



Zadanie 1

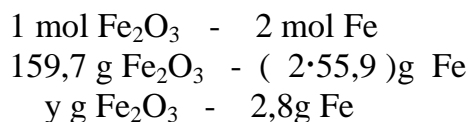
- Jon Al^{3+} zbudowany jest z 14 neutronów oraz z:
 - 16 protonów i 13 elektronów
 - 10 protonów i 13 elektronów
 - 16 protonów i 10 elektronów
 - 13 protonów i 10 elektronów
- Który zbiór atomów i jonów posiada jednakową konfigurację elektronową?
 - Ca^{2+} , S^{2-} , K
 - K^+ , Cl^- , Na
 - Br^- , As^{3+} , Kr
 - Mg^{2+} , Na^+ , Ne
- W cząsteczce HCl wg teorii orbitali molekularnych wiązanie chemiczne powstaje w wyniku nałożenia się:
 - dwóch orbitali p
 - dwóch orbitali s
 - jednego orbitalu s i jednego orbitalu p
 - jednego orbitalu s i dwóch orbitali p
- Dla którego szeregu prawdziwe jest stwierdzenie: „Wszystkie wymienione cząsteczki mają budowę liniową”?
 - SO_2 , CO_2 , HClO
 - H_2S , SO_2 , CO_2
 - BeO_2 , COS, O_3
 - CO_2 , HCN, COS
 - O_3 , CO_2 , SO_2
- Ile cząsteczek znajduje się w 0,1 molimola siarkowodoru?
 - $6,02 \cdot 10^{20}$
 - $3,02 \cdot 10^{23}$
 - $3,02 \cdot 10^{19}$
 - $6,02 \cdot 10^{19}$
 - $6,02 \cdot 10^{18}$
- Która z wymienionych wielkości pierwiastków maleje zgodnie z kierunkiem strzałki?

$\xrightarrow{\hspace{2cm}}$
 Li, Be, B, C, N, O, F

 - elektroujemność i liczba atomowa
 - elektroujemność i promień atomowy
 - promień atomowy i 1-sza energia jonizacji
 - elektroujemność
 - żadna z wielkości wymienionych w punktach a-d

7. Jaki procent tlenku żelaza(III) zawiera ruda, jeżeli z próbki rudy o masie 5g otrzymano 2,8g żelaza?
- a) 60 %
 b) 70%
 c) 80%
 d) 90%

Rozwiązanie:



$$\text{stad } y = 4,0 \text{ g Fe}_2\text{O}_3, \quad a \% \text{ Fe}_2\text{O}_3 = \frac{4,0 \text{ g}}{5,0 \text{ g}} \cdot 100\% = 80 \%$$

8. Roztwór otrzymany w wyniku zmieszania 2 dm³ 2 molowego roztworu H₂SO₄ i 2 dm³ 0,5 molowego roztworu H₂SO₄ jest roztworem:
- a) 1,5 molowym
 b) 0,25 molowym
 c) 1,25 molowym
 d) 0,75 molowym

Rozwiązanie:

$$\text{liczba moli H}_2\text{SO}_4 \text{ w roztworze 1, } n_1 = 2 \text{ dm}^3 \cdot 2 \text{ mol/dm}^3 = 4 \text{ mol}$$

$$\text{liczba moli H}_2\text{SO}_4 \text{ w roztworze 2, } n_2 = 2 \text{ dm}^3 \cdot 0,5 \text{ mol/dm}^3 = 1 \text{ mol}$$

$$\text{liczba moli H}_2\text{SO}_4 \text{ po zmieszaniu, } n_k = 5 \text{ mol}$$

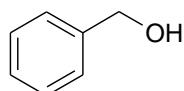
$$\text{objętość roztworu po zmieszaniu, } V_k = 4 \text{ dm}^3, \text{ stężenie } c_k = 5 \text{ mol}/4 \text{ dm}^3 = 1,25 \text{ mol/dm}^3.$$

9. Stopień dysocjacji kwasu octowego w 0,01 molowym roztworze wynosi 20%. Ile (razem) cząsteczek i jonów pochodzących z dysocjacji kwasu zawiera 1 dm³ tego roztworu?
- a) $6,02 \cdot 10^{21}$
 b) $7,22 \cdot 10^{21}$
 c) $7,22 \cdot 10^{23}$
 d) $4,82 \cdot 10^{21}$

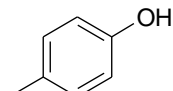
Rozwiązanie:

