

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2017/2018 (XI edycja)

CHEMIA - ETAP II

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. W celu ustalenia ilości wody w hydracie 1,1415 g uwodnionego, krystalicznego siarczynu(VI) żelaza(II) rozpuszczono w wodzie i sporządzono 250 ml roztworu. Z próbki pobrano 20 ml, zakwaszono 1-molowym roztworem kwasu siarkowego(VI) i miareczkowano za pomocą 0,01825-molowego roztworu manganianu(VII) potasu zużywając 3,6 ml roztworu titranta.
 - a) Na podstawie obliczeń ustal wzór hydratu.
 - b) Równanie reakcji zachodzącej podczas miareczkowania zapisz w postaci jonowej skróconej i uzgodnij za pomocą bilansu elektronowo-jonowego.
 - c) Podaj, jakie zmiany barwy zaobserwowano w czasie miareczkowania.

2. Próbkę zalu (stopu cynku i glinu) roztworzono w kwasie azotowym(V) w wyniku czego otrzymano 250 cm³ klarownego roztworu A. W toku analizy stwierdzono, że oprócz Zn i Al stop ten zawiera trzy dodatkowe składniki stopowe *a*, *b* i *c* będące metalami oraz stwierdzono, że wszystkie kationy pochodzące od tych metali w obecności jonów siarczkowych tworzą trudnorozpuszczalne siarczki. Z otrzymanego roztworu pobrano 50 cm³ i dodano nadmiaru NaOH w takiej ilości, że powstały początkowo osad rozpuścił się, a w roztworze pozostały osady trzech składników stopowych będących metalami *a*, *b* i *c*, w postaci wodorotlenków i uwodnionego tlenku. Po odsączeniu tego osadu i ponownym rozpuszczeniu w kwasie chlorowodorowym otrzymano roztwór B. Część roztworu B zadano wodnym roztworem amoniaku tak, że powstały początkowo osad rozpuścił się częściowo. Po dodaniu do roztworu B roztworu NH₄SCN zabarwił się on na charakterystyczny czerwony kolor (reakcja 1) wskazujący na obecność kationów metalu *b*. Po wrzuceniu do roztworu B kawałka cynku zaczął na nim narastać rudo-czerwony osad metalu *a* (reakcja 2). Z kolei kation metalu *c* w obecności rozcieńczonego roztworu amoniaku z dwumetyloglioksymem wytrąca kłaczkowaty, intensywnie różowy osad.
 - a) Wymień metale *a*, *b* i *c* oraz zapisz w postaci jakich kationów były obecne w roztworze A.
 - b) Który kation lub kationy pozostał w postaci osadu po dodaniu do roztworu B nadmiaru NH_{3(aq)}? Zapisz równanie/równania reakcji pozostałego kationu/kationów z NH_{3(aq)}.
 - c) Zapisz równania reakcji 1 oraz 2.
 - d) Oblicz zawartość procentową glinu w stopie wiedząc, że zawartość pozostałych składników stopowych jest równa 0,35%, a masa otrzymanych tlenków glinu i cynku z 3,887 g stopu wynosi 5,263 g.

3. W trakcie reakcji tworzenia 9,01 g wody (w postaci ciekłej) z pierwiastków w temperaturze 298K i pod ciśnieniem 1 atmosfery wydzielilo się 142,9 kJ energii na sposób ciepła. Wiedząc, że standartowa entalpia tworzenia CO₂ wynosi -393,5 kJ/mol, a standartowa entalpia spalania benzenu wynosi -3267,4 kJ/mol, oblicz efekt cieplny reakcji tworzenia 50,0 g ciekłego benzenu z pierwiastków w temperaturze 298K i pod ciśnieniem 1 atmosfery. Równania wszystkich opisanych reakcji zapisz w postaci równań termodynamicznych.

4. Oblicz, do jakiej objętości 0,100-molowego roztworu kwasu chlorowego(I) należy dodać 20,0 ml 0,050-molowego roztworu wodorotlenku sodu, aby pH otrzymanego roztworu wyniosło 5,0. Uzasadnij uproszczenia zastosowane w toku rozwiązywania zadania. Stała dysocjacji kwasu chlorowego(I) wynosi $3,2 \cdot 10^{-8}$.
5. W celu ustalenia składu pierwiastkowego pewnej organicznej cieczy (A) 1,461 g tej substancji spalono w tlenie. W wyniku reakcji uzyskano 0,90 g wody i 1,344 dm³ dwutlenku węgla (objętość mierzona w warunkach normalnych). Wzór rzeczywisty związku A nie jest równoważny wzorowi empirycznemu. Substancja A ulega hydrolizie w środowisku kwasowym. Przeprowadzono hydrolizę substancji A i otrzymany roztwór poddano destylacji. Destylat zawierał mieszaninę składającą się z niewielkiej ilości wody i związku o temperaturze wrzenia 78,4°C. Substancja ta z wodą tworzy azeotrop o zawartości 4,5% wagowych wody. Pozostałość po destylacji zatężono uzyskując białą, krystaliczną substancję (B) wykazującą silne właściwości kwasowe.
- Ustal wzór sumaryczny i strukturalny substancji A.
 - Zapisz równanie reakcji hydrolizy substancji A w opisanych warunkach.
 - Związek B ulega w wysokiej temperaturze rozkładowi – zapisz równanie tej reakcji.
 - Substancja B jest powszechnie używana w redoksometrii – zapisz w formie jonowej równanie reakcji tej substancji z KMnO₄ w środowisku kwasowym.
 - Czy istnieje bezwodnik substancji B? Jeśli tak, zaproponuj jego wzór.

masy atomowe:

H - 1,01

C - 12,01

O - 16,00

Al - 26,98

S - 32,07

K - 39,10

Mn - 54,94

Fe - 55,85

Zn - 65,41