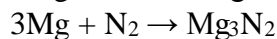
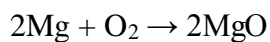


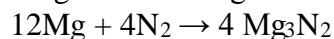
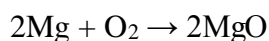
**Zadanie 1. (2 pkt)**

Oblicz, z jakiej objętości powietrza odmierzonego w temperaturze 285 K i pod ciśnieniem 1029 hPa można usunąć tlen i azot dysponując 14 g magnezu. Magnez w tych warunkach tworzy tlenek i azotek.



Przybliżamy skład powietrza: 20% O<sub>2</sub> i 80% N<sub>2</sub>

T = 285 K, p = 1029 hPa



14 moli Mg – 5 moli powietrza

$$\frac{14 \text{ g}}{24,3 \text{ g/mol}} - n \quad n = 0,206 \text{ mol}$$

$$V = \frac{0,206 \cdot 83,1 \cdot 285}{1029} = 4,74 \text{ dm}^3$$

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik z jednostką</b>	<b>1 pkt</b>

**Zadanie 2. (2 pkt)**

Roztwór kwasu solnego o pH = 5 rozcieńczono 1000-krotnie wodą. Oblicz pH roztworu po rozcieńczeniu.

pH = 5 HCl zatem  $[\text{H}^+] = 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$  po rozcieńczeniu:  $[\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{H}^+]_{\text{całk}} = [\text{H}^+] + [\text{H}^+]_{\text{woda}} = 10^{-8} + 10^{-7} = 1,1 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\log(1,1 \cdot 10^{-7}) = 6,96$$

lub

$$[\text{H}^+]_{\text{całk}} = C_{\text{HA}} + [\text{OH}^-] = C_{\text{HA}} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$$

co daje po przekształceniu  $[\text{H}^+]^2 - C_{\text{HA}}[\text{H}^+] - K_w = 0$

dla  $C_{\text{HA}}$  rzędu  $10^{-8} \text{ mol/dm}^3$  można uwzględnić tylko dysocjację samej wody, zatem pH = 7

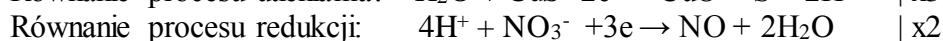
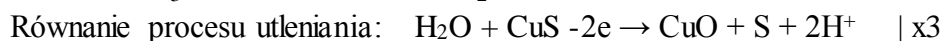
<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik</b>	<b>1 pkt</b>



**Zadanie 3. (4 pkt)**

Kowelin jest minerałem o metalicznym połysku, krystalizującym w układzie heksagonalnym; powstaje w wyniku procesów hydrotermalnych. Jest składnikiem wielu rud miedzi, jest źródłem siarczku miedzi(II).

- a. Dobierz współczynniki w poniższym schemacie metodą bilansu jonowo-elektronowego



<b>Za poprawne napisanie obu równań reakcji utleniania i redukcji</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne dobranie współczynników w równaniu reakcji</b>	<b>1 pkt</b>

- b. Oblicz zawartość zanieczyszczeń w % (m/m) wiedząc, że zawartość miedzi w tym mineralu jest równa 66%, a następnie oblicz objętość roztworu kwasu azotowego(V) o stężeniu 15% i gęstości 1,086 g/cm<sup>3</sup> potrzebnego do rozтворzenia 30 g omawianej rudy, zachodzącego według powyższego schematu.

W 100 g minerału zawarte jest 66 g miedzi, czyli:

$$64 \text{ g Cu} - 96 \text{ g CuS}$$

$$66 \text{ g} \quad - x = 99 \text{ g}$$

$$100 \text{ g} - 99 \text{ g} = 1 \text{ g} \quad \text{zawartość zanieczyszczeń wynosi 1\%}$$

$$m_{\text{CuS}} = 30 \cdot 0,99 = 29,7 \text{ g}$$

$$3 \times 96 \text{ g} - 2 \times 63 \text{ g}$$

$$29,7 \quad - m_{\text{kwasu}} = 12,99 \text{ g} = 13 \text{ g}$$

$$V = \frac{V}{d} = \frac{13}{0,15 \cdot 1,086} = 79,8 \text{ cm}^3$$

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik wraz z jednostką</b>	<b>1 pkt</b>



**Zadanie 4. (2 pkt)**

Oblicz wartość pH roztworu powstałego ze zmieszania równych objętości roztworów  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  o stężeniu  $0,002 \text{ mol/dm}^3$  i  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  o stężeniu  $0,02 \text{ mol/dm}^3$ .  $K_{a1} = 1,1 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_{a2} = 7,5 \cdot 10^{-8}$ ,  $K_{a3} = 4,8 \cdot 10^{-13}$ .