Początkowa ilość kwasu w 1 dm³ roztworu wynosi 0,01 mola czyli $6,02 \cdot 10^{21}$ cząsteczek CH₃COOH, zdysocjowało ($6,02 \cdot 10^{21} \cdot 0,20$) cząsteczek, a więc pozostało w roztworze $6,02 \cdot 10^{21} - 1,20 \cdot 10^{21} = 4,82 \cdot 10^{21}$ cząsteczek CH₃COOH oraz w wyniku dysocjacji kwasu powstało $1,20 \cdot 10^{21}$ jonów H⁺ i $1,20 \cdot 10^{21}$ jonów CH₃COO⁻. Suma cząsteczek i jonów pochodzących z dysocjacji kwasu: $(4,82 + 2,40) \cdot 10^{21} = 7,22 \cdot 10^{21}$.

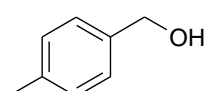
10. Który z podanych związków należy do fenoli?



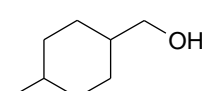
A



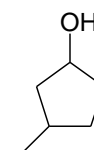
B



C



D



E

- | | | |
|----|---|---|
| a) | | A |
| b) | x | B |
| c) | | C |
| d) | | D |
| e) | | E |

Łącznie zadanie 1: 10 pkt.

Zadanie 2

Udziel odpowiedzi na postawione pytania dotyczące fosforu ($Z=15$) i jego związków.

a). Pierwiastek fosfor (masa atomowa 30,9738 u) występuje w przyrodzie w postaci tylko jednego nuklidu o liczbie masowej 31. (i). Oblicz masę (g) atomu fosforu. (ii). Wiedząc, że masa protonu wynosi 1,0078 u, masa neutronu – 1,0086 u, oblicz defekt masy (g) powstały z utworzenia 0,5 mol atomów fosforu.

b). W trzech różnych tlenkach fosforu oznaczono zawartość fosforu, która wynosi odpowiednio: 56,34%, 49,19%, 43,64%. Oblicz w jakim stosunku pozostają do siebie masy tlenu przypadające na tą samą masę fosforu w kolejnych tlenkach.

c). Atom fosforu w anionie PO_4^{3-} ulega hybrydyzacji typu sp^3 . Podaj: (i) liczbę wolnych par elektronowych atomu centralnego, (ii) typ cząsteczki i przestrzenny kształt cząsteczki, (iii) wartość kąta pomiędzy wiązaniami.

d). Zbilansuj równanie reakcji:
 fosfor + jodan(V) + OH^- = wodorofosforan(III) + jod + woda

e). Jedną z soli zawierających fosfor jest ortofosforan(V) wapnia.
 (i) Oblicz, ile gramów tej soli można otrzymać z $50,0 \text{ cm}^3$ 10,0%-wego roztworu Na_3PO_4 o gęstości $1,108 \text{ g/cm}^3$.
 (ii). Jakiej objętości [cm^3] roztworu CaCl_2 o stężeniu $0,8 \text{ mol/dm}^3$ należy użyć do przeprowadzenia tej reakcji z wydajnością 100% ?

Przykładowe rozwiązanie

a). Masa atomu fosforu

$6,023 \times 10^{23}$ atomów fosforu (1 mol) ma masę 30,9738 g

$$1 \text{ atom fosforu} \text{-----} x \text{ g,} \quad \mathbf{x = 5,14 \cdot 10^{-23} \text{ g}}$$

1pkt

lub

Obliczyć masę 1 daltona ($[1u] = 1/12$ masy atomu izotopu $^{12}\text{C} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$)

Masa jednego atomu fosforu: $m = 30,9738u \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g/u} = 5,14 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Defekt masy

2pkt

Nuklid fosforu ($Z=15$, $A=31$) składa się z 15 protonów oraz 16 neutronów ($A - Z = 16$). Suma masy protonów i neutronów niezbędnych do utworzenia 0,5 mola nuklidów fosforu wynosi:

$$m = 0,5 \text{ mol} \cdot (15 \cdot 1,0078 \text{ g/mol} + 16 \cdot 1,0086 \text{ g/mol}) = 15,6273 \text{ g.}$$

Defekt masy: $\Delta m = 15,6273 \text{ g} - 0,5 \text{ mol} \cdot 30,9738 \text{ g/mol} = \mathbf{0,1404 \text{ g}}$

lub w przeliczeniu na **1 mol nuklidów fosforu**:

$m = 1 \text{ mol} (15 \cdot 1,0078 \text{ g/mol} + 16 \cdot 1,0086 \text{ g/mol}) = 31,2546 \text{ g}$

Defekt masy: $\Delta m = 31,2546 \text{ g} - 1 \text{ mol} \cdot 30,9738 \text{ g/mol} = 0,2808 \text{ g}$

Defekt masy dla 0,5 mol nuklidów fosforu: **0,1404 g**

b). 100 g (tlenek 1) – 56,34 g fosforu – 43,66 g tlenu
30,9738 g fosforu (1 mol) – x g tlenu, $x = 24 \text{ g O}$

100 g (tlenek 2) – 49,19 fosforu – 50,81 g tlenu
30,9738 g fosforu (1 mol) – x g tlenu, $x = 32 \text{ g O}$

100 g (tlenek 3) – 43,64 g fosforu – 56,36 g tlenu
30,9738 g fosforu (1 mol) – x g tlenu, $x = 40 \text{ g O}$

Stosunek masowy tlenu w tlenkach fosforu:

24:32:40 \Rightarrow **3 : 4 : 5**

2pkt

c). (i) **0**, (ii) **AX₄**, czworościan (tetraedr), (iii) **109°**

3pkt

d). **$10\text{P} + 6\text{IO}_3^- + 14\text{OH}^- = 10\text{HPO}_3^{2-} + 3\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$**

2pkt

e).

$2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaCl}_2 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6 \text{NaCl}$ (równ. 1)

(i). Zawartość Na_3PO_4 w roztworze wyjściowym: 50 cm^3 ($d = 1,108 \text{ g/cm}^3$) \Rightarrow 55,4 g

100 g r-ru - 10 g Na_3PO_4

55,4 g r-ru - x, $x = 5,54 \text{ g Na}_3\text{PO}_4$

Ze stechiometrii reakcji: 2 mol Na_3PO_4 – 1 mol $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

$2 \cdot 163,97 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 - 310,18 \text{ g}$

$5,54 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 - x,$

$x = \mathbf{5,24 \text{ g Ca}_3(\text{PO}_4)_2}$

3pkt

(ii). Ze stechiometrii reakcji: 2 mol Na_3PO_4 – 3 mol CaCl_2

$2 \cdot 163,97 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 - 3 \cdot 110,98 \text{ g CaCl}_2$

$5,54 \text{ g Na}_3\text{PO}_4 - x,$ $x = 5,62 \text{ g CaCl}_2$

$1 \text{ dm}^3 - 1000 \text{ cm}^3 - 0,8 \text{ mol CaCl}_2 - 0,8 \cdot 110,98 \text{ g CaCl}_2 - 88,79 \text{ g CaCl}_2$

V -----5,62 g CaCl_2

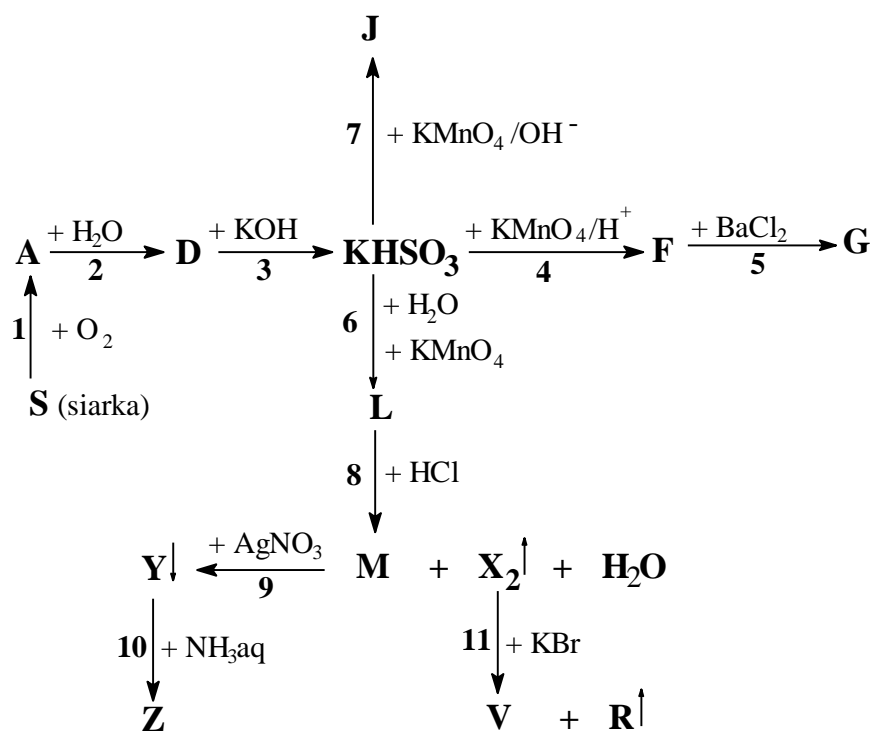
V = 63,3 cm³ (roztwór 0,8-molowy CaCl_2)

