

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2021/2022 (XV edycja)

CHEMIA - ETAP II

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. Przygotowano 500,0 cm³ roztworu zawierającego 0,025 mola jonów Fe²⁺, 0,25 mola jonów Fe³⁺ oraz 0,1 mola jonów F⁻. Do roztworu wprowadzono pręcik srebrowy pokryty trudno rozpuszczalnym fluorkiem srebra(I). W temperaturze 298K stężeniowa stała równowagi reakcji utleniania jonów żelaza(II) za pomocą AgF wynosi 1,37.
 - a) Zapisz równanie reakcji zachodzącej w opisanym układzie oraz wyrażenie na stężeniową stałą równowagi tej reakcji.
 - b) Oblicz stężenia wszystkich jonów w roztworze po ustaleniu równowagi.
 - c) Oblicz wydajność reakcji zachodzącej w opisanym układzie po ustaleniu równowagi.
 - d) Jaki wpływ na wartość stałej równowagi omawianej reakcji będzie miał wzrost temperatury i odparowanie części rozpuszczalnika? Odpowiedź uzasadnij.

2. Gęstość par pewnego węglowodoru względem metanu wynosi 5,37. Zapisz wzory półstrukturalne i podaj nazwy izomerów tego węglowodoru, z których powstaną:
 - a) dwie monohalogenopochodne,
 - b) trzy monohalogenopochodne,
 - c) cztery monohalogenopochodne,
 - d) pięć monohalogenopochodnych.Podaj, ile dihalogenopochodnych można otrzymać z izomeru spełniającego warunek opisany w podpunkcie a). Zapisz wzory półstrukturalne tych dihalogenopochodnych i zaznacz, które z nich wykazują aktywność optyczną.

3. Tlenki i siarczki metali bloku *d* bardzo często posiadają znaczne odstępstwo od stechiometrii wynikające z obecności defektów, dlatego ich wzory zawierają współczynniki stechiometryczne nie będące liczbami całkowitymi. Związek żelaza i siarki o wzorze FeS₂ występuje w przyrodzie jako minerał - piryt. Związek ten można również otrzymać syntetycznie. W zależności od warunków otrzymywania powstają niestechiometryczne związki o wzorze ogólnym FeS_{2±x}.
 - a) Podaj wartość stopnia utlenienia żelaza i siarki w pirycie wiedząc, że każdy z atomów siarki łączy się pojedynczym wiązaniem z sąsiednim atomem siarki.
 - b) Określ jakie tlenki żelaza powstają podczas spalania FeS₂, wiedząc, że podczas utleniania pirytu do pierwszego z nich stosunek molowy FeS₂ do O₂ wynosi 4:11, a do drugiego z nich 3:8. Zapisz równania reakcji spalania.
 - c) Próbkę syntetycznego pirytu (FeS_{2±x}) o masie 0,8993 g spalono otrzymując mieszaninę tlenków żelaza (ustalonych w punkcie b)) o masie 0,6135 g. Na podstawie obliczeń ustal wzór syntetycznego pirytu wiedząc, że stosunek wagowy pierwszego tlenku do drugiego w powstałej mieszaninie wynosi 3,872:1.

4. Przez roztwór azotanu(V) kobaltu(II) o stężeniu $3,0 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ i objętości 150 cm^3 przepuszczano gazowy siarkowodór. Stwierdzono, że po przepuszczeniu $10 \text{ dm}^3 \text{ H}_2\text{S}$ odmierzonego w temperaturze 293 K i pod ciśnieniem 160 kPa w układzie strącił się osad siarczku kobaltu(II). Powstały osad przeniesiono ilościowo do zlewki, a następnie roztworzono w nadmiarze kwasu azotowego(V). Produktami tej reakcji były: bezbarwny, obojętny i brunatniejący na powietrzu gaz, substancja w postaci żółtego osadu oraz azotan(V) kobaltu(II) i woda. Oblicz masę gazu wydzielonego w tej reakcji. Zapisz w formie jonowej równania zachodzących reakcji, w przypadku reakcji redoks zapisz bilans elektronowo-jonowy.
5. $7,927 \text{ g}$ uwodnionego wodorosiarczanu(VI) sodu wprowadzono do kolby miarowej i rozpuszczono w wodzie otrzymując $500,0 \text{ cm}^3$ roztworu o pH równym $1,5$. Oblicz, stosunek molowy NaHSO_4 do H_2O w hydracie wiedząc, że stała dysocjacji K_2 dla kwasu siarkowego(VI) wynosi $1,2\cdot 10^{-2}$.

Masy molowe:

$$M_{\text{H}} = 1,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

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

$$M_{\text{N}} = 14,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

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

$$M_{\text{Na}} = 22,99 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{S}} = 32,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Fe}} = 55,85 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Co}} = 58,93 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Stałe fizykochemiczne:

$$R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$