الحسابات المبنية على المادة المحددة

Limiting Reactant

ولتحديد المادة المحددة والمادة الفائضة، يجب أن يتوفر لديك معادلة موزونة، وعدد المولات التي تم خلطها أو كتلها إن كانت صلبة، أو تركيزها إن كانت محلولاً.

خطوات تحديد المادة المحددة للتفاعل، والمادة الفائضة

أولاً: إذا أعطيت في السؤال عدد مولات المواد المتفاعلة

$$aA + bB \rightarrow C$$

- اقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة (المعطاة في السؤال) على معاملها.

$$\frac{\text{عدد مولات A}}{\text{معامل A (a)}} \qquad \frac{\text{عدد مولات B}}{\text{معامل B (b)}}$$

ناتج القسمة الأقل هو للمادة المحددة.

ثانياً: إذا أعطيت في السؤال كتل المواد المتفاعلة

- حوّل الكتل إلى عدد مولات ($mMr = n$)
- اقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة (المحسوبة) على معاملها.
- ناتج القسمة الأقل هو للمادة المحددة.

ثالثاً: إذا أعطيت في السؤال تركيز المواد المتفاعلة

- حوّل التركيز إلى عدد مولات ($n = M \times v$)
- اقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة (المحسوبة) على معاملها.
- ناتج القسمة الأقل هو للمادة المحددة.

مثال (1):

أضيف 8 mol من البوتاسيوم K إلى 5 mol من غاز الكلور Cl_2 للتفاعل وفق المعادلة

الآتية:

$$2K_{(s)} + Cl_{2\ (g)} \rightarrow 2KCl_{(s)}$$

أ- أستنتج المادة المحددة للتفاعل.

ب- أحسب عدد مولات المادة الناتجة.

تحليل السؤال (المعطيات)

عدد مولات البوتاسيوم = 8 mol

عدد مولات الكلور = 5 mol

الحل:

أ- لتحديد المادة المحددة نقسم عدد مولات كل مادة على معاملها:

$$n\ K = 82 = 4 \qquad , \qquad n\ Cl_2 = 51 = 5$$

وبما أن عدد مولات البوتاسيوم هو الأقل فهي المادة المحددة.

ب- لاحظ من المعادلة أن كل (2) mol من البوتاسيوم ينتج (2 mol) من كلوريد البوتاسيوم، وبما أن عدد مولات المادة المحددة يساوي (4 mol)، فهذه يعني أن عدد مولات المادة الناتجة = (4 mol).

مثال (2):

يتفاعل غاز الأكسجين O_2 مع غاز الهيدروجين H_2 ، فينتج بخار الماء H_2O حسب المعادلة الآتية:

$$O_{2\ (g)} + 2H_{2\ (g)} \rightarrow 2H_2O_{(g}$$

إذا خلط 5 mol من O_2 مع 6 mol من H_2 ، فأجب عن الأسئلة الآتية:

أ- ما المادة المحددة للتفاعل؟

ب- ما عدد مولات المادة الفائضة؟

ج- ما عدد مولات بخار الماء الناتجة؟

تحليل السؤال (المعطيات)

عدد مولات الأكسجين = 5 mol

عدد مولات الهيدروجين = 6 mol

الحل:

أ- لتحديد المادة المحددة للتفاعل نقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة على معاملها (من المعادلة):

$$1O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$$

$$n\ O_2 = 51 = 5 \quad , \quad n\ H_2 = 62 = 3$$

وبما أن عدد المولات الأقل للهيدروجين H_2 ، فهي بذلك المادة المحددة، ويكون الأكسجين O_2 هو المادة الفائضة.