2pkt

Łącznie zadanie 2: 15 pkt.

Zadanie 3

1. Zidentyfikuj substancje ukryte pod literami A, D, F, G, J, L, M, R, X, Y, Z, V; zapisz ich wzory i nazwy. Zapisz równania zachodzących reakcji (w formie jonowej lub cząsteczkowej) ponumerowanych od 1 do 11.



- Ile gramów tlenku manganu(IV) należy użyć w celu otrzymania 1,12 dm³ chloru (warunki normalne), jeżeli wydajność reakcji wynosi 80% ?
- Jak można stwierdzić poprzez obserwację, że zaszły reakcje 4, 6 i 7? Na podstawie obserwacji, sformułuj ogólny wniosek na temat wpływu środowiska reakcji na zachowanie się jonów manganianu(VII).

Przykładowe rozwiązanie

ad.1. Chemograf

Równania reakcji:

- $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$ 1pkt
- $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ 1pkt
- $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{KOH} = \text{KHSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 1pkt
- $5\text{KHSO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{KHSO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 1pkt
- $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 1pkt
- $3\text{KHSO}_3 + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnO}_2 \downarrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 1pkt
(lub $3\text{KHSO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_2 \downarrow + 3\text{KHSO}_4 + 2\text{KOH}$)
- $2\text{KMnO}_4 + \text{KHSO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 1pkt
- $\text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 1pkt
- $\text{MnCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl} \downarrow + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 1pkt
- $\text{AgCl} \downarrow + 2\text{NH}_3\text{aq} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ 1pkt
- $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} = 2\text{KCl} + \text{Br}_2$ 1pkt

Wzory i nazwy związków

- A- SO_2 , tlenek siarki(IV) 1pkt
- D- H_2SO_3 , kwas siarkowy(IV) 1pkt
- F- KHSO_4 , wodorosiarczan(VI) potasu 1pkt
- G- BaSO_4 , siarczan(VI) baru 1pkt
- J- K_2MnO_4 , manganian(VI) potasu lub Na_2MnO_4 manganian(VI) sodu 1pkt
- L- MnO_2 , tlenek manganu(IV) 1pkt
- M- MnCl_2 , chlorek manganu(II) 1pkt

R- Br ₂ , brom	1pkt
X- Cl ₂ , chlor	1pkt
Y- AgCl, chlorek srebra	1pkt
Z- [Ag(NH ₃) ₂]Cl, chlorek diaminasrebra	1pkt
V- KCl, chlorek potasu	1pkt

ad.2.



$$\begin{array}{r} 1,12 \text{ dm}^3 \text{ chloru} \text{ ----- } 80\% \\ x \text{ ----- } 100\% \end{array}$$

$$x = 1,4 \text{ dm}^3 \text{ chloru}$$

$$\begin{array}{r} 22,4 \text{ dm}^3 \text{ chloru powstaje z } 87 \text{ g MnO}_2 \\ 1,4 \text{ dm}^3 \text{ ----- } y \end{array}$$

$$y = 5,44 \text{ g MnO}_2$$

Należy użyć 5,44 g tlenku manganu(IV)

3pkt

ad.3. Przebieg reakcji można stwierdzić obserwując zmianę barwy manganianu(VII):

- w reakcji 4 z fioletowej do bezbarwnej, **1pkt**
- w reakcji 6 z fioletowej do brunatnej (wydziela się osad MnO₂), **1pkt**
- w reakcji 7 z fioletowej do zielonej (powstaje jon manganian VI). **1pkt**

Wniosek: W środowisku kwaśnym zmiana stopnia utlenienia manganu w jonie manganianu(VII) jest największa, a w środowisku zasadowym najmniejsza. Odczyn środowiska wpływa na zmianę stopnia utlenienia manganu. **1pkt**

Łącznie zadanie 3: 30 pkt