$$pH = pK_a + \log \frac{C_{zasady}}{C_{kwasu}} \quad \text{KH}_2\text{PO}_4 \ 0,002 \text{ mol/dm}^3 \quad \text{Na}_2\text{HPO}_4 \ 0,02 \text{ mol/dm}^3$$

$$K_{a2} = 7,5 \cdot 10^{-8}$$

$$pK_{a2} = 7,11$$

$$C_{zasady} = 0,02/2 = 0,01 \text{ mol/dm}^3$$

$$C_{kwasu} = 0,002/2 = 0,001 \text{ mol/dm}^3$$

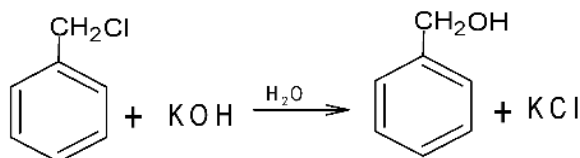
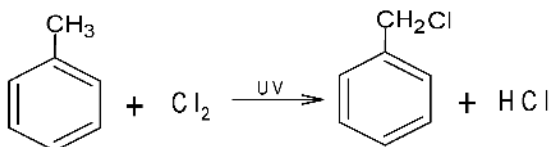
$$pH = 7,11 + \log (0,01/0,001) = 7,11 + 1 = 8,11$$

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik</b>	<b>1 pkt</b>

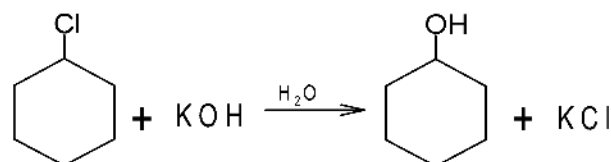
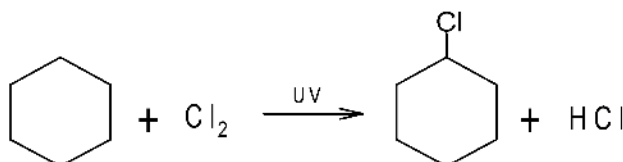
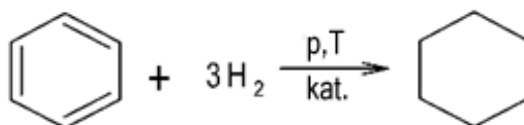
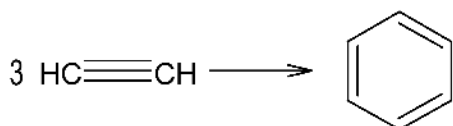
**Zadanie 5. (2 pkt)**

Posługując się wzorami grupowymi lub uproszczonymi zapisz kolejne równania reakcji z uwzględnieniem warunków ich przeprowadzenia, aby w najmniejszej ilości etapów otrzymać:

- a. alkohol benzylový, mając do dyspozycji toluen i dowolne odczynniki nieorganiczne



- b. cykloheksanol, mając do dyspozycji acetylen i dowolne odczynniki nieorganiczne

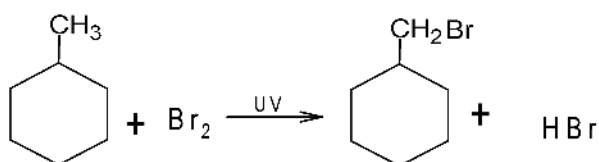


<b>Za zapisanie syntezy alkoholu benzylového w 2 etapach</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za zapisanie syntezy cykloheksanolu w 4 etapach</b>	<b>1 pkt</b>

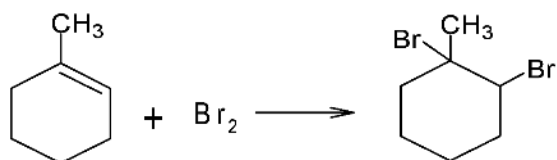
**Zadanie 6. (2 pkt)**

Uzupełnij poniższe schematy pisząc równania reakcji. Użyj wzorów półstrukturalnych lub uproszczonych:

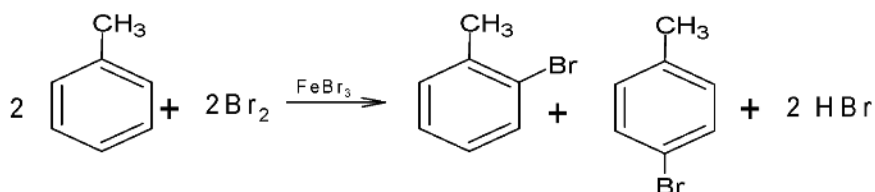
a. metylocykloheksan + Br<sub>2</sub>/UV →



