

МОМН, 44^{-та} НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ХИМИЯ И ОПАЗВАНЕ НА
ОКОЛНАТА СРЕДА – 2012 година

Областен кръг, 23^{-ти} февруари

IX^{-ти} клас

Примерни решения и оценка на задачите

Важно за проверителите! Освен представените примерни решения, за вярно се приема и всяко друго решение, което е логично обосновано и води до същия (цифров или фактологичен) резултат.

При непълни отговори (например неизравнени уравнения) могат да се присъждат и по-малко от предвидените точки.

Задача 1

1. котлен камък: CaCO_3 – соли. 1+1 т.

2. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightleftharpoons{\text{r}} \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (1) 2 т.

(да се приема за вярно и ако процесът не е изразен като обратим)

3. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (2) 2 т.

4. Теглото на топлообменника е намаляло след почистването с 300.0 g,
което е масата на котления камък

(* – изразходвано/получено при реакция (2))

$m^*(\text{CaCO}_3) = 300,0 \text{ g}$ 1 т.

$n^*(\text{CaCO}_3) = m^*(\text{CaCO}_3)/M(\text{CaCO}_3) = 300,0 \text{ g} / 100,0 \text{ g.mol}^{-1} = 3,0 \text{ mol}$ 1 т.

Вариант 1:

$n^*(\text{HCl}) = 2 \times n^*(\text{CaCO}_3) = 6,0 \text{ mol}$ 1 т.

$n^*(\text{CaCl}_2) = n^*(\text{H}_2\text{O}) = n^*(\text{CaCO}_3) = 3,0 \text{ mol}$ 2×1 т.

Масата на разтвора след приключване на реакцията ще се промени с:

$$\Delta m = -m^*(\text{HCl}) + m^*(\text{CaCl}_2) + m^*(\text{H}_2\text{O}) = -(n^*M)_{\text{HCl}} + (n^*M)_{\text{CaCl}_2} + (n^*M)_{\text{H}_2\text{O}} =$$
$$= -6,0 \times 36,5 + 3,0 \times 111,0 + 3,0 \times 18,0 = 168,0 \text{ g}$$
 3 т.

Вариант 2:

$n^*(\text{CO}_2) = n^*(\text{CaCO}_3) = 3,0 \text{ mol}$ 1 т.

Масата на разтвора след приключване на реакцията ще се промени с:

$$\Delta m = m^*(\text{CaCO}_3) - m^*(\text{CO}_2) = 300,0 - (n^*M)_{\text{CO}_2} = 300,0 - 3,0 \times 44,0 = 168,0 \text{ g}$$
 5 т.

Масата на разтвора ще се увеличи с 168,0 g. 2 т.

5. $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (3) 2 т.

6. В изходния разтвор:

$m(\text{HCl}) = 0,05 \times 14,0 \times 10^3 \text{ g} = 700,0 \text{ g}$ 1 т.

$n(\text{HCl}) = (m/M)_{\text{HCl}} = 700,0 \text{ g} / 36,5 \text{ g.mol}^{-1} = 19,2 \text{ mol}$ 2 т.

След приключване на реакцията в разтвора са останали:

$$n'(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) - n^*(\text{HCl}) = 19,2 - 6,0 = 13,2 \text{ mol} \quad 2 \text{ т.}$$

За пълната неутрализация, според уравнение (3), ще бъдат изразходвани:

$$n(\text{NaOH}) = n'(\text{HCl}) = 13,2 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$V(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH})/c(\text{NaOH}) = 13,2 / 2 = 6,6 \text{ L} \quad 1 \text{ т.}$$

Задача 2

$$1. \quad m(\text{съда} + \text{H}_2\text{S}) - m(\text{съда} + \text{NH}_3) = 158,5 - 150,0 = 8,5 \text{ g} \quad (1) \quad 1 \text{ т.}$$

Разликата в масите на 1 mol H_2S и NH_3 е:

$$M(\text{H}_2\text{S}) - M(\text{NH}_3) = 34 - 17 = 17 \text{ g} \quad (2) \quad 1 \text{ т.}$$

