر له كتلة ذرية أقرب إلى متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم، بناءً على نسبة وجودها في الجدول أعلاه.

الزركونيوم- 90

124. احسب قيمة متوسط الكتلة الذرية للزركونيوم.

الكتلة الذرية للزركونيـوم = (89.905 amu)×(0.5145) + (90.906 amu) × (0.1122) + (91.905 amu) × (0.1715) + (93.906 amu) × (0.1738) + (95.908)(0.0280) = 91.22 amu

اختبار مقنن

الصفحتان 107 – 106

أسئلة الاختيار من متعدد

1. أيّ ممّا يلي يصف ذرة البلوتونيوم Pu؟

a. يمكـن تجزئتهـا إلى جسـيمات صغـيرة تحتفـظ بخواص البلوتونيوم.

b. لا يمكن تجزئتها إلى جسـيمات صغـيرة تحتفظ بخواص البلوتونيوم.

c. ليس لها خواص البلوتونيوم.

d. العدد الذري لذرة البلوتونيوم يساوي 244.

ⓑ

2. النبتونيوم Np له نظير واحد فقط في الطبيعة $^{237}_{93}\mathrm{Np}$ يتحلّل ويصدر جسيمًا من ألفا، وجسيمًا من بيتا، وشعاعًا من جاما. ما الذرة الجديدة التي تتكوّن من هذا التحلل؟

a. $^{233}_{92}\mathrm{U}$ **c.** $^{233}_{90}\mathrm{Th}$

b. $^{241}_{93}\mathrm{Np}$ **d.** $^{241}_{92}\mathrm{U}$

ⓐ

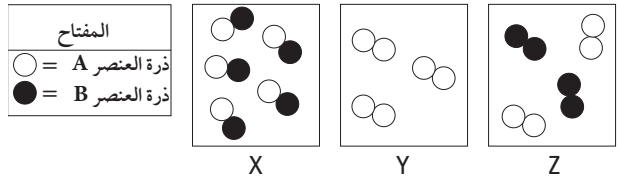
3. مـا نـوع المادة التي لهـا تركيب محدّد، وتتكـوّن من عدة عناصر؟

a. المخلوط غير المتجانس **c.** العنصر

b. المخلوط المتجانس. **d.** المركّب

ⓓ

4. استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال التالي:



أيّ شكل يبيّن مركّبًا؟

a. X
b. Y
c. Z
d. كلٌّ من X و Z

ⓐ

5. لماذا تساوي الشحنة الكهربائية للذرة صفرًا لأن:

a. الجسيمات الذرية لا تحمل شحنة كهربائية.

b. الشحنات الموجبة للبروتونات تلغي الشحنات السالبة للنيوترونات.

c. الشحنات الموجبة للنيوترونات تلغي الشحنات السالبة للإلكترونات.

d. الشحنات الموجبة للبروتونات تلغي الشحنات السالبة للإلكترونات.

ⓓ

6. ما عدد النيوترونات، والبروتونات، والإلكترونات في ذرة $^{126}_{52}Te$؟

a. 126 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا.

b. 74 نيوترونًا، 52 بروتونًا، 52 إلكترونًا .

c. 52 نيوترونًا، 74 بروتونًا، 74 إلكترونًا.

d. 52 نيوترونًا، 126 بروتونًا، 126 إلكترونًا.

ⓑ

7. نواة العنصر X غير مستقرة بسبب كثرة النيوترونات. لذا فكلّ ممّا يلي يمكن أن يحدث إلّا أنْ:

a. يتحلّل إشعاعيًّا.

b. يتحول إلى عنصر مستقر غير مشعّ.

c. يتحول إلى عنصر مستقر مشعّ.

d. يفقد الطاقة تلقائيًّا.

ⓒ

8. ما الذي يشغل معظم حجم الذرة؟

a. البروتونات
b. النيوترونات
c. الإلكترونات
d. الفراغ

ⓓ

أسئلة الإجابات القصيرة

9. عيّنة من كربونات الكالسيوم كتلتها 36.41 g تحتوي على 14.58 g من الكالسيوم و 4.36 g من الكربون. ما كتلة الأكسجين الموجود في العيّنة؟ وما النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر في المركّب؟

$$\text{كتلة}_{\text{الأكسجين}} = 36.41\text{g} - (4.36\text{g C} + 14.58\text{g Ca})$$

$$= 17.47\text{g}$$

$$\%\,\text{Ca} = \frac{\text{كتلة Ca}}{\text{كتلة } CaCO_3} \times 100\%$$

$$= \frac{14.58\text{g}}{36.41\text{g}} \times 100\% = 40.04\%$$

$$\%\,\text{C} = \frac{\text{كتلة C}}{\text{كتلة } CaCO_3} \times 100\%$$

$$= \frac{4.36\text{g}}{36.41\text{g}} \times 100\,\% = 11.97\%$$

$$\%\text{O} = \frac{\text{كتلة O}}{\text{كتلة } CaCO_3} \times 100\%$$

$$= \frac{17.47\text{g}}{36.41\text{g}} \times 100\% = 47.98\%$$

استعن بالجدول التالي للإجابة عن السؤالين 10 – 11.

خواص نظائر النيون في الطبيعة

النظير	العدد الذري	الكتلة (amu)	النسبة المئوية لوجوده (%)
^{20}Ne	10	19.992	90.48
^{21}Ne	10	20.994	0.27
^{22}Ne	10	21.991	9.25

10. اكتب عدد البروتونات، والإلكترونات، والنيوترونات لكلّ نظير موجود في الجدول أعلاه.

النظير	عدد البروتونات	عدد الالكترونات	عدد النيترونات
النيون –20	**10**	**10**	**10**
النيون –21	**10**	**10**	**11**
النيون –22	**10**	**10**	**12**

11. احسب متوسط الكتلة الذرية للنيون مستعملًا البيانات في الجدول السابق.

الكتلة الذرية المتوسطة للنيون

= (19.992 amu)(0.9048) + (20.994 amu)(0.0027) + (21.991 amu)(0.0925)

= 20.18 amu

أسئلة الإجابات المفتوحة

12. افترض أن للعنصر Q ثلاثة نظائر هي: ^{248}Q، ^{252}Q، ^{259}Q، فإذا كانت الكتلة الذرية للعنصر Q تساوي 258.63 وحدة كتل ذرية. فما النظير الأكثر وجودًا في الطبيعة؟ اشرح إجابتك.

من المحتمل أن يكون النظير ^{259}Q الأكثر وجودًا في الطبيعة؛ لأن متوسط الكتلة الذرية قريبة من259. لو كان هنالك نظير آخر أكثر وجودًا في الطبيعة،لكان متوسط الكتلة الذرية أقلّ من ذلك بكثير.

13. يتحلّل اليود – 131 إشعاعيًّا، ويكوّن نظيرًا يحتوي على 54 برتونًا، و77 نيوترونًا، ما نوع التحلّل الذي حدث لهذا النظير؟ فسِّر إجابتك.

نوع التحلّل هو تحلّل بيتا، إذ يتغيّر العدد الذري من 53(يود) إلى 54 (زنون)، في حين أن العدد الكتلي لا يتغيّر مطلقًا (131 لليود، 54+77 للزنون).

التفاعلات الكيميائية

4-1 التفاعلات والمعادلات

الصفحات 22 - 12

مسائل تدريبية

الصفحة 18

اكتب معادلات كيميائية رمزية للمعادلات اللفظية الآتية:

1. بروميد الهيدروجين ⟵ هيدروجين + بروم

$$Br_{2(g)} + H_{2(g)} \rightarrow HBr_{(g)}$$

2. ثاني أكسيد الكربون ⟵ أكسجين + أول أكسيد الكربون

$$CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$$

3. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من ذرة البوتاسيوم K، وذرة الكلور Cl، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي: 19، 17 على الترتيب.

$$K: 1s^2 2s^2 sp^6 3s^2 3p^6 4s^1$$

$$Cl: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$$

4. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الماغنسيوم Mg^{2+} مع أيون النترات NO_3^-.

$$Mg(NO_3)_2$$

5. **تحفيز** اكتب المعادلة اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية للتفاعل الآتي: عند تسخين كلورات البوتاسيوم $KClO_3$ الصُّلبة ينتج كلوريد البوتاسيوم الصُّلب وغاز الأكسجين.

غاز الأكسجين + كلوريد البوتاسيوم الصلب ⟵ (تسخين) كلورات البوتاسيوم الصلب

$$KClO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} KCl_{(S)} + O_{2(g)}$$

مسائل تدريبية

الصفحة 21

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لكلٍّ من التفاعلات الآتية:

6. يتفاعل كلوريد الحديد (III) مع هيدروكسيد الصوديوم في الماء لإنتاج هيدروكسيد الحديد (III) الصُّلب وكلوريد الصوديوم.

$$FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Fe(OH)_{3(S)} + 3NaCl_{(aq)}$$

7. يتفاعل ثاني كبريتيد الكربون CS_2 السائل مع غاز الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2.

$$CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)}$$

8. **تحفيز** يتفاعل فلز الخارصين مع حمض الكبريتيك لإنتاج غاز الهيدروجين ومحلول كبريتات الخارصين.

$$Zn_{(s)} + H_2SO_{4(aq)} \rightarrow H_{2(g)} + ZnSO_{4(aq)}$$

التقويم 4-1

الصفحة 22

9. **فسِّر** ما أهمية وزن المعادلات الكيميائية؟

لأن الكتلة لا تُستحدث ولا تُفنى في التفاعلات الكيميائية؛ لذا يجب أن تكون أعداد الذرات لكل العناصر متساوية في طرفي المعادلة.

10. **عدِّد** ثلاثة من المؤشرات التي تدل على حدوث التفاعل الكيميائي.

قد تتضمّن الإجابات: إطلاق طاقة أو امتصاصها، أو تغير في اللون، أو تغير في الرائحة، أو تكوّن غاز، أو تكوّن مادة صُلبة.

11. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل من الألومنيوم Al، والأكسجين O، إذا علمت أن الأعداد الذرية هي 13، 8 على الترتيب.

$$O: 1s^2 2s^2 2p^4 \qquad Al: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$$

12. اكتب الصيغة الكيميائية للمركب الناتج عن اتحاد أيون الحديد III Fe^{3+} مع أيون الأكسجين O^{2-}.

$$Al_2O_3$$

13. **قارن** بين المعادلة الكيميائية اللفظية والمعادلة الكيميائية الرمزية.

المعادلة اللفظية تُعبر عن كلٍّ من المواد المتفاعلة والناتجة في التفاعلات الكيميائية، أمّا المعادلة الكيميائية الرمزية فتعطي الكميات النسبية للمتفاعلات والنواتج.

14. **فسِّر** لماذا يجب اختصار المعاملات في المعادلة الموزونة إلى أبسط نسبة من الأعداد الصحيحة.

تُبين المعاملات الموجودة في أبسط صورة الكميات النسبية للمواد المتفاعلة والناتجة في التفاعل.

15. **حلِّل** هل يمكنك عند وزن معادلة كيميائية تعديل الأرقام السفلى في الصيغة الكيميائية؟

لا؛ لأن ذلك يغير نوع المادة.

16. **قوِّم** هل المعادلة الآتية موزونة؟ إذا لم تكن كذلك فصحّح المعاملات لوزنها:

$K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(s)}$

لا، المعادلة الصحيحة هي:

$$\mathbf{K_2CrO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2KNO_{3(aq)} + PbCrO_{4(s)}}$$

17. **قوِّم** يتفاعل محلول حمض الفوسفوريك المائي H_3PO_4 مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم المائي $Ca(OH)_2$ لإنتاج فوسفات الكالسيوم الصُّلبة $Ca_3(PO_4)_2$ والماء. اكتب معادلة كيميائية موزونة تعبّر عن هذا التفاعل.

$$\mathbf{2H_3PO_{4(aq)} + 3Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow Ca_3(PO_4)_{2(s)} + 6H_2O_{(l)}}$$

4-2 تصنيف التفاعلات الكيميائية

الصفحات 32 - 23

مسائل تدريبية

الصفحة 25

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة للتفاعلات التالية، وصنِّف كلّ تفاعل منها:

18. تفاعلُ الألومنيوم والكبريت لإنتاج كبريتيد الألومنيوم الصُّلب.

تكوين $\mathbf{2Al_{(s)} + 3S_{(s)} \rightarrow Al_2S_{3(s)}}$

19. تفاعلُ الماء مع غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين N_2O_5 لإنتاج حمض النيتريك.

تكوين $\mathbf{H_2O_{(l)} + N_2O_{5(g)} \rightarrow 2HNO_{3(aq)}}$

20. تفاعلُ غازي ثاني أكسيد النيتروجين والأكسجين لإنتاج غاز خامس أكسيد ثنائي النيتروجين.

تكوين واحتراق $\mathbf{4NO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2N_2O_{5(g)}}$

21. **تحفيز** تفاعلُ حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لإنتاج محلول كبريتات الصوديوم والماء.

$$\mathbf{H_2SO_{4(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \rightarrow Na_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}}$$

إحلال مزدوج

مسائل تدريبية

الصفحة 26

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات التحلل (التفكك) الآتية:

22. يتفكك أكسيد الألومنيوم الصُّلب عندما تسري فيه الكهرباء إلى ألومنيوم صُلب وغاز الأكسجين.

$$\mathbf{2Al_2O_{3(s)} \rightarrow 4Al_{(s)} + 3O_{2(g)}}$$

23. يتفكك هيدروكسيد النيكل (II) الصُّلب لإنتاج أكسيد النيكل (II) الصُّلب والماء:

$$\mathbf{Ni(OH)_{2(S)} \rightarrow NiO_{(S)} + H_2O_{(l)}}$$

24. **تحفيز** ينتج عن تسخين كربونات الصوديوم الهيدروجينية الصُّلبة كربونات الصوديوم الذائبة والماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

$$\mathbf{2NaHCO_{3(S)} \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_{3(aq)} + H_2O_{(I)} + CO_{2(g)}}$$

مختبر حلّ المشكلات

الصفحة 28

1. **فسر** كيف تساعدك سلسلة نشاط الهالوجينات على توقع ما إذا كان التفاعل سيحدث أم لا؟

تبين سلسلة نشاط الهالوجينات ترتيب العناصر في السلسلة وفق تناقص نشاطها، فالأعلى في السلسلة يكون أكثر نشاطًا، بحيث يحل محل العنصر الأدنى في سلسلة النشاط، ولايحدث العكس.

الهالوجينات	
فلور	الأكثر نشاطًا
كلور	↓
بروم	
يود	الأقل نشاطًا

2. هل يحل الفلور محل الكلور في محلول مائي لكلوريد الصوديوم؟ فسر إجابتك.

نعم، لأنه أعلى في سلسلة النشاط.

3. ادرس المعادلة التالية:

$$I_{2(g)} + NaBr_{(aq)} \rightarrow NR$$

لماذا لا يحل اليود محل البروم؟

لأنه أدنى في سلسلة النشاط من البروم.

4. **أي الهالوجينات** يتفاعل أسرع مع الصوديوم؟

الفلور، لأنه الأعلى في سلسة النشاط، وبذلك فهو الأكثر نشاطًا.

مسائل تدريبية

الصفحة 29

توقّع ما إذا كانت تفاعلات الإحلال البسيط التالية ستحدث أم لا، وأكمل المعادلة الكيميائية الرمزية لكلّ تفاعل يتوقّع حدوثه ثم زنها:

25. $Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow$

نعم؛ لأن Zn يقع فوق Ni في سلسلة النشاط.

$$Zn_{(s)} + NiCl_{2(aq)} \rightarrow ZnCl_{2\,(aq)} + Ni_{(s)}$$

26. $Cl_{2(g)} + HF_{(aq)} \rightarrow$

لا؛ لأن Cl يقع تحت F في سلسلة النشاط.

27. $Fe_{(s)} + Na_3Po_{4(aq)} \rightarrow$

لا؛ لأن Fe يقع تحت Na في سلسلة النشاط.

28. **تحفيز** $Al_{(s)} + Po(NO_3)_{2\,(aq)} \rightarrow$

نعم؛ لأن Al يقع فوق Pb في سلسلة النشاط.

$$2Al_{(s)} + 3Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 3Pb_{(s)} + 2Al(NO_3)_{3(aq)}$$

مسائل تدريبية

الصفحة 31

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال المزدوج الآتية:

$LiI_{(aq)}$ $AgNO_{3(aq)}$

29. تتفاعل المادتان اللتان في الشكل أعلاه معًا لإنتاج يوديد الفضة الصُّلب ومحلول نترات الليثيوم.

$$\mathbf{LiI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow LiNO_{3(aq)} + AgI_{(S)}}$$

30. يتفاعل محلول كلوريد الباريوم مع محلول كربونات البوتاسيوم لإنتاج كربونات الباريوم الصُّلبة ومحلول كلوريد البوتاسيوم.

$$\mathbf{BaCl_{2(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \rightarrow BaCO_{3(s)} + 2KCl_{(aq)}}$$

31. يتفاعل محلول كبريتات الصوديوم مع محلول نترات الرصاص II لإنتاج كبريتات الرصاص II الصُّلبة ومحلول نترات الصوديوم.

$$\mathbf{Na_2SO_{4(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2NaNO_{3(aq)} + PbSO_{4(s)}}$$

32. **تحفيز** يتفاعل حمض الإيثانويك (حمض الخلّ) CH_3COOH مع هيدروكسيد البوتاسيوم لإنتاج إيثانوات البوتاسيوم (خلّات البوتاسيوم) والماء.

$$\mathbf{CH_3COOH_{(aq)} + KOH_{(aq)} \rightarrow CH_3COOK_{(aq)} + H_2O_{(1)}}$$

التقويم 2-4

الصفحة 32

33. **وضح** الأنواع الأربعة من التفاعلات الكيميائية وخواصها.

- **التكوين: مادتان تتحدان لتكوين مركّب واحد.**
- **الاحتراق: مادة تتفاعل مع الأكسجين منتجة حرارةً وضوءًا.**
- **التفكك: مركّب واحد يتحلّل إلى مادتين أو أكثر.**
- **الإحلال: ذرات عنصر تحلّ محلّ ذرات عنصر آخر (إحلال بسيط)، أو تتبادل الأيونات الموجبة بين مركّبين (إحلال مزدوج).**

34. اشرح كيف تمّ ترتيب سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات؟

رُتِّبت سلسلة نشاط الفلزات وفق نشاطها بالنسبة للفلزات الأخرى. حيث توجد الفلزات الأنشط في أعلى السلسلة، وأما الأقلّ نشاطًا فتوجد في أسفلها.

35. **قارن** بين تفاعلات الإحلال البسيط والإحلال المزدوج.

في تفاعل الإحلال البسيط تحلُّ ذرات عنصر محلّ ذرات عنصر آخر في المركب، أما في تفاعل الإحلال المزدوج، فإن مركّبين ذائبين في الماء يتبادلان أيوناتهما الموجبة.

36. **صف** ماذا ينتج عن تفاعل الإحلال المزدوج.

تُنتج تفاعلات الإحلال المزدوج مركّبين مختلفين، أحدهما راسب أو ماء أو غاز.

37. **صنّف** ما نوع التفاعل المرجّح حدوثه عندما يتفاعل الباريوم مع الفلور؟ اكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل.

من المرجّح أن يحدث تفاعل تكوين.

$$Ba_{(S)} + F_{2(g)} \rightarrow BaF_{2(S)}$$

38. **فسّر البيانات** هل يمكن للتفاعل الآتي أن يحدث؟ فسّر إجابتك.

$$3Ni_{(S)} + 2AuBr_3 \rightarrow 3NiBr_{2(aq)} + 2Au_{(S)}$$

نعم يحدث التفاعل؛ لأن النيكل انشط من الذهب.

4-3 التفاعلات في المحاليل المائية

الصفحات 42 - 33

مسائل تدريبية

الصفحة 36

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة وأيونية كاملة، وأيونية نهائية لكلّ من التفاعلات الآتية التي قد تكوّن راسبًا، مستخدمًا (NR) لبيان عدم حدوث تفاعل.

39. عند خلط محلولي يوديد البوتاسيوم KI ونترات الفضة يتكوّن راسب من يوديد الفضة.

المعادلة الكيميائية:

$$KI_{(aq)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow KNO_{3(aq)} + AgI_{(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + AgI_{(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$I^-_{(aq)} + Ag^+_{(aq)} \rightarrow AgI_{(s)}$$

40. عند خلط محلولي فوسفات الأمونيوم وكبريتات الصوديوم لم يتكوّن أيّ راسب، ولم يتصاعد أيّ غاز.

المعادلة الكيميائية:

$$2(NH_4)_3PO_{4(aq)} + 3Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow 3(NH_4)_2SO_{4(aq)} + 2Na_3PO_{4(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$6NH_4^+{}_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)} + 6Na^+_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow 6NH_4^+{}_{(aq)} + 3SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 6Na^+_{(aq)} + 2PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$

لا يحدث تفاعل، ولهذا لا يوجد معادلة أيونية نهائية.

41. عند خلط محلولي كلوريد الألومنيوم وهيدروكسيد الصوديوم تكوّن راسب من هيدروكسيد الألومنيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$AlCl_{3(aq)} + 3NaOH_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(s)} + 3NaCl_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

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

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow Al(OH)_{3(S)}$$

42. عند خلط محلولي كبريتات الليثيوم ونترات الكالسيوم تكوّن راسب من كبريتات الكالسيوم.

$$Li_2SO_{4(aq)} + Ca(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow 2LiNO_{3(aq)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2Li^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow 2Li^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)}$$

43. تحفيز: عند خلط محلولي كربونات الصوديوم وكلوريد المنجنيز (V) تكوّن راسب يحتوي على المنجنيز.

المعادلة الكيميائية:

$$5Na_2CO_{3(aq)} + 2MnCl_{5(aq)} \rightarrow 10NaCl_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(S)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$10Na^{+}_{(aq)} + 5CO^{2-}_{3\,(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} + 10Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow 10Na^{+}_{(aq)} + 10Cl^{-}_{(aq)} + Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$5CO^{2-}_{3\,(aq)} + 2Mn^{5+}_{(aq)} \rightarrow Mn_2(CO_3)_{5(s)}$$

مسائل تدريبية

الصفحة 38

اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة وأيونية كاملة، وأيونية نهائية للتفاعلات بين المواد التالية والتي تُنتج ماءً:

44. عند خلط حمض الكبريتيك H_2SO_4 بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم ينتج ماء وكبريتات البوتاسيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$H_2SO_{4\,(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + K_2SO_{4\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)} + 2K^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + 2K^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2\,H_2\,O_{(l)}$$

أو

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

45. عند خلط حمض الهيدروكلوريك HCl بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كلوريد الكالسيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2\,(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + CaCl_{2\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^{+}_{(aq)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + 2Cl^{-}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

46. عند خلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول هيدروكسيد الأمونيوم ينتج ماء ومحلول نترات الأمونيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$HNO_{3\,(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4NO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$H^{+}_{(aq)} + NO^{-}_{3\,(aq)} + NH^{+}_{4\,(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH^{+}_{4\,(aq)} + NO^{-}_{3\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

47. عند خلط كبريتيد الهيدروجين H_2S بمحلول هيدروكسيد الكالسيوم ينتج ماء ومحلول كبريتيد الكالسيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$H_2S_{(aq)} + Ca\,(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + CaS_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^{+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca^{2+}_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

48. تحفيز عند خلط حمض البنزويك C_6H_6COOH وهيدروكسيد الماغنسيوم يتكوّن ماء وبنزوات الماغنسيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$2C_6H_5COOH_{(aq)} + Mg(OH)_{2(aq)} \rightarrow Mg\,(C_6H_5COO)_{2\,(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2C_6H_5COO^{-}_{(aq)} + 2H^{+}_{(aq)} + Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)} \rightarrow 2C_6H_5COO^{-}_{(aq)} + Mg^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

مسائل تدريبية

الصفحة 41

اكتب المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة، والأيونية الكاملة، والأيونية النهائية للتفاعلات الآتية:

49. يتفاعل حمض البيركلوريك $HClO_4$ مع محلول كربونات الصوديوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء ومحلول كلوريد الصوديوم.

المعادلة الكيميائية:

$$2HClO_{4\,(aq)} + Na_2CO_{3\,(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)} + 2NaClO_{4\,(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + 2ClO_4^-{}_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)} + 2Na^+_{(aq)} + 2ClO_4^-{}_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2\,(g)}$$

50. يتفاعل حمض الكبريتيك مع محلول سيانيد الصوديوم لتكوين غاز سيانيد الهيدروجين ومحلول كبريتات الصوديوم.

المعادلة الكيميائية:

$$H_2SO_{4(aq)} + 2NaCN_{(aq)} \rightarrow 2HCN_{(g)} + Na_2SO_{4(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة

$$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2Na^+_{(aq)} + 2CN^-_{(aq)} \rightarrow 2HCN_{(g)} + 2Na^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + 2CN^-_{(aq)} \rightarrow 2HCN_{(g)}$$

أو

$$H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)}$$

51. يتفاعل حمض الهيدروبروميك HBr مع محلول كربونات الأمونيوم لتكوين غاز ثاني أكسيد الكربون والماء وبروميد الأمونيوم.