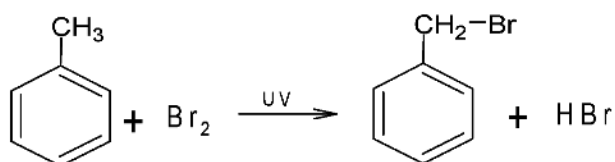
b. 1 – metylocykloheksen + Br<sub>2</sub> →



c. toluen + Br<sub>2</sub>/FeBr<sub>3</sub> →



d. toluen + Br<sub>2</sub>/UV →



Według mechanizmu:

- 1) substytucji rodnikowej przebiega reakcja **a, d**
- 2) substytucji elektrofilowej przebiega reakcja **c**
- 3) addycji elektrofilowej przebiega reakcja **b**

Za poprawne zapisanie wszystkich równań reakcji	1 pkt
Za poprawne określenie wszystkich mechanizmów reakcji	1 pkt

**Zadanie 7. (2 pkt)**

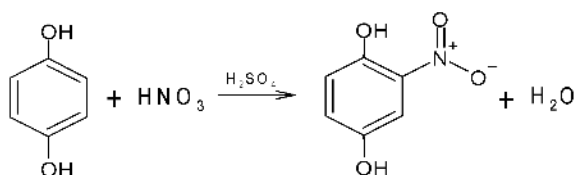
W wyniku nitrowania pewnego fenolu polihydroksylogowego powstaje tylko jedna nitropochodna. Fenol ten zawiera 65,45% węgla, 5,45% wodoru oraz 29,1% tlenu, jego masa molowa wynosi 110 g/mol.

Wyznacz wzór sumaryczny i podaj nazwę systematyczną omawianego fenolu. Zapisz równanie reakcji jego nitrowania

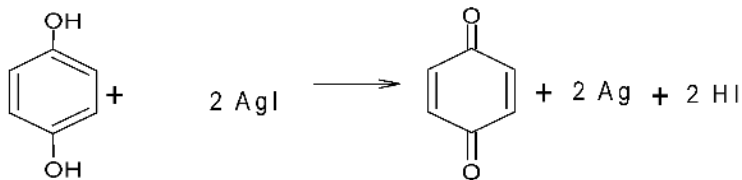
$$n_C = \frac{65,45}{12} = 5,454 \quad C : H : O = 3 : 3 : 1 = 6 : 6 : 2 \quad \text{benzeno-1,4-diol (1,4-dihydroksybenzen)}$$

$$n_H = \frac{5,45}{1} = 5,45$$

$$n_O = \frac{29,1}{16} = 1,819 \quad C_6H_4(OH)_2 = 110 \text{ g/mol}$$



- a. Zapisz równanie reakcji, używając wzorów półstrukturalnych lub uproszczonych związków organicznych, tego fenolu z halogenkiem srebra. Podaj przykład zastosowania tej reakcji w znanym procesie chemicznym



Proces wywoływania w fotografii.

<b>Za poprawne ustalenie wzoru związku i zapisanie równania reakcji nitrowania</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne zapisanie równania reakcji z halogenkiem i podanie zastosowania</b>	<b>1 pkt</b>

**Zadanie 8. (2 pkt)**

Mieszanina pięciowodnego siarczanu(VI) miedzi(II) i siedmiowodnego siarczanu(VI) magnezu o masie 5,020 g po wyprażeniu daje 2,988 g bezwodnych soli. Oblicz masowy skład procentowy mieszaniny uwodnionych soli.

$x$  – liczba moli soli miedzi,  $y$  – liczba moli soli magnezu

$$250x + 246y = 5,020$$

$$160x + 120y = 2,988$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 3,55 \text{ g}$$

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 70,72\%$$

$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 1,47 \text{ g}$$

$$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 29,28\%$$

$$x = 0,0142 \text{ mol} \quad y = 0,006 \text{ mol}$$

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik z jednostką</b>	<b>1 pkt</b>

**Zadanie 9. (2 pkt)**

W roztworze kwasu jednoprotonowego o stężeniu  $0,44 \text{ mol/dm}^3$  przeprowadzono hydrolizę sacharozy. Stwierdzono, że po upływie 8 godzin hydrolizie uległo 23,7% sacharozy. Oblicz, jakie jest stężenie sacharozy po 35 godzinach procesu hydrolizy oraz jak długo należy prowadzić proces, aby stężenie wszystkich trzech cukrów w roztworze były sobie równe.

