

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” (IV edycja – etap 1)
tematy zadań

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów.

- 1,000 g pewnego związku organicznego złożonego z węgla, wodoru i tlenu z grupy związków aromatycznych zawierających w cząsteczce wyłącznie jeden pierścień benzenowy, spalono w tlenie, a produkty spalania zaabsorbowano całkowicie w 41,94 g 40% roztworu KOH o gęstości $d=1,398 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Zaobserwowano, że objętość roztworu po absorpcji wzrosła o 6,251% zaś gęstość nie uległa zmianie. 5 cm^3 tak otrzymanego roztworu wprowadzono do 25 cm^3 1 M roztworu $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ otrzymując biały osad, który po wysuszeniu miał masę 1,5686 g. W kolejnej próbie stwierdzono, że 1,000 g badanego związku organicznego w reakcji z metalicznym sodem wydziela $0,1623 \text{ dm}^3$ wodoru (objętość zmierzono w warunkach normalnych). Czy na podstawie powyższych informacji potrafisz zaproponować możliwe wzory strukturalne analizowanego związku organicznego wiedząc, że jego masa cząsteczkowa nie przewyższa 250u?
- Przez roztwór wodny soli kwasu jednokarboksyłowego, będącego pochodną alifatycznego węglowodoru nasyconego, przez 15 minut przepuszczano prąd stały o natężeniu 2,5A zbierając w zbiorniku o pojemności 300 cm^3 i temperaturze 20°C gazowe produkty elektrolizy powstające przy anodzie, którymi obok tlenu były jeszcze dwa inne gazy. Ciśnienie zebranych gazów wyniosło 1,753 atm, a ich gęstość była równa $d=3,404 \cdot 10^{-3} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Zaproponuj możliwe wzory tego kwasu.
- Mieszanina CaO i CaCO_3 przereagowała całkowicie z HCl w stosunku stechiometrycznym, przy czym wydzieliło się $6,23 \text{ dm}^3$ CO_2 w temperaturze 300 K i pod ciśnieniem 100 kPa, a masa otrzymanego CaCl_2 była o 75,05 % większa od masy mieszaniny wyjściowej. Jaką objętość 20,0% roztworu HCl o gęstości $d=1,02 \text{ g}/\text{cm}^3$ użyto do reakcji? (W obliczeniach należy zaniedbać rozpuszczalność CO_2 w wodzie).
- Kawałek blaszki wykonanej z żelaza o masie 10,0 g pozostawiono przez 100 dni na zewnętrznym parapecie okna. Blaszka pokryła się nalotem rdzy (rdza zawiera związki żelaza na II i III stopniu utlenienia). Zardzewiałą blaszkę zanurzono w 100 cm^3 0,10 M roztworu kwasu szczawiowego, co spowodowało rozpuszczenie rdzy (podłoże pozostało nienaruszone). Z tak otrzymanego roztworu pobrano dwie próbki po 20 cm^3 . Jedną z nich miareczkowano 0,02 molowym roztworem KMnO_4 w środowisku kwaśnym zużywając $42,6 \text{ cm}^3$ KMnO_4 . Drugą próbkę miareczkowano 0,050 molowym roztworem KI zużywając $8,50 \text{ cm}^3$ KI. Oblicz, ile procent żelaza uległo zniszczeniu. Objętość roztworu kwasu szczawiowego nie ulega zmianie.
- Podana w tablicach wartość iloczynu rozpuszczalności HgS w temperaturze 20°C wynosi $3 \cdot 10^{-54}$. Na podstawie tylko tej informacji a) oblicz rozpuszczalność HgS w wodzie; b) napisz co sądzisz o sensie fizycznym otrzymanego wyniku. W kolejnym etapie uwzględnij informację, że w warunkach zadania podstawowymi formami w jakich występują jony pochodzące z dysocjacji HgS są jony $\text{Hg}(\text{OH})^+$ i HS^- . Wiedząc, że stałe dysocjacji II stopnia $\text{Hg}(\text{OH})_2$ i H_2S wynoszą odpowiednio $1,00 \cdot 10^{-23}$ i $1,00 \cdot 10^{-14}$, oblicz rozpuszczalność HgS w wodzie uwzględniając procesy hydrolizy. W obliczeniach przyjmij, że stężenie jonów wodorowych w nasyconym roztworze HgS, wobec minimalnej rozpuszczalności tego związku, wynosi $1,00 \cdot 10^{-7} \text{ mola}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Dane, które należy przyjmować w obliczeniach:

masy atomowe:

H – 1,008	C – 12,01	N – 14,01	O – 16,00	Na – 22,99	S – 32,07	Cl – 35,45
K – 39,10	Ca – 40,08	Mn – 54,94	Fe – 55,85	I – 126,9	Ba – 137,3	Hg – 200,6

stała gazowa: $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, objętość molowa gazu doskonałego: $V_{\text{mol}} = 22,41 \text{ dm}^3$

stała Faradaya $F = 96485 \text{ C}$, 1 atm = 101,325 kPa