

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

CHEMIA - ETAP III

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. Korzystając z przedstawionego fragmentu układu okresowego pierwiastków oraz podanych elektroujemności zaproponuj:
 - a) wzory trzech tlenków prostych, w których wiązania nie wykazują charakteru jonowego;
 - b) wzór siarczku, w którym wiązania wykazują charakter jonowy;
 - c) wzory czterech tlenków wykazujących charakter amfoteryczny. Dla jednego z nich zapisz, w postaci jonowej, równania reakcji z wodnym roztworem wodorotlenku sodu oraz kwasem solnym;
 - d) wzory dwóch cząsteczek heteroatomowych, w których zakłada się hybrydyzację sp^2 orbitali walencyjnych atomu centralnego. Narysuj wzory strukturalne tych cząsteczek;
 - e) Wiedząc, że tlenek żelaza(II) żelaza(III) jest przykładem tlenku mieszanego, zaproponuj wzory dwóch innych tlenków mieszanych. Określ stopnie utlenienia poszczególnych pierwiastków w obu tych tlenkach.
 - f) U szereguj siarczki niklu(II), kobaltu(II), żelaza(II), manganu(II) zgodnie ze wzrostem ich temperatur topnienia.

<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></div> </div>												B			O	
		2,04			3,44											
												Al			S	
												1,61			2,58	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni		Zn	Ga				
0,82	1,00	1,36	1,54	1,63	1,66	1,55	1,83	1,88	1,91		1,65	1,81				

Rysunek 1. Elektroujemność (wg Paulinga) wybranych pierwiastków.

2. Rozpuszczenie substancji w wodzie skutkuje otrzymaniem roztworu, którego temperatura krzepnięcia jest niższa niż temperatura krzepnięcia wody. Wielkość fizyczna, która wskazuje o ile stopni obniży się temperatura krzepnięcia rozpuszczalnika ($\Delta t_{\text{krzepnięcia}}$) na skutek rozpuszczenia 1 mola substancji w 1 kilogramie rozpuszczalnika nazywana jest stałą krioskopową (E_k). Dla roztworów nieelektrolitów można ją wyrazić równaniem:

$$E_k = \frac{\Delta t_{\text{krzepnięcia}}}{C}$$

gdzie C to stosunek liczby moli substancji rozpuszczonej do masy rozpuszczalnika. Korzystając z tych wiadomości, rozwiąż przedstawione poniżej zadanie.

W 500,0 gramach wody rozpuszczono 167,5 cm³ substancji o gęstości 0,792 g·cm⁻³. Otrzymany roztwór nie przewodził prądu elektrycznego, a jego temperatura krzepnięcia wynosiła -15,4°C. Wiedząc, że stała krioskopowa wody wynosi 1,86 kg·K·mol⁻¹, oblicz masę molową substancji rozpuszczonej.

3. Mieszaninę propan-1-olu i propan-2-olu o masie 22,235 g poddano reakcji z nadmiarem manganianu(VII) potasu w środowisku kwasowym, uzyskując po oczyszczeniu 23,450 g produktów. Widząc, że wydajność każdej z reakcji wynosi 92,0% oblicz procentową zawartość alkoholi w mieszaninie. Zapisz równania zachodzących reakcji redoks oraz określ stopień utlenienia atomów biorących w nich udział.
4. Student robiąc notatki zapisał następujące wartości potencjałów: 0,54 V; 2,87 V; 1,63 V; 1,09 V; 1,36 V, które są standardowymi potencjałami redukcji par redoks F_2/F^- , Cl_2/Cl^- , Br_2/Br^- , I_2/I^- oraz ClO^-/Cl^- w środowisku kwasowym. Niestety, zrobił to w przypadkowej kolejności i nie potrafi ich przypisać do odpowiednich par redoks. Zapamiętał jedynie, że potencjał redukcyjny chloru był niższy od potencjału jonów chloranowych(I).
- Przypisz podane wartości potencjałów standardowych do odpowiednich par redoks.
 - Biorąc pod uwagę wartości potencjałów standardowych zapisz równanie reakcji, która zajdzie w środowisku kwasowym w roztworze zawierającym jony chlorkowe, chloranowe(I) oraz chlor. Równanie reakcji uzgodnij za pomocą bilansu elektronowo-jonowego. Podaj, jak nazywa się ten typ reakcji redoks.
 - Zapisz równanie reakcji, która będzie przebiegała w środowisku zasadowym w roztworze zawierającym jony chlorkowe, chloranowe(I) oraz chlor, wiedząc, że potencjał standardowy reakcji:

$$ClO^- + H_2O + 2e \leftrightarrow Cl^- + 2OH^-$$
 wynosi 0,89 V. Równanie uzgodnij za pomocą bilansu elektronowo-jonowego. Podaj, jak nazywa się ten typ reakcji redoks.
 - Mając do dyspozycji wodne roztwory KI, NaCl, $Cl_{2(aq)}$, roztwór jodu w $CHCl_3$ oraz czysty $CHCl_3$ zaproponuj doświadczenie, które pokaże zmiany aktywności chemicznej w obrębie grupy fluorowców. Opisz doświadczenie, zilustruj rysunkami, zapisz spodziewane obserwacje, równanie/równania zachodzących reakcji oraz wnioski wynikające z zaproponowanego doświadczenia.
5. Zbudowano ogniwo z wykorzystaniem klucza elektrolitycznego, w którym na katodzie zachodziła redukcja jonów dichromianowych(VI) w środowisku kwasu siarkowego(VI), a na anodzie przebiegała reakcja utleniania jonów cyny(II) do cyny(IV).
- Zapisz, w postaci jonowej skróconej, równania reakcji zachodzących na katodzie oraz na anodzie w ogniwie podczas jego pracy oraz równanie reakcji sumarycznej będącej źródłem napięcia w ogniwie.
 - Z ogniwa w czasie 3 godzin pobierano prąd o natężeniu 1,5 A. Oblicz, ile jonów cyny(IV) powstawało w roztworze anodowym w ciągu jednej minuty wiedząc, że stała Faradaya wynosi 96485 C/mol.
 - Oblicz zmianę napięcia na anodzie po 3 godzinach pobierania prądu o natężeniu 1,5 A, wiedząc, że początkowe stężenia jonów cyny(II) oraz cyny(IV) wynosiły $0,5 \text{ mol/dm}^3$, objętości roztworów w przestrzeni katodowej i anodowej były równe $0,25 \text{ dm}^3$, a potencjał półogniwa można obliczyć z równania:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \log \frac{[\text{stężenie formy utlenionej}]}{[\text{stężenie formy zredukowanej}]}$$
 gdzie n - ilość moli elektronów niezbędna do redukcji/utlenienia 1 mola jonów na elektrodzie, a E^0 to potencjał standardowy półogniwa, który dla układu Sn^{2+}/Sn^{4+} wynosi 0,151 V.

Masy molowe: $M_H = 1,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$M_C = 12,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$M_O = 16,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$