

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2021/2022 (XV edycja)

CHEMIA - ETAP III

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. Do reaktora o objętości $5,00 \text{ dm}^3$ wprowadzono $0,500$ mola NO_2 i zainicjalizowano reakcję prowadzącą do dimeryzacji tlenku azotu(IV). Układ termostatowano w temperaturze 0°C . Po osiągnięciu przez układ stanu równowagi ciśnienie w reaktorze wynosiło 207112 Pa .
 - a) Zapisz równanie zachodzącej reakcji i oblicz wartość jej stężeniowej stałej równowagi.
 - b) Z układu w stanie równowagi usunięto 40% dimeru. Oblicz masę NO_2 w reaktorze po ponownym ustaleniu się stanu równowagi.

2. Węglowodory nasycone ulegają reakcji chlorowania także w ciemności w temperaturze około 573 K . Mechanizm tego procesu jest podobny do mechanizmu inicjowanego światłem. W praktyce, w wyniku reakcji powstają wszystkie możliwe produkty substytucji. Można by oczekiwać, że ilości poszczególnych izomerów będą proporcjonalne do liczby atomów wodoru w poszczególnych pozycjach podstawienia. Dane eksperymentalne wykazują jednak inną zależność, ilości poszczególnych izomerów zależą od szybkości substytucji atomów wodoru znajdujących się przy atomach węgla o różnej rzędowości. Stosunki szybkości podstawiania atomów wodoru przy atomach węgla o rzędowości 1° , 2° i 3° przez atomy chloru wynoszą w przybliżeniu odpowiednio $1,0 : 3,3 : 4,4$. Znając ilości atomów wodoru ulegających substytucji i szybkości z jaką ten proces zachodzi można oszacować ilości poszczególnych izomerów powstających w reakcjach monochlorowania węglowodorów nasyconych.
Oblicz skład procentowy mieszaniny izomerów jakiego można oczekiwać w reakcji monochlorowania:
 - a) propanu
 - b) 2,2,3-trimetylopentanuZapisz wzory półstrukturalne produktów reakcji i podaj nazwy monochloro pochodnych powyższych węglowodorów.

3. Reakcja ozonu z tlenkiem azotu(II) zachodzi w dwóch etapach. W pierwszym substraty reagują w stosunku objętościowym $1 : 1$, a jednym z produktów tej reakcji jest tlenek azotu(IV). Gaz ten w kolejnym etapie reaguje z ozonem, również w stosunku objętościowym $1 : 1$ tworząc m.in. NO_3 .
 - a) Zapisz równania reakcji zachodzących pomiędzy ozonem a tlenkami azotu.
 - b) Przygotowano mieszaninę gazów o składzie: 75% obj. N_2 , 8% obj. NO oraz 17% obj. O_3 i zainicjowano reakcję. Wiedząc, że po upływie pewnego czasu reakcji uległo 42% ozonu, a stosunek molowy NO_2 do NO_3 wynosił $8,3 : 1$ oblicz skład mieszaniny gazów i wyraż go w procentach objętościowych.

4. Mieszaninę o masie 5,078 g składającą się z chlorku bizmutu oraz chlorku antymonu(III) rozpuszczono w rozcieńczonym kwasie solnym. Z powstałego roztworu strącono na gorąco mieszaninę siarczku bizmutu i siarczku antymonu(III). Otrzymany osad przeniesiono ilościowo na sączek, przemyto, przeniesiono do tygla i wyprażono. Masa osadu wynosiła 3,914 g. Następnie mieszaninę siarczków przeniesiono do zlewki i zadano nadmiar roztworu siarczku amonu, w wyniku czego część osadu uległa rozpuszczeniu.
- Zapisz w formie jonowej i uzgodnij równania reakcji strącania siarczków, wiedząc że jony antymonu występują w roztworze w postaci jonu kompleksowego $[\text{SbCl}_6]^{3-}$.
 - Wiedząc, że siarczek antymonu(III) rozpuszcza się w siarczku amonu z utworzeniem jonu amonowego oraz jonu siarkoantymonianowego(III) - SbS_3^{3-} , zapisz i uzgodnij równanie reakcji rozpuszczania tego siarczku.
 - Oblicz procent masowy chlorku bizmutu oraz chlorku antymonu(III) w mieszaninie początkowej oraz siarczku bizmutu i siarczku antymonu(III) w wyprażonym osadzie.
5. Stopień dysocjacji amoniaku w wodnym roztworze o stężeniu $0,00630 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ wynosi 5,2%. Oblicz, ile gramów stałego wodorotlenku sodu należy dodać do $200,0 \text{ cm}^3$ tego roztworu, aby stopień dysocjacji amoniaku zmalał czterokrotnie. Przyjmij, że objętość roztworu po dodaniu wodorotlenku sodu nie uległa zmianie.

Masy molowe:

$$M_{\text{H}} = 1,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{N}} = 14,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{O}} = 16,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Na}} = 22,99 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{S}} = 32,07 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Cl}} = 35,45 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Sb}} = 121,76 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

$$M_{\text{Bi}} = 208,98 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Stałe fizykochemiczne:

$$R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$