ب- عدد مولات الأكسجين الفائضة = عدد مولات المادة الفائضة- عدد مولات المادة المحددة

$$5\ mol - 3\ mol = 2\ mol$$

ج- لإيجاد عدد مولات بخار الماء الناتجة نربط علاقة بين عدد مولات المادة المحددة مع عدد مولات الماء:

$$O_2 + 2H_2 \longrightarrow 2H_2O$$
$$2\ mol \longrightarrow 2\ mol$$
$$6\ mol \longrightarrow X$$

عدد مولات الأكسجين = 6 mol

مثال (3):

يحترق غاز الإيثين بوجود الأكسجين احتراقاً تاماً؛ وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$C_2H_4\ _{(g)} + 3O_2\ _{(g)} \rightarrow 2CO_2\ _{(g)} + 2H_2O\ _{(g}$$

g فإذا أضيف 18.7 من غاز الإيثين C_2H_4 إلى 7.4 g من غاز الأكسجين O_2

أستنتج المادة المحددة للتفاعل، علماً أن الكتلة المولية بوحدة g/mol هي: (C_2H_4 = 28 , O_2 = 32)

تحليل السؤال (المعطيات)

كتلة الإيثين = 18.7 g

كتلة الأكسجين = 7.4

الكتلة المولية للإيثين = 28 g/mol

الكتلة المولية للأكسجين = 32 g/mol

الحل:

نحسب عدد مولات كل الإيثين والأكسجين:

$n\ C_2H_4 = mMr = 18.728 = 0.67\ mol$

$n\ O_2 = mMr = 7.432 = 0.23\ mol$

لتحديد المادة المحددة للتفاعل نقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة على معاملها (من المعادلة):

$$1C_2H_4\ _{(g)} + 3O_2\ _{(g)} \rightarrow 2CO_2\ _{(g)} + 2H_2O\ _{(g}$$

$n\ C_2H_4 = 0.671 = 0.67$, $n\ O_2 = 0.233 = 0.08$

وبما أن عدد المولات الأقل للأكسجين O_2 ، فهي بذلك المادة المحددة، ويكون الإيثين C_2H_4 هو المادة الفائضة.

مثال (4):

أستنتج المادة المحددة للتفاعل عند إضافة 50 g من النيكل Ni إلى 500 mL من

محلول حمض HCl تركيزه 0.01 M ، كما هو موضح في المعادلة الآتية:

$$Ni_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2\ (aq)} + H_{2\ (g)}$$

علماً أن الكتلة المولية للنيكل = 58.7 g/mol

تحليل السؤال (المعطيات)

كتلة النيكل = 50 g

الكتلة المولية للنيكل = 58.7 g/mol

تركيز الحمض = 0.01 M

حجم الحمض = 500 mL

الحل:

نحسب عدد مولات كل النيكل والحمض:

$$n\ Ni = \frac{m}{Mr} = \frac{50}{58.7} = 0.85\ mol$$

$$n\ HCl = M \times V = 0.01 \times 0.5 = 0.005\ mol$$

لتحديد المادة المحددة للتفاعل نقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة على معاملها (من المعادلة):

$$1Ni_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow NiCl_{2\ (aq)} + H_{2\ (g)}$$

$$n\ Ni = \frac{0.85}{1} = 0.85 \quad , \quad n\ HCl = \frac{0.005}{2} = 0.0025$$

وبما أن عدد المولات الأقل للحمض HCl ، فهي بذلك المادة المحددة، ويكون النيكل Ni هو المادة الفائضة.

مثال (5):

ينتج الأستيلين C_2H_2 بإضافة الماء إلى كربيد الكالسيوم CaC_2 وفقًا للمعادلة الآتية:

$$CaC_{2\ (s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_{2\ (g)} + Ca(OH)_{2\ (aq)}$$

g فإذا خلط 100 من CaC_2 مع 50 g من الماء، أحسب كتلة C_2H_2 الناتجة من التفاعل، ثم أحسب كتلة المادة الفائضة، علمًا بأن الكتلة المولية بوحدة g/mol لـ Ca = 40، و C = 12 و H = 1، و O = 16

تحليل السؤال (المعطيات)

كتلة كربيد الكالسيوم = 100 g

كتلة للماء = 50 g

الكتلة المولية لكربيد الكالسيوم = 64 g/mol

الكتلة المولية للماء = 18 g/mol

الحل:

نحسب عدد مولات كلّ من الماء وكربيد الكالسيوم:

$n\ CaC_2 = mMr = 10064 = 1.56\ mol$

$n\ H_2O = mMr = 5018 = 2.78\ mol$

لتحديد المادة المحددة للتفاعل نقسم عدد مولات كل مادة متفاعلة على معاملها (من المعادلة):

$$(1)CaC_{2\ (s)} + 2H_2O_{\ (l)} \rightarrow C_2H_{2\ (g)} + Ca(OH)_{2\ (aq}$$

$n\ CaC_2 = 1.561 = 1.56$ ، $n\ HCl = 1.391 = 1.39$

وبما أن عدد المولات الأقل للماء H_2O ، فهو بذلك المادة المحددة، ويكون كربيد الكالسيوم هو المادة الفائضة.

نحسب عدد مولات المادة الفائضة بحساب عدد مولاتها نسبة لعدد مولات المادة المحددة:

$$2\ mol\ H_2O \rightarrow 1\ mol\ CaC_2$$

$$1.39\ mol\ H_2O \rightarrow ?\ mol\ CaC_2$$

عدد مولات كربيد الكالسيوم المتفاعلة = 0.695 mol

كتلة كربيد الكالسيوم التي تفاعلت:

$m\ CaC_2 = n\ CaC_2 \times Mr$

$m\ CaC_2 = 0.695 \times 64 = 44.48\ g$

نحسب كتلة كربيد الكالسيوم الفائضة:

$100 - 44.48 = 55.52\ g$

مثال (6):

أضيف 50 g من الفسفور الأبيض P_4 إلى 100 g من غاز الأكسجين O_2 لإنتاج الأكسيد P_4O_{10} وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

$$P_{4\ (s)} + 5O_{2\ (g)} \rightarrow P_4O_{10\ (s)}$$

فإذا علمت أن الكتل المولية بوحدة g/mol هي: ($P_4 = 124$, $O_2 = 32$, $P_4O_{10} = 284$)

أ- أحسب كتلة المادة الناتجة.

ب- أحسب كتلة المادة الفائضة.

ج- أحسب المردود المئوي للتفاعل علماً أن المردود الفعلي له 84.6 g

تحليل السؤال (المعطيات)

كتلة الفسفور = 50 g

كتلة الأكسجين = 100 g

الكتلة المولية للفسفور = 124 g/mol

الكتلة المولية للأكسجين = 32 g/mol

الكتلة المولية للأكسيد = 284 g/mol

الحل:

نحدد أولاً المادة المحددة للتفاعل:

$$(1P_{4\,(s)} + 5O_{2\,(g)} \rightarrow P_4O_{10\,(s}$$

$$n\ P_4 = 50124 = 0.40 \quad , \quad n\ O_2 = 10032 = 3.125$$

عدد المولات الأقل للفسفور، فهو بذلك المادة المحددة، ويكون الأكسجين هو المادة الفائضة.

من المعادلة نلاحظ أن كل مول من الفسفور ينتج عنه مول من الأكسيد، وهذا يعني أن 0.4 mol مول من الفسفور ينتج 0.4 mol من الأكسيد.

نحسب كتلة الأكسيد الناتجة:

$$m\ P_4O_{10} = n\ P_4O_{10} \times Mr$$

$$n\ P_4O_{10} = 0.4 \times 284 = 113.6\ g$$

نحسب عدد مولات المادة الفائضة بحساب عدد مولاتها نسبة لعدد مولات المادة المحددة:

$$1\ mol\ P_4 \rightarrow 5\ mol\ O_2$$

$$0.40\ mol\ P_4 \rightarrow ?\ mol\ O_2$$

mol عدد مولات الأكسجين المتفاعلة = 2

كتلة الأكسجين التي تفاعلت:

$$m\ O_2 = n\ O_2 \times Mr$$

$$m\ O_2 = 2 \times 32 = 64\ g$$

نحسب كتلة الأكسجين الفائضة:

$$100 - 64 = 36\ g$$

Y%لحساب المردود المئوي () لـ (P_4O_{10})، نقسم المردود الفعلي (Ay) على المردود النظري (Py) مضروباً في 100 .

$$Y\% = AyPy \times 100$$

$$Y\% = 84.6113.60 \times 100 = 74.5\%$$