

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2018/2019 (XII edycja)

CHEMIA - ETAP III

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. Jądra nuklidów żelaza ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ i niklu ${}^{62}_{28}\text{Ni}$ należą do najbardziej stabilnych jąder atomowych. Wykorzystując dane zamieszczone poniżej w tabeli:
- oblicz, ile wynosi defekt masy w przypadku tworzenia atomu żelaza 56 oraz niklu 62 wyrażając go w jednostkach masy atomowej;
 - podaj, ile wynosi defekt masy dla obu tych nuklidów wyrażając go w gramach oraz w MeV;
 - oblicz, ile wynosi energia wiązania nukleonu w jądrach obu nuklidów i podaj wynik w MeV;
 - podaj, które z rozważanych jąder jest bardziej stabilne i wyjaśnij dlaczego.

Masa protonu	1,007276 u
Masa neutronu	1,008665 u
Masa elektronu	0,000549 u
Masa atomowa ${}^{56}_{26}\text{Fe}$	55,93494 u
Masa atomowa ${}^{62}_{28}\text{Ni}$	61,92835 u

stała	wartość
Prędkość światła w próżni	299792458 m/s
Liczba Avogadro	$6,02214 \cdot 10^{23}$
Przelicznik 1J	$0,62415 \cdot 10^{19}$ eV

2. Do zlewki zawierającej 50,0 ml nasyconego roztworu węglanu magnezu dodano 50,0 ml 0,01-molowego roztworu chlorku wapnia. Roztwór z nad wytrąconego osadu przeniesiono do kolby.
- Oblicz, ile gram węglanu wapnia wytrąciło się w zlewce.
 - Oblicz, przy jakim pH wytrąci się osad wodorotlenku wapnia z roztworu przeniesionego do kolby.
 - Zapisz jonowo równania wszystkich zachodzących reakcji.
- Uzasadnij celowość ewentualnych uproszeń zastosowanych w obliczeniach.
Iloczyny rozpuszczalności związków wynoszą: $I_r(\text{MgCO}_3)=6,8 \cdot 10^{-6}$, $I_r(\text{CaCO}_3)=4,8 \cdot 10^{-9}$, $I_r(\text{Ca}(\text{OH})_2)=3,1 \cdot 10^{-5}$.
3. 5,0000 g pewnego alifatycznego związku organicznego spalono w powietrzu i uzyskano 0,1500 g sadzy oraz 9,2654 g mieszaniny tlenków węgla, które w warunkach normalnych zajmują objętość 5,7635 dm³. W produktach spalania znajdowała się również para wodna o masie 6,0727 g. Ustal na podstawie odpowiednich obliczeń wzór sumaryczny badanego związku. Narysuj wzory półstrukturalne izomerów, wiedząc że są one nasycone.
- Spośród narysowanych izomerów wybierz taki, który reaguje z sodem i charakteryzuje się najwyższą temperaturą wrzenia (nazwijmy go X), a następnie wykonaj poniższe polecenia:
- utlenianie związku X za pomocą tlenku chromu(VI) prowadzi do otrzymania związku, który reaguje z zasadą sodową oraz produktu reakcji pomiędzy związkiem X i produktem jego utleniania. Zapisz i uzgodnij równanie tej reakcji wiedząc, że zachodzi ona w obecności kwasu siarkowego(VI);
 - izomer X reaguje z mocną zasadą, jaką jest wodorek sodu NaH. Zapisz równanie tej reakcji oraz podaj pary sprzężone kwas-zasada według teorii Brønsteda;
 - powstała w wyniku reakcji opisanej w podpunkcie b) pochodna izomeru X reaguje z chlorkiem metylu dając odpowiedni eter. Zapisz równanie tej reakcji.

4. Mieszaninę zawierającą węglan i wodorowęglan sodu rozpuszczono w wodzie uzyskując 200,0 cm³ roztworu. Na zmiareczkowanie 20,00 cm³ uzyskanego roztworu do całkowitego wydzielenia CO₂ wobec oranżu metylowego zużyto 40,30 cm³ roztworu HCl o stężeniu 0,100 M. Natomiast na zmiareczkowanie kolejnej próbki roztworu o objętości 20,00 cm³ wobec fenoloftaleiny zużyto 15,60 cm³ tego samego titranta. Zapisz równania reakcji zachodzących podczas miareczkowania wiedząc, że reakcja jonu węglanowego z titrantem przebiega dwuetapowo, a produktem pierwszego etapu reakcji jest jon wodorowęglanowy. Oblicz procent wagowy składników w mieszaninie.
5. Dla podanych poniżej reakcji wiadomo, że pod literami **a**, **b**, **c** i **d** kryją się aniony. Jony **a**, **b** i **c** dają z jonami Ag⁺ kolejno osady barwy czerwono-brunatnej, żółtej i białej. Anion **a**, którego roztwór wodny posiada pomarańczowe zabarwienie, w reakcji z jonami Ba²⁺ tworzy żółty osad. Pozostałe jony nie wytrącają osadu w reakcji z jonami Ba²⁺. Wszystkie z anionów reagują z kationami żelaza(III). W roztworze z anionem **a** w wyniku tej reakcji powstanie żółty osad. Natomiast roztwory zawierające aniony **b**, **c** i **d** w reakcji z Fe³⁺ uzyskują odpowiednio zabarwienie: brunatne, krwistoczerwone i czerwone. Na podstawie podanych informacji zidentyfikuj jony oznaczone jako **a**, **b**, **c** i **d**, a następnie zapisz w formie jonowej równania poniższych reakcji uzupełniając je, gdzie jest to konieczne, o wodę lub produkty jej dysocjacji. Który z anionów **a**, **b**, **c** lub **d** mógłby służyć jako wskaźnik pH? Odpowiedź uzasadnij odpowiednim równaniem reakcji.
- 1) **a** + Ba²⁺ → **e** ↓
 - 2) **b** + Cl_{2(aq.)} → **f** + **g**
 - 3) **c** + Co²⁺ → **h**
 - 4) **c** + Ag⁺ → **i**
 - 5) **i** + NH_{3(aq.)} → **j** + **c**
 - 6) **d** + Fe³⁺ → **k**
 - 7) **d** + C₂H₅OH $\xrightarrow{\text{st. H}_2\text{SO}_4}$ **l**

masy atomowe

H - 1,01 u

O - 16,00 u

Ca - 40,08 u

C - 12,01 u

Na - 22,99 u