Hydroliza sacharozy jest reakcją I rzędu zatem:  $\log \frac{1}{1-x} = k \cdot t$

$$\log \frac{1}{1-0,237} = k \cdot 8 \quad k = 0,01475$$

Po upływie 35 godzin sacharozy będzie:  $\log \frac{1}{1-y} = 0,01475 \cdot 35$

$y = 0,696$  czyli 69,6% uległo hydrolizie

Stężenia cukrów będą sobie równe gdy zhydrolizuje połowa sacharozy.

$$\text{Stąd } \log \frac{1}{1-0,5} = 0,01475 \cdot t$$

Po rozwiązaniu mamy  $t = 20,3 \text{ godz.}$

<b>Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń</b>	<b>1 pkt</b>
<b>Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wyniki z jednostką</b>	<b>1 pkt</b>



**Zadanie 10. (1 pkt)**

Jedna z linii emisyjnych atomu wodoru ma długość 1280 nm. Oblicz wartość początkowej i końcowej orbity podczas emisji fali o podanej długości. Wyjaśnij sposób rozwiązania tego problemu.

$$\lambda = 1280 \text{ nm} = 1280 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad n_2 > n_1$$

$$R_H = 1,096 \cdot 10^{-7} \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Długość emitowanej fali wskazuje na zakres w podczerwieni prawdopodobnie seria Paschena, czyli  $n_1 = 3$ .

Po podstawieniu danych liczbowych, przekształceniu wyrażenia i dokonaniu obliczeń otrzymujemy  $n_2 = 5$ .

**Za zastosowanie poprawnej metody, obliczenia i wyjaśnienie**

**1 pkt**

**Zadanie 11. (2 pkt)**

Oblicz, jaka część ładunku elementarnego zgromadzona jest na atomie wodoru w cząsteczce wody, wiedząc, że moment dipolowy cząsteczki wody ma wartość 1,85 D, kąt pomiędzy wiązaniami O-H jest równy  $104^\circ$  a długość wiązania O-H wynosi w przybliżeniu 96 pm.

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{\mu}{2\mu_w}, \text{ gdzie:}$$

$\alpha$  - kąt pomiędzy wiązaniami O-H,

$\mu$  - całkowity moment dipolowy cząsteczki wody,

$\mu_w$  - moment dipolowy jednego wiązania O-H.

Przeliczenie wartości momentu dipolowego na jednostki układu SI:  $1D = 3,3356 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$

Obliczona wartość momentu dipolowego jednego wiązania O-H:  $\mu_w = 5 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$

Wartość ładunku zgromadzona na atomie wodoru:  $\delta = \frac{\mu_w}{l} = 0,522 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Na tej podstawie obliczony ułamek ładunku elementarnego  $\frac{0,522}{1,6} \approx 0,33$

**Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń**

**1 pkt**

**Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik**

**1 pkt**





**Zadanie 12. (2 pkt)**

W temperaturze 28°C i pod ciśnieniem 995,01 hPa gazowy wodorek HA ma gęstość 1,16 g/dm<sup>3</sup>. 2,03 g tego wodorku rozpuszczono w wodzie uzyskując dokładnie 1 dm<sup>3</sup> roztworu. pH powstałego roztworu było równe 5,22 w temperaturze 25°C. Oblicz wartość stałej dysocjacji kwasu HA.

$$\frac{1013 \cdot 22,4}{273} = \frac{995 \cdot V}{(273 + 28)} \quad V = 25,144 \text{ dm}^3/\text{mol} \quad M_{\text{mol}} = d \cdot V = 1,16 \cdot 25,144 = 29,167 \text{ g/mol}$$

$$C_{\text{mol}} = \frac{2,03}{29,167 \cdot 1} = 0,0696 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 5,22 \text{ zatem } [\text{H}^+] = 10^{-5,22} = 6,026 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

$$\alpha = \frac{6,026 \cdot 10^{-6}}{0,0696} = 86 \cdot 10^{-4} \% \quad C_{\text{HA}} \approx [\text{HA}] \quad K_a = \frac{(6,026 \cdot 10^{-6})^2}{0,0696} = 5,22 \cdot 10^{-10}$$

Za zastosowanie poprawnej metody obliczeń	1 pkt
Za poprawne obliczenia matematyczne oraz wynik	1 pkt