Съпоставката на резултатите от изчисленията (1) и (2) и обстоятелството, че газовете заемат обема, който им е предоставен, водят до извода, че:

$$\text{Съдът е напълнен с } 0,5 \text{ mol газ } (\text{NH}_3 \text{ или } \text{H}_2\text{S}). \quad 1 \text{ т.}$$

Следователно:

$$V(\text{съда}) = n(\text{NH}_3 \text{ (или } \text{H}_2\text{S)}) \times V_m = 0,5 \times 22,4 = 11,2 \text{ L} \quad 1 \text{ т.}$$

$$V(\text{съда}) = 11,2 \times 10^{-3} = \underline{1,12 \times 10^{-2} \text{ m}^3} \quad 1 \text{ т.}$$

$$m(\text{съда}) = m(\text{съда} + \text{H}_2\text{S (или } \text{NH}_3)) - m(\text{H}_2\text{S (или } \text{NH}_3))$$

$$m(\text{съда}) = 158,5 \text{ (или } 150,0) - 0,5 \times 34 \text{ (или } 0,5 \times 17)$$

$$m(\text{съда}) = 158,5 - 17 = \underline{141,5 \text{ g}} \quad 2 \text{ т.}$$

$$\text{или } 150,0 - 8,5 = 141,5 \text{ g}$$

$$2. \quad n(\text{NH}_3) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 \text{ mol}$$

$$N(\text{H в } \text{NH}_3) = 3 \times n(\text{NH}_3) \times N_A = 3 \times 0,5 \times 6,02 \times 10^{23} = \underline{9,03 \times 10^{23} \text{ атома}} \quad 1 \text{ т.}$$

$$N(\text{H в } \text{H}_2\text{S}) = 2 \times n(\text{H}_2\text{S}) \times N_A = 2 \times 0,5 \times 6,02 \times 10^{23} = \underline{6,02 \times 10^{23} \text{ атома}} \quad 1 \text{ т.}$$

$$3. \quad \text{Означаваме неизвестния газ с Y}$$

$$V(Y):V(\text{NH}_3) = n(Y):n(\text{NH}_3) = 1:1 \text{ (по условие)} \quad 1 \text{ т.}$$

Следователно при този експеримент:

$$n(Y) = n(\text{NH}_3) = 0,5 \times n(\text{NH}_3 \text{ от предишния експер.}) = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$m(Y + \text{NH}_3) = 157,75 - m(\text{съда}) = 157,75 - 141,50 = 16,25 \text{ g} \quad 1 \text{ т.}$$

$$n(\text{NH}_3) \times M(\text{NH}_3) = n(Y) \times M(Y) = m(Y + \text{NH}_3)$$

$$0,25 \times 17 + 0,25 \times M(Y) = 16,25$$

$$M(Y) = (16,25 - 4,25) / 0,25 = \underline{48 \text{ g/mol}} \quad 3 \text{ т.}$$

$$4. \quad \text{Неизвестният газ Y е озон, защото } M(\text{O}_3) = 3 \times 16 = 48 \text{ g/mol} \quad 1 \text{ т.}$$

$$\text{Молекулна формула - } \text{O}_3 \quad 1 \text{ т.}$$

$$5. \quad \text{H}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HSO}_3^- + \text{S}^{2-} \text{ (Или: } \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}) \quad 1 \text{ т.}$$

(точката се присъжда и при липса на знак за равновесие)

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \quad 1 \text{ т.}$$

6. Разтвор на H_2S във вода – киселинен характер. 1 т.
 Разтвор на NH_3 във вода – основен характер. 1 т.
7. С виолетов лакмус (или друг индикатор):
 – във воден разтвор на H_2S - цветът се променя в червен. 1 т.
 – във воден разтвор на NH_3 - цветът се променя в син. 1 т.
8. $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$; $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ 2×0.5 = 1 т.
 $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{P}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$; $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; 2×0.5 = 1 т.

