

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” (VII edycja – etap I)
tematy zadań

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów.

- 10,00 g cynku poddano reakcji z 40,00 cm³ 45,00% roztworu HNO₃ o gęstości 1,283 g·cm⁻³. W tych warunkach HNO₃ reaguje z cynkiem dwoma równoległymi drogami (1) i (2), ale tylko droga (2) prowadzi do zmiany stopnia utlenienia azotu do wartości (-3). Analiza chemiczna wykazała, że stężenie procentowe cynku w otrzymanym roztworze wyniosło 16,39%. Napisz równania obu zachodzących reakcji. Ile gramów cynku przereagowało zgodnie z drogą (2)? Rozwiązując zadanie przyjmij, że ewentualne zmiany masy roztworu spowodowane parowaniem wody są zanedbywalnie małe.
- W 100 g wody rozpuszczono 0,4500 g wodorowęglanu sodu otrzymując roztwór o gęstości $\rho = 1,003 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Jakie jest pH tego roztworu, jeżeli stała dysocjacji $\text{HCO}_3^- \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ wynosi $K_2 = 5,610 \cdot 10^{-11}$, zaś stała hydrolizy reakcji: $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$ jest równa $K_h = 2,330 \cdot 10^{-7}$?
- 2,000 g pewnego związku organicznego zawierającego 31,33% tlenu, należącego do grupy aldehydoalkoholi spalono w tlenie, a spaliny zaabsorbowano całkowicie w 50,00 g 30,00% roztworu NaOH. Absorpcja CO₂ w tych warunkach prowadziła do powstawania wyłącznie NaHCO₃, którego stężenie w otrzymanym roztworze wyniosło 14,67%. Gdy z tego roztworu całkowicie odparowano wodę, skroplono ją i zważono to jej masa wyniosła 36,76 g. Gęstość par tego związku pod ciśnieniem 101,325 kPa w temperaturze 200,0°C wynosiła $2,630 \cdot 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Zaproponuj wzory strukturalne, możliwe dla tego związku wiedząc, że pomiędzy atomami węgla nie występują wiązania podwójne a atomy węgla nie tworzą pierścieni.
- Stała równowagi reakcji $2\text{NO}_{2(g)} \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ w temperaturze 25°C wynosi $K_p = 7,130$ (dla ciśnień wyrażonych w atmosferach). Do pustego zbiornika o objętości 1,500 dm³ wprowadzono 35,00 g mieszaniny azotu i NO₂, w której procentowa zawartość tlenu wynosiła 29,81%. Jakie będą ciśnienia wszystkich gazów zawartych w zbiorniku po ustaleniu się stanu równowagi?
- W celu ustalenia struktury estru, otrzymanego w reakcji kwasu jednokarboksylowego i alifatycznego alkoholu jednowodorotlenowego, stwierdzono że:
 - Gęstość par tego estru, zmierzona względem azotu, wynosi 4,1455
 - W wyniku reakcji 2,3673 g badanego estru z wodnym roztworem KOH otrzymuje się mieszaninę 2,0000 g higroskopijnego ciała stałego (A), dobrze rozpuszczalnego w wodzie oraz 1,5104 g lotnej cieczy (B).
 - Ciecz (B) jest achiralna, a w wyniku jej ogrzewania w środowisku stężonego H₂SO₄ powstaje gazowa substancja (C)
 - Substancja (C) reaguje z HBr tworząc ciekły związek (D) nie dający się rozdzielić na izomery optycznePodaj wzór sumaryczny i możliwe wzory strukturalne badanego estru oraz ich nazwy. Określ wzory strukturalne i nazwy substancji, które mogą odpowiadać substancjom (A), (B), (C) i (D). Napisz równania wszystkich możliwych reakcji, o których jest mowa w zadaniu.

Dane, które należy przyjmować w obliczeniach:

masy atomowe:

H – 1,008 C – 12,01 N – 14,01 O – 16,00 Na – 23,00 K – 39,10 Zn – 65,38

stała gazowa: $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ $T [\text{K}] = 273,15 + t [^\circ\text{C}]$

objętość molowa gazu doskonałego: $V_{\text{mol}} = 22,41 \text{ dm}^3$ 1 atm = 101,325 kPa