

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA im. Stanisława Staszica w KRAKOWIE
OLIMPIADA „O DIAMENTOWY INDEKS AGH” 2024/2025
CHEMIA - ETAP III

UWAGA: za każde zadanie można otrzymać maksymalnie 20 punktów

1. Stop magnezu i glinu o masie 0,500 g rozтворzono w kwasie solnym. Wydzielony w reakcji wodór zebrano w zbiorniku o objętości 475 cm³, gdzie w temperaturze 25°C ciśnienie wywierane na ściany zbiornika wynosiło 107436 Pa. Po reakcji stwierdzono obecność 0,050 g nierozтворzonego stopu. Po dokładnym wyczyszczeniu układu reakcyjnego, pozostały stop ponownie rozтворzono w nadmiarze kwasu solnego, podgrzewając dodatkowo układ do 42°C, co doprowadziło do całkowitego przereagowania stopu. Zebrany w drugim etapie wodór wywierał na ściany zbiornika ciśnienie równe 11898 Pa. Zapisz równania zachodzących reakcji oraz oblicz ułamki masowe magnezu i glinu w stopie.
2. Przygotowano 100 cm³ roztworu kwasu octowego o stężeniu 0,5 mol·dm⁻³ oraz 200 cm³ roztworu kwasu mrówkowego o takim samym stężeniu.
 - a) Oblicz stopnie dysocjacji kwasów oraz stężenia kationów wodorowych w przygotowanych roztworach.
 - b) Oblicz stężenie jonów octanowych i mrówczanowych oraz stężenie kationów wodorowych w roztworze otrzymanym przez zmieszanie ze sobą przygotowanych roztworów kwasów.

Stałe dysocjacji kwasu octowego i mrówkowego wynoszą: $K_{CH_3COOH} = 1.8 \cdot 10^{-5}$ oraz $K_{HCOOH} = 1.8 \cdot 10^{-4}$. W przypadku stosowania uproszczeń w obliczeniach wyjaśnij ich zasadność. Pomiń zjawisko kontrakcji objętości przy mieszanii roztworów.

3. W zbiorniku o objętości 2,00 dm³ umieszczono 1,00 mol gazowej substancji A. Jej rozkład, opisany równaniem $A_{(g)} = 2B_{(g)}$, przebiega zgodnie z kinetyką reakcji 0 rzędu, a stężenie substancji A w funkcji czasu opisuje zależność:

$$c_A = c_{A0} - k \cdot t$$

gdzie c_{A0} i c_A oznaczają odpowiednio stężenie początkowe substancji A oraz stężenie tej substancji po czasie t , a k oznacza stałą szybkości reakcji.

Po pewnym czasie prowadzenia reakcji $A_{(g)} = 2B_{(g)}$ w temperaturze 280 K stopień rozkładu substancji A wynosi 10,0%. W tym samym czasie w temperaturze 293 K rozkładowi ulega 16,0% substancji A. Oblicz, ile będzie wynosił stopień rozkładu substancji A, jeżeli reakcja będzie prowadzona przez taki sam czas w temperaturze 300 K. Skorzystaj z wyrażenia opisującego zależność stałej szybkości reakcji od temperatury:

$$\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

gdzie k_{T_1} oraz k_{T_2} oznaczają stałą szybkości reakcji odpowiednio w temperaturze T_1 oraz T_2 , E_a oznacza energię aktywacji reakcji wyrażoną w jednostce J·mol⁻¹, a jej wartość jest stała w analizowanym zakresie temperatur,

R to stała gazowa wynosząca 8,314 J·mol⁻¹·K⁻¹.

4. Równomolową mieszaninę izomerów trimetylobenzenu poddano reakcji mononitrowania z użyciem niedomiaru mieszaniny nitrującej. Ograniczona ilość czynnika nitrującego, niewystarczająca do całkowitego przereagowania któregośkolwiek z izomerów, sprawia, że konkurują one ze sobą o jego dostępność. Biorąc pod uwagę wyłącznie wpływ kierujący grup metylowych:
- zapisz schematy reakcji mononitrowania izomerów trimetylobenzenu używając wzorów półstrukturalnych, uwzględniając wszystkie możliwe produkty organiczne;
 - podaj nazwy wszystkich substancji organicznych biorących udział w reakcjach (zarówno substratów, jak i produktów);
 - oblicz, jakie są molowe udziały procentowe wszystkich produktów mononitrowania w mieszaninie poreakcyjnej.

5. Niektóre izotopy plutonu, takie jak ^{238}Pu i ^{241}Pu , są wykorzystywane w technice jądrowej, na przykład jako paliwo w reaktorach.

Jądra nuklidu ^{238}Pu powstają na drodze trzech reakcji jądrowych: rozpadu β^- jąder nuklidu ^{238}Np , rozpadu β^+ jąder nuklidu ^{238}Am oraz rozpadu α jąder nuklidu ^{242}Cm .

Jądra nuklidu ^{241}Pu powstają w wyniku szeregu reakcji jądrowych: w pierwszym etapie prowadzi się reakcję jąder nuklidu ^{238}U z neutronami, co powoduje wytworzenie jąder nuklidu ^{239}U . Jądra te ulegają dwóm rozpadom β^- , a otrzymane w ten sposób jądra pochłaniają neutrony, co prowadzi do powstania jąder nuklidu ^{241}Pu .

Jądra obu nuklidów (^{238}Pu oraz ^{241}Pu) ulegają rozpadowi α , a czas połowicznego rozpadu wynosi 87,1 lat dla izotopu ^{238}Pu oraz 14,4 lat dla izotopu ^{241}Pu .

- Zapisz równania reakcji otrzymywania jąder nuklidów ^{238}Pu i ^{241}Pu .
- Zapisz równania reakcji rozpadów promieniotwórczych jąder nuklidów ^{238}Pu i ^{241}Pu .
- Oblicz, jaki będzie stosunek masowy nuklidów ^{238}Pu i ^{241}Pu w badanej próbce po 100 latach, wiedząc, że obserwacji poddano 100 mg równomolowej mieszaniny nuklidów ^{238}Pu i ^{241}Pu . Masa atomowa ^{238}Pu wynosi 238,050 u, a masa atomowa ^{241}Pu jest równa 241,057 u ($1\text{u} = 1,661 \cdot 10^{-24}\text{g}$).

87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	F
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es			

Rysunek 1. Fragment układu okresowego pierwiastków - podano symbole oraz liczby atomowe wybranych pierwiastków.

Masy atomowe:

H 1,01 u

Mg 24,31 u

Al 26,98 u

Cl 35,45