المعادلة الكيميائية:

$$2HBr_{(aq)} + (NH_4)_2CO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + 2NH_4Br_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)} + 2NH_4^+{}_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(I)} + CO_{2(g)} + 2NH_4{}_{+(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

52. يتفاعل حمض النيتريك HNO_3 مع محلول كبريتيد البوتاسيوم لتكوين غاز كبريتيد الهيدروجين.

المعادلة الكيميائية:

$$2HNO_{3(aq)} + K_2S_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2KNO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} + S^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)} + 2K^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + S^{2-}{}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

53. تحفيز: يتفاعل محلول يوديد البوتاسيوم مع محلول نترات الرصاص لتكوين يوديد الرصاص الصُّلب.

المعادلة الكيميائية:

$$2KI_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2\,(aq)} \rightarrow 2KNO_{3\,(aq)} + PbI_{2\,(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2K^+_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} + Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow 2K^+_{(aq)} + 2NO_3^-{}_{(aq)} + PbI_{2(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$Pb^{2+}{}_{(aq)} + 2I^-_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)}$$

التقويم 3-4

الصفحة 42

54. عدِّد ثلاثة أنواع مألوفة من نواتج التفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية.

الرواسب، والماء، والغازات.

55. صف المذيب والمذاب في المحلول المائي.

المذيب هو المكوّن الأكبر للمحلول، أمّا المذاب فهو المادة الذائبة في المذيب.

56. ميّز المعادلة الأيونية الكاملة من المعادلة الأيونية النهائية.

في المعادلة الأيونية الكاملة، تُكتَب المركّبات الأيونية الذائبة والمواد الجزيئية عالية التأين على صورة أيونات حرّة. أما المعادلة الأيونية النهائية فتتضمّن الجسيمات التي تشارك في التفاعل فقط.

57. اكتب المعادلة الأيونية الكاملة والأيونية النهائية للتفاعل بين حمض الكبريتيك H_2SO_4 وكربونات الكالسيوم $CaCO_3$.

$$H_2SO_{4(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + CaSO_{4(s)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + CaCO_{3(s)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + CaSO_{4(s)}$$

58. حلِّل أكمل المعادلة الآتية ثم زِنْها:

$$CO_{2(g)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$$

$$CO_{2(g)} + 4HCl_{(aq)} \rightarrow CCl_{4(l)} + 2H_2O_{(l)}$$

59. توقّع ما نوع الناتج الذي سيتكوّن على الأرجح من التفاعل التالي؟ فسِّر ذلك.

$$Ba(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow$$

الماء؛ ستتفكك المتفاعلات إلى الأيونات الآتية في المحلول: $Ba^+ + OH^- + H^+ + Cl^-$، وبما أن أيونات الباريوم والكلوريد أيونات متفرّجة. فإن الأيونات التي تشارك في التفاعل هي H^+ وOH^- التي تكوّن الماء.

$$2OH^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

60. صغ معادلات يحدث تفاعل عندما يُخلط حمض النيتريك HNO_3 بمحلول مائي من كربونات البوتاسيوم الهيدروجينية، وينتج محلول نترات البوتاسيوم. اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية والمعادلة الأيونية النهائية للتفاعل.

المعادلة الكيميائية:

$$HNO_{3(aq)} + KHCO_{3(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)} + KNO_{3(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

الفصل 4 التقويم

الصفحات 49 – 46

4-1

إتقان المفاهيم

61. عرّف المعادلة الكيميائية.

تمثيل للتفاعل الكيميائي باستعمال الرموز الكيميائية والأرقام للدلالة على المتفاعلات والنواتج.

62. ميّز بين التفاعل الكيميائي والمعادلة الكيميائية.

يحدث التفاعل الكيميائي عندما تتحول المتفاعلات إلى نواتج، إضافة إلى أنه يُبين حالات المواد الفيزيائية جميعها. أما المعادلة الكيميائية الرمزية فهي تمثيل لهذا التحول باستعمال الرموز الكيميائية والأرقام للدلالة على المتفاعلات والنواتج.

63. وضّح الفرق بين المتفاعلات والنواتج.

المتفاعلات هي المكوّنات الابتدائية، والنواتج هي المكوّنات النهائية.

64. اكتب رمز العنصر الذي يمثل بالتوزيع الإلكتروني لكل مما يلي:

a. $1s^2\,2s^2\,2p^1$ — a. B

b. $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^1$ — b. Al

c. $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^1\,3d^{10}$ — c. Cu

d. $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^2$ — d. Ti

65. اكتب التوزيع الإلكتروني لكل عنصر مما يلي:

a. Kr

$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^2\,3d^{10}\,4p^6$

b. Mg

$1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2$

c. Co

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^7$

d. C

$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$

66. اكتب الصيغة الكيميائية لكل مما يلي:

a. أكسيد الحديد II — FeO

b. هيدركسيد الكالسيوم — $Ca(OH)_2$

c. نترات الرصاص II — $Pb(NO_3)_2$

d. كبريتيد الهيدروجين — H_2S

67. هل يشير تحوّل مادة إلى مادة جديدة دائمًا إلى حدوث تفاعل كيميائي؟ فسِّر إجابتك.

نعم؛ لأن التفاعل الكيميائي عملية يتم فيها إعادة ترتيب ذرات المادة لتكوين مادة جديدة.

68. حدِّد المتفاعلات في التفاعل الآتي: عند إضافة البوتاسيوم إلى محلول نترات الخارصين، يتكوّن الخارصين ومحلول نترات البوتاسيوم.

$$2K_{(s)} + Zn(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow Zn_{(s)} + 2KNO_{3(aq)}$$

المتفاعلات: $Zn(NO_3)_2$، وK

69. زِن المعادلة الكيميائية الآتية:

$$H_2S_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$$

$$2H_2S_{(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2SO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

70. اكتب معادلات لفظية للمعادلات الكيميائية الآتية:

a. $Cu_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CuO_{(s)}$

أكسيد النحاس(II)$_{(s)}$ ← أكسجين$_{(g)}$ + نحاس$_{(s)}$

b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$

هيدروجين$_{(g)}$ + هيدروكسيد البوتاسيوم$_{(aq)}$ ← ماء$_{(l)}$ + بوتاسيوم$_{(s)}$

c. $CaCl_{2(aq)} + NaSO_{4(aq)} \rightarrow CaSO_{4(s)} + NaCl_{(aq)}$

← كبريتات الصوديوم$_{(aq)}$ + كلوريد الكالسيوم$_{(aq)}$

كلوريد الصوديوم$_{(aq)}$ + كبريتات الكالسيوم$_{(s)}$

71. زِن المعادلتين الكيميائيتين الآتيتين:

a. $(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

$$(NH_4)_2Cr_2O_{7(s)} \rightarrow Cr_2O_{3(s)} + N_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$$

b. $CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(s)} + O_{2(g)}$

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

إتقان حلّ المسائل

72. يتحلّل يوديد الهيدروجين إلى غاز الهيدروجين وغاز اليود في تفاعل التفكك. اكتب معادلة كيميائية رمزية تُبيّن هذا التفاعل.

$$2HI_{(g)} \rightarrow H_{2(g)} + I_{2(g)}$$

73. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية:

a. أكسيد الصوديوم$_{(s)}$ $\xrightarrow{\Delta}$ كربونات الصوديوم$_{(s)}$ + ثاني أكسيد الكربون$_{(g)}$

$$Na_2CO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} Na_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$$

b. يوديد الألومنيوم$_{(s)}$ ← ألومنيوم$_{(s)}$ + يود$_{(s)}$

$$3I_{2(s)} + 2Al_{(s)} \rightarrow 2AlI_{3(s)}$$

c. أكسيد الحديد II$_{(s)}$ ← أكسيد الحديد III$_{(s)}$ + أكسجين$_{(g)}$

$$4FeO_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$$

d. نترات الفضة$_{(aq)}$ + كبريتيد الصوديوم$_{(aq)}$ ← كبريتيد الفضة$_{(s)}$ + نترات الصوديوم$_{(aq)}$

$$2AgNO_{3(aq)} + Na_2S_{(aq)} \rightarrow Ag_2S_{(s)} + 2NaNO_{3(aq)}$$

74. اكتب معادلة كيميائية رمزية للتفاعل بين الليثيوم الصُّلب وغاز الكلور لإنتاج كلوريد الليثيوم الصُّلب.

$$2Li_{(s)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2LiCl_{(s)}$$

75. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية ثمّ زِنْها:

a. حمض الكبريتيك$_{(aq)}$ ← ماء$_{(l)}$ + ثالث أكسيد الكبريت$_{(g)}$

$$SO_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_2SO_{4(aq)}$$

b. كلوريد الحديد III$_{(aq)}$ + ماغنسيوم$_{(s)}$ ← كلوريد الماغنسيوم$_{(aq)}$ + حديد$_{(s)}$

$$3Mg_{(s)} + 2FeCl_{3(aq)} \rightarrow 2Fe_{(s)} + 3MgCl_{2(aq)}$$

c. خماسي أكسيد ثنائي الكلور → أكسجين$_{(g)}$ + كلوريد النيكل II$_{(s)}$ + أكسيد النيكل II$_{(s)}$ +

$$NiCl_{2(s)} + 3\,O_{2(g)} \rightarrow Cl_2O_{5(g)} + NiO_{(s)}$$

76. اكتب معادلات كيميائية رمزية للتفاعلات الآتية:

a. عند حرق غاز البيوتان C_4H_{10} في الهواء ينتج ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون.

$$2C_4H_{10(g)} + 13O_{2\,(g)} \rightarrow 8\,CO_{2(g)} + 10H_2O_{(g)}$$

b. يتفاعل الماغنسيوم الصُّلب مع غاز النيتروجين لإنتاج نيتريد الماغنسيوم الصُّلب.

$$3Mg_{(s)} + N_{2(g)} \rightarrow Mg_3N_{2(s)}$$

c. عند تسخين غاز ثاني فلوريد الأكسجين OF_2 ينتج غاز الأكسجين وغاز الفلور.

$$2OF_{2(g)} \rightarrow O_{2(g)} + 2F_{2(g)}$$

4-2

إتقان المفاهيم

77. اذكر أنواع التفاعلات الكيميائية الأربعة، وأعط مثالًا واحدًا على كلّ منها.

- **التكوين: تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لإنتاج الماء.**
- **الاحتراق: احتراق الميثانول بوجود الأكسجين لإنتاج ثاني أكسيد الكربون والماء والحرارة.**
- **التفكك: يتفكك غاز أول أكسيد النيتروجين إلى غاز النيتروجين وغاز الأكسجين.**
- **الإحلال: يحلّ النحاس محلّ الفضة في محلول نترات الفضة.**

78. ما نوع التفاعل الذي يحدث بين مادتين وينتج عنه مركّب واحد؟

تفاعل التكوين.

79. في كلّ من الأزواج الآتية أيّ فلز سيحل محلّ الفلز الآخر في تفاعلات الإحلال (مستخدمًا سلسلة النشاط):

a. القصدير والصوديوم

يحلّ الصوديوم Na محلّ القصدير Sn.

b. الرصاص والفضة

يحلّ الرصاص Pb محلّ الفضة Ag.

c. الفلور واليود

يحلّ الفلور F محلّ اليود I.

d. النحاس والنيكل

يحلّ النيكل Ni محلّ النحاس Cu.

إتقان حلّ المسائل

80. صنّف التفاعلات الواردة في سؤال 73.

a. تفكك

b. تكوين

c. تكوين

d. إحلال مزدوج

81. صنّف التفاعلات الواردة في سؤال 75.

a. تكوين

b. إحلال بسيط

c. احتراق

82. اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لتفاعل احتراق الميثانول السائل CH_3OH.

$$2CH_3OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

83. اكتب معادلات كيميائية رمزية لكلّ من تفاعلات التكوين التالية:

a. بورون + فلور →

$$3F_{2(s)} + 2B_{(s)} \rightarrow 2BF_{3(g)}$$

b. جرمانيوم + كبريت →

$$2S_{(s)} + Ge_{(s)} \rightarrow GeS_{2(s)}$$

c. كالسيوم + نيتروجين →

$$N_{2(g)} + 3Ca_{(s)} \rightarrow Ca_3N_{2(s)}$$

84. **الاحتراق** اكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة لاحتراق كلّ من المواد الآتية:

a. الباريوم الصُّلب

$$2Ba_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2BaO_{(s)}$$

b. البورون الصُّلب

$$4B_{(S)} + 3\,O_{2(g)} \rightarrow 2B_2O_{3(s)}$$

c. الأسيتون السائل C_3H_6O

$$C_3H_6O_{(l)} + 4O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$$

d. الأوكتان السائل C_8H_{18}

$$2C_8H_{18(l)} + 25O_{2(g)} \rightarrow 16CO_{2(g)} + 18H_2O_{(l)}$$

85. اكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات التفكك الآتية:

a. بروميد الماغنسيوم ⟶

$$MgBr_{2(s)} \rightarrow Mg_{(s)} + Br_{2(1)}$$

b. أكسيد الكوبالت II ⟶

$$2CoO_{(s)} \rightarrow 2Co_{(s)} + O_{2(g)}$$

c. كربونات الباريوم ⟶

$$BaCO_{3(s)} \rightarrow BaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

86. اكتب معادلات كيميائية رمزية موزونة لتفاعلات الإحلال البسيط الآتية التي تحدث في الماء: (وإذا لم يحدث تفاعل فاكتب لا تفاعل (NR) في مكان النواتج).

a. كلوريد الماغنسيوم + نيكل ⟶

$$Ni_{(S)} + MgCl_{2(aq)} \rightarrow NR$$

b. بروميد النحاس(II) + كالسيوم ⟶

$$Ca_{(S)} + CuBr_{2(aq)} \rightarrow CaBr_{2(aq)} + Cu_{(S)}$$

c. نترات الفضة + ماغنسيوم ⟶

$$Mg_{(s)} + 2AgNO_{3(aq)} \rightarrow Mg(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

4-3

إتقان المفاهيم

87. أكمل المعادلة اللفظية الآتية:

محلول ⟶ مذاب + مذيب

88. ما أنواع النواتج المألوفة للتفاعلات التي تحدث في المحاليل المائية؟

الرواسب، والماء، والغازات.

89. قارن بين المعادلات الكيميائية الرمزية الموزونة والمعادلات الأيونية.

المعادلات الكيميائية الرمزية تُظهر الصيغ الكيميائية التي تحدد أنواع المواد المشاركة في التفاعل وكميات المتفاعلات والنواتج النسبية، أما المعادلات الأيونية فتُظهِر جميع الأيونات في المحلول.

90. ما المعادلة الأيونية النهائية؟ وفيمَ تختلف عن المعادلة الأيونية الكاملة؟

المعادلة الأيونية النهائية تُبين الجسيمات المشاركة في التفاعل فقط، أما المعادلة الأيونية الكاملة فتُبين جميع الأيونات في المحلول.

91. ما المقصود بالأيون المتفرج.

هو الأيون الذي يوجد في المحلول، ولكنه لا يشارك في التفاعل.

إتقان حلّ المسائل

92. أكمل المعادلات الكيميائية الآتية:

a. $Na_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow \mathbf{NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}}$

b. $K_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow \mathbf{KOH_{(aq)} + H_{2(g)}}$

c. $CuCl_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)} \rightarrow \mathbf{CuSO_{4(aq)} + 2NaCl_{(aq)}}$

93. اكتب المعادلات الأيونية الكاملة والأيونية النهائية لكلّ من التفاعلات الآتية:

a. $H_3PO_{4(aq)} + 3KOH_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(1)} + K_3PO_{4(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$3H^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)} + 3K^+_{(aq)} + 3OH^-_{(aq)} \rightarrow 3H_2O_{(l)} + 3K^+_{(aq)} + PO_4^{3-}{}_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

b. $HCl_{(aq)} + NH_4OH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4Cl_{(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NH_4^+{}_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

المعادلة الأيونية النهائية:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

c. $HNO_{3(aq)} + KCN_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)} + KNO_{3(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow$

$HCN_{(g)} + K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$

المعادلة الأيونية النهائية:

$H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)} \rightarrow HCN_{(g)}$

d. $2HClO_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca(ClO)_{2(aq)}$

المعادلة الأيونية الكاملة:

$2H^+_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$

$\rightarrow 2H_2O_{(l)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2ClO^-_{(aq)}$

المعادلة الأيونية النهائية:

$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

مراجعة عامة

94. توقّع هل كلّ من التفاعلات الآتية يحدث في المحاليل المائية. وإذا توقعت أن التفاعل لا يحدث فاكتب لا تفاعل (NR): (ملاحظة: كبريتات الباريوم وبروميد الفضة يترسبان في المحاليل المائية).

a. لاتفاعل $NaOH_{(S)} + (NH_4)SO_{4(aq)} \rightarrow$ (NR)

تكون النواتج ذائبة، ولا يتكون ماء أو غاز.

b. يحدث تفاعل $CuSO_{4(S)} + Ba(NO_3)_{2(aq)} \rightarrow$

يتكون راسب أبيض.

c. يحدث تفاعل $MgBr_{2(S)} + AgNO_{3(aq)} \rightarrow$

يتكون راسب أصفر.

95. تكوّن راسب إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى كأسين، إحداهما فيها محلول كلوريد الصوديوم، وفي الأخرى محلول نترات الفضة، يؤدي إلى ترسب مادة بيضاء في إحدى الكأسين.

a. أيّ الكأسين يحتوي على راسب؟

كأس نترات الفضة

b. ما الراسب؟

كلوريد الفضة

c. اكتب معادلة كيميائية توضّح التفاعل.

$AgNO_{3(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)} + HNO_{3(aq)}$

d. صنّف هذا التفاعل.

إحلال مزدوج

96. ميّز بين مركّب أيوني ومركّب تساهمي مذابين في الماء. وهل تتأين المواد التساهمية جميعها عند إذابتها في الماء. فسِّر إجابتك.

عندما يذوب المركّب الأيوني في الماء، سيتفكك إلى أيونات، ويُحاط بجزيئات الماء. أما عندما يذوب المركّب التساهمي، فليس بالضرورة أن يتفكك إلى أيونات، إذ يمكن أن يبقى على صورة جزيئات.

التفكير الناقد

97. طبّق صف التفاعل بين محلولي كبريتيد الصوديوم وكبريتات النحاس (II) الذي يؤدي إلى إنتاج راسب من كبريتيد النحاس (II).

سيتفكك كلّ من كبريتيد الصوديوم وكبريتات النحاس (II) في الماء إلى الأيونات التالية: أيونات الصوديوم، وأيونات الكبريتيد، وأيونات النحاس (II)، وأيونات الكبريتات. حيث سيؤدي تفاعل أيونات النحاس (II) مع أيونات الكبريتيد إلى إنتاج راسب من مركّب كبريتيد النحاس (II)، أما أيونات الصوديوم وأيونات الكبريتات فهي أيونات متفرجة تبقى ذائبة في المحلول.

98. توقّع وُضعت قطعة من فلز الألومنيوم في محلول KCl المائي، ووُضعت قطعة أخرى من الألومنيوم في محلول $AgNO_3$ المائي. فهل يحدث تفاعل في كلتا الحالتين؟ ولماذا؟

لا يحدث تفاعل عند وضع قطعة من فلز الألومنيوم في محلول KCl المائي؛ لأن فلز الألومنيوم أقلّ نشاطًا من فلز البوتاسيوم، ويقع أسفل منه في سلسلة النشاط الكيميائي، في حين سيحدث تفاعل لفلز الألومنيوم عند وضع قطعة منه في محلول $AgNO_3$؛ لأن فلز الألومنيوم أكثر نشاطًا من فلز الفضة، ويقع أعلى منه في سلسلة النشاط الكيميائي.

99. طبّق اكتب المعادلة الكيميائية الرمزية الموزونة والأيونية النهائية لكلّ من التفاعلات الآتية. (إذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR في مكان النواتج). علمًا أن فوسفات الماغنسيوم تترسب

في المحلول المائي.

a. $KNO_{3(aq)} + CsCl_{(aq)} \rightarrow$

المعادلة الكيميائية:

$$KNO_{3(aq)} + CsCl_{(aq)} \rightarrow KCl_{(aq)} + CsNO_{3(aq)}$$

المعادلة النهائية:

$$K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + Cs^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$
$$\rightarrow K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Cs^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

تبقى الأيونات في المحلول، ولا يحدث تفاعل.

b. $Li_3PO_{4(aq)} + MgSO_{4(aq)} \rightarrow$

المعادلة الكيميائية:

$$2Li_3PO_{4(aq)} + 3MgSO_{4(aq)} \rightarrow 3Li_2SO_{4\,(aq)} + Mg_3(PO_4)_{2(s)}$$

المعادلة النهائية:

$$3Mg^{2+}_{(aq)} + 2PO^{3-}_{4\,(aq)} \rightarrow Mg_3(PO_4)_{2(S)}$$

c. $K_2S_{(aq)} + HCl_{(aq)} \rightarrow$

المعادلة الكيميائية:

$$K_2S_{(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow 2KCl_{(aq)} + H_2S_{(g)}$$

المعادلة النهائية:

$$2H^+_{(aq)} + S^{2-}_{(aq)} \rightarrow H_2S_{(g)}$$

مسألة تحفيز

100. يحدث تفاعل إحلال بسيط عند تفاعل النحاس مع نترات الفضة. إذا تفاعل 63.5 g من النحاس مع 339.8 g من نترات الفضةونتج 215.8 g من الفضة، فاكتب معادلة كيميائية رمزية موزونة للتفاعل. ما الناتج الآخر في هذا التفاعل؟ وما كتلته؟

$$2AgNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$$

كتلة $Cu(NO_3)_2$ + 215.8g = 339.8g + 63.5g

كتلة الناتج الآخر $Cu(NO_3)_2$ = 187.5 g

مراجعة تراكمية

101. ميز بين المخلوط والمحلول والمركب.

الخليط مزيج من مادتين نقيتين أو أكثر بأي نسبة، بحيث تحتفظ كل مادة بخصائصها الأصلية. أما المحلول فهو مخلوط متجانس يمكن أن يكون بالحالة السائلة أو الصلبة أو الغازية. أما المركب فهو تركيب كيميائي من عنصرين أو أكثر بخصائص جديدة. ويمكن فصل مكونات المخاليط والمحاليل بطرق فيزيائية، ولكن يمكن تفكيك المركب إلى عناصره بطرق كيميائية.

102. استعن بالجدول 10 –4 لحساب الكتلة الذرية لعنصر الكروم.

الجدول 10–4 بيانات نظائر الكروم

النظير	نسبة وجوده	الكتلة الذرية (amu)
Cr–50	4.35%	49.946
Cr–52	83.79%	51.941
Cr–53	9.50%	52.941
Cr–54	2.36%	53.939

الكتلة الذرية لعنصر الكروم =

(0.0435×49.946) + (0.8379×51.941)
+ (0.0950×52.941) + (0.0236×53.939)
= 52.00 amu

تقويم إضافي

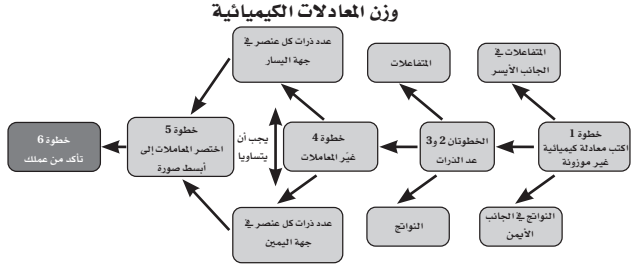
الكتابة في الكيمياء

103. كيمياء المطبخ اعمل ملصقًا يصف التفاعلات الكيميائية التي تحدث في المطبخ.

ستتنوّع الإجابات.

104. وزن المعادلات اعمل لوحة تصف فيها خطوات وزن المعادلة الكيميائية.

يجب أن تشبه لوحات الطلاب الشكل 8–4.



أسئلة المستندات

الذائبية يَستخدِم العلماء جدولًا لقواعد الذائبية لتحديد ما إذا سيتكوّن راسب في تفاعل كيميائي.

ويُبيّن الجدول 11–4 قواعد الذائبية للمركّبات الأيونية في الماء.

الجدول 11–4 قواعد الذائبية للمركبات الأيونية في الماء

المركب الأيوني	القاعدة
الأملاح الذائبة	أيونات عناصر المجموعة الأولى (مثل Li^+، Na^+، K^+)، و NH_4^+ تكوّن أملاحًا ذائبة. جميع أملاح النترات ذائبة. معظم الهاليدات تذوب في الماء ما عدا هاليدات الأيونات التالية: Pb^{2+}، Cu^+، Ag^+، Hg_2^{2+} معظم الكبريتات ذائبة باستثناء كبريتات Ba^{2+}، و Sr^{2+}، و Pb^{2+}، أما كبريتات Ag^+، و Ca^{2+}، و Hg_2^{2+} فهي قليلة الذوبان.
الأملاح غير الذائبة	الهيدروكسيدات، والكربيتيدات، والأكاسيد عادة غير ذائبة، باستثناء مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+، أما عناصر أيونات المجموعة الثانية فهي قليلة الذوبان. الكرومات والفوسفات والكربونات عادة غير ذائبة، باستثناء مركباتها مع عناصر المجموعة الأولى، وأيونات NH_4^+.