Задача 3

1. Химичният характер се изменя от неметален към метален с увеличаване на поредния номер на елемента в групата. 1 т.
 C и Si се проявяват като елементи с неметален характер, докато Sn и Pb се проявяват като елементи с метален характер. 0,5 т.
 Степени на окисление: -4, +2, +4 0,5 т.
2. Елементът с най-голямо разпространение от IVA група е Si. 2 т.
3. Si не може да взаимодейства директно с водород. 2 т.
4. SiC – силициев карбид 2 т.
 Степен на окисление на Si в SiC: +4 0,5 т.
 Na_2SiO_3 – натриев метасиликат или динатриев (мета)силикат 2 т.
 Степен на окисление на Si в Na_2SiO_3 : +4 0,5 т.
5. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- За уравнението 2 т.
 За правилно изравнено уравнение 1 т.
 За обратим процес 2 т.
6. а) Маса на SiO_2 в първоначалния строителен материал:

$$36,0 \% = \frac{m_{\text{SiO}_2}}{1000 \text{ g}} \times 100; m_{\text{SiO}_2} = 360,0 \text{ g}$$

$$n_{\text{SiO}_2} = \frac{m_{\text{SiO}_2}}{M_{\text{SiO}_2}} = \frac{360 \text{ g}}{60 \text{ g.mol}^{-1}} = 6,0 \text{ mol} \quad 1 \text{ т.}$$

Маса на Si в първоначалния строителен материал:

$$m_{\text{Si}} = n_{\text{Si}} \times M_{\text{Si}} = 6,0 \times 28,0 = 168,0 \text{ g} \quad 1 \text{ т.}$$

Маса на Si в разтвора на Na_2SiO_3 :

$$n = cV = 0,7 \times 0,1 = 0,07 \text{ mol}; m = nM = 0,07 \times 28,0 = 1,96 \approx 2,0 \text{ g} \quad 1 \text{ т.}$$

$$\text{Обща маса на Si: } 168,0 + 2,0 = 170,0 \text{ g} \quad 1 \text{ т.}$$

б) Масова част на Si (w):

Преди добавяне на разтвора: $w_{\text{ini}} = \frac{168,0}{1000} = 0,168 = 16,8\%$ 2 т.

$1000 \text{ kg.m}^{-3} = 1 \text{ g.cm}^{-3}$, т.е. $100 \text{ mL} = 100 \text{ g}$

След добавяне на разтвора: $w_{\text{end}} = \frac{170,0}{1100} = 0,155 = 15,5\%$ 2 т.

$\Delta w = w_{\text{end}} - w_{\text{ini}} = 15,5\% - 16,8\% = -1,3\%$. 1 т.

Задача 4

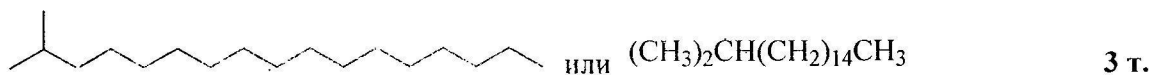
1. От данните за молекулната маса и от факта, че съединението А е алкан:

$$12n + 1(2n + 2) = 254 \quad \text{5 т.}$$

Намираме, че $n = 18$.

2. Алканът е октадекан с молекулна формула $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$. 2 т.

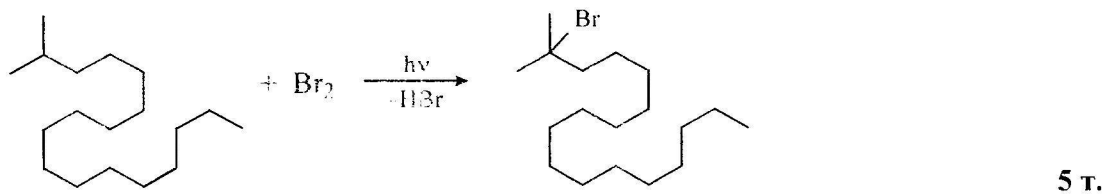
структурна формула:



3. а) Горене на А:

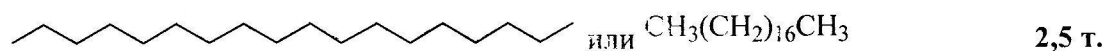


б)



Продуктът на монобромране е 2-бромо-2-метилхептадекан. (не се присъждат точки)

4. Изомер на А:



Хомолог на А с 4 въглеродни атома:

