

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2016/2017 (X edycja)

CHEMIA - ETAP I

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. W magazynie laboratorium znaleziono sól z mieszaniną soli, z opisu którego udało się odczytać jedynie „ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \dots$ ”. Po dodaniu do porcji tego preparatu wodnego roztworu HCl roztwór pieniał się i stwierdzono, że powstającym gazem był wyłącznie CO_2 . Analiza nie wykazała obecności w roztworze kationów innych prócz sodu. W kolbie miarowej o objętości 100 ml całkowicie rozpuszczono osuszoną naważkę o masie 3,214 g. Pipetą pobrano 20 ml roztworu i zmiareczkowano 0,102-molowym roztworem HCl względem fenoloftaleiny, a kolejne 20 ml roztworu zmiareczkowano tym samym roztworem HCl względem oranżu metylowego, uzyskując objętość ponad dwa razy wyższą niż względem fenoloftaleiny. Do kolejnych 20 ml roztworu dodano stężony HCl w takiej ilości, że z roztworu przestał wydzielać się CO_2 , po czym roztwór odparowano do sucha, a pozostały osad ważył 0,6776 g. Analiza tego osadu wykazała, że zawiera on wyłącznie chlorki. W następnym eksperymencie do 20 ml roztworu pobranego z kolby dodano roztworu kwasu azotowego(V), aż do całkowitego usunięcia CO_2 , po czym dodano nadmiaru AgNO_3 . Powstały osad osuszono i zważono, a jego masa wyniosła 70,24 mg. Podaj skład oraz zawartość procentową poszczególnych składników w znalezionym preparacie. Zapisz równania opisanych reakcji, w tym reakcji zachodzących podczas miareczkowania względem fenoloftaleiny i względem oranżu metylowego.
2. Do reaktora o pojemności $2,00 \text{ dm}^3$, z którego usunięto powietrze, wprowadzono 10,00 g węgla, 1,98 gramów suchego lodu oraz pewną ilość argonu. Po ustaleniu się równowagi w temperaturze 800 K ciśnienie w zbiorniku wynosiło 3000,00 hPa. Gdyby do zbiornika wprowadzono dwukrotnie więcej argonu, ciśnienie po ustaleniu się równowagi wynosiłoby 3096,27 hPa. Oblicz ciśnieniową i stężeniową stałą równowagi oraz ułamki molowe gazów w stanie równowagi w podanych warunkach. Jaka jest wydajność procentowa tej reakcji? Jak na wartość ciśnieniowej stałej równowagi wpłynie obecność katalizatora?
3. Standardowe potencjały układów redoks $\text{Ag}_{(s)} | \text{AgCl}_{(s)} | \text{Cl}^-$ i $\text{ClO}_4^- / \text{ClO}_3^-$ wynoszą odpowiednio 0,22 V oraz 1,23 V. Z podanych półogniw zestawiono ogniwo z wykorzystaniem odpowiedniego klucza elektrolitycznego. Roztwór chlorku wapnia wykorzystany do przygotowania jednego z półogniw umieszczono w naczynku konduktometrycznym o stałej naczynka równej $2,0 \text{ cm}^{-1}$. Opór roztworu w naczynku zmierzony w temperaturze 25°C wynosił $91,74 \Omega$. Przewodnictwo molowe jonów wapnia oraz jonów chlorkowych w warunkach pomiaru wynosi odpowiednio $90,0 \text{ S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$ oraz $64,0 \text{ S}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{mol}^{-1}$. Zapisz równania reakcji półokwowych zachodzących w półogniwach, schemat ogniwa oraz sumaryczne równanie reakcji zachodzącej w ogniwie. Oblicz stosunek stężenia jonów chloranowych(V) do jonów chloranowych(VII) w przestrzeni elektrodowej wiedząc, że pH tego roztworu wynosi 2,0 a siła elektromotoryczna zestawionego ogniwa w temperaturze 25°C wynosi 0,83 V. Oblicz zmianę potencjału termodynamicznego dla reakcji zachodzącej w ogniwie w temperaturze 25°C przy stężeniach reagentów podanych w zadaniu.

4. W celu wyznaczenia wzoru sumarycznego pewnego związku chemicznego spalono w tlenie 1,0000 g tego związku i otrzymano 1439,00 cm³ mieszaniny tlenku węgla(II) i tlenku węgla(IV) w stosunku masowym 1:6,2847 oraz 1,0458 g wody. Gazy odmierzone w temperaturze 25⁰C pod ciśnieniem 0,1 MPa. Na podstawie obliczeń ustal wzór sumaryczny związku wiedząc, że zawiera on jeden atom tlenu, który znajduje się w grupie karbonylowej. Narysuj wzory półstrukturalne wszystkich izomerów spełniających ten warunek i podaj ich nazwy systematyczne.
Spośród izomerów wybierz substancję, która jest nierozgałęzionym aldehydem, a następnie podaj wzory produktów reakcji tej substancji z podanymi związkami oraz podaj nazwy grup związków organicznych, do których należą te produkty:
- alkoholem etylowym
 - cyjanowodorem
 - metanalem (w roztworze mocnej zasady)
 - wodorosiarczanem(IV) sodu
 - bromkiem benzylomagnezu
 - hydrazyną
 - hydroksyloaminą
 - odczynnikiem Fehlinga
- Zapisz jonowo równanie reakcji omawianej substancji z zakwaszonym roztworem manganianu(VII) potasu, a współczynniki stechiometryczne dobierz metodą bilansu elektronowo – jonowego.
5. Pewien chemik potrzebował do swoich prac około 0,2 g siarczanu(VI) rtęci(I). Przypomniał sobie, że posiada fiksanal z siarczanem(VI) sodu i oznaczony roztwór azotanu(V) rtęci(I). Sporządził roztwór Na₂SO₄ przez przeniesienie zawartości fiksanalu (1,42042 g proszku) do kolby miarowej na 1,00 dm³, rozpuszczenie w wodzie i dopełnienie do kreski. Następnie pobrał z kolby 50 ml roztworu i przeniósł ilościowo do zlewki po czym wprowadził do niej 10 ml 0,06-molowego roztworu azotanu(V) rtęci(I). Wiedząc, że iloczyn rozpuszczalności siarczanu(VI) rtęci(I) wynosi $6,2 \cdot 10^{-7}$ oblicz:
- jaką masę osadu siarczanu(VI) rtęci(I) otrzyma chemik;
 - jaki procent jonów rtęciowych (I) „straci” wytrącając osad;
 - oraz podaj równania wszystkich równowag zachodzących w układzie.
- Wykonując obliczenia zaniedbaj proces hydrolizy.