أكمل المعادلات الآتية باستخدام قواعد الذائبية الواردة في الجدول أعلاه. وبيّن هل يتكوّن راسب أم لا، وحدّده. (وإذا كان لا يحدث تفاعل فاكتب NR):

105. $Ca(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow$

$\mathbf{Ca(NO_3)_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \rightarrow CaCO_{3(s)} + 2NaNO_{3(aq)}}$

يتكوّن راسب من $CaCO_3$

106. $Mg_{(s)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow$

$\mathbf{Mg_{(s)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NR}$

107. $PbS_{(s)} + LiNO_{3(aq)} \rightarrow$

$\mathbf{PbS_{(s)} + 2\,LiNO_{3(aq)} \rightarrow Li_2S_{(aq)} + Pb(NO_3)_{2(aq)}}$

لا يتكوّن راسب

اختبار مقنن

الصفحتان 51 – 50

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن الأسئلة من 1 إلى 3.

الخواص الفيزيائية لبعض المركبات الأيونية

المركب	الاسم	الحالة عند 25 °C	يذوب في الماء	درجة الإنصهار (°C)
$NaClO_3$	كلورات الصوديوم	صُلب	نعم	248
Na_2SO_4	كبريتات الصوديوم	صُلب	نعم	884
$NiCl_2$	كلوريد النيكل(II)	صُلب	نعم	1009
$Ni(OH)_2$	هيدروكسيد النيكل(II)	صُلب	لا	230
$AgNO_3$	نترات الفضة	صُلب	نعم	212

1. إذا خُلط محلول مائي من كبريتات النيكل (II) بمحلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم، فهل يحدث تفاعل مرئي؟

a. لا؛ لأن هيدروكسيد النيكل (II) الصُّلب يذوب في الماء.

b. لا؛ لأن كبريتات الصوديوم الصُّلبة تذوب في الماء.

c. نعم؛ لأن كبريتات الصوديوم الصُّلبة سترسب في المحلول.

d. نعم؛ لأن هيدروكسيد النيكل (II) سيترسب في المحلول.

ⓓ

2. ماذا يحدث عند خلط محلول $AgClO_{3(aq)}$ بمحلول $NaNO_3$؟

a. لا يحدث تفاعل مرئي.

b. تترسب $NaClO_3$ الصُّلبة في المحلول.

c. ينطلق غاز NO_2 خلال التفاعل.

d. ينتج فلز Ag الصُّلب.

ⓐ

3. عند إضافة حمض الهيدروكلوريك HCl إلى هيدروكسيد النيكل (II) الصُّلب فإن الهيدروكسيد يختفي. ما المعادلة التي تصف ما حدث في الكأس؟

a. $Ni(OH)_{2(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow NiO_{(aq)} + H_{2(g)} + HCl_{(aq)}$

b. $Ni(OH)_{2(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

c. $Ni(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

d. $Ni(OH)_{2(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow NiCl_{2(aq)} + 3H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$

ⓑ

4. ما نوع التفاعل الموصوف في المعادلة الآتية؟

$$Cs_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CsOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

a. تكوين **b.** احتراق

c. تفكك **d.** إحلال بسيط

ⓓ

5. أيّ التفاعلات الآتية ستحدث بين الهالوجينات وأملاح الهاليدات؟

a. $F_{2(g)} + FeI_{2(aq)} \rightarrow FeF_{2(aq)} + I_{2(l)}$

b. $I_{2(s)} + MnBr_{2(aq)} \rightarrow MnI_{2(aq)} + Br_{2(g)}$

c. $Cl_{2(s)} + SrF_{2(aq)} \rightarrow SrCl_{2(aq)} + F_{2(g)}$

d. $Br_{2(l)} + CoCl_{2(aq)} \rightarrow CoBr_{2(aq)} + Cl_{2(g)}$

ⓐ

6. ينتج عن احتراق الإيثانول ثاني أكسيد الكربون وبخار ماء. ما المعادلة التي تصف ذلك؟

a. $C_2H_6O_{(l)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

b. $C_2H_6O_{(l)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$

c. $C_2H_6O_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

d. $C_2H_6O_{(l)} \rightarrow 3O_{2(l)} + 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)}$

ⓒ

7. ما الصيغة الكيميائية لأكسيد الحديد III؟

a. Fe_2O_3

b. Fe_3O_2

c. FeO

d. Fe_3O_3

ⓐ

8. إذا علمت أن التوزيع الإلكتروني لعنصر: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$. فما رمز هذا العنصر؟

a. Cu

b. Cr

c. Fe

d. Ni

ⓑ

9. أي مما يلي يمثل التوزيع الإلكتروني لعنصر الحديد؟

a. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^5$

b. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$

c. $1s^2\ 2p^6\ 3p^6\ 3d^6$

d. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

ⓓ

أسئلة الإجابات القصيرة

10. اكتب معادلة كيميائية موزونة لتفاعل فلز الكالسيوم الصُّلب مع الماء لإنتاج هيدروكسيد الكالسيوم الذائب في المحلول وغاز الهيدروجين.

$$Ca_{(s)} + 2H_2O_{(1)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالمعادلة الكيميائية التالية في الإجابة عن السؤالين 11 و 12.

$$AlCl_{3(aq)} + Fe_2O_{3(aq)} \rightarrow$$

11. ما نوع هذا التفاعل؟ كيف عرفت ذلك من خلال المتفاعلات؟

تفاعل إحلال مزدوج؛ يتفاعل فيه مركّبان مع بعضهما بعضًا. في حين أنه في الأنواع الأخرى من التفاعلات يكون أحد المتفاعلات عنصرًا منفردًا.

12. ماذا تتوقّع أن ينتج عن هذا التفاعل؟

يَنتُج عن هذا التفاعل كلوريد الحديد (III) $FeCl_3$ وأكسيد الألومنيوم Al_2O_3، لأنه في تفاعل الإحلال المزدوج تتبادل الأيونات الموجبة والسالبة أماكنها بين المركّبين المتفاعلين لتكوين مركّبات جديدة.

13. ما التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور P^{3-}؟ وضّح كيف يختلف التوزيع الإلكتروني له عن التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P؟

التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور P^{3-}

التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P

التوزيع الإلكتروني لأيون الفوسفور P^{3-} يزيد بثلاثة إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير عن التوزيع الإلكتروني لذرة الفوسفور المتعادلة P، وهذا ما يجعله يشابه توزيع الغاز النبيل (الأرجون) الأكثر استقرارًا.

المول

5-1 قياس المادة

الصفحات 59 – 54

مسائل تدريبية

الصفحات 58 – 57

1. يُستخدم الخارصين Zn في جلفنة الحديد لحمايته من التآكل. احسب عدد ذرات Zn في 2.5 mol منه.

$$2.5\ \text{mol Zn} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Zn}}{1\ \text{mol Zn}}$$

$$= 1.5 \times 10^{24}\ \text{Zn}$$

2. احسب عدد الجزيئات في 11.5 mol من الماء H_2O.

$$11.5\ \text{mol } H_2O \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } H_2O}{1\ \text{mol } H_2O}$$

$$= 6.92 \times 10^{24}\ \text{جزيء من } H_2O$$

3. تُستخدم نترات الفضة $AgNO_3$ في تحضير أنواع متعددة من هاليدات الفضة المُستخدَمة في عملية التصوير الفوتوجرافي. ما عدد وحدات الصيغة $AgNO_3$ في 3.25 mol من نترات الفضة $AgNO_3$؟

$$3.25\ \text{mol } AgNO_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{وحدة صيغة من } AgNO_3}{1\ \text{mol } AgNO_3}$$

$$= 1.96 \times 10^{24}\ \text{وحدة صيغة من } AgNO_3$$

4. **تحفيز** احسب عدد ذرات الأكسجين في 5.0 mol من جزيئات O_2.

$$5.00\ \text{mol } O_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } O_2}{1\ \text{mol } O_2} \times \frac{2\ \text{ذرة من O}}{1\ \text{جزيء من } O_2}$$

$$= 6.02 \times 10^{24}\ \text{ذرة من O}$$

5. ما عدد المولات (mol) في كلّ من:

a. 5.75×10^{24} ذرة من الألومنيوم Al.

$$5.57 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Al} \times \frac{1\ \text{mol Al}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Al}}$$

$$= 9.55\ \text{mol Al}$$

b. 2.50×10^{20} ذرة من الحديد Fe.

$$2.50 \times 10^{20}\ \text{ذرة من Fe} \times \frac{1\ \text{mol Fe}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Fe}}$$

$$= 4.15 \times 10^{-4}\ \text{mol Fe}$$

6. **تحفيز** احسب عدد المولات في كلّ من:

a. 3.75×10^{24} جزيء من ثاني أكسيد الكربون CO_2.

$$3.75 \times 10_{24}\ \text{جزيء من } CO_2 \times \frac{1\ \text{mol } CO_2}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } CO_2}$$

$$= 6.23\ \text{mol } CO_2$$

b. 3.58×10^{23} جزيء من كلوريد الخارصين II $ZnCl_2$.

$$3.58 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } ZnCl_2 \times \frac{1\ \text{mol } ZnCl_2}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } ZnCl_2}$$

$$= 0.595\ \text{mol } ZnCl_2$$

التقويم 5-1

الصفحة 59

7. **فسِّر** لماذا يَستخدِم الكيميائيون المول؟

يَستخدم الكيميائيون المول لإنه يوفِّر طريقةً ملائمةً لمعرفة عدد الجسيمات في العيّنة.

8. **اذكر** العلاقة الرياضية بين عدد أفوجادرو والمول.

يحتوي المول الواحد على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الجسيمات.

9. **اكتب** عوامل معاملات التحويل المُستخدَمة للتحويل بين الجسيمات والمولات.

$$\frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جسيم}}{1\ \text{mol}} \quad \text{أو} \quad \frac{1\ \text{mol}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جسيم}}$$

10. فسِّر وجه الشبه بين المول والدرزن.

المول هو وحدةٌ لعدّ 6.02×10^{23} جسيم. أما الدرزن فيُستعمل لعدّ 12 وحدة.

11. طبّق كيف يحسب الكيميائي عدد الجسيمات في عدد معين من مولات المادة.

نضرب عدد المولات في عدد أفوجادرو.

12. احسب عدد الجسيمات الممثلة (ذرات أو جزيئات أو أيونات أو وحدات صيغة) في كلّ من المواد الآتية:

a. 11.5 mol من الفضة Ag.

$$11.5\ \text{mol Ag} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Ag}}{1\ \text{mol Ag}}$$

$$= 6.92 \times 10^{24}\ \text{ذرة من Ag}$$

b. 18.0 mol من الماء H_2O

$$18.0\ \text{mol } H_2O \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } H_2O}{1\ \text{mol } H_2O}$$

$$= 1.08 \times 10^{25}\ \text{جزيء من } H_2O$$

c. 0.15 mol من كلوريد الصوديوم NaCl

$$0.150\ \text{mol NaCl} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{وحدة صيغة من NaCl}}{1\ \text{mol NaCl}}$$

$$= 9.03 \times 10^{22}\ \text{وحدة صيغة من NaCl}$$

d. 1.35×10^{-2} mol من الميثان CH_4

$$1.35 \times 10^{-2}\ \text{mol } CH_4 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } CH_4}{1\ \text{mol } CH_4}$$

$$= 8.13 \times 10^{21}\ \text{جزيء من } CH_4$$

13. رتّب العيّنات الثلاث الآتية من الأصغر إلى الأكبر بحسب عدد الجسيمات الممثلة:

1.25×10^{25} ذرة من الخارصين Zn

3.56 mol من الحديد Fe

6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$

$$3.56\ \text{mol Fe} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Fe}}{1\ \text{mol Fe}}$$

$$= 2.14 \times 10^{24}\ \text{ذرة من Fe}$$

من الأصغر إلى الأكبر: 6.78×10^{22} جزيء من الجلوكوز، ثُمّ 2.14×10^{24} ذرة من Fe، ثُمّ 1.25×10^{25} ذرة من Zn.

5-2 الكتلة والمول

الصفحات 67 – 60

مختبر حلّ المشكلات

الصفحة 61

الهيدروجين–1 الهيليوم–4

1. طبّق ما كتلة ذرة الهيليوم الواحدة بالجرامات؟ (كتلة النيوترون مساوية تقريبًا لكتلة البروتون).

بما أن كتلة النيوترون مساوية تقريبًا لكتلة البروتون، فستحتوي ذرة الهيليوم على 4 بروتونات.

$$\frac{1.67 \times 10^{-24}\text{g}}{\text{بروتون}} \times \frac{4\ \text{بروتون}}{1\ \text{ذرة من He}}$$

$$= 6.69 \times 10^{-24}\text{g لكل ذرة من He}$$

2. ارسم الكربون– 12 يحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات. ارسم نواة الكربون – 12، واحسب كتلة الذرة الواحدة بوحدتي amu، وg.

يجب أن يتضمّن الرسم 6 بروتونات و6 نيوترونات.

$$\frac{1.67 \times 10^{-24}\text{g}}{1\ \text{بروتون}} \times \frac{12\ \text{بروتون}}{1\ \text{ذرة من C–12}}$$

$$= 2.00 \times 10^{-23}\text{g لكل ذرة من C–12}$$

3. **طبّق** ما عدد ذرات الهيدروجين – 1 في عيّنة كتلتها 1.007g؟ تذكر أن 1.007 amu هي كتلة ذرة واحدة من الهيدروجين–1. قرّب إجابتك إلى أقرب جزء من مائة.

$$1.007\text{g} \times \frac{1 \text{ ذرة من H–1}}{1.67 \times 10^{-24}\text{g}}$$

$$= 6.0 \times 10^{23} \text{ ذرة من H–1}$$

4. **طبّق** لو كانت لديك عيّنتان من الهيليوم والكربون تحتويان على عدد أفوجادرو من الذرات، فكم تكون كتلة كلّ عيّنة بالجرامات؟

$$\text{He: } 6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من He} \times \frac{6.69 \times 10^{-24}\text{g}}{1 \text{ ذرة من He}} = 4.03\text{g He}$$

$$\text{C: } 6.02 \times 10^{23} \text{ ذرة من C} \times \frac{2.00 \times 10^{-23}\text{g}}{1 \text{ ذرة من C}} = 12.1\text{g C}$$

5. **استنتج** ماذا يمكنك أن تستنتج عن العلاقة بين عدد الذرات وكتلة كلّ عيّنة؟

كتلة المول الواحد من أيّ ذرة بالجرامات لها القيمة نفسها بوحدة الكتل الذرية.

مسائل تدريبية

الصفحات 63 – 64 – 66

14. احسب الكتلة بالجرامات لكلّ ممّا يلي:

a. 3.57 mol من الألومنيوم Al

$$3.57 \text{ mol Al} \times \frac{26.98 \text{ g Al}}{1 \text{ mol Al}} = 96.3\text{g Al}$$

b. 42.6 mol من السيليكون Si

$$42.6 \text{ mol Si} \times \frac{28.09\text{g Si}}{1 \text{ mol Si}} = 1.20 \times 10^{3}\text{g Si}$$

15. **تحفيز** احسب الكتلة بالجرامات لكلّ ممّا يلي:

a. 3.54×10^{2} mol من أكسيد الكوبلت Co

$$3.54 \times 10^{2} \text{ mol Co} \times \frac{58.93\text{g Co}}{1 \text{ mol Co}}$$

$$= 2.03 \times 10^{4}\text{g Co}$$

b. 2.45×10^{-2} mol من الخارصين Zn

$$2.45 \times 10^{-2} \text{ mol Zn} \times \frac{65.38\text{g Zn}}{1 \text{ mol Zn}}$$

$$= 1.60\text{g Zn}$$

16. احسب عدد المولات في كلٍّ ممّا يلي:

a. 25.5g من الفضة Ag

$$25.5\text{ g Ag} \times \frac{1 \text{ mol Ag}}{107.9\text{ g Ag}}$$

$$= 0.236 \text{ mol Ag}$$

b. 300.0g من الكبريت S

$$300\text{ g S} \times \frac{1 \text{ mol S}}{32.07\text{ g S}}$$

$$= 9.355 \text{ mol S}$$

17. **تحفيز** حوّل كلًّا من الكتل التالية إلى مولات:

a. 1.25×10^{3}g من الخارصين Zn

$$1.25 \times 10^{3}\text{g Zn} \times \frac{1 \text{ mol Zn}}{65.38\text{g Zn}}$$

$$= 19.1 \text{ mol Zn}$$

b. 1.00 kg من الحديد Fe

$$1\text{ kg Fe} \times \frac{1000\text{g Fe}}{1\text{ kg Fe}} \times \frac{1 \text{ mol Fe}}{55.85\text{ g Fe}}$$

$$= 1.79 \times 10^{1} \text{ mol Fe}$$

$$= 17.9 \text{ mol Fe}$$

18. ما عدد الذرات في 11.5g من الزئبق Hg؟

$$11.5\text{g Hg} \times \frac{1\text{mol Hg}}{200.6\text{g Hg}} \times \frac{6.02\times10^{23}\text{ ذرة من Hg}}{1\text{mol Hg}}$$

$$= 3.45\times10^{22}\text{ ذرة من Hg}$$

19. ما كتلة 1.50×10^{15} atoms من النيتروجين N؟

$$1.50\times10^{15}\text{ ذرة من N} \times \frac{1\text{ mol N}}{6.02\times10^{23}\text{ ذرة من N}} \times \frac{14.01\text{ g N}}{1\text{mol N}}$$

$$= 3.49\times10^{-8}\text{g ذرة من N}$$

20. **تحفيز** احسب عدد الذرات في كلّ ممّا يلي:

a. 4.56×10^3 g من السليكون Si

$$4.56\times10^{3}\text{g Si} \times \frac{1\text{ mol Si}}{28.09\text{g Si}} \times \frac{6.02\times10^{23}\text{ ذرة من Si}}{1\text{mol Si}}$$

$$= 9.77\times10^{25}\text{ ذرة من Si}$$

b. 0.120 kg من التيتانيوم Ti

$$0.120\text{k g Ti} \times \frac{1000\text{g Ti}}{1\text{kg Ti}} \times \frac{1\text{mol Ti}}{47.87\text{g Ti}} \times \frac{6.02\times10^{23}\text{ ذرة من Ti}}{1\text{mol Ti}}$$

$$= 1.51\times10^{24}\text{ ذرة من Ti}$$

التقويم 5-2

الصفحة 67

21. **لخّص** الفرق بين كميات مول واحد من مادتين مختلفتين أحاديتي الذرات من حيث الجسيمات والكتلة.

كلّ مول واحد يحتوي على 6.03×10^{23} جسيم، ولكن سيكون لها كتل مختلفة.

22. **اذكر** عامل التحويل اللازم للتحويل بين الكتلة والمولات لذرة الفلور.

التحويل من الكتلة إلى المولات يُستعمَل عامل التحويل

$$\frac{1\text{mol}}{18.998\text{g}}$$

وللتحويل من المولات إلى الكتلة يُستعمَل عامل التحويل

$$\frac{18.998\text{ g}}{1\text{ mol}}$$

23. **اشرح** كيف تربط الكتلة المولية كتلة الذرة بكتلة مول واحد من الذرات؟

الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمولٍ واحد من أيّ مادة نقية.

24. **صف** الخطوات اللازمة لتحويل كتلة عنصر ما إلى ذراته.

اضرب الكتلة في مقلوب الكتلة المولية، ثمّ اضرب الناتج في عدد أفوجادرو.

25. **احسب** كتلة 0.25 mol من ذرات الكربون-12.

$$0.25\text{ mol C}-12 \times 12\text{ g/mol} = 3.0\text{ g C}-12$$

26. **رتّب** الكميات التالية من الأصغر إلى الأكبر بحسب الكتلة:

1.0 mol من Ar، 3.0×10^{24} ذرة من Ne، 20 g من Kr.

$$1\text{mol Ar} \times \frac{39.95\text{ g Ar}}{1\text{mol Ar}} = 39.95\text{g Ar}$$

$$3.0\times10^{24}\text{ ذرة من Ne} \times \frac{1\text{mol Ne}}{6.02\times10^{23}\text{ ذرة من Ne}} \times \frac{20.18\text{ g Ne}}{1\text{mol Ne}} = 101\text{g Ne}$$

الترتيب من الأصغر إلى الأكبر:

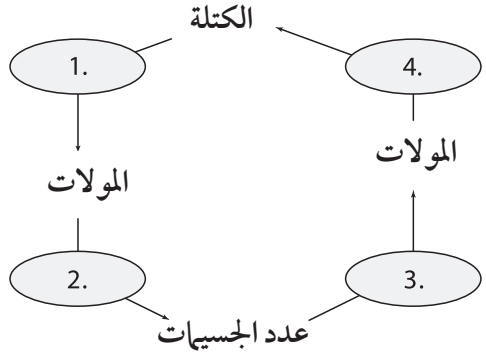
20 g من Kr، ثُمّ 1.0 mol من Ar، ثُمّ 3.0×10^{24} ذرة من Ne.

27. **حدِّد** الكمية التي تحسب بقسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو.

بما أن الكتلة المولية هي نسبة الجرامات لكلّ مول، وعدد أفوجادرو هو نسبة الجسيمات لكلّ مول، فإن قسمة الكتلة المولية للعنصر على عدد أفوجادرو يُنتِج كتلة جسيم واحد من ذلك العنصر.

28. **صمّم** خريطة مفاهيمية توضّح العوامل اللازمة للتحويل بين الكتلة، والمولات، وعدد الجسيمات.

ستتنوّع خرائط المفاهيم للطلاب، ولكنها يجب أن تُظهر المجموعات الصحيحة من معاملات التحويل اللازمة للتحويل بين الكتلة والمولات وعدد الجسيمات.



5-3 مولات المركّبات

الصفحات 75 – 68

مسائل تدريبية

الصفحات 74 – 70

29. يُستعمل كلوريد الخارصين $ZnCl_2$ بوصفه سبيكة لحام لربط فلزين معًا، احسب عدد مولات أيونات Cl^- في $2.50\ mol\ ZnCl_2$.

$$2.50\ \cancel{mol\ ZnCl_2} \times \frac{2\ mol\ Cl^-}{1\ \cancel{mol\ ZnCl_2}}$$

$$= 5.00\ mol\ Cl^-$$

30. تعتمد النباتات والحيوانات على سكر الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ بوصفه مصدرًا للطاقة، احسب عدد مولات كلّ عنصر في $1.25\ mol$ من الجلوكوز.

$$1.25\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{6\ mol\ C}{1\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6}} = 7.50\ mol\ C$$

$$1.25\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{12\ mol\ H}{1\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6}} = 15.0\ mol\ H$$

$$1.25\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{6\ mol\ O}{1\ \cancel{mol\ C_6H_{12}O_6}} = 7.50\ mol\ O$$

31. احسب عدد مولات أيونات الكبريتات الموجودة في $3.00\ mol\ Fe_2(SO_4)_3$.

$$3.00\ \cancel{mol\ Fe_2(SO_4)_3} \times \frac{3\ mol\ SO_4^{2-}}{1\ \cancel{mol\ Fe_2(SO_4)_3}} = 9.00\ mol\ SO_4^{2-}$$

32. ما عـدد مـولات ذرات الأكسجين الموجودة في $5.00\ mol\ P_2O_5$؟

$$5.00\ \cancel{mol\ P_2O_5} \times \frac{5\ mol\ O}{1\ \cancel{mol\ P_2O_5}} = 25.0\ mol\ O$$

33. **تحفيز** احسب عدد مولات ذرات الهيدروجين في $1.15 \times 10^1\ mol$ من الماء.

$$1.15 \times 10^1\ \cancel{mol\ H_2O} \times \frac{2\ mol\ H}{1\ \cancel{mol\ H_2O}} = 23.0\ mol\ H$$

34. احسب الكتلة المولية لكلّ مركّب أيوني من المركّبات التالية:

a. $NaOH$

$$1\ \cancel{mol\ Na} \times \frac{22.99\ g\ Na}{1\ \cancel{mol\ Na}} = 22.99\ g\ Na$$

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00\ g\ O$$

$$1\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 1.008\ g\ H$$

الكتلة المولية $= 22.99\ g + 16.00\ g + 1.008\ g$

$= 40.00\ g/mol$

b. $CaCl_2$

$$1\ \cancel{mol\ Ca} \times \frac{40.08\ g\ Ca}{1\ \cancel{mol\ Ca}} = 40.08\ g\ Ca$$

$$2\ \cancel{mol\ Cl} \times \frac{35.45\ g\ Cl}{1\ \cancel{mol\ Cl}} = 70.90\ g\ Cl$$

الكتلة المولية $= 40.08\ g + 70.90\ g$

$= 110.98\ g/mol$

c. $KC_2H_3O_2$

$$1\ \cancel{mol\ K} \times \frac{39.10\ g\ K}{1\ \cancel{mol\ K}} = 39.10\ g\ K$$

$$2\ \cancel{mol\ C} \times \frac{12.01\ g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} = 24.02\ g\ C$$

$$3\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 3.024\ g\ H$$

$$2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 32.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $_{(KC_2H_3O_2)}$

$=$ **الكتلة المولية** $_{(O)}$ **الكتلة مولية** $_{(H)} +$ **الكتلة المولية** $_{(C)} +$ **الكتلة المولية** $_{(K)}$

$32.00\ g + 3.024\ g + 24.02\ g + 39.10\ g$

الكتلة المولية $= 98.14\ g/mol$

35. احسب الكتلة المولية لكلّ مركب تساهمي من المركّبات التالية:

a. C_2H_5OH

$$2\ \text{mol C} \times \frac{12.01\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 24.02\ \text{g C}$$

$$6\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 6.048\ \text{g H}$$

$$1\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 16.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 16.00\ \text{g} + 6.048\ \text{g} + 24.02\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 46.07\ \text{g/mol}$

b. HCN

$$1\ \text{mol H} \times \frac{\text{m}1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 1.008\ \text{g H}$$

$$\text{mol C} \times \frac{12.01\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 12.01\ \text{g C}$$

$$1\ \text{mol N} \times \frac{14.01\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}} = 14.01\ \text{g N}$$

الكتلة المولية $= 14.01\ \text{g} + 12.01\ \text{g} + 1.008\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 27.03\ \text{g/mol}$

c. CCl_4

$$1\ \text{mol C} \times \frac{12.01\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 12.01\ \text{g C}$$

$$4\ \text{mol Cl} \times \frac{35.45\ \text{g Cl}}{1\ \text{mol Cl}} = 141.80\ \text{g Cl}$$

الكتلة المولية $= 141.08\ \text{g} + 12.01\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 153.81\ \text{g/mol}$

36. تحفيز صنّف كلًّا من المركّبات التالية بوصفه مركّبًا جزيئيًّا أو أيونيًّا، ثمّ احسب كتلته المولية:

a. $Sr(NO_3)_2$

مركّب أيوني؛

$$1\ \text{mol Sr} \times \frac{87.62\ \text{g Sr}}{1\ \text{mol Sr}} = 87.62\ \text{g Sr}$$

$$2\ \text{mol N} \times \frac{14.01\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}} = 28.02\ \text{g N}$$

$$6\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 96.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 96.00\ \text{g} + 28.02\ \text{g} + 87.62\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 211.64\ \text{g/mol}$

b. $(NH_4)_3PO_4$

مركّب أيوني؛

$$3\ \text{mol N} \times \frac{14.018\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}} = 42.03\ \text{g N}$$

$$12\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 12.096\ \text{g H}$$

$$1\ \text{mol P} \times \frac{30.97\ \text{g P}}{1\ \text{mol P}} = 30.97\ \text{g P}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\ \text{g} + 30.97\ \text{g} + 12.096\ \text{g} + 42.03\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 149.10\ \text{g/mol}$

c. $C_{12}H_{22}O_{11}$

مركّب جزيئي؛

$$12\ \text{mol C} \times \frac{12.018\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 144.12\ \text{g C}$$

$$22\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 22.176\ \text{g H}$$

$$11\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 176.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 176.00\ \text{g} + 22.176\ \text{g} + 144.12\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 342.30\ \text{g/mol}$

37. ما كتلة 3.25 mol من حمض الكبريتيك H_2SO_4؟

أولًا: احسب الكتلة المولية لحمض الكبريتيك H_2SO_4:

$$2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g H}$$

$$12\ \text{mol S} \times \frac{32.07\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.07\ \text{g S}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\ \text{g} + 32.07\ \text{g} + 2.016\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 98.09\ \text{g/mol}$

ثانيًا: احسب كتلة 3.25 mol من الحمض:

$$3.25\ \text{mol } H_2SO_4 \times \frac{98.09\ \text{g } H_2SO_4}{1\ \text{mol } H_2SO_4} = 319\ \text{g } H_2SO_4$$

38. ما كتلة 4.35×10^{-2} mol من كلوريد الخارصين $ZnCl_2$؟

أولًا: احسب الكتلة المولية لكلوريد الخارصين $ZnCl_2$:

$$1\,mol\,Zn \times \frac{65.38\,g\,Zn}{1\,mol\,Zn} = 65.38\,g\,Zn$$

$$2\,mol\,Cl \times \frac{35.45\,g\,Cl}{1\,mol\,Cl} = 70.90\,g\,Cl$$

الكتلة المولية $= 70.90\,g + 65.38\,g$

الكتلة المولية $= 136.28\,g/mol$

ثانيًا: احسب كتلة 4.35×10^{-2} mol من المركّب:

$$4.35 \times 10^{-2}\,mol\,ZnCl_2 \times \frac{136.28\,g\,ZnCl_2}{1\,mol\,ZnCl_2} = 5.93\,g\,ZnCl_2$$

39. **تحفيز** اكتب الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم، ثمّ احسب كتلة 2.55 mol بالجرامات.

الصيغة الكيميائية لبرمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$؛

أولًا: احسب الكتلة المولية لبرمنجنات البوتاسيوم $KMnO_4$:

$$1\,mol\,K \times \frac{39.10\,g\,K}{1\,mol\,K} = 39.10\,g\,K$$

$$1\,mol\,Mn \times \frac{54.94\,g\,Mn}{1\,mol\,Mn} = 54.94\,g\,Mn$$

$$4\,mol\,O \times \frac{16.00\,g\,O}{1\,mol\,O} = 64.00\,g\,O$$

الكتلة المولية $= 64.00\,g + 54.94\,g + 39.10\,g$

الكتلة المولية $= 158.04\,g/mol$

كتلة مول واحد من برمنجنات البوتاسيوم $= 158.04\,g/mol$

ثانيًا: احسب كتلة 2.55 mol من المركّب:

$$2.55\,mol\,KMnO_4 \times \frac{158.04\,g\,KMnO_4}{1\,mol\,KMnO_4} = 403\,g\,KMnO_4$$

40. احسب عدد المولات لكلّ من المركّبات الآتية:

a. 22.6g من نترات الفضة $AgNO_3$

أولًا: احسب الكتلة المولية لنترات الفضة $AgNO_3$:

$$1\,mol\,Ag \times \frac{107.90\,g\,Ag}{1\,mol\,Ag} = 107.90\,g\,Ag$$

$$1\,mol\,N \times \frac{14.01\,g\,N}{1\,mol\,N} = 14.01\,g\,N$$

$$3\,mol\,O \times \frac{16.00\,g\,O}{1\,mol\,O} = 48.00\,g\,O$$

الكتلة المولية $= 48.00\,g + 14.01\,g + 107.90\,g$

الكتلة المولية $= 169.9\,g/mol$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$22.6\,g\,AgNO_3 \times \frac{1\,mol\,AgNO_3}{169.9\,g\,AgNO_3} = 0.133\,mol\,AgNO_3$$

b. 6.5 g من كبريتات الخارصين $ZnSO_4$

أولًا: احسب الكتلة المولية لكبريتات الخارصين $ZnSO_4$:

$$1\,mol\,Zn \times \frac{65.38\,g\,Zn}{1\,mol\,Zn} = 65.38\,g\,Zn$$

$$1\,mol\,S \times \frac{32.07\,g\,S}{1\,mol\,S} = 32.07\,g\,S$$

$$4\,mol\,O \times \frac{16.00\,g\,O}{1\,mol\,O} = 64.00\,g\,O$$

الكتلة المولية $= 64.00\,g + 32.07\,g + 65.38\,g$

الكتلة المولية $= 161.45\,g/mol$

كتلة مول واحد من كبريتات الخارصين $= 161.45\,g/mol$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$6.50\,g\,ZnSO_4 \times \frac{1\,mol\,ZnSO_4}{161.45\,g\,ZnSO_4} = 0.0403\,mol\,ZnSO_4$$

41. **تحفيز** صنّف كلًّا من المركّبين التاليين إلى أيونيّ أو جزيئيّ، ثمّ حوّل الكتل المعطاة إلى مولات:

a. 2.5 kg من أكسيد الحديد III Fe_2O_3

مركّب أيوني؛

أولًا: احسب الكتلة المولية لـ Fe_2O_3:

$$2\,mol\,Fe \times \frac{55.85\,g\,Fe}{1\,mol\,Fe} = 111.7\,g\,Fe$$

$$3\,mol\,O \times \frac{16.00\,g\,O}{1\,mol\,O} = 48.00\,g\,O$$

الكتلة المولية $_{(Fe_2O_3)}$ **= الكتلة المولية** $_{(Fe)}$ **+ الكتلة المولية** $_{(O)}$

$= 48.00g + 111.7g$

$= 159.70\,g/mol$

كتلة مول واحد من Fe_2O_3 $= 159.70g/mol$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$2.5\,kg\,Fe_2O_3 \times \frac{1000g}{1\,kg} \times \frac{1mol\,Fe_2O_3}{159.70g\,Fe_2O_3}$$

$$= 15.7\,mol\,Fe_2O_3 = 1.57 \times 10^1\,mol\,Fe$$

b. 25.4 mg كلوريد الرصاص Iv $PbCl_4$.

مركّب أيوني؛

أولًا: احسب الكتلة المولية لـ $PbCl_4$:

$$1\,mol\,Pb \times \frac{207.2g\,Pb}{1\,mol\,Pb} = 207.2g\,Pb$$

$$4\,mol\,Cl \times \frac{35.45g\,Cl}{1\,mol\,Cl} = 141.80g\,Cl$$

$$\text{الكتلة المولية}_{(PbCl_4)} = \text{الكتلة المولية}_{(Cl)} + \text{الكتلة المولية}_{(Pb)}$$

$$= 141.80\,g + 207.2g$$

$$= 349.0g/mol$$

$$\text{كتلة مول واحد من } PbCl_4 = 349.0g/mol$$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$25.4\,mg\,PbCl_4 \times \frac{1g}{1000\,mg} \times \frac{1mol\,PbCl_4}{349.0g\,PbCl_4}$$

$$= 7.28 \times 10^{-5}\,mol\,PbCl_4$$

42. يُستعمَل الإيثانول C_2H_5OH مصدرًا للوقود، ويخلط أحيانًا مع الجازولين. إذا كان لديك عيّنة من الإيثانول C_2H_5OH كتلتها 45.6g، جد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

أولًا: احسب الكتلة المولية للإيثانول C_2H_5OH:

$$2\,mol\,C \times \frac{12.01g\,C}{1\,mol\,C} = 24.02g\,C$$

$$6\,mol\,H \times \frac{1.008g\,H}{1\,mol\,H} = 6.048g\,H$$

$$1\,mol\,O \times \frac{16.00g\,O}{1\,mol\,O} = 16.00g\,O$$

$$\text{الكتلة المولية}_{(C_2H_5OH)} = \text{الكتلة المولية}_{(O)} + \text{الكتلة المولية}_{(H)} + \text{الكتلة المولية}_{(C)}$$

$$= 16.00g + 6.048g + 24.02g$$

$$= 46.07\,g/mol$$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$45.6g\,C_2H_5OH \times \frac{1mol\,C_2H_5OH}{46.07g\,C_2H_5OH} = 0.990\,mol\,C_2H_5OH$$

ثالثًا: احسب عدد جزيئات الإيثانول (C_2H_5OH):

$$0.990\,mol\,C_2H_5OH \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\,mol}$$

$$= 5.96 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } C_2H_5OH$$

رابعًا: احسب عدد ذرات الكربون:

$$5.96 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } C_2H_5OH \times \frac{2\ \text{ذرة من C}}{1\ \text{جزيء من } C_2H_5OH}$$

$$= 1.19 \times 10^{24}\ \text{ذرة من C}$$

b. عدد ذرات الهيدروجين الموجودة فيها.

$$5.96 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } C_2H_5OH \times \frac{6\ \text{ذرة من H}}{1\ \text{جزيء من } C_2H_5OH}$$

$$= 3.58 \times 10^{24}\ \text{ذرة من H}$$

c. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

$$5.96 \times 10^{23}\ \text{جزيء من } C_2H_5OH \times \frac{1\ \text{ذرة من O}}{1\ \text{جزيء من } C_2H_5OH}$$

$$= 5.96 \times 10^{23}\ \text{ذرة من O}$$

43. عيّنة من كبريتيت الصوديوم (Na_2SO_3) كتلتها 2.25g، جد:

a. عدد أيونات Na^+ الموجودة فيها.

أولًا: احسب الكتلة المولية لكبريتيت الصوديوم Na_2SO_3:

$$2\,mol\,Na \times \frac{22.99g\,Na}{1\,mol\,Na} = 45.98g\,Na$$

$$1\,mol\,S \times \frac{32.07g\,S}{1\,mol\,S} = 32.07g\,S$$

$$2\,mol\,O \times \frac{16.00g\,O}{1\,mol\,O} = 48.00g\,O$$

$$\text{الكتلة المولية} = 48.00g + 32.07g + 45.89g$$

$$\text{الكتلة المولية} = 126.05g/mol$$

$$\text{كتلة مول واحد من كبريتيت الصوديوم} = 126.05g/mol$$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$2.25g\,Na_2SO_3 \times \frac{1mol\,Na_2SO_3}{126.05\,g\,Na_2SO_3}$$

$$= 0.0179\,mol\,Na_2SO_3$$

ثالثًا: احسب عدد وحدات الصيغة:

$$0.0179\ \text{mol}\ Na_2SO_3 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}{1\ \text{mol}} = 1.8\times10^{22}\ \text{وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3$$

رابعًا: احسب عدد أيونات Na^+ الموجبة:

$$1.08\times10^{22}\ \text{وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3 \times \frac{2\ \text{أيون من}\ Na^+}{1\ \text{وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3} = 2.16\times10^{22}\ \text{أيون من}\ Na^+$$

b. عدد أيونات SO_3^{2-} الموجودة فيها.

$$1.08\times10^{22}\ \text{وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3 \times \frac{1\ \text{أيون من}\ SO_3^{2-}}{1\ \text{وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3} = 1.08\times10^{22}\ \text{أيون من}\ SO_3^{2-}$$

c. الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة من Na_2SO_3 في العيّنة.

$$\frac{126.05\text{g}\ Na_2SO_3}{1\ \text{mol}\ Na_2SO_3} \times \frac{1\ \text{mol}\ Na_2SO_3}{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3} = 2.09\times10^{-22}\text{g}\ \text{لكل وحدة صيغة من}\ Na_2SO_3$$

44. عيّنة من ثاني أكسيد الكربون CO_2 كتلتها 52.0g، جد:

a. عدد ذرات الكربون الموجودة فيها.

أولًا: احسب الكتلة المولية لثاني أكسيد الكربون CO_2:

$$1\ \text{mol}\ C \times \frac{12.01\text{g C}}{1\ \text{mol}\ C} = 12.01\text{g C}$$

$$2\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 32.00\text{g O}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 32.00\text{g} + 12.01\text{g}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 44.01\text{g/mol}$$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$52.0\text{g}\ CO_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ CO_2}{44.01\text{g}\ CO_2} = 1.18\ \text{mol}\ CO_2$$

ثالثًا: احسب عدد جزيئات CO_2:

$$1.18\ \text{mol}\ CO_2 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}} = 7.11\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ CO_2$$

رابعًا: احسب عدد ذرات الكربون:

$$7.11\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ CO_2 \times \frac{1\ \text{ذرة من C}}{1\ \text{جزيء من}\ CO_2} = 7.11\times10^{23}\ \text{ذرة من C}$$

b. عدد ذرات الأكسجين الموجودة فيها.

$$7.11\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ CO_2 \times \frac{2\ \text{ذرة من O}}{1\ \text{جزيء من}\ CO_2} = 1.42\times10^{24}\ \text{ذرة من O}$$

c. كتلة جزيء واحد من CO_2 بالجرامات.

$$\frac{44.01\text{g}\ CO_2}{1\ \text{mol}\ CO_2} \times \frac{1\ \text{mol}\ CO_2}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ CO_2} = 7.31\times10^{-23}\text{g}\ \text{لكل جزيء من}\ CO_2$$

45. ما كتلة كلوريد الصوديوم NaCl التي تحتوي على 4.59×10^{24} صيغة وحدة؟

أولًا: احسب عدد مولات NaCl:

$$4.59\times10^{24}\ \text{وحدة صيغة} \times \frac{1\ \text{mol NaCl}}{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}} = 7.62\ \text{mol NaCl}$$

ثانيًا: احسب الكتلة المولية NaCl:

$$1\ \text{mol Na} \times \frac{22.99\text{g Na}}{1\ \text{mol Na}} = 22.99\text{g Na}$$

$$1\ \text{mol Cl} \times \frac{35.45\text{ g Cl}}{1\ \text{mol Cl}} = 35.45\text{ g Cl}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 35.45\text{ g} + 22.99\text{ g}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 58.44\text{g/mol}$$

ثالثًا: احسب كتلة NaCl:

$$7.62\ \text{mol NaCl} \times \frac{58.44\text{ g NaCl}}{1\ \text{mol NaCl}} = 445\text{ g NaCl}$$

46. تحفيز عيّنة من كرومات الفضة كتلتها 25.8g:

a. اكتب صيغة كرومات الفضة.

صيغة كرومات الفضة: Ag_2CrO_4.

b. عدد الأيونات الموجبة فيها

أولًا: احسب الكتلة المولية لكرومات الفضة Ag_2CrO_4:

$$2\ \text{mol Ag} \times \frac{107.9\text{g Ag}}{1\ \text{mol Ag}} = 215.8\text{g Ag}$$

$$1\ \text{mol Cr} \times \frac{52.00\text{g Cr}}{1\ \text{mol Cr}} = 52.00\text{ g Cr}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{ g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\text{g} + 52.00\text{g} + 215.8\text{g}$

الكتلة المولية $= 331.8\text{g/mol}$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$25.8\text{g } Ag_2CrO_4 \times \frac{1\text{ mol } Ag_2CrO_4}{331.8\text{g } Ag_2CrO_4}$$

$$= 0.0778\text{ mol } Ag_2CrO_4$$

ثالثًا: احسب عدد وحدات الصيغة:

$$0.0778\ \text{mol } Ag_2CrO_4 \times \frac{\text{1 وحدة صيغة من } 6.02\times10^{23}}{1\ \text{mol}}$$

$$= \text{4.68}\times10^{22}\ \text{وحدة صيغة من } Ag_2CrO_4$$

رابعًا: احسب عدد أيونات Ag^+ الموجبة:

$$4.68\times10^{22}\ \text{وحدة صيغة من } Ag_2CrO_4 \times \frac{2\ \text{أيون من } Ag^+}{1\ \text{وحدة صيغة من } Ag_2CrO_4}$$

$$= 9.36 \times 10^{22}\ \text{أيون من } Ag^+$$

c. عدد الأيونات السالبة فيها.

$$4.68\times10^{22}\ \text{وحدة صيغة من } Ag_2CrO_4 \times \frac{1\ \text{أيون من } CrO_4^{2-}}{1\ \text{وحدة صيغة من } Ag_2CrO_4}$$

$$= 4.68 \times 10^{22}\ \text{أيون من } CrO_4^{2-}$$

d. مقدار الكتلة بالجرامات لوحدة صيغة واحدة منها.

$$\frac{331.8\text{ g } Ag_2CrO_4}{1\ \text{mol } Ag_2CrO_4} \times \frac{1\ \text{mol } Ag_2CrO_4}{6.02\times10^{23}\ \text{وحدة صيغة}}$$

$$= 5.51 \times 10^{-22}\text{g لكل وحدة صيغة من } Ag_2CrO_4$$

التقويم 3-5

الصفحة 75

47. صف كيف تحدّد الكتلة المولية للمركّب.

اضرب كتلة مول واحد من كلّ عنصر في نسبة ذلك العنصر إلى مول واحد من المركّب. واجمع الكتل الناتجة من هذه العمليات.

48. حدِّد عوامل التحويل المطلوبة للتحويل بين عدد مولات المركّب وكتلته.

$$\frac{\text{عدد الجرامات}}{\text{1 مول}} \text{ ، } \frac{\text{1 مول}}{\text{عدد الجرامات}}$$

49. وضّح كيف يمكنك أن تحدّد عدد الذرات أو الأيونات في كتلة معيّنة من المركّب.

حوّل الكتلة إلى مولات، واضرب عدد المولات في نسبة عدد الذرات أو الأيونات إلى مول واحد من المركّب، ثمّ اضرب في عدد أفوجادرو.

50. طبّق ما عدد مولات ذرات كلّ من K، C، O في مول واحد من $K_2C_2O_4$؟

2 mol K، و2 mol C، و4 mol O.

51. احسب الكتلة المولية لبروميد الماغنسيوم $MgBr_2$.

الكتلة المولية $= 2\,(79.904\text{ g/mol Br}) + 24.305\text{g/mol Mg}$

الكتلة المولية $MgBr_2 = 184.113\text{ g/mol}$

52. احسب ما عدد مولات Ca^{2+} الموجودة في 1000 mg من $CaCO_3$؟

$$1000\ \text{mg } Ca^{2+} \times \frac{1\text{ g } Ca^{2+}}{10^3\text{mg } Ca^{2+}} \times \frac{1\text{ mol } Ca^{2+}}{40.05\text{ g } Ca^{2+}}$$

$$= 0.025\text{ mol } Ca^{2+}$$

53. صمّم رسمًا بيانيًّا بالأعمدة يُظهر عدد مولات كلّ عنصر موجود في 500 g من الدايوكسين $C_{12}H_4Cl_4O_2$، الشديد السميّة.

أولًا: احسب الكتلة المولية للدايوكسين $C_{12}H_4Cl_4O_2$:

$$12\ \cancel{mol\ C} \times \frac{12.01g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} = 144.12\ g\ C$$

$$2\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 4.032\ g\ H$$

$$4\ \cancel{mol\ Cl} \times \frac{35.45\ g\ Cl}{1\ \cancel{mol\ Cl}} = 141.80\ g\ Cl$$

$$2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 32.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $= 32.00g + 141.80\ g + 4.032\ g + 144.12\ g$

الكتلة المولية $= 321.96g/mol$

ثانيًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$500\ \cancel{g\ C_{12}H_4Cl_4O_2} \times \frac{1mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2}{321.96\ \cancel{g\ C_{12}H_4Cl_4O_2}}$$

$$= 1.6\ mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2$$

يجب أن تُظهِر رسوم الطلاب البيانية بالأعمدة الكميات المولية التالية:

عدد مولات C:

$$1.6\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2} \times \frac{12\ mol\ C}{1\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2}} = 19.2\ mol\ C$$

عدد مولات H:

$$1.6\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2} \times \frac{4\ mol\ H}{1\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2}} = 6.4\ mol\ H$$

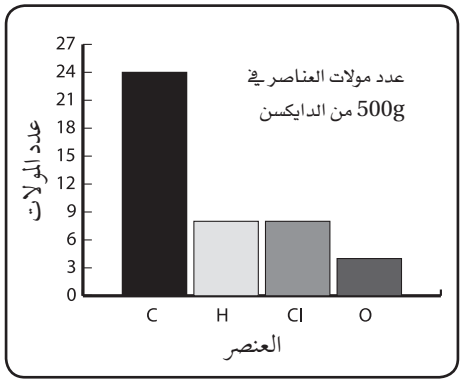
عدد مولات Cl:

$$1.6\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2} \times \frac{4\ mol\ Cl}{1\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2}} = 6.4\ mol\ Cl$$

عدد مولات O:

$$1.6\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2} \times \frac{2\ mol\ O}{1\ \cancel{mol\ C_{12}H_4Cl_4O_2}} = 3.2\ mol\ O$$

عدد مولات العناصر في 500g من الدايوكسين $C_{12}H_4C_{l4}O_2$



5-4 الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية

الصفحات 85 – 76

مسائل تدريبية

الصفحات 85 – 78

54. ما التركيب النسبي المئوي لحمض الفوسفوريك H_3PO_4؟

أولًا: افترض أن لديك 1mol من الحمض.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_3PO_4:

$$3\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 3.024\ g\ H$$

$$1\ \cancel{mol\ P} \times \frac{30.97g\ P}{1\ \cancel{mol\ P}} = 30.97\ g\ H$$

$$4\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 64.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 64.00g + 30.06g + 3.024g$

الكتلة المولية $= 97.99g/mol$

كتلة مول واحد من $H_3PO_4 = 97.99g/mol$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر:

$$\%H = \frac{3.024g\ H}{97.99g\ H_3PO_4} \times 100\% = 3.08\%$$

$$\%P = \frac{30.97g\ P}{97.99g\ H_3PO_4} \times 100\% = 31.61\%$$

$$\%O = \frac{64.00g\ O}{97.99g\ H_3PO_4} \times 100\% = 65.31\%$$

55. أيّ المركّبين التاليين تكون فيه النسبة المئوية بالكتلة للكبريت أعلى: H_2SO_3 أم H_2SO_4 ؟

H_2SO_3 :

أولًا: افترض أن لديك 1mol من الحمض.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_2SO_3:

$$2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g H}$$

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.06\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.06\ \text{g S}$$

$$3\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 48.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 48.00\text{g} + 32.06\text{ g} + 2.016\text{ g}$

الكتلة المولية $= 82.08\text{g/mol}$

كتلة مول واحد من H_2SO_3 $= 82.08\text{g/mol}$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة للكبريت S:

$$\%\ \text{S} = \frac{32.06\ \text{g S}}{82.08\ \text{g}\ H_2SO_3} \times 100\% = 39.06\ \%$$

أعد الخطوتين (1، 2)، افترض أن لديك 1mol من الحمض، ثم احسب الكتلة المولية H_2SO_4:

$$2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\ \text{g H}$$

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.06\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.06\ \text{g S}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\text{g} + 32.06\text{ g} + 2.016\text{g}$

الكتلة المولية $= 94.08\text{g/mol}$

كتلة مول واحد من H_2SO_4 $= 94.08\text{g/mol}$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة للكبريت S:

$$\%\ \text{S} = \frac{32.06\text{g S}}{94.08\text{g}\ H_2SO_4} \times 100\% = 34.08\ \%$$

يمتلك H_2SO_3 نسبة مئوية للكبريت أكبر من H_2SO_4.

56. يُستعمَل كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$ لمنع التجمد. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر في $CaCl_2$.

أولًا: افترض أن لديك 1mol من المركّب.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية $CaCl_2$:

$$1\ \text{mol Ca} \times \frac{40.08\text{g Ca}}{1\ \text{mol Ca}} = 40.08\ \text{g Ca}$$

$$2\ \text{mol Cl} \times \frac{35.45\ \text{g Cl}}{1\ \text{mol Cl}} = 70.90\ \text{g Cl}$$

الكتلة المولية $= 70.90\text{ g} + 40.08\text{ g}$

الكتلة المولية $= 110.98\text{g/mol}$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر:

$$\%\ \text{Ca} = \frac{40.08\ \text{g Ca}}{110.98\text{g}\ CaCl_2} \times 100\% = 36.11\%$$

$$\%\ \text{Cl} = \frac{70.90\text{g Cl}}{110.98\text{g}\ CaCl_2} \times 100\% = 63.89\%$$

57. تحفيز تُستعمَل كبريتات الصوديوم في صناعة المُنظِّفات.

a. حدّد العناصر المكوّنة لكبريتات الصوديوم، ثمّ اكتب الصيغة الكيميائية لهذا المركّب.

العناصر المكوّنة لكبريتات الصوديوم: الصوديوم Na، والكبريت S، والأكسجين O. وصيغته الكيميائية: Na_2SO_4.

b. احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر في كبريتات الصوديوم.

أولًا: افترض أن لديك 1mol من المركّب.

ثانيًا: احسب الكتلة المولية Na_2SO_4:

$$2\ \text{mol Na} \times \frac{22.99\text{g Na}}{1\ \text{mol Na}} = 45.98\text{g Na}$$

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.07\text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.07\text{g S}$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 64.00\text{g O}$$

الكتلة المولية $= 64.00\text{g} + 32.07\text{g} + 45.98\text{g}$

الكتلة المولية $= 142.05\ \text{g/mol}$

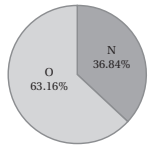
ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر:

$$\%Na = \frac{45.98g\ Na}{142.05\ g\ Na_2SO_4} \times 100\% = 32.37\%$$

$$\%S = \frac{32.07g\ S}{142.05\ g\ Na_2SO_4} \times 100\% = 22.58\%$$

$$\%O = \frac{64.00g\ O}{142.05\ g\ Na_2SO_4} \times 100\% = 45.05\%$$

58. يُمثّل الرسم البيانيّ الدائري أدناه النسب المئوية لمادة صُلبة زرقاء. فما الصيغة الأولية لهذه المادة؟



أولًا: افترض أن لديك 100g من المادة، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$36.84\ g\ N \times \frac{1\ mol\ N}{14.01\ g\ N} = 2.630\ mol\ N$$

$$63.16\ g\ O \times \frac{1\ mol\ O}{16.01\ g\ O} = 3.948\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{2.630\ mol\ N}{2.630\ mol\ N} = \frac{1.000\ mol\ N}{1.000\ mol\ N} = \frac{1mol\ N}{1mol\ N}$$

$$\frac{3.948\ mol\ O}{2.630\ mol\ N} = \frac{1.500\ mol\ O}{1.000\ mol\ N} = \frac{1.5\ mol\ O}{1mol\ N}$$

تكون نسبة O : N

1 mol N : 1.5 mol O

ثالثًا: حوّل الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة:

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol N : 3 mol O

الصيغة الأولية للمادة: N_2O_3

59. ما الصيغة الأولية لمركّب يحتوي على 35.98% ألومنيوم و 64.02% كبريت.

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$35.98\ g\ Al \times \frac{1\ mol\ Al}{26.98\ g\ Al} = 1.334\ mol\ Al$$

$$64.02\ g\ S \times \frac{1\ mol\ S}{32.06\ g\ S} = 1.996\ mol\ S$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{1.334\ mol\ Al}{1.334\ mol\ Al} = \frac{1.000\ mol\ Al}{1.000\ mol\ Al} = \frac{1mol\ Al}{1mol\ Al}$$

$$\frac{1.996\ mol\ S}{1.334\ mol\ Al} = \frac{1.500\ mol\ S}{1.000\ mol\ Al} = \frac{1.5\ mol\ S}{1mol\ Al}$$

تكون نسبة S : Al:

1 mol Al : 1.5 mol S

ثالثًا: حول الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol Al : 3 mol S

الصيغة الأولية للمادة: Al_2S_3

60. البروبان هو أحد الهيدروكربونات، وهي مركّبات تحتوي فقط على الكربون والهيدروجين. فإذا كان يتكوّن من 81.82% من الكربون و18.18% من الهيدروجين، فما صيغته الأولية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$81.82\ g\ C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ g\ C} = 6.813\ mol\ C$$

$$18.18\ g\ H \times \frac{1\ mol\ H}{2.008\ g\ H} = 18.04\ mol\ H$$

ثالثًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{6.813\ mol\ C}{6.813\ mol\ C} = \frac{1.000mol\ C}{1.000\ mol\ C} = \frac{1mol\ C}{1\ mol\ C}$$

$$\frac{18.04\ mol\ H}{6.813\ mol\ C} = \frac{2.649\ mol\ H}{1.000\ mol\ C} = \frac{2.65\ mol\ C}{1\ mol\ C}$$

تكون نسبة H : C:

1 mol C : 2.65 mol H

ثالثًا: حول الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة

نضرب الطرفين في العدد 3، فتصبح النسبة:

3 mol C : 7.95 mol H

3 mol C : 8 mol H

الصيغة الأولية للمركّب: C_3H_8

61. تحفيز الأسبرين يُعدّ من أكثر الأدوية استعمالًا في العالم. ويتكوّن من 60.00% كربون، و4.44% هيدروجين، و35.56% أكسجين. فما صيغته الأولية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$60.00\,\text{g C} \times \frac{1\,\text{mol C}}{12.01\,\text{g C}} = 5.00\,\text{mol C}$$

$$4.44\,\text{g H} \times \frac{1\,\text{mol H}}{1.008\,\text{g H}} = 4.40\,\text{mol H}$$

$$35.56\,\text{g O} \times \frac{1\,\text{mol O}}{16.00\,\text{g O}} = 2.22\,\text{mol O}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{5.00\,\text{mol C}}{2.22\,\text{mol O}} = \frac{2.25\,\text{mol C}}{1.00\,\text{mol O}} = \frac{2.25\,\text{mol C}}{1\,\text{mol O}}$$

$$\frac{4.40\,\text{mol H}}{2.22\,\text{mol O}} = \frac{1.98\,\text{mol H}}{1.00\,\text{mol O}} = \frac{2\,\text{mol H}}{1\,\text{mol O}}$$

$$\frac{2.22\,\text{mol O}}{2.22\,\text{mol O}} = \frac{1.00\,\text{mol O}}{1.00\,\text{mol O}} = \frac{1\,\text{mol O}}{1\,\text{mol O}}$$

تكون نسبة C : H : O

2.25 mol C : 2.00 mol H : 1 mol O

ثالثًا: حول الكسور العشرية إلى أعداد صحيحة

نضرب الطرفين في العدد 4، فتصبح النسبة:

9.00 mol C : 8.00 mol H : 4 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: $C_9H_8O_4$

62. وُجِدَ أن مركّبًا يحتوي على 49.98 g من الكربون و10.47 g من الهيدروجين. فإذا كانت الكتلة المولية للمركّب 58.12 g/mol، فما صيغته الجزيئية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$49.98\,\text{g C} \times \frac{1\,\text{mol C}}{12.01\,\text{g C}} = 4.162\,\text{mol C}$$

$$10.47\,\text{g H} \times \frac{1\,\text{mol H}}{1.008\,\text{g H}} = 10.39\,\text{mol H}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{4.162\,\text{mol C}}{4.16\,2\,\text{mol C}} = \frac{1.000\,\text{mol C}}{1.000\,\text{mol C}} = \frac{1\,\text{mol C}}{1\,\text{mol C}}$$

$$\frac{10.39\,\text{mol H}}{4.162\,\text{mol C}} = \frac{2.50\,\text{mol H}}{1.000\,\text{mol C}} = \frac{2.5\,\text{mol H}}{1\,\text{mol C}}$$

تكون نسبة H : C:

1 mol C : 2.50 mol H

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol C : 5 mol H

الصيغة الأولية للمركّب: C_2H_5

ثالثًا: احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية:

$$2\,\text{mol C} \times \frac{12.01\,\text{g C}}{1\,\text{mol C}} = 24.02\,\text{g C}$$

$$5\,\text{mol H} \times \frac{1.008\,\text{g H}}{1\,\text{mol H}} = 5.040\,\text{g H}$$

الكتلة المولية = 5.040 g + 24.02 g

الكتلة المولية = 29.06 g/mol

رابعًا: نحسب مُعامِل الضرب:

$$\frac{58.12\,\text{g/ mol}}{29.06\,\text{g/ mol}} = 2.000$$

الصيغة الجزيئية للمركّب = C_4H_{10}

63. سائل عديم اللون يتكوّن من 46.68% نيتروجين و53.32% أكسجين، وكتلته المولية 60.01 g/mol. فما صيغته الجزيئية؟

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$46.68\,\text{g N} \times \frac{1\,\text{mol N}}{14.01\,\text{g N}} = 3.332\,\text{mol N}$$

$$53.32\,\text{g O} \times \frac{1\,\text{mol O}}{16.00\,\text{g O}} = 3.333\,\text{mol O}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{3.332\,\text{mol N}}{3.332\,\text{mol N}} = \frac{1.000\,\text{mol N}}{1.000\,\text{mol N}} = \frac{1\,\text{mol N}}{1\,\text{mol N}}$$

$$\frac{3.333\ \text{mol O}}{3.332\ \text{mol N}} = \frac{1.000\ \text{mol O}}{1.000\ \text{mol N}} = \frac{1\ \text{mol O}}{1\ \text{mol N}}$$

تكون نسبة O : N

1 mol N : 1 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: NO

ثالثًا: احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية:

$$1\ \text{mol N} \times \frac{14.01\ \text{g N}}{1\ \text{mol N}} = 14.01\ \text{g N}$$

$$1\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 16.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية = 16.00 g + 14.01 g

= 30.01g/mol الكتلة المولية

رابعًا: احسب معامل الضرب:

$$\frac{60.01\text{g/ mol}}{30.01\text{g/ mol}} = 2.000$$

الصيغة الجزيئية للمركّب = N_2O_2

64. عند تحليل أكسيد البوتاسيوم، نتج 19.55 g من K، و4.00 g من O. فما الصيغة الأولية للأكسيد؟

أولاً: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$19.55\ \text{g K} \times \frac{1\ \text{mol K}}{39.10\ \text{g K}} = 0.5000\ \text{mol K}$$

$$4.00\ \text{g O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \text{g O}} = 0.250\ \text{mol O}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{0.5000\ \text{mol K}}{0.250\ \text{mol O}} = \frac{2.000\ \text{mol K}}{1.000\ \text{mol O}} = \frac{2\ \text{mol K}}{1\ \text{mol O}}$$

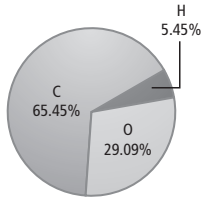
$$\frac{0.250\ \text{mol O}}{0.250\ \text{mol O}} = \frac{1.000\ \text{mol O}}{1.000\ \text{mol O}} = \frac{1\ \text{mol O}}{1\ \text{mol O}}$$

تكون نسبة K : O

2 mol K : 1 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: K_2O

65. **تحفيز** عند تحليل مادة كيميائية تُستعمَل في سائل تظهير الأفلام الفوتوجرافية، تمّ التوصل إلى بيانات التركيب النسبي المئوي الموضّحة في الشكل أدناه. فإذا كانت الكتلة المولية للمركّب 110.0g/mol، فما الصيغة الجزيئية له؟



أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$65.45\ \text{g C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\ \text{g C}} = 5.450\ \text{mol C}$$

$$5.45\ \text{g H} \times \frac{1\ \text{mol H}}{1.008\ \text{g H}} = 5.41\ \text{mol H}$$

$$29.09\ \text{g O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\ \text{g O}} = 1.818\ \text{mol O}$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{5.450\ \text{mol C}}{1.818\ \text{mol O}} = \frac{3.00\ \text{mol C}}{1.00\ \text{mol O}} = \frac{3\ \text{mol C}}{1\ \text{mol O}}$$

$$\frac{5.41\ \text{mol H}}{1.818\ \text{mol O}} = \frac{2.98\ \text{mol H}}{1.00\ \text{mol O}} = \frac{3\ \text{mol H}}{1\ \text{mol O}}$$

$$\frac{1.818\ \text{mol O}}{1.818\ \text{mol O}} = \frac{1.00\ \text{mol O}}{1.00\ \text{mol O}} = \frac{1\ \text{mol O}}{1\ \text{mol O}}$$

تكون نسبة C : H : O

3 mol C : 3 mol H : 1 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: C_3H_3O

ثالثًا: احسب الكتلة المولية للصيغة الأولية:

$$3\ \text{mol C} \times \frac{12.01\ \text{g C}}{1\ \text{mol C}} = 36.03\ \text{g C}$$

$$3\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 3.024\ \text{g H}$$

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 16.00g + 3.024g + 36.03g$

الكتلة المولية $= 55.05\ g/mol$

رابعًا: نحسب معامل الضرب:

$$\frac{110.0\ g/\ mol}{55.05\ g/mol} = 1.998 \approx 2.000$$

الصيغة الجزيئية للمركّب $= C_6H_6O_2$

66. تحفيز عند تحليل مُسَكِّن الآلام المعروف المورفين تمّ التوصل إلى البيانات المبيّنة في الجدول أدناه. فما الصيغة الأولية للمورفين؟

العنصر	كربون	هيدروجين	أكسجين	نيتروجين
الكتلة(g)	17.900	1.680	4.225	1.228

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب، احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$17.900\ \cancel{g\ C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ \cancel{g\ C}} = 1.490\ mol\ C$$

$$1.680\ \cancel{g\ H} \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\ \cancel{g\ H}} = 1.667\ mol\ H$$

$$4.255\ \cancel{g\ O} \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\ \cancel{g\ O}} = 0.2641\ mol\ O$$

$$1.288\ \cancel{g\ N} \times \frac{1\ mol\ N}{14.01\ \cancel{g\ N}} = 0.08765\ mol\ N$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{1.490\ mol\ C}{0.08765\ mol\ N} = \frac{17.00\ mol\ C}{1.000\ mol\ N} = \frac{17 mol\ C}{1\ mol\ N}$$

$$\frac{1.667\ mol\ H}{0.08765\ mol\ N} = \frac{19.02\ mol\ H}{1.000\ mol\ N} = \frac{19\ mol\ H}{1\ mol\ N}$$

$$\frac{0.2641\ mol\ O}{0.08765\ mol\ N} = \frac{3.013\ mol\ O}{1.000\ mol\ N} = \frac{3 mol\ O}{1\ mol\ N}$$

$$\frac{0.08765\ mol\ N}{0.08765\ mol\ N} = \frac{1.000\ mol\ N}{1.000\ mol\ N} = \frac{1 mol\ N}{1\ mol\ N}$$

تكون نسبة O : H : N : C

17 mol C : 19 mol H : 1 mol N : 3 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: $C_{17}H_{19}NO_3$

التقويم 5-4

الصفحة 85

67. قوّم إذا أخبرك أحد زملائك أن النتائج التجريبية تبيّن أن الصيغة الجزيئية لمركّب تساوي ضعف صيغته الأولية بـِ2.5 مرة، فهل إجابته صحيحة؟ فسِّر ذلك.

لا، الإجابة غير صحيحة؛ لأن الصيغة الجزيئية يجب أن تكون من مضاعفات الصيغة الأولية بأعداد صحيحة.

68. احسب نتج من تحليل مركّب يتكوّن من الحديد والأكسجين، 174.86g Fe، و75.14g O. فما الصيغة الأولية لهذا المركّب؟

أولًا: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$174.86\ \cancel{g\ Fe} \times \frac{1\ mol\ Fe}{55.85\ \cancel{g\ Fe}} = 3.131\ mol\ Fe$$

$$75.14\ \cancel{g\ O} \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\ \cancel{g\ O}} = 4.696\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{3.131\ mol\ Fe}{3.131\ mol\ Fe} = \frac{1.000\ mol\ Fe}{1.000\ mol\ Fe} = \frac{1 mol\ Fe}{1\ mol\ Fe}$$

$$\frac{4.696\ mol\ O}{3.131\ mol\ Fe} = \frac{1.500\ mol\ O}{1.000\ mol\ Fe} = \frac{1.5 mol\ O}{1\ mol\ Fe}$$

تكون نسبة Fe : O

1 mol Fe : 1.5 mol O

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol Fe : 3 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: Fe_2O_3

69. احسب يحتوي أكسيد الألومنيوم على 0.545g Al، و0.485g O. فما الصيغة الأولية للأكسيد؟

أولًا: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$0.545\,g\,Al \times \frac{1\ mol\ Al}{26.98\,g\,Al} = 0.0202\ mol\ Al$$

$$0.485\,g\,O \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\,g\,O} = 0.0303\ mol\ O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{0.0202\ mol\ Al}{0.0202\ mol\ Al} = \frac{1.000\ mol\ Al}{1.000\ mol\ Al} = \frac{1\ mol\ Al}{1\ mol\ Al}$$

$$\frac{0.0303\ mol\ O}{0.0202\ mol\ Al} = \frac{1.500\ mol\ O}{1.000\ mol\ Al} = \frac{1.5\ mol\ O}{1\ mol\ Al}$$

تكون نسبة O : Al

1 mol Al : 1.5 mol O

نضرب الطرفين في العدد 2، فتصبح النسبة:

2 mol Al : 3 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: Al_2O_3

70. **وضّح** كيف ترتبط بيانات التركيب النسبي المئوي لمركّب بكتل العناصر في ذلك المركّب.

التركيب النسبي المئوي يساوي كتلة كلّ عنصر بالجرام في 100 g من العيّنة.

71. **وضّح** كيف تجد النسبة المولية في مركّب كيميائي.

تُحسَب النسبة المولية عن طريق حساب مولات كلّ عنصر في المركّب، ثمّ قسمة كلّ عدد من المولات على أصغر عدد من بينها. وقد يكون، من الضروري أحيانًا الضرب في عدد صحيح لتحصل على جواب بقيمة عددية صحيحة.

72. **طبّق** الكتلة المولية لمركّب هي ضعف صيغته الأولية. فكيف ترتبط صيغته الجزيئية بصيغته الأولية؟

الصيغة الجزيئية تساوي ضعف الصيغة الأولية.

73. **حلّل** الهيماتيت (Fe_2O_3) والماجنتيت (Fe_3O_4) خامان يستخرج منهما الحديد. فأيّهما يُعطي نسبة أعلى من الحديد لكلّ كيلوجرام؟

أولًا: احسب الكتلة المولية Fe_2O_3:

$$2\ mol\ Fe \times \frac{55.85g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 111.70g\ Fe$$

$$3\ mol\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ mol\ O} = 48.00g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية } Fe_2O_3 = 111.70\ g + 48.00\ g$$

$$\text{الكتلة المولية} = 159.70g/mol$$

ثانيًا: احسب الكتلة المولية Fe_3O_4:

$$3\ mol\ Fe \times \frac{55.85g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 167.55g\ Fe$$

$$4\ mol\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ mol\ O} = 64.00g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية } Fe_3O_4 = 64.00\ g + 167.55\ g$$

$$\text{الكتلة المولية} = 231.55g/mol$$

ثالثًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ Fe في المركّب Fe_2O_3:

$$\%Fe \text{ في } Fe_3O_4 = \frac{111.70\ g\ Fe}{159.70\ g\ Fe_2O_3} \times 100\%$$

$$= 69.94\%$$

رابعًا: احسب النسبة المئوية بالكتلة لكلّ Fe في المركّب Fe_3O_4:

$$\%Fe \text{ في } Fe_3O_4 = \frac{167.55\ g\ Fe}{231.55\ g\ Fe_3O_4} \times 100\%$$

$$= 72.36\%$$

يحتوي الهيماتيت على 69.94% Fe، في حين يحتوي الماجنتيت على 72.36% Fe. لذا يحتوي الماجنتيت على نسبة مئوية أعلى من الحديد في كلّ كيلو جرام واحد.

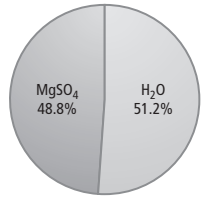
5-5 صيغ الأملاح المائية

الصفحات 78 - 75

مسائل تدريبية

الصفحة 89

74. يَظهر في الشكل في الصفحة التالية تركيب أحد الأملاح المائية. فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟



أولًا: افترض أن لديك 100 g من العيّنة، احسب عدد المولات لكلّ مركّب:

$$48.8\,\cancel{g}\ MgSO_4 \times \frac{1\ mol\ MgSO_4}{120.38\,\cancel{g}\ MgSO_4}$$

$$= 0.405\ mol\ MgSO_4$$

$$51.2\,\cancel{g}\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\,\cancel{g}\ H_2O}$$

$$= 2.84\ mol\ H_2O$$

ثانيًا: احسب نسبة المولات لكلّ مركب:

$$\frac{0.405\ mol\ MgSO_4}{0.405\ mol\ MgSO_4} = \frac{1.00\ mol\ MgSO_4}{1.00\ mol\ MgSO_4} = \frac{1\ mol\ MgSO_4}{1\ mol\ MgSO_4}$$

$$\frac{2.84\ mol\ H_2O}{0.405\ mol\ MgSO_4} = \frac{7.01\ mol\ H_2O}{1.00\ mol\ MgSO_4} = \frac{7\ mol\ H_2O}{1\ mol\ MgSO_4}$$

صيغة هذا الملح المائي: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$،

واسمه كبريتات الماغنسيوم سباعية الماء.

75. تحفيز سُخِّنت عيّنة كتلتها 11.75g من ملح مائي شائع لكلوريد الكوبلت (II). وبقي بعد التسخين 0.0712mol من كلوريد الكوبلت اللامائي. فما صيغة هذا الملح المائي؟ وما اسمه؟

أولًا: احسب كتلة $CoCl_2$ المتبقية:

$$0.0712\ mol\ \cancel{CoCl_2} \times \frac{129.83g\ CoCl_2}{1\ \cancel{mol}\ \cancel{CoCl_2}}$$

$$= 9.24\ g\ CoCl_2$$

ثانيًا: احسب كتلة الماء المتبخرة

كتلة الماء المتبخرة = كتلة المركّب المائي − كتلة المركّب اللامائي المتبقية =

$$= 11.75\ g\ CoCl_2 \cdot xH_2O - 9.24g\ CoCl_2$$

$$= 2.51g\ H_2O$$

ثالثًا: احسب مولات كلّ مركّب:

$$9.24\,\cancel{g}\ \cancel{CoCl_2} \times \frac{1\ mol\ CoCl_2}{129.83\,\cancel{g}\ \cancel{CoCl_2}}$$

$$= 0.0712\ mol\ CoCl_2$$

$$2.51\,\cancel{g}\ \cancel{H_2O} \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\,\cancel{g}\ \cancel{H_2O}}$$

$$= 0.139g\ H_2O$$

رابعًا: احسب نسبة المولات لكلّ مركّب:

$$\frac{0.0712\ mol\ CoCl_2}{0.0712\ mol\ CoCl_2} = \frac{1.00\ mol\ CoCl_2}{1.00\ mol\ CoCl_2} = \frac{1mol\ CoCl_2}{1\ mol\ CoCl_2}$$

$$\frac{0.139\ mol\ H_2O}{0.0712\ mol\ CoCl_2} = \frac{1.95\ mol\ H_2O}{1.00\ mol\ CoCl_2} = \frac{2\ mol\ H_2O}{1\ mol\ CoCl_2}$$

صيغة هذا الملح المائي: $CoCl_2 \cdot 2H_2O$

واسمه كلوريد الكوبلت (II) ثنائي الماء.

التقويم 5-5

الصفحة 89

76. وضح تركيب الملح المائي.

المركّب المائي هو مركّب أيوني احتجز جزيئات من الماء في داخله.

77. سمّ المركّب الذي صيغته $SrCl_2 \cdot 6H_2O$.

كلوريد الإسترانشيوم سداسي الماء.

78. صف الخطوات العملية لتحديد صيغة الملح المائي معلّلًا كلّ خطوة.

سجِّل كتلة جفنة فارغة، أضف إليها مركّبًا مائيًا ثمّ أعد قياس كتلتها،

وسخن الجفنة لإخراج الماء من المركّب. ثمّ برّد الجفنة وأعد قياس كتلتها. واحسب مولات الملح اللامائي، ثمّ اطرح كتلة الجفنة بعد التسخين من كتلتها قبل التسخين فيكون الفرق هو كتلة الماء المفقود. ثمّ احسب مولات الماء، واحسب أصغر نسبة عددية صحيحة لمولات المركّب إلى الماء، مما ينتج عنه صيغة المركّب المائي.

79. **طبّق** يحتوي ملح مائي على 0.050 mol من الماء لكلّ 0.00998 molمن المركّب الأيوني. اكتب صيغة عامة للملح المائي.

$XY.5H_2O$؛ حيث تمثل XY المركّب الأيوني.

80. **احسب** كتلة ماء التبلور إذا فقد ملح مائي 0.025mol من الماء عند تسخينه.

كتلة الماء في الملح المائي:

$$0.025\ \text{mol}\ H_2O \times \frac{18.02\ \text{g}\ H_2O}{1\ \text{mol}\ H_2O} = 0.45\ \text{g}\ H_2O$$

81. **رتّب** الأملاح المائية التالية تصاعديًّا حسب تزايد النسبة المئوية للماء فيها:

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ،$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ ،$CoCl_2 \cdot 6H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ $MgSO_4 \cdot 7H_2O$:

$$1\ \text{mol Mg} \times \frac{24.31\ \text{g Mg}}{1\ \text{mol Mg}} = 24.31\ \text{g Mg}$$

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.00\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.07\ \text{g S}$$

$$11\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 176.00\ \text{g O}$$

$$14\ \text{mol H} \times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 14.112\ \text{g H}$$

الكتلة المولية $= 14.112 + 176.00\text{g} + 32.07\ \text{g} + 24.31\text{g}$

الكتلة المولية $= 246.49\text{g/mol}\ MgSO_4.7H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ $Ba(OH)_2.8H_2O$:

$$1\ \text{mol Ba} \times \frac{137.33\text{g Ba}}{1\ \text{mol Ba}} = 137.33\text{g Ba}$$

$$10\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 160.00\text{g O}$$

$$18\ \text{mol H} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 18.144\text{g H}$$

الكتلة المولية $= 18.114 + 160.00\text{g} + 137.33\text{g}$

الكتلة المولية $= 315.47\ \text{g/mol}\ Ba(OH)_2.8H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ $CoCl_2.6H_2O$:

$$1\ \text{mol Co} \times \frac{58.93\text{g Co}}{1\ \text{mol Co}} = 58.93\text{g Co}$$

$$2\ \text{mol Cl} \times \frac{35.45\text{g Cl}}{1\ \text{mol Cl}} = 70.90\text{g Cl}$$

$$6\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 96.00\text{g O}$$

$$12\ \text{mol H} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 12.096\text{g H}$$

الكتلة المولية $= 12.096 + 96.00\text{g} + 70.90\ \text{g} + 58.93\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 237.93\text{g/mol}\ CoCl_2.6H_2O$

احسب الكتلة المولية لـ H_2O:

$$1\ \text{mol O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 16.00\text{g O}$$

$$2\ \text{mol H} \times \frac{1.008\text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 2.016\text{g H}$$

الكتلة المولية $= 2.016 + 16.00\ \text{g}$

الكتلة المولية $= 18.02\ \text{g/mol}$ من H_2O

احسب نسبة الماء H_2O في المركّبات:

$$\frac{7(18.02\text{g}\ H_2O)}{246.49\text{g}\ MgSO_4.7H_2O} \times 100\ \%$$

$= 51.17\%$ من H_2O في $MgSO_4.7H_2O$

$$\frac{8(18.02\text{g}\ H_2O)}{315.47\text{g}\ Ba(OH)_2.8H_2O} \times 100\ \%$$

$= 45.70\%$ من H_2O في $Ba(OH)_2\ 8H_2O$

$$\frac{6(18.02\text{g}\ H_2O)}{237.93\text{g}\ CoCl_2.6H_2O} \times 100\ \%$$

$= 45.44\%$ من H_2O في $CoCl_2.6H_2O$

$CoCl_2.6H_2O < Ba(OH)_2.8H_2O < MgSO_4.7H_2O$

82. **طبّق** فسِّر كيف يمكن استعمال الملح المائي في **الشكل 5—16** بوصفة طريقة تقريبية لتحديد احتمال سقوط المطر.

يصبح المركّب المائي ورديًا (زهريًا) في الهواء الرطب.

الكيمياء والحياة

الكتابة في الكيمياء

الصفحة 90

قدّر يمكن استخدام طريقة التقدير المتّبعة في هذه المقالة في إجراء أنواع أخرى من الحسابات. لذا، استخدم هذه الطريقة لتقدير الكتلة الكلية للطلاب في مدرستك.

افترض أن عدد طلاب مدرسة ما هو 500 طالب، ومعدل كتلة كلّ طالب يساوي 60 kg. عندئذٍ، يتم حساب الكتلة الإجمالية للطلاب على النحو التالي:

$$500\ \text{طالب} \times \frac{60\ \text{Kg}}{\text{طالب}} = 30\,000\ \text{kg}$$

الفصل 5 التقويم

5-1

إتقان المفاهيم

83. ما القيمة العددية لعدد أفوجادرو؟

6.02×10^{23}

84. **كم ذرة في مول واحد من البوتاسيوم؟**

6.02×10^{23} ذرة

85. ما أهمية وحدة المول للكيميائي؟

يسمح المول للكيميائي أن يحسب عدد الذرات، أو الجزيئات، أو وحدات الصيغ الكيميائية في المادة بدقة.

86. وضح كيف يُستخدَم عدد أفوجادرو عامِلَ تحويل؟

عدد أفوجادرو هو عدد الجسيمات في مول واحد من المادة. ويمكن استعماله في تحويل الجسيمات إلى مولات، والمولات إلى جسيمات، والجسيمات إلى جرامات، والجرامات إلى جسيمات.

إتقان حلّ المسائل

87. **احسب عدد الجسيمات في كلّ من:**

a. $0.250\ \text{mol Ag}$

$$0.250\ \text{mol Ag} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Ag}}{1\ \text{mol Ag}}$$

$$= 1.51 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Ag}$$

b. $8.56 \times 10^{-3}\ \text{mol NaCl}$

$$8.56 \times 10^{-3}\ \text{mol NaCl} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{وحدة صيغة NaCl}}{1\ \text{mol NaCl}}$$

$$= 5.15 \times 10^{21}\ \text{وحدة صيغة من NaCl}$$

c. $35.3\ \text{mol}\ CO_2$

$$35.3\ \text{mol}\ CO_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ CO_2}{1\ \text{mol}\ CO_2}$$

$$= 2.13 \times 10^{25}\ \text{جزيء من}\ CO_2$$

d. $0.425\ \text{mol}\ N_2$

$$0.425\ \text{mol}\ N_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ N_2}{1\ \text{mol}\ N_2}$$

$$= 2.56 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ N_2$$

88. ما عدد الجزيئات في كلّ من المركّبات الآتية؟

a. $1.35\ \text{mol}\ CS_2$

$$1.35\ \text{mol}\ CS_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ CS_2}{1\ \text{mol}\ CS_2}$$

$$= 8.13 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ CS_2$$

b. $0.254\ \text{mol}\ As_2O_3$

$$0.254\ \text{mol}\ As_2O_3 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ As_2O_3}{1\ \text{mol}\ As_2O_3}$$

$$= 1.53 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ As_2O_3$$

c. $1.25\ mol\ H_2O$ من

$$1.25\ \cancel{mol\ H_2O} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء}\ H_2O}{1\ \cancel{mol\ H_2O}}$$

$$= 7.53\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ H_2O$$

d. $150.0 mol\ HCl$

$$150.0\ \cancel{mol\ HCl} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ HCl}{1\ \cancel{mol\ HCl}}$$

$$= 9.03\times10^{25}\ \text{جزيء من}\ HCl$$

89. احسب عدد المولات في كلّ ممّا يلي:

a. 3.25×10^{20} ذرة من الرصاص

$$3.25\times10^{20}\ \cancel{\text{ذرة من Pb}} \times \frac{1 mol\ Pb}{6.02\times10^{23}\ \cancel{\text{ذرة من Pb}}}$$

$$= 5.39\times10^{-4}\ mol\ Pb$$

b. 4.96×10^{24} جزيء من الجلوكوز

$$4.96\times10^{24}\ \cancel{\text{جزيء من}\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{1 mol\ C_6H_{12}O_6}{6.02\times10^{23}\ \cancel{\text{جزيء من}\ C_6H_{12}O_6}}$$

$$= 8.24\ mol\ C_6H_{12}O_6$$

90. أجر التحويلات الآتية:

a. 1.51×10^{15} ذرة من Si إلى مولات.

$$1.51\times10^{15}\ \cancel{\text{ذرة من Si}} \times \frac{1 mol\ Si}{6.02\times10^{23}\ \cancel{\text{ذرة من Si}}}$$

$$= 2.51\times10^{-9}\ mol\ Si$$

b. $4.25\times10^{-2}\ mol\ H_2SO_4$ إلى جزيئات.

$$4.25\times10^{-2}\ \cancel{mol\ H_2SO_4} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من}\ H_2SO_4}{1\ \cancel{mol\ H_2SO_4}}$$

$$= 2.56\times10^{22}\ \text{جزيء من}\ H_2SO_4$$

c. 8.95×10^{25} جزيء من CCl_4 إلى مولات.

$$8.95\times10^{25}\ \cancel{\text{جزيء من}\ CCl_4} \times \frac{1 mol\ CCl_4}{6.02\times10^{23}\ \cancel{\text{جزيء من}\ CCl_4}}$$

$$= 1.49\times10^{2}\ mol\ CCl_4$$

d. $5.90 mol\ Ca$ إلى الذرات.

$$5.90\ \cancel{mol}\ \text{من Ca} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Ca}}{1\ \cancel{mol\ Ca}}$$

$$= 3.55\times10^{24}\ \text{ذرة من Ca}$$

91. إذا استطعت عدّ ذرتين في كلّ ثانية، فكم سنة تحتاج لعدّ مول واحد من الذرات؟

$$6.02\times10^{23}\ \cancel{\text{جسيم}} \times \frac{1 s}{2\ \cancel{\text{جسيم}}}$$

$$= 3.01\times10^{23} s$$

$$3.01\times10^{23}\ \cancel{s} \times \frac{1\ \cancel{h}}{3600\ \cancel{s}} \times \frac{1\ \cancel{day}}{24\ \cancel{h}} \times \frac{1 y}{365\ \cancel{day}}$$

$$= 9.5\times10^{15}\ year$$

5-2 إتقان المفاهيم

92. وضّح الفرق بين الكتلة الذرية والكتلة المولية.

الكتلة الذرية (amu) هي كتلة جسيم واحد (ذرة أو جزيء)، أما الكتلة المولية (g) فهي كتلة مول واحد 1 mol من الجسيمات.

93. أيّهما يحوي ذرات أكثر: مول واحد من الفضة، أم مول واحد من الذهب؟ فسّر إجابتك.

كلاهما سيحتويان على العدد نفسه من الذرات؛ لأن المول الواحد من أيّ شيء يحوي 6.02×10^{23} جسيم.

94. أيّهما أكبر كتلة: مول واحد من الصوديوم أم مول واحد من البوتاسيوم؟ فسّر إجابتك.

الكتلة المولية للبوتاسيوم تساوي 39.098 g/mol، أما الكتلة المولية للصوديوم فتساوي 22.990 g/mol. ولهذا، فإن مولا واحدًا من البوتاسيوم له كتلة أكبر من مول واحد من الصوديوم.

95. وضّح كيف تحوّل عدد ذرات عنصر إلى كتلة؟

حوّل عدد الذرات إلى مولات بالقسمة على عدد أفوجادرو، ثمّ اضرب عدد المولات في الكتلة المولية للعنصر.

96. ناقش العلاقات بين المول، والكتلة المولية، وعدد أفوجادور.

الكتلة المولية هي الكتلة بالجرامات لمول واحد من أيّ مادة نقية. أما عدد أفوجادور فهو عدد الجسيمات في مول واحد. في حين أن كتلة 6.02×10^{23} جسيم من المادة هي الكتلة المولية لها.

إتقان حلّ المسائل

97. احسب كتلة كلّ ممّا يلي:

a. 5.22 mol He

$$5.22\ \text{mol He} \times \frac{4.00\ \text{g He}}{1\ \text{mol He}}$$

$$= 20.9\ \text{g He}$$

b. 2.22 mol Ti

$$2.22\ \text{mol Ti} \times \frac{47.87\ \text{g Ti}}{1\ \text{mol Ti}}$$

$$= 106\ \text{g Ti}$$

c. 0.0455 mol Ni

$$0.0455\ \text{mol Ni} \times \frac{58.69\ \text{g Ni}}{1\ \text{mol Ni}}$$

$$= 2.67\ \text{g Ni}$$

98. أجر التحويلات الآتية:

a. 3.50 mol Li إلى جرامات.

$$3.50\ \text{mol Li} \times \frac{6.94\ \text{g Li}}{1\ \text{mol Li}}$$

$$= 24.3\ \text{g Li}$$

b. 7.65 g Co إلى مولات .

$$7.65\ \text{g Co} \times \frac{1\ \text{mol Co}}{58.93\ \text{g Co}}$$

$$= 0.130\ \text{mol Co}$$

c. 5.65 g Kr إلى مولات .

$$5.65\ \text{g Kr} \times \frac{1\ \text{mol Kr}}{83.80\ \text{g Kr}}$$

$$= 0.0674\ \text{mol Kr}$$

99. ما كتلة العنصر بالجرامات في كلّ من:

a. 1.33×10^{22} mol Sb

$$1.33 \times 10^{22}\ \text{mol Sb} \times \frac{121.76\ \text{g Sb}}{1\ \text{mol Sb}}$$

$$= 1.62 \times 10^{24}\ \text{g Sb}$$

b. 4.75×10^{14} mol Pt

$$4.75 \times 10^{14}\ \text{mol Pt} \times \frac{195.08\ \text{g Pt}}{1\ \text{mol Pt}}$$

$$= 9.27 \times 10^{16}\ \text{g Pt}$$

c. 1.22×10^{23} mol Ag

$$1.22 \times 10^{23}\ \text{mol Ag} \times \frac{107.87\ \text{g Ag}}{1\ \text{mol Ag}}$$

$$= 1.32 \times 10^{25}\ \text{g Ag}$$

d. 9.85×10^{24} mol Cr

$$9.85 \times 10^{24}\ \text{mol Cr} \times \frac{52.00\ \text{g Cr}}{1\ \text{mol Cr}}$$

$$= 5.12 \times 10^{26}\ \text{g Cr}$$

100. أكمل الجدول 2–5:

جدول (2–5) بيانات الكتلة، والمول، والذرات

الكتلة	المولات	الذرات
88.7 g Mg	*3.65 mol* Mg	**2.20×10^{24}** ذرة من Mg
29.54g Cr	**0.5681 mol Cr**	**3.420×10^{23}** ذرة من Cr
1820 g p	**58.8 mol P**	*3.54×10^{25}* ذرة من *P*
42.6 g As	*0.568 mol* As	**3.420×10^{23}** ذرة من As

طريقة الحلّ:

Mg:

$$3.65\ \text{mol Mg} \times \frac{24.31\ \text{g Mg}}{1\ \text{mol Mg}}$$

$$= 88.7\ \text{g Mg}$$

$$3.65\ \text{mol Mg} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Mg}}{1\ \text{mol Mg}}$$

$$= 2.20\times10^{24}\ \text{ذرة من Mg}$$

Cr:

$$29.54\ \text{g Cr} \times \frac{1\ \text{mol Cr}}{52.00\ \text{g Cr}}$$

$$= 0.5681\ \text{mol Cr}$$

$$0.5681\ \text{mol Cr} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Cr}}{1\ \text{mol Cr}}$$

$$= 3.420\times10^{23}\ \text{ذرة من Cr}$$

p:

$$3.54\times10^{25}\ \text{ذرة من P} \times \frac{1\ \text{mol P}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من P}}$$

$$= 58.8\ \text{mol P}$$

$$58.8\ \text{mol P} \times \frac{30.97\ \text{g P}}{1\ \text{mol P}}$$

$$= 1820\ \text{g P}$$

As:

$$0.568\ \text{mol As} \times \frac{74.92\ \text{g As}}{1\ \text{mol As}}$$

$$= 42.6\ \text{g As}$$

$$0.568\ \text{mol As} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من As}}{1\ \text{mol As}}$$

$$= 3.42\times10^{23}\ \text{ذرة من As}$$

101. حوّل عدد الذرات فيما يلي إلى جرامات:

a. 8.65×10^{25} ذرة من H

$$8.65\times10^{25}\ \text{ذرة من H} \times \frac{1\ \text{mol H}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من H}}$$

$$\times \frac{1.008\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} = 145\ \text{g H}$$

b. 1.25×10^{22} ذرة من O

$$1.25\times10^{22}\ \text{ذرة من O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من O}}$$

$$\times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 0.332\ \text{g O}$$

102. احسب عدد الذرات في كلّ عنصر ممّا يلي:

a. 0.034 g Zn

$$0.0340\ \text{g Zn} \times \frac{1\ \text{mol Zn}}{63.59\ \text{g Zn}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{mol Zn}}{1\ \text{mol Zn}}$$

$$= 3.13\times10^{20}\ \text{ذرة من Zn}$$

b. 0.124 g Mg

$$0.124\ \text{g Mg} \times \frac{1\ \text{mol Mg}}{24.31\ \text{g Mg}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Mg}}{1\ \text{mol Mg}}$$

$$= 3.07\times10^{21}\ \text{ذرة من Mg}$$

103. رتّب تصاعديًّا بحسب عدد المولات:

3.00×10^{24} ذرة من Ne، 4.25 mol Ar

2.69×10^{24} ذرة من Xe، 65.96 g Kr.

حوّل عدد ذرات كلّ من Ne، و Xe، وجرامات Kr إلى مولات.

Ne:

$$3.00\times10^{24}\ \text{ذرة من Ne} \times \frac{1\ \text{mol Ne}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Ne}}$$

$$= 4.98\ \text{mol Ne}$$

Xe:

$$2.69\times10^{24}\ \text{ذرة من Xe} \times \frac{1\ \text{mol Xe}}{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Xe}}$$

$$= 4.47\ \text{mol Xe}$$

Kr:

$$65.95\ \text{g Kr} \times \frac{1\ \text{mol Kr}}{83.80\ \text{g Kr}}$$

$$= 0.7871\ \text{mol Kr}$$

4.98 mol Ne> 4.47 mol Xe> 4.25 mol Ar > 0.7871 mol Kr

104. أيّهما يحتوي ذرات أكثر: 10.0g C، أم 10.0g Ca؟ وكم ذرة يحوي كلّ عنصر منهما؟

$$10.0\ \text{g C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\ \text{g C}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من C}}{1\ \text{mol C}}$$

$$= 5.01\times10^{23}\ \text{ذرة من C}$$

$$10.0\ \text{g Ca} \times \frac{1\ \text{mol Ca}}{40.08\ \text{g Ca}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Ca}}{1\ \text{mol Ca}}$$

$$= 1.5\times10^{23}\ \text{ذرة من Ca}$$

10.0g C تحتوي على ذرات أكثر.

105. أيّهما يحتوي على أكبر عدد من الذرات: 10.0 mol C أم 10.0 mol Ca؟

يحتوي مول واحد من أيّ مادة على 6.02×10^{23} جسيم لذا، يحتوي كلاهما العدد نفسه من الذرات، وتساوي 6.02×10^{24} ذرة.

106. خليط مكوّن من 0.250 mol Fe و 1.20 g C. ما عدد الذرات الكلّي في هذا الخليط؟

$$0.250\ \text{mol Fe} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من Fe}}{1\ \text{mol Fe}}$$

$$= 1.5\times10^{23}\ \text{ذرة من Fe}$$

$$1.20\ \text{g C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\ \text{g C}} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من C}}{1\ \text{mol C}}$$

$$= 0.601\times10^{23}\ \text{ذرة من C}$$

مجموع الذرات الكلّي =

$$1.51\times10^{23}\ \text{ذرة من Fe} + 0.601\times10^{23}\ \text{ذرة من C}$$

$$= 2.11\times10^{23}\ \text{ذرة}$$

5-3

إتقان المفاهيم

107. ما المعلومات التي يمكنك الحصول عليها من صيغة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4؟

1 mol من كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 يحتوي على 2 mol من أيونات K^+، و 1 mol من أيونات CrO_4^{2-}.

108. ما عدد مولات كلّ من الصوديوم، والفوسفور، والأكسجين في صيغة فوسفات الصوديوم Na_3PO_4؟

3 mol Na، و 1 mol P، و 4 mol O

109. لماذا يمكن استعمال الكتلة المولية كعامِل تحويل؟

الكتلة المولية هي كتلة مول واحد من المركّب، ويمكن استعمالها في تحويل مولات المركّب إلى كتلة، أو تحويل كتلة المركّب إلى مولات.

110. اكتب ثلاثة عوامل تحويل تُستعمَل في التحويلات المولية.

$$\frac{1\ \text{mol}}{\text{g}}$$

$$\frac{1\ \text{mol}}{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}} ; \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جسيم}}{1\ \text{mol}}$$

$$\frac{\text{g}}{1\ \text{mol}}$$

111. أيّ المركّبات التالية يحتوي على العدد الأكبر من مولات الكربون لكلّ مول من المركّب: حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$، أم الجلسرين $C_3H_8O_3$، أم الفنالين $C_8H_8O_3$؟ فسِّر إجابتك.

تُبين صيغة الفنالين $C_6H_8O_3$ أن هناك 8 ذرات كربون لكلّ جزيء، وهذا أكثر من عدد ذرات الكربون في حمض الأسكوربيك و الجلسرين.

إتقان حلّ المسائل

112. كم مولًا من الأكسجين في كلّ مركّب ممّا يلي:

a. $2.5\ mol\ KMnO_4$

$$2.5\ \cancel{mol\ KMnO_4} \times \frac{4\ mol\ O}{1\ \cancel{mol\ KMnO_4}}$$

$$= 10.0\ mol\ O$$

b. $45.9\ mol\ CO_2$

$$45.9\ \cancel{mol\ CO_2} \times \frac{2\ mol\ O}{1\ \cancel{mol\ CO_2}}$$

$$= 91.8\ mol\ O$$

c. $1.25 \times 10^{-2}\ mol\ CuSO_4 \cdot 5H_2O$

$$1.25\times10^{-2}\ \cancel{mol\ CuSO_4 \cdot 5H_2O} \times \frac{9\ mol\ O}{1\ \cancel{mol\ CuSO_4 \cdot 5H_2O}}$$

$$= 0.113\ mol\ O$$

113. كم جزيء CCl_4، وكم ذرة C، وكم ذرة Cl، يوجد في $3\ mol\ CCl_4$؟ وما عدد الذرات الكلّي؟

$$3.00\ \cancel{mol\ CCl_4} \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من } CCl_4}{1\ \cancel{mol\ CCl_4}}$$

$$= 1.81\times10^{24}\ \text{جزيء من } CCl_4$$

$$1.81\times10^{24}\ \cancel{\text{جزيء من } CCl_4} \times \frac{1\ mol\ \text{ذرة من C}}{1\ \cancel{\text{جزيء } CCl_4}}$$

$$= 1.81\times10^{24}\ \text{ذرة من C}$$

$$1.81\times10^{24}\ \cancel{\text{جزيء من } CCl_4} \times \frac{4\ mol\ \text{ذرة من Cl}}{1\ \cancel{\text{جزيء من } CCl_4}}$$

$$= 7.24\times10^{24}\ \text{ذرة من Cl}$$

$$\text{عدد الذرات الكلّي} =$$

$$1.81\times10^{24}\ \text{ذرة من C} + 7.24\times10^{24}\ \text{ذرة من Cl}$$

$$= 9.05 \times 10^{24}\ \text{ذرة}$$

114. احسب الكتلة المولية لكلّ مركّب ممّا يلي:

a. حمض النيتريك HNO_3

$$1\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 1.008g\ H$$

$$1\ \cancel{mol\ N} \times \frac{14.01g\ N}{1\ \cancel{mol\ N}} = 14.01g\ N$$

$$3\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 48.00g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية} = 48.00 + 14.01\ g + 1.008\ g$$

$$= 63.02\ g/mol$$

b. أكسيد الزنك ZnO

$$1\ \cancel{mol\ Zn} \times \frac{65.39\ g\ Zn}{1\ \cancel{mol\ Zn}} = 65.39\ g\ Zn$$

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00\ g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية} = 16.00\ g + 65.39\ g$$

$$= 81.39\ g/mol$$

115. كم مولًا في 100 g من CH_3OH؟

$$1\ \cancel{mol\ C} \times \frac{12.01g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} = 12.01g\ C$$

$$4\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 4.032g\ H$$

$$3\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية} = 16.00\ g + 4.032\ g + 12.01\ g$$

$$= 32.04\ g/mol$$

$$100.0\ g\ \cancel{CH_3OH} \times \frac{1\ mol\ CH_3OH}{32.04\ g\ \cancel{CH_3OH}}$$

$$= 3.12\ mol\ CH_3OH$$

116. ما كتلة $1.25 \times 10^2\ mol$ من $Ca(OH)_2$؟

$$1\ \cancel{mol\ Ca} \times \frac{40.08g\ Ca}{1\ \cancel{mol\ Ca}} = 40.08g\ Ca$$

$$2\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 2.016g\ H$$

$$2\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 32.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 40.08g + 2.016g + 32.00g$

$= 74.10\ g/mol$

$$1.25\times10^{2}\ \text{mol}\ Ca(OH)_2 \times \frac{74.10\ g\ Ca(OH)_2}{1\ \text{mol}\ Ca(OH)_2}$$

$= 9.26 \times 10^{2}\ g\ Ca(OH)_2$

117. الحفر على الزجاج يُستعمَل حمض الهيدروفلوريك HF للحفر على الزجاج. ما كتلة 4.95×10^{25} جزيء من HF؟

$$1\ \text{mol}\ H \times \frac{1.008g\ H}{1\ \text{mol}\ H} = 1.008g\ H$$

$$1\ \text{mol}\ F \times \frac{19.00g\ F}{1\ \text{mol}\ F} = 19.00g\ F$$

الكتلة المولية $= 19.00\ g + 1.008\ g$

$= 20.01\ g/mol$

$$4.95\times10^{25}\ \text{جزيء من HF} \times \frac{1\ \text{mol HF}}{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من HF}}$$

$$\times \frac{H20.01g\ F}{1\ \text{mol HF}} = 1650\ g\ HF$$

118. احسب عدد الجسيمات في 47.0g من C_2H_5OH.

$$2\ \text{mol}\ C \times \frac{12.01g\ C}{1\ \text{mol}\ C} = 24.02g\ C$$

$$6\ \text{mol}\ H \times \frac{1.008g\ H}{1\ \text{mol}\ H} = 6.048g\ H$$

$$1\ \text{mol}\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ \text{mol}\ O} = 16.00g\ O$$

الكتلة المولية $= C_2H_5OH$

$24.02g + 6.048g + 16.00g = 46.07\ g/mol$

كتلة مول واحد من $C_2H_5OH = 46.07g/mol$

$$47.0g\ C_2H_5OH \times \frac{1\ \text{mol}\ C_2H_5OH}{46.07g\ C_2H_5OH}$$

$$\times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزئ من}\ C_2H_5OH}{1\ \text{mol}\ C_2H_5OH}$$

$= 6.14 \times 10^{23}$ جزئ من C_2H_5OH

119. كم مولًا من الحديد يمكن استخراجه من 100.0kg من Fe_3O_4؟

$$3\ \text{mol Fe} \times \frac{55.85\ g\ Fe}{1\ \text{mol Fe}} = 167.55\ g\ Fe$$

$$4\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \text{mol O}} = 64.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $= Fe_3O_4$

$167.55\ g + 64.00\ g = 231.55\ g/mol$

$$100.0\ \text{kg}\ Fe_3O_4 \times \frac{10^3\ g}{1\ kg} \times \frac{1\ \text{mol}\ Fe_3O_4}{231.55\ g\ Fe_3O_4}$$

$$\times \frac{3\ \text{mol Fe}}{1\ \text{mol}\ Fe_3O_4} = 1296\ \text{mol Fe}$$

120. الطّبخ يحتوي الخلّ المُستعمَل في الطبخ على 5% من حمض الخليك CH_3COOH. فكم جزيئًا من الحمض يوجد في 25 g من الخلّ؟

$$2\ \text{mol}\ C \times \frac{12.01g\ C}{1\ \text{mol}\ C} = 24.02g\ C$$

$$4\ \text{mol}\ H \times \frac{1.008g\ H}{1\ \text{mol}\ H} = 4.032g\ H$$

$$2\ \text{mol}\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ \text{mol}\ O} = 32.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 32.00\ g + 4.032g + 24.02\ g$

الكتلة المولية $= 60.05g/mol$

كتلة CH_3COOH الموجودة في 25 g من الخل $\times$ 5% $=$

$= 1.25\ g\ CH_3COOH$

$$1.25\ g\ CH_3COOH \times \frac{1\ \text{mol}\ CH_3COOH}{60.05\ g\ CH_3COOH}$$

$$\times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من}\ CH_3COOH}{1\ \text{mol}\ CH_3COOH}$$

$= 1.3 \times 10^{22}$ جزيء من CH_3COOH

121. احسب عدد ذرات الأكسجين في 25 g من ثاني أكسيد الكربون.

$$1\ \text{mol}\ \mathcal{C} \times \frac{12.01\text{g C}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{C}} = 12.01\text{g C}$$

$$2\ \text{mol}\ \mathcal{O} \times \frac{16.00\text{g O}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{O}} = 32.00\text{g O}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 12.01\text{ g} + 32.00\text{ g}$$
$$= 44.01\text{g/mol}$$

$$25.0\text{g}\,\mathcal{CO}_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ \mathcal{CO}_2}{44.01\ \text{g}\,\mathcal{CO}_2} \times \frac{2\ \text{mol}\ \mathcal{O}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{CO}_2}$$

$$\times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{ذرة من O}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{O}} = 6.84\times10^{23}\ \text{ذرة من O}$$

5-4

إتقان المفاهيم

122. ما المقصود بالتركيب النسبي المئوي؟

التركيب النسبي المئوي هو النسبة المئوية بالكتلة لكلّ عنصر في المركّب.

123. ما المعلومات التي يجب أن يحصل عليها الكيميائي لتحديد الصيغة الأولية لمركّب ما؟

التركيب النسبي المئوي للمركّب.

124. ما المعلومات التي يجب توافرها للكيميائي ليحدّد الصيغة الجزيئية لمركّب؟

التركيب النسبي المئوي للمركّب والكتلة المولية.

125. ما الفرق بين الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية؟ أعط أمثلة على ذلك.

الصيغة الأولية هي أصغر نسبة عددية صحيحة للعناصر المكوّنة للمركّب (CH)، أما الصيغة الجزيئية فتبين العدد الفعلي لذرات كلّ عنصر في جزيء من المادة (C_6H_6).

126. متى تكون الصيغة الأولية هي الصيغة الجزيئية نفسها؟

تكون الصيغتان واحدة عندما تتساوى الأرقام السفلية لكلّ عنصر في الصيغتين. مثلاً؛ Na_2O هي الصيغة الأولية والجزيئية لأكسيد الصوديوم.

127. هل كلّ العيّنات النقية لمركّب معين لها التركيب النسبي المئوي نفسه؟ فسِّر إجابتك.

نعم، فكلّ عينة نقية تحتوي على نسبة كُتل لكلّ عنصر.

إتقان حلّ المسائل

128. **الحديد** يوجد ثلاثة مركّبات طبيعية للحديد هي: البايريت FeS_2، والهيماتيت Fe_2O_3، والسيديرايت $FeCO_3$. أيّها يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؟

FeS_2:

$$1\ \text{mol}\ \mathcal{Fe} \times \frac{55.85\text{ g Fe}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{Fe}} = 55.85\text{ g Fe}$$

$$2\ \text{mol}\ \mathcal{S} \times \frac{32.07\text{ g S}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{S}} = 64.14\text{ g S}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 64.14\text{ g} + 55.85\text{ g}$$
$$= 119.99\text{g/mol}$$

Fe_2O_3:

$$2\ \text{mol}\ \mathcal{Fe} \times \frac{55.85\text{ g Fe}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{Fe}} = 111.70\text{g Fe}$$

$$3\ \text{mol}\ \mathcal{O} \times \frac{16.00\text{ g O}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{O}} = 48.00\text{g O}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 48.00\text{ g} + 111.70\text{ g}$$
$$= 159.70\text{g/mol}$$

$FeCO_3$:

$$1\ \text{mol}\ \mathcal{Fe} \times \frac{55.85\text{ g Fe}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{Fe}} = 55.85\text{g Fe}$$

$$1\ \text{mol}\ \mathcal{C} \times \frac{12.01\text{g C}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{C}} = 12.01\text{g C}$$

$$3\ \text{mol}\ \mathcal{O} \times \frac{16.00\text{ g O}}{1\ \text{mol}\ \mathcal{O}} = 48.00\text{g O}$$

الكتلة المولية $= 48.00\ g + 12.01\ g + 55.58\ g$

$= 115.95\ g/mol$ **الكتلة المولية**

$$\%Fe \text{ في } Fe_2S = \frac{55.85g\ Fe}{119.99g\ Fe_2S} \times 100\ \%$$

$$= 46.55\%$$

$$\%Fe \text{ في } Fe_2O_3 = \frac{111.70\ g\ Fe}{159.70\ g\ Fe_2O_3} \times 100\ \%$$

$$= 69.95\%$$

$$\%Fe \text{ في } Fe_2CO_3 = \frac{55.85\ g\ Fe}{115.95g\ FeCO_3} \times 100\ \%$$

$$= 48.16\%$$

الهيماتيت Fe_2O_3 يحتوي على أعلى نسبة من الحديد؛ وتساوي 69.95%.

129. احسب التركيب النسبي المئوي لكلّ مركّب ممّا يلي:

a. السكروز $C_{12}H_{22}O_{11}$

$$2\ \cancel{mol\ C} \times \frac{12.01g\ C}{1\ \cancel{mol\ C}} = 144.12\ g\ C$$

$$22\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 22.18\ g\ H$$

$$11\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 176.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 144.12\ g + 22.18\ g + 176.00\ g$

$= 342.30g/mol$

$$\%C \text{ في } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{144.12\ g\ C}{342.30g\ C_{12}H_{22}O_{11}} \times 100\ \%$$

$$= 42.10\%$$

$$\%H \text{ في } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{22.18\ g\ H}{342.30g\ C_{12}H_{22}O_{11}} \times 100\ \%$$

$= Cl_{12}H_{22}O_{11}$ **في** H **من** 6.48%

$$\%O \text{ في } C_{12}H_{22}O_{11} = \frac{176\ g\ O}{342.30g\ C_{12}H_{22}O_{11}} \times 100\ \%$$

$$= 51.42\%$$

b. الماجنتيت Fe_3O_4

$$3\ \cancel{mol\ Fe} \times \frac{55.85\ g\ Fe}{1\ \cancel{mol\ Fe}} = 167.55\ g\ Fe$$

$$4\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 64.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $= 64.00\ g + 167.55\ g$

$= 231.55\ g/mol$

$$\%Fe \text{ في } Fe_3O_4 = \frac{167.55\ g\ Fe}{231.55g\ Fe_3O_4} \times 100\ \%$$

$$= 72.36\%$$

$$\%O \text{ في } Fe_3O_4 = \frac{16.00\ g\ O}{231.55g\ Fe_3O_4} \times 100\ \%$$

$$= 27.64\%$$

130. حدّد الصيغة الأولية لكلّ مركّب ممّا يلي:

a. الإيثيلين C_2H_4

نقسم الأرقام السفلى على 2 لذا، تكون الصيغة الأولية CH_2.

b. حمض الأسكوربيك $C_6H_8O_6$

نقسم الأرقام السفلى على 2 لذا، تكون الصيغة الأولية $C_3H_4O_3$.

c. النفثالين $C_{10}H_8$

نقسم الأرقام السفلى على 2 لذا، تكون الصيغة الأولية C_5H_4.

131. ما الصيغة الأولية للمركّب الذي يحتوي على 10.52g Ni، و4.38 g C، و5.10g N؟

$$10.52\ \cancel{g\ Ni} \times \frac{1\ mol\ Ni}{58.69\ \cancel{g\ Ni}} = 0.1792\ mol\ Ni$$

$$4.38\ \cancel{g\ C} \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ \cancel{g\ C}} = 0.3470\ mol\ C$$

$$5.10\ \cancel{g\ N} \times \frac{1\ mol\ N}{14.01\ \cancel{g\ N}} = 0.3640\ mol\ N$$

$$\frac{0.1792\ mol\ Ni}{0.1792} : \frac{0.3470\ mol\ C}{0.1792} : \frac{0.3640\ mol\ N}{0.1792}$$

أبسط نسبة هي :

1 mol Ni : 1.936 mol C : 2.031 mol N

1 mol Ni : 2 mol C : 2 mol N

الصيغة الأولية للمركّب هي: $Ni(CN)_2$

5-5

إتقان المفاهيم

132. ما الملح المائي؟ وضّح إجابتك بمثال.

الملح المائي هو ملح يرتبط بذراته عدد محدد من جزيئات الماء، مثل $Na_2CO_3.10H_2O$ و $CuSO_4.5H_2O$.

133. وضّح كيف تُسمّى الأملاح المائية؟

سمِّ المركّب أولاً، ثمّ أضف مقطع (أحادي، ثنائي، ثلاثي) قبل كلمة الماء والتي تدل على عدد جزيئات الماء المرتبطة بمول واحد من المركّب.

134. المُجفِّفات لماذا توضع المجفِّفات مع الأجهزة الإلكترونية في صناديق حفظها؟

المُجفِّفات أملاح لامائية تمتص الماء من الهواء وتُبعده عن الأجهزة الإلكترونية.

135. اكتب صيغة كلّ ملح من الأملاح المائية التالية:

a. كلوريد النيكل (II) سداسي الماء.

$NiCl_2 . 6H_2O$

b. كربونات الماغنسيوم خماسية الماء.

$MgCO_3 . 5H_2O$

إتقان حلّ المسائل

136. يحتوي **الجدول 3—5** على بيانات تجريبية لتحديد صيغة كلوريد الباريوم المائي. أكمل الجدول وحدّد صيغته واسمه.

جدول 3—5. بيانات	$BaCl_2.xH_2O$
كتلة الجفنة الفارغة	21.30g
كتلة الملح المائي + الجفنة	31.35g
كتلة الملح المائي	**10.05g**
كتلة الملح + الجفنة بعد التسخين مدة 5 دقائق	29.87g
كتلة الملح اللامائي	**8.57g**

(كتلة الملح المائي + الجفنة) − (كتلة الجفنة الفارغة) = كتلة الملح المائي

$= (31.35g) - (21.30g) = 10.05g$

كتلة الملح اللامائي

(كتلة الملح + الجفنة بعد التسخين مدة 5 دقائق) − (كتلة الجفنة الفارغة) =

$= (29.87\ g) - (21.30\ g) = 8.57\ g$

(كتلة الملح المائي) − (كتلة الملح اللامائي) = كتلة الماء

$= (8.57\ g) - (10.05\ g) = 1.48\ g$

أولاً: احسب الكتلة المولية $BaCl_2$:

$$1\ \cancel{mol\ Ba} \times \frac{137.33\ g\ Ba}{1\ \cancel{mol\ Ba}} = 137.33\ g\ Ba$$

$$2\ \cancel{mol\ Cl} \times \frac{35.45\ g\ Cl}{1\ \cancel{mol\ Cl}} = 70.90\ g\ Cl$$

الكتلة المولية $= 70.90\ g + 137.33\ g$

$= 208.23 g/mol$

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_2O:

$$1\ \cancel{mol\ H} \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ \cancel{mol\ H}} = 2.016\ g\ H$$

$$1\ \cancel{mol\ O} \times \frac{16.00 g\ O}{1\ \cancel{mol\ O}} = 16.00\ g\ O$$

الكتلة المولية $= 2.016g + 16.00$

$= 18.02 g/mol$

ثالثًا: احسب أبسط نسبة عددية بين المركبين:

$$8.57\ \cancel{g\ BaCl_2} \times \frac{1\ mol\ BaCl_2}{208.23\ \cancel{g\ BaCl_2}} = 0.0412\ mol\ BaCl_2$$

$$1.48\ \cancel{g\ H_2O} \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ \cancel{g\ H_2O}} = 0.0821\ mol\ H_2O$$

$$x = \frac{0.0821\ mol\ H_2O}{0.0412\ mol\ BaCl_2} = 2.00$$

صيغة الملح المائي هي $BaCl_2.2H_2O$

واسمه: كلوريد الباريوم ثنائي الماء.

137. تُكوّن نترات الكروم (III) ملحًا مائيًّا يحتوي على 40.50% من كتلته ماء. فما الصيغة الكيميائية للمركّب؟

افترض أن لديك 100g من الملح المائي $Cr(NO_3)_3.xH_2O$:

كتلة الملح المائي − كتلة الماء = كتلة الملح اللامائي $Cr(NO_3)_3$

$= 100\ g - 40.50\ g$

$= 59.50g$ من $Cr(NO_3)_3$

أولاً: احسب الكتلة المولية $Cr(NO_3)_3$:

$$1\ mol\ Cr \times \frac{52.00g\ Cr}{1\ mol\ Cr} = 52.00g\ Cr$$

$$3\ mol\ N \times \frac{14.01g\ N}{1\ mol\ N} = 42.03g\ N$$

$$9\ mol\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ mol\ O} = 144.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 144.00g + 42.03g + 52.00g$

$= 238.03\ g/mol$

ثانيًا: احسب الكتلة المولية H_2O:

$$1\ mol\ H \times \frac{1.008g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016g\ H$$

$$1\ mol\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ mol\ O} = 16.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 16g + 2.016g$

$= 18.02g/mol$

ثالثًا: احسب أبسط نسبة عددية بين المركبين:

$$59.50g\ Cr(NO_3)_3 \times \frac{1\ mol\ Cr(NO_3)_3}{238.03g\ Cr(NO_3)_3}$$

$= 0.250\ mol\ Cr(NO_3)_3$

$$40.50g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02g\ H_2O} = 2.25\ mol\ H_2O$$

$$x = \frac{2.25\ mol\ H_2O}{0.25\ mol\ Cr(NO_3)_3} = 2.25\ mol\ H_2O$$

نضرب في العدد 4 ليصبح عددًا صحيحًا:

$4 \times (2.25) = 9$

صيغة الملح المائي هي $Cr(NO_3)_3.9H_2O$

138. حدّد التركيب النسبي المئوي لـ $MgCO_3.5H_2O$، ومثّل التركيب النسبي برسم بيانيّ دائري.

احسب الكتلة المولية $MgCO_3.5H_2O$:

$$1\ mol\ Mg \times \frac{24.31g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 24.31\ g\ Mg$$

$$1\ mol\ C \times \frac{12.00g\ C}{1\ mol\ C} = 12.01g\ C$$

$$10\ mol\ H \times \frac{1.008g\ H}{1\ mol\ H} = 10.08g\ H$$

$$8\ mol\ O \times \frac{16.00g\ O}{1\ mol\ O} = 128.00g\ O$$

الكتلة المولية $= 128.00g + 10.08g + 12.01g + 24.31g$

الكتلة المولية $= 174.41g/mol$

$MgCO_3$:

$$\%Mg = \frac{24.31\ g\ Mg}{174.41g\ MgCO_3.5H_2O} \times 100\% = 13.93\%$$

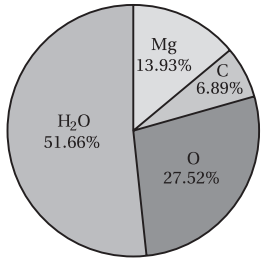
$$\%C = \frac{12.01\ g\ C}{174.41g\ MgCO_3.5H_2O} \times 100\% = 6.89\%$$

$$\%O = \frac{48.00g\ O}{174.41g\ MgCO_3.5H_2O} \times 100\% = 27.52\%$$

$5H_2O$:

$$\%H_2O = \frac{5\ (18.02g\ H_2O)}{174.41\ g\ MgCO_3.5H_2O} \times 100\% = 51.66\%$$

يجب أن يشابه الرسم البياني الشكل الآتي:



139. سُخّنت عيّنة كتلتها 1.628 g من ملح يوديد الماغنسيوم المائي حتى طُرد الماء منها، فأصبحت كتلتها 1.072 g. فما صيغة الملح المائي؟

افترض أن صيغة الملح المائي هي $MgI_2.x\ H_2O$

كتلة الملح المائي − كتلة الملح اللامائي الصُلب = كتلة الماء

MgI_2:

$$= 1.628\ g - 1.072\ g = 0.556\ g$$

$$1\ mol\ Mg \times \frac{24.31\ g\ Mg}{1\ mol\ Mg} = 24.31\ g\ Mg$$

$$2\ mol\ I \times \frac{126.90\ g\ I}{1\ mol\ I} = 253.80\ g\ I$$

$$\text{الكتلة المولية} = 253.80\ g + 24.31\ g$$

$$\text{الكتلة المولية} = 278.11\ g/mol$$

H_2O:

$$2\ mol\ H \times \frac{1.008\ g\ H}{1\ mol\ H} = 2.016\ g\ H$$

$$1\ mol\ O \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ mol\ O} = 16.00\ g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية} = 16.00\ g + 2.016\ g$$

$$\text{الكتلة المولية} = 18.02\ g/mol$$

احسب أبسط نسبة عددية بين المركبين:

$$1.072\ g\ MgI_2 \times \frac{1\ mol\ MgI_2}{278.11\ g\ MgI_2} = 0.003855\ mol\ MgI_2$$

$$0.556\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18.02\ g\ H_2O} = 0.0309\ mol\ H_2O$$

$$x = \frac{0.0309\ mol\ H_2O}{0.003855\ mol\ MgI_2} = 8.02$$

صيغة الملح المائي هي $MgI_2.8H_2O$

مراجعة عامة

140. إذا كانت كتلة ذرة واحدة من عنصر ما 6.66×10^{-23} g، فما العنصر؟

$$\frac{x}{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة}/mol} = \frac{6.66 \times 10^{-23}\ g}{1\ \text{ذرة}}$$

$$x = \frac{(6.66 \times 10^{-23}\ g) \times (6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة}/mol)}{1\ \text{ذرة}}$$

$$x = 40.09\ g/mol$$

قيمة الكتلة المولية أقرب إلى الكتلة المولية لعنصر الكالسيوم.

141. يحتوي مركّب على 6.0 g كربون، و1.0 g هيدروجين. وكتلته المولية 42.0 g/mol. فما التركيب النسبي المئوي للمركّب؟ وما صيغته الأولية؟ وما صيغته الجزيئية؟

$$\%\ C = \frac{6.0\ g\ C}{7.0\ g\ C_xH_y} \times 100\% = 85.7\%$$

$$\%\ H = \frac{1.0\ g\ H}{7.0\ g\ C_xH_y} \times 100\% = 14.3\%$$

$$6.0\ g\ C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\ g\ C} = 0.50\ mol\ C$$

$$1.0\ g\ H \times \frac{1\ mol\ H}{12.01\ g\ H} = 1.0\ mol\ H$$

$$\frac{0.50\ mol\ C}{0.50} : \frac{1.0\ mol\ H}{0.50}$$

أبسط نسبة هي :

الصيغة الأولية للمركّب: CH_2؛ وكتلته المولية الأولية تساوي

$14.0\ g/mol$

$$\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{الكتلة المولية الأولية}} = \frac{42.0\ g/mol}{14.0\ g/mol} = 3$$

$$\text{الصيغة الجزيئية للمركّب} (CH_2) = 3 = C_3H_6$$

142. أيّ المركّبات التالية يحتوي على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين: TiO_2، Al_2O_3، Fe_2O_3

TiO_2:

$$1\ mol\ Ti \times \frac{47.87\ g\ Ti}{1\ mol\ Ti} = 47.87\ g\ Ti$$

$$2\ mol\ O \times \frac{16.00\ g\ O}{1\ mol\ O} = 32.00\ g\ O$$

$$\text{الكتلة المولية}_{(TiO_2)} = \text{الكتلة المولية}_{(O)} + \text{الكتلة المولية}_{(Ti)}$$

$$= 32.00g + 47.87g$$

$$= 79.87\ g/mol$$

كتلة مول واحد من $TiO_2 = 79.87\ g/mol$

Al_2O_3:

$$2\ \text{mol Al} \times \frac{26.98\ \text{g Al}}{1\ \text{mol Al}} = 53.96\ \text{g Al}$$

$$1\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 48.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية = 48.00g + 53.96g

الكتلة المولية = 101.96 g/mol

Fe_2O_3:

$$2\ \text{mol Fe} \times \frac{55.58\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}} = 111.70\ \text{g Fe}$$

$$3\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 48.00\ \text{g O}$$

الكتلة المولية = 48.00g + 111.70g

الكتلة المولية = 159.70g/mol

$$\%O \text{ في } TiO_2 = \frac{32.00\ \text{g O}}{79.87\ \text{g } TiO_2} \times 100\%$$

$$= 40.07\%$$

$$\%O \text{ في } Al_2O_3 = \frac{48.00\ \text{g O}}{101.96\ \text{g } Al_2O_3} \times 100\%$$

$$= 47.08\%$$

$$\%O \text{ في } Fe_2O_3 = \frac{48.00\ \text{g O}}{159.70\ \text{g } Fe_2O_3} \times 100\%$$

$$= 30.06\%$$

يحتوي المركّب Al_2O_3 على أعلى نسبة مئوية بالكتلة من الأكسجين.

التفكير الناقد

143. طبّق المفاهيم لدى شركة تعدين مصدران محتملان لاستخراج النحاس: جالكوبايريت $CuFeS_2$، وجالكوسيت Cu_2S. فإذا كانت ظروف استخراج النحاس من الخامين متشابهة تمامًا، فأيّهما سيُنتِج كمية أكبر من النحاس؟ فسِّر إجابتك.

$CuFeS_2$:

$$1\ \text{mol Cu} \times \frac{63.55\ \text{g Cu}}{1\ \text{mol Cu}} = 63.55\ \text{g Cu}$$

$$1\ \text{mol Fe} \times \frac{55.85\ \text{g Fe}}{1\ \text{mol Fe}} = 55.85\ \text{g Fe}$$

$$2\ \text{mol S} \times \frac{32.07\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 64.14\ \text{g S}$$

الكتلة المولية = 64.14g + 55.85g + 63.55g

الكتلة المولية = 183.54g/mol

$$\%Cu \text{ في } CuFeS_2 = \frac{63.55\ \text{g Cu}}{183.54\ \text{g } CuFeS_2} \times 100\%$$

$$= 34.62\%$$

Cu_2S:

$$2\ \text{mol Cu} \times \frac{63.55\ \text{g Cu}}{1\ \text{mol Cu}} = 127.10\ \text{g Cu}$$

$$1\ \text{mol S} \times \frac{32.07\ \text{g S}}{1\ \text{mol S}} = 32.07\ \text{g S}$$

الكتلة المولية = 32.07g + 127.10g

الكتلة المولية = 159.17g/mol

$$\%Cu \text{ في } Cu_2S = \frac{127.10\ \text{g Cu}}{159.17\ \text{g } Cu_2S} \times 100\%$$

$$= 79.90\%$$

الچالكوبايريت ($CuFeS_2$) يحوي 34.62% من كتلته نحاسًا، حيث تحسب من التركيب النسبي المئوي، والچالكوسيت (Cu_2S) يحوي 79.90% من كتلته نحاسًا. ولهذا فإن الچالكوسيت سيُنتِج كمية أكبر من النحاس لأن نسبة النحاس فيه أعلى.

144. صمّم تجربة يمكن استعمالها لتحديد كمية الماء في مركب الشبّ البوتاسي $KAl(SO_4)_2 \cdot xH_2O$

قس كتلة جفنة فارغة وسجلها. ثمّ أضف حوالي 2g من الملح المائي، وقس كتلة الجفنة والملح وسجلها. سخِّن الجفنة بهدوء مدة 5 دقائق، ثمّ سخِّنها بشدّة مدة 5 دقائق أخرى لتبخير الماء جميعه. دع الجفنة تبرد، وقس الكتلة وسجلها. احسب كتلة الملح اللامائي وكتلة الماء

المفقود. ثمّ احسب عدد مولات الملح اللامائي وعدد مولات الماء. وأخيرًا، حدِّد نسبة مولات الماء إلى الملح اللامائي، واستعمِل النسبة العددية الصحيحة للمولات كمعامل للماء في الصيغة.

مسألة تحفيز

145. مركبان كيميائيان يتكونان من العنصرين X و Y وصيغتاهما XY. X_2Y_3. إذا علمت أنَّ 0.25 mol من المركب XY تساوي 17.96 g، و 0.25 mol من المركب X_2Y_3 تساوي 39.92g.

a. فما الكتلة الذرية لكل من X وY؟

b. أكتب الصيغة الكيميائية لكل من المركبين.

XY: 17.96 g / 0.25 mol = 71.84 g/mol

71.84 g/mol=X+Y

Y= 71.84 g/mol−X

X_2Y_3: 39.82 g/0.25 mol=159.68 g/mol

159.68 g/mol=2X+3Y

بالتعويض بدلاً من Y:

159.68 g/mol=2X + 3(71.84 g/mol−X)

159.68 g/mol = 2X + 215.52 g/mol−3X

−55.85 g/mol = −X

X = 55.85 g/mol

X+Y = 71.84 g/mol

55.85 g/mol + Y = 71.84 g/mol

Y = 16 g/mol

x عبارة عن عنصر الحديد(Fe)، وY عبارة عن عنصر الأكسجين (O). إذن صيغ المركبات هي: FeO، Fe_2O_3

مراجعة تراكمية

146. أكتب معادلات كيميائية موزونة لكل تفاعل مما يلي:

a. تفاعل فلز الماغنسيوم مع الماء لتكوين هيدروكسيد الماغنسيوم الصلب وغاز الهيدروجين.

a. $Mg_{(s)}+2H_2O_{(l)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)}+H_{2(g)}$

b. تفكك غاز رباعي أكسيد ثنائي النيتروجين إلى غاز ثاني أكسيد النيتروجين.

b. $N_2O_{4(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$

c. تفاعل الإحلال المزدوج بين المحاليل المائية لكل من حمض الكبريتيك وهيدروكسيد البوتاسيوم.

c. $H_2SO_{4(aq)}+2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)}+2H_2O_{(l)}$

تقويم إضافي

الكتابة في الكيمياء

147. الغاز الطبيعي هيدرات الغاز الطبيعي هي مركّبات كيميائية متبلورة (Clathrate hydrates). ابحث في هذه المركّبات وأعدّ نشرة تعليمية عنها للمستهلِكين. يجب أن تناقش هذه النشرة تركيب هذه المركّبات، ومكان وجودها، وأهميتها للمستهلِكين، والآثار البيئية لاستخداماتها.

ستتنوّع الإجابات؛ احرص على أن تشتمل النشرات على معلومات، مثل، أن هيدرات الغاز الطبيعي مواد بلورية صُلبة يكون الماء أساسًا في تركيبها، وتشبه القطع الثلجية، وتتألف من بلورة شبكية من الماء – الثلج تضم في داخلها جزيئات خفيفة مثل الميثان، والإيثان والبروبان التي تكون محتجزة في الفراغات بين جزيئات الماء.

تتكوّن هذه المركّبات بشكل طبيعي تحت ضغط مرتفع على نحو معقول، ودرجات حرارة قريبة من درجة تجمد الماء. حيث تتوافر هذه الشروط في المناطق القطبية دائمة التجمد مثل أقاليم شمال أمريكا وأوروبا وآسيا، وعلى طول المنحدرات القارية العميقة حول العالم. ويمكن اعتبار هيدرات الغاز الطبيعي على أنها "تجمع لغاز الميثان"، إذ من الممكن أن تصبح هيدرات الغاز الطبيعي مصدرًا جديدًا ونظيفًا للطاقة.

توجد كميات ضخمة من الغاز الطبيعي على صورة هيدرات الغاز حول العالم، ولكن إذا تمّ استثمارها كمصدر للطاقة، فقد يؤدي ذلك إلى فقدان التوازن في قاع البحار، وبالتالي، عدم الاستقرار ممّا يؤدي إلى انزلاقات في سطح قاع البحار وإطلاق كميات هائلة من غاز الميثان إلى السطح. ويُعدّ غاز الميثان غازَ دفيئةٍ فعالا جدًّا، إذ يفسر تحرر مقدار ضخم من غاز الميثان سلسلة الاحترار العالمي في الماضي الجيولوجي.

أسئلة المستندات

148. يشتمل **الجدول4—5** على بيانات عن وقود مكوك فضاء؛ إذ لا بد من توافر 3,164,445 L من الوقود السائل والأكسجين، والهيدروجين، وأحادي ميثيل الهيدرازين (الكتلة المولية = 46.07g /mol)، ورابع أكسيد النيتروجين (الكتلة المولية = 92.00g /mol)، في خزانات الوقود لخطة الإقلاع، وكتلتها الكلية (727,233 Kg). أكمل الجدول بحساب عدد المولات، والكتلة بالكيلو جرام، وعدد الجزيئات.

جدول (4—5) بيانات وقود مكوك فضائي

المادة	الصيغة الجزيئية	الكتلة (Kg)	عدد المولات	عدد عدد الجزيئات
الهيدروجين	H_2	**1.04×10^{5}g**	5.14×10^{7}	**3.09×10^{31}**
الأكسجين	O_2	**6.18×10^{5}g**	**1.93×10^{7}**	1.16×10^{31}
أحادي ميثيل الهيدرازين	CH_3NHNH_2	4909	**1.07×10^{5}**	**6.44×10^{28}**
رابع أكسيد النيتروجين	N_2O_4	**7.95×10^{3}**	8.64×10^{4}	**5.2×10^{28}**

الهيدروجين:

الكتلة:

$$5.14 \times 10^{7}\ \text{mol H} \times \frac{2.016\ \text{g H}}{1\ \text{mol H}} \times \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}$$

$$= 1.4 \times 10^{5}\ \text{kg H}$$

عدد الجزيئات:

$$5.14 \times 10^{7}\ \text{mol H} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من H}}{1\ \text{mol H}}$$

$$= 3.09 \times 10^{31}\ \text{جزيء من H}$$

الأكسجين:

عدد المولات:

$$1.16 \times 10^{31}\ \text{جزيء من O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء من O}}$$

$$= 1.93 \times 10^{7}\ \text{mol O}$$

الكتلة:

$$1.93 \times 10^{7}\ \text{mol O} \times \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}} \times \frac{32.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}}$$

$$= 6.18 \times 10^{5}\ \text{kg O}$$

أحادي ميثيل الهيدرازين:

عدد المولات:

$$4909\ \text{kg } CH_3NHNH_2 \times \frac{1000\ \text{g}}{1\ \text{kg}} \times \frac{1\ \text{mol } CH_3NHNH_2}{46.08\ \text{g } CH_3NHNH_2}$$

$$= 1.07 \times 10^{5}\ \text{mol } CH_3NHNH_2$$

عدد الجزيئات:

$$1.07 \times 10^{5}\ \text{mol } CH_3NHNH_2 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من } CH_3NHNH_2}{1\ \text{mol } CH_3NHNH_2}$$

$$= 6.44 \times 10^{28}\ \text{جزيء من } CH_3NHNH_2$$

رابع أكسيد النيتروجين:

الكتلة:

$$8.64 \times 10^{4}\ \text{mol } N_2O_4 \times \frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}} \times \frac{92.02\ \text{g } N_2O_4}{1\ \text{mol } N_2O_4}$$

$$= 7.950 \times 10^{3}\ \text{kg } N_2O_4$$

عدد الجزيئات:

$$8.64 \times 10^{4}\ \text{mol } N_2O_4 \times \frac{6.02\times10^{23}\ \text{جزيء من } N_2O_4}{1\ \text{mol } N_2O_4}$$

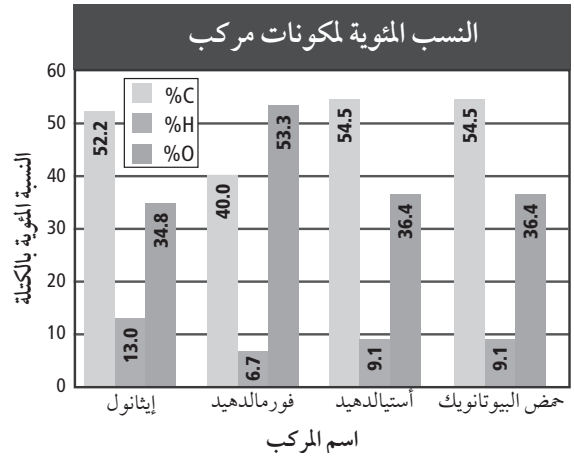
$$= 5.20 \times 10^{28}\ \text{جزيء من } N_2O_4$$

اختبار مقنن

الصفحتان 99 – 98

أسئلة الاختيار من متعدد

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن الأسئلة 1 – 4.



1. يتشابه الأسيتالدهيد وحمض البيوتانويك في:

a. الصيغة الجزيئية.

b. الصيغة الأولية.

c. الكتلة المولية.

d. الخواص الكيميائية.

(b)

2. إذا كانت الكتلة المولية لحمض البيوتانويك 88.1g /mol، فما صيغتة الجزيئية؟

a. $C_3H_4O_3$

b. C_2H_4O

c. $C_5H_{12}O_1$

d. $C_4H_8O_2$

(d)

الحلّ:

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب.

ثانيًا: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$54.5\,g\,C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\,g\,C} = 4.54\ mol\ C$$

$$9.1\,g\,H \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\,g\,H} = 9.03\ mol\ H$$

$$36.4\,g\,O \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\,g\,O} = 2.28\ mol\ O$$

ثالثًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{4.54\ mol\ C}{2.28} : \frac{9.03\ mol\ H}{2.28} : \frac{2.28\ mol\ O}{2.28}$$

$$1.99\ mol\ C : 3.96\ mol\ H : 1.00\ mol\ O$$

تكون نسبة C : H : O

$$2\ mol\ C : 4\ mol\ H : 1\ mol\ O$$

الصيغة الأولية للمركّب: C_2H_4O

وكتلته المولية الأولية = 44.06 g/mol

$$\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{الكتلة المولية الأولية}} = \frac{88.1\ g/mol}{44.06\ g/mol} = 2$$

الصيغة الجزيئية للمركّب = 2 $(C_2H_4O) = C_4H_8O_2$

3. ما الصيغة الأولية للإيثانول؟

a. C_4HO_3

b. $C_2H_6O_2$

c. C_2H_6O

d. $C_4H_{13}O_2$

(c)

الحلّ:

أولًا: افترض أن لديك 100 g من المركّب.

ثانيًا: احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$52.2\,g\,C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\,g\,C} = 4.35\ mol\ C$$

$$13.0\,g\,H \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\,g\,H} = 12.9\ mol\ H$$

$$34.8\,g\,O \times \frac{1\ mol\ O}{16.00\,g\,O} = 2.18\ mol\ O$$

ثالثًا: احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{4.35\ mol\ C}{2.18} : \frac{12.9\ mol\ H}{2.18} : \frac{2.18\ mol\ O}{2.18}$$

$$2.00\ mol\ C : 5.92\ mol\ H : 1.00\ mol\ O$$

تكون نسبة C : H : O:

$$2\ mol\ C : 6\ mol\ H : 1\ mol\ O$$

الصيغة الأولية للمركّب: C_2H_6O

4. الصيغة الأولية للفورمالدهيد هي صيغته الجزيئية نفسها. فكم جرامًا يوجد في 2.00 mol من الفورمالدهيد؟

a. 30.00 g

b. 60.06 g

c. 182.0 g

d. 200.0 g

(b)

الحلّ:

حدد الصيغة الأولية للفورمالدهيد

$$40.0\,g\,C \times \frac{1\ mol\ C}{12.01\,g\,C} = 3.33\ mol\ C$$

$$6.7\,g\,H \times \frac{1\ mol\ H}{1.008\,g\,H} = 6.65\ mol\ H$$

$$53.33\,\cancel{g\,O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\,\cancel{g\,O}} = 3.33\ \text{mol O}$$

$$\frac{3.33\ \text{mol C}}{3.33} : \frac{6.65\ \text{mol H}}{3.33} : \frac{3.33\ \text{mol O}}{3.33}$$

1 mol C : 2 mol H : 1 mol O

الصيغة الأولية للمركّب: CH_2O

وكتلته المولية = 30.03 g/mol

عدد الجرامات في 2.00 mol:

$$2\ \cancel{\text{mol}}\ CH_2O \times \frac{30.03\ \text{mol}\ CH_2O}{1\ \cancel{\text{mol}}\ CH_2O} = 60.06\ \text{g}\ CH_2O$$

5. أيّ ممّا يلي لا يُعدّ وصفًا للمول؟

a. وحدة تُستعمَل للعدّ المباشر للجسيمات

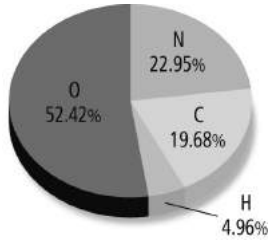
b. عدد أفوجادرو من جزيئات المركّب

c. عدد الذرات في 12 g بالضبط من C–12 النقي

d. وحدة النظام العالمي لكمية المادة.

(a)

استعن بالرسم البياني أدناه للإجابة عن السؤال 6.



6. ما الصيغة الأولية لهذا المركّب؟

a. $C_6H_2N_6O_3$

b. $C_4HN_5O_{10}$

c. CH_3NO_2

d. CH_5NO_3

(c)

الحلّ:

افترض أن لديك 100 g من المركّب.

احسب عدد المولات لكلّ عنصر:

$$19.68\,\cancel{g\,C} \times \frac{1\ \text{mol C}}{12.01\,\cancel{g\,C}} = 1.639\ \text{mol C}$$

$$4.96\,\cancel{g\,H} \times \frac{1\ \text{mol H}}{1.008\,\cancel{g\,H}} = 4.921\ \text{mol H}$$

$$22.95\,\cancel{g\,N} \times \frac{1\ \text{mol N}}{14.00\,\cancel{g\,N}} = 1.638\ \text{mol N}$$

$$52.42\,\cancel{g\,O} \times \frac{1\ \text{mol O}}{16.00\,\cancel{g\,O}} = 3.276\ \text{mol O}$$

احسب نسبة المولات لكلّ عنصر:

$$\frac{1.639\ \text{mol C}}{1.638} : \frac{4.921\ \text{mol H}}{1.638} : \frac{1.638\ \text{mol N}}{1.638} : \frac{3.276\ \text{mol O}}{1.638}$$

1.00 mol C: 3.00 mol H: 1.00 mol N: 2 mol O

الصيغة الأولية للمركّب هي CH_3NO_2

7. ما نوع التفاعل الموضّح أدناه؟

$$2HI + (NH_4)_2S \longrightarrow H_2S + 2NH_4I$$

a. تكوين

b. تفكك

c. إحلال بسيط

d. إحلال مزدوج

(d)

8. ما كتلة جزيء واحد من الجلوكوز؟ (الكتلة المولية = 180g/mol)

a. 6.02×10^{-23}

b. 2.99×10^{-22}

c. 2.16×10^{25}

d. 3.34×10^{21}

(b)

$$\frac{180\ \text{g}\ C_6H_{12}O_6}{1\ \cancel{\text{mol}}\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{1\ \cancel{\text{mol}}\ C_6H_{12}O_6}{\text{جزيء}\ 6.02 \times 10^{23}}$$

= 2.99×10^{-22} g لكل جزيء من $C_6H_{12}O_6$

9. ما عدد ذرات الأكسجين في 18.94g من $Zn(NO_3)_2$؟ (الكتلة المولية = 189g/mol)

a. 3.61×10^{23}

b. 1.81×10^{23}

c. 6.02×10^{25}

d. 1.14×10^{25}

(a)

أولًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$18.94\ \text{g}\ Zn(NO_3)_2 \times \frac{1\ \text{mol}\ Zn(NO_3)_2}{189.00\ \text{g}\ Zn(NO_3)_2}$$

$$= 0.100\ \text{mol}\ Zn(NO_3)_2$$

ثانيًا: احسب عدد جزيئات المركّب:

$$0.100\ \text{mol}\ Zn(NO_3)_2 \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزيء}}{1\ \text{mol}}$$

$$= 6.02 \times 10^{22}\ \text{جزيء من}\ Zn(NO_3)_2$$

ثالثًا: احسب عدد ذرات الأكسجين في المركّب:

$$6.02 \times 10^{22}\ \text{جزيء من}\ Zn(NO_3)_2 \times \frac{6\ \text{ذرة من O}}{1\ \text{جزيء من}\ Zn(NO_3)_2}$$

$$= 3.61 \times 10^{23}\ \text{ذرة من O}$$

10. إذا علمت أن الكتلة المولية لهيدروكسيد الصوديوم NaOH تساوي 40.0g/mol. فما عدد المولات في 20.00 g منه؟

a. 0.50 mol **c.** 2.00 mol

b. 1.00 mol **d.** 4.00 mol

(a)

$$20.0\ \text{g NaOH} \times \frac{\text{NaO1 mol H}}{40.0\ \text{g NaOH}}$$

$$= 0.5\ \text{mol NaOH}$$

11. كم ذرة في 116.14 g من Ge؟ (الكتلة المولية = 72.59g/mol)

a. 2.73×10^{25} ذرة **c.** 3.76×10^{23} ذرة

b. 6.99×10^{25} ذرة **d.** 9.63×10^{23} ذرة

(d)

أولًا: احسب عدد مولات المركّب:

$$116.14\ \text{g Ge} \times \frac{1\ \text{mol Ge}}{72.59\ \text{g Ge}}$$

$$= 1.60\ \text{mol Ge}$$

ثانيًا: احسب عدد ذرات المركّب:

$$1.60\ \text{mol Ge} \times \frac{6.02 \times 10^{23}\ \text{ذرة}}{1\ \text{mol Ge}}$$

$$= 9.63 \times 10^{23}\ \text{ذرة من Ge}$$

12. ما كتلة جزيء واحد من $BaSiF_6$؟

(الكتلة المولية = 279.415g/mol)

a. 1.68×10^{25} g **c.** 4.64×10^{-22} g

b. 2.16×10^{21} g **d.** 6.02×10^{-23} g

(c)

$$\frac{279.42\ \text{g BaSiF}}{1\ \text{mol}\ BaSiF_6} \times \frac{1\ \text{mol}\ BaSiF_6}{6.02 \times 10^{23}\ \text{جزئ من}\ BaSiF_6} =$$

$$= 4.64 \times 10^{-22}\ \text{g لكل جزيء من}\ BaSiF_6$$

13. ما الكتلة المولية لأباتيت الفلور $Ca_5(PO_4)_3F$؟

a. 314g/mol **c.** 422g/mol **e.** 524g/mol

b. 344g/mol **d.** 504g/mol

(d)

$$5\ \text{mol Ca} \times \frac{40.08\ \text{g Ca}}{1\ \text{mol Ca}} = 200.40\ \text{g Ca}$$

$$3\ \text{mol P} \times \frac{30.97\ \text{g P}}{1\ \text{mol P}} = 92.91\ \text{g P}$$

$$12\ \text{mol O} \times \frac{16.00\ \text{g O}}{1\ \text{mol O}} = 192.00\ \text{g O}$$

$$1\ \text{mol F} \times \frac{19.00\ \text{g F}}{1\ \text{mol F}} = 19.00\ \text{g F}$$

$$\text{الكتلة المولية} = 19.00\ \text{g} + 192.00\ \text{g} + 92.91\ \text{g} + 200.40\text{g}$$

$$= 504.31\ \text{g/mol}$$

أسئلة الإجابات القصيرة

استعن بالجدول أدناه للإجابة عن السؤال 14

شحنات بعض الأيونات	
الأيون	الصيغة
الكبريتيد	S^{2-}
الكبريتيت	SO_3^{2-}
الكبريتات	SO_4^{2-}
ثيوكبريتات	$S_2O_3^{2-}$
نحاس I	Cu^{+}
نحاس II	Cu^{2+}

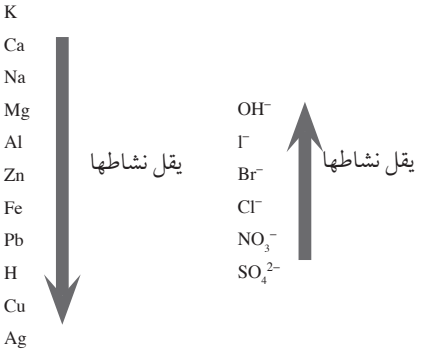
14. كم مركّبا يمكن أن يتكوَّن من النحاس والكبريت والأكسجين؟ اكتب أسماءَها وصيغها.

من الممكن أن تتكوّن ست مركّبات هي:

ثيوكبريتات النحاس (I)	$Cu_2S_2O_3$
ثيوكبريتات النحاس (II)	CuS_2O_3
كبريتات النحاس (I)	Cu_2SO_4
كبريتات النحاس (II)	$CuSO_4$
كبريتيت النحاس (I)	Cu_2SO_3
كبريتيت النحاس (II)	$CuSO_3$

أسئلة الإجابات المفتوحة

استعن بالشكل أدناه للإجابة عن السؤال 15.



طُلب إليك تحديد ما إذا كانت عيّنة من الفلز تتكوّن من الخارصين، أو الرصاص، أو الليثيوم. ولديك المحاليل الآتية: كلوريد البوتاسيوم KCl، كلوريد الألومنيوم $AlCl_3$ III، كلوريد الحديد $FeCl_3$ III، كلوريد النحاس (II).

15. وضّح كيف تُستخَدم المحاليل في معرفة نوع الفلز الذي تتكوّن منه العيّنة.

ستحتاج إلى تفاعل كمية من العيّنة نفسها مع كافة المحاليل. إذا كانت العيّنة من الليثيوم فستكوّن نشيطة كيميائيًّا، وستُظهر تفاعلا كيميائيًّا عند وضعها في أيّ محلول. الرصاص أقلّ نشاطًا من المحاليل جميعها باستثناء النحاس. لذا، إذا أظهر الفلز تفاعلا مع النحاس فقط، فإن العيّنة تكون من الرصاص. الخارصين أكثر نشاطًا من الحديد والنحاس، وأقل نشاطًا من البوتاسيوم والألومنيوم، فالخارصين يتفاعل مع محاليل الحديد والنحاس، ولكنه لا يتفاعل مع محاليل البوتاسيوم والألومنيوم.