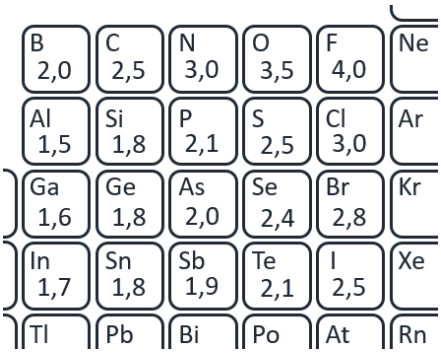
**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE**
**OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH" 2022/2023 (XVI edycja)**

**CHEMIA - ETAP II**

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

Obliczenia wykonaj z dokładnością do czterech cyfr znaczących

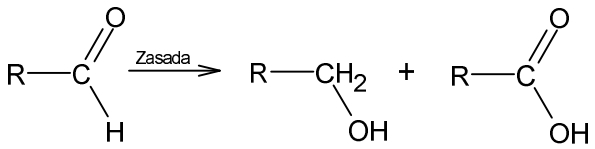
1. Pierwiastek chemiczny X tworzy wodorek o wzorze $XH_3$ oraz kilka tlenków, przy czym jeden z nich można wyrazić wzorem elementarnym $X_2O_3$. Energia jonizacji tego pierwiastka jest mniejsza od energii jonizacji fosforu, promień atomowy jest większy od promienia atomowego fosforu, a mniejszy od promienia atomowego antymonu.
   a) Podaj symbol i nazwę pierwiastka chemicznego X.
   b) Czy pomiędzy cząsteczkami $XH_3$ tworzą się wiązania wodorowe? Odpowiedź uzasadnij.
   c) Korzystając z teorii VSEPR określ liczbę przestrzenną, typ hybrydyzacji atomu centralnego oraz określ kształt cząsteczki $XH_3$. Czy cząsteczka $XH_3$ jest polarna? Odpowiedź uzasadnij.
   d) Zapisz w formie jonowej i uzgodnij równania reakcji tlenku $X_2O_3$ z wodnym roztworem zasady sodowej oraz kwasu solnego.




Rysunek 1. Elektroujemność (wg Paulinga) wybranych pierwiastków. Elektroujemność wodoru w tej skali wynosi 2,1.

2. Zaproponuj wzory **półstrukturalne** i nazwy wszystkich izomerów związków karbonylowych (bez uwzględniania enancjomerów) o wzorach:
   a) $C_5H_{10}O$
   b) $C_8H_8O$ - zawierających pierścień benzenowy

   Aldehydy ulegają reakcji dysproporcjonowania w środowisku zasadowym do alkoholi i kwasów - reakcji Cannizzaro. Reakcji tej ulegają aldehydy nieposiadające atomu wodoru przy atomie węgla α (sąsiednim do grupy aldehydowej). Poniżej przedstawiono schemat opisanej reakcji.




Rysunek 2. Schemat reakcji Cannizzaro.

Spośród związków zaproponowanych w punktach a) i b) wybierz te, które ulegają reakcji Cannizzaro i używając wzorów **półstrukturalnych** zapisz dla tych związków równania reakcji Cannizzaro.

3. Zmieszano 500,0 $cm^3$ wodnego roztworu alkoholu etylowego o stężeniu 75,00 %wag. oraz 215,0 $cm^3$ wody. Wiedząc, że gęstość wody wynosi 0,999 $g/cm^3$ oraz korzystając z danych podanych w zamieszczonej poniżej tabeli oblicz objętość uzyskanego roztworu.

Tabela 1. Gęstość (w $g/cm^3$) wodnych roztworów alkoholu etylowego w zależności od % wag. $C_2H_5OH$.

| % wag. | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| gęstość | 0,929 | 0,918 | 0,907 | 0,895 | 0,884 | 0,872 | 0,860 | 0,848 |

4. W środowisku zasadowym np. w roztworze NaOH fluorowce X, za wyjątkiem fluoru, ulegają reakcji dysproporcjonowania prowadzącej do powstania NaX i NaXO. Podobnej reakcji ulegają związki międzyhalogenowe typu YX, gdzie Y i X to F, Cl, Br lub I, a Y≠X. W reakcji tej powstają aniony $X^-$ i $YO^-$. Do roztworu NaOH zawierającego nadmiar wodorotlenku dodano mieszaninę o masie 1,522 g zawierającą dwa związki międzyhalogenowe YX o wspólnym pierwiastku. Stosunek mas molowych anionów powstałych w wyniku reakcji wynosi: 1,000 : 2,254 : 4,031, a stosunek wagowy tychże anionów wynosi odpowiednio 1,000 : 3,381 : 10,08.
   a) Podaj skład chemiczny mieszaniny związków międzyhalogenowych oraz produktów jej reakcji z NaOH.
   b) Zapisz równania reakcji zachodzących pomiędzy składnikami mieszaniny a NaOH.
   c) Oblicz i podaj w procentach wagowych skład mieszaniny związków międzyhalogenowych.

5. Zbudowano ogniwo opisane schematem: $Pt|In^+,In^{3+}||Fe^{2+},Fe^{3+}|Pt$, w którym stężenia początkowe jonów wynosiły: $[In^+] = 0{,}076\ mol\cdot dm^{-3}$, $[In^{3+}] = 0{,}024\ mol\cdot dm^{-3}$, $[Fe^{3+}] = 0{,}050\ mol\cdot dm^{-3}$, $[Fe^{2+}] = 0{,}020\ mol\cdot dm^{-3}$, a objętości roztworów elektrolitów w przestrzeni katodowej oraz anodowej były równe i wynosiły po 1,500 $dm^3$. Ogniwo pracowało przez 1 godzinę, podczas której przepłynęło przez nie $6{,}022\cdot10^{21}$ elektronów.
   a) Zapisz równania reakcji przebiegających na katodzie i na anodzie w czasie pracy ogniwa.
   b) Oblicz stężenia jonów po 1 godzinie pobierania prądu z ogniwa.
   c) Wiedząc, że potencjał półogniwa można obliczyć z równania:

$$E = E^0 + \frac{0{,}059}{n} log \frac{[stężenie\ formy\ utlenionej]}{[stężenie\ formy\ zredukowanej]}$$

   gdzie n - ilość moli elektronów niezbędna do redukcji/utlenienia 1 mola jonów na elektrodzie, a $E^0$ to potencjał standardowy półogniwa, oblicz różnicę potencjałów (ΔE) ogniwa po pobraniu prądu.

   Potencjały standardowe półogniw wynoszą: $E^0(In^{3+}/In^+)$ = -0,443V, $E^0(Fe^{3+}/Fe^{2+})$ = 0,771V.

Masy molowe:

$M_H$ = 1,008 g/mol
$M_C$ = 12,01 g/mol
$M_O$ = 16,00 g/mol
$M_F$ = 19,00 g/mol
$M_{Na}$ = 22,99 g/mol
$M_{Cl}$ = 35,45 g/mol
$M_{Br}$ = 79,90 g/mol
$M_I$ = 126,9 g/mol