

XIII Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Średnich  
Etap II

Zad. 1

Pewien młody naukowiec otrzymał 20,3 mg czystego izotopowo sześciowodnego chloranu(VII) iterbu(III) (zawierającego  $^{171}\text{Yb}$ ). Niestety, na skutek zbiegu okoliczności kolbka zawierająca upragniony produkt uległa zatopieniu w łaźni wodnej a ich zawartość, wymieszaniu. Eksperymentator podjął próbę odzyskania cennej substancji i po wielu dniach pracy, obejmujących kolejne wytrącania i chromatografie jonowymienne odzyskał 4,2 mg  $^{171}\text{Yb}_2\text{O}_3$ . Oblicz straty materialne laboratorium, wiedząc że 1 mg czystego iterbu-171 kosztuje 1500 \$.

Zad. 2

Zasoby paliw kopalnych, tak stałych, ciekłych jak i gazowych prędzej czy później ulegną wyczerpaniu, choć prognozy określające moment w którym to się stanie, są różne. Jednymi z możliwych do spożytkowania, choć nadal nie eksploatowanymi zasobami, są złoża tzw. klatratów metanu. Klatraty metanu to połączenia niekowalencyjne, złożone z cząsteczek metanu, otoczonych cząsteczkami wody. Cząsteczki wody tworzą, utrzymywaną dzięki międzycząsteczkowym wiązaniom wodorowym, klatkę z uwieczoną w środku molekułą  $\text{CH}_4$ . Struktury takie tworzą się na dużych głębokościach w oceanach, w temperaturach około  $0^\circ\text{C}$ . Mają postać przypominająca lód. Przy ciśnieniu atmosferycznym rozkładają się powoli z wydzielaniem gazowego metanu. Rozkład ten następuje bardzo szybko po podgrzaniu albo wrzuceniu bryłki klatratu do wody. Szacowane zasoby metanu, zmagazynowanego w tej formie, wynoszą  $3 \cdot 10^{18} \text{ m}^3$  (w warunkach normalnych). Oblicz, ile średnio cząsteczek wody przypada na cząsteczkę metanu, uwieczoną w klatracie, jeśli po wrzuceniu 2,0384 g tego połączenia do 115,8234 g wody wydzielilo się