**مؤشرات الكفاءة**

1. يصف بدقة جملة كيميائية.
2. يوظف جدول تقدم التفاعل الكيميائي المنمذج كوسيلة لتقديم حصيلة المادة.

**الأدوات المستعملة**

| مواد و محاليل | أدوات مخبرية |
|---|---|
| 1. هيدروجينوكربونات الصوديوم $NaHCO_3$ الصلب.<br>2. ماء الجير. | 1. ميزان إلكتروني.<br>2. ملعقة معدنية.<br>3. جهاز التسخين.<br>4. أنابيب اختبار و حامل.<br>5. أنبوب انطلاق وسدادة.<br>6. ورق الترشيح. |

**أ. الدراسة التجريبية:**

1. كتلة أنبوب الاختبار الفارغ: $\mathbf{m_A = 21,6g}$
2. كتلة أنبوب الاختبار المملوء: $\mathbf{m_B = 23,1g}$
3. كتلة المتفاعل الموجود في الأنبوب: $m_1 = m_B - m_A = 23,1 - 21,6$

$$\mathbf{m_1 = 1,5g}$$

**ملاحظة:** الارتفاع 1cm الوارد ذكره في بطاقة التلميذ يوافق بتقريب جيد كتلة الهيدروجينوكاربونات المناسبة لإجراء التجربة.

4. الملاحظات:
   - أ. انطلاق فقاعات غازية في أنبوب الاختبار.
   - ب. تعكر رائق الكلس.
   - جـ. تشكل قطرات مائية على جدران أنبوب الاختبار الداخلية.

5. كتلة الأنبوب: $\mathbf{m_C = 22,5g}$
6. كتلة الراسب: $m_2 = m_C - m_A = 22,5 - 21,6$ و منه: $\mathbf{m_2 = 0,9g}$

| $m_2$ | $m_C$ | $m_1$ | $m_B$ | $m_A$ |
|---|---|---|---|---|
| 0,9g | 22,5g | 1,5g | 23,1g | 21,6g |

**ب. استغلال النتائج:**

1. نعم المعاملات الستوكيومترية مضبوطة.
2. ناتجا التفاعل هما: $CO_2$ و $H_2O$
3. يمكن حذف المعادلة الكيميائية الأولى لعدم وجود الماء ($H_2O$) في النواتج.
4. حساب الكتل المولية الجزيئية:

$M(Na_2CO_3) = 106\ g/mol$ ، $M(Na_2O) = 62\ g/mol$ ، $M(NaCO_3) = 84\ g/mol$

5. وصف الجملة في الحالة الابتدائية والنهائية.

**ملاحظة:** يتم وصف الجملة كميا وكيفيا في الحالة الابتدائية و الحالة النهائية.

6. حساب $n_0(NaHCO_3)$:

$n_0(NaHCO_3) = m_1 / M(NaHCO_3) = 1,5 / 84$ ومنه: $\mathbf{n_0(NaHCO_3) = 0,018\ mol}$

7. جدول تقدم للتفاعلين المتبقيين:

| الحالة | التقدم | $2NaHCO_{3(s)} = Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}$ | | | | $2NaHCO_{3(s)} = Na_2O_{(s)} + H_2O_{(g)} + 2CO_{2(g)}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ابتدائية | 0 | 0,018 | 0 | 0 | 0 | 0,018 | 0 | 0 | 0 |
| انتقالية | x | 0,018 - 2x | x | x | x | 0,018 - 2x | x | x | x |
| نهائية | $x_f$ | 0,018 - $2x_f$ | $x_f$ | $x_f$ | $x_f$ | 0,018 - $2x_f$ | $x_f$ | $x_f$ | $2x_f$ |

قيمة التقدم النهائي في الحالتين: $\mathbf{x_f = 0,009\ mol}$

(ملاحظة: **نظرا لأن التفاعل هنا تام فإننا نتحدث فقط عن التقدم النهائي، و لا فرق بينه و بين التقدم الأعظمي في هذا النوع من التفاعلات**)

8. حساب قيمتي كمية المادة:

$$\mathbf{n_f(Na_2CO_3) = x_f = 0,009\ mol \text{ --- } n_f(Na_2O) = x_f = 0,009\ mol}$$

9. حساب قيمة الكتلة:

$m_f(Na_2O) = n_f(Na_2O) \times M(Na_2O) = 0,009 \times 62$ و منه: $\mathbf{m_f(Na2O) = 0,558g}$

$m_f(Na_2CO_3) = n_f(Na_2CO_3) \times M(Na_2CO_3) = 0,009 \times 106$ و منه: $\mathbf{m_f(Na_2CO_3) = 0,954g}$

10. المقارنة: نلاحظ أن $m_2$ تساوي تقريبا $m_f(Na_2CO_3)$ ، إذن المعادلة الكيميائية المرافقة هي:

$$\mathbf{2NaHCO_{3(s)} \longrightarrow Na_2CO_{3(s)} + H_2O_{(g)} + CO_{2(g)}}$$

11. حساب $V_f(CO_2)$:

$V_f(CO_2) = n \times VM = xf \times VM = 0,009 \times 22,4$ و منه: $\mathbf{V_f(CO_2) = 0,2\ L}$

12. **الإجابة على السؤال المطروح**:

بوجود الحرارة يتحلل بكربونات الصوديوم منتجا غاز $CO_2$ الذي يزيد من حجم الحلويات، وبالتالي تتضخم مسامات العجينة و هذا يسهل عملية الطهي.

**ملاحظة:**

1. غاز ثاني أكسيد الكربون المنطلق لا يخرج من العجينة، بل يكون انطلاقه في البداية سريعا و بحجم كبير مما يؤدي إلى تشكل قشرة صلبة أعلى العجينة، ثم يتناقص الحجم المنطلق منه تدريجيا.
2. نقترح عليك هذا العمل المخبري بغرض التنويع، فلك الاختيار بينه و بين النشاط المقترح في الكتاب المدرسي صفحة 158 و المتعلق بتفاعل هيدروجينوكربونات الصوديوم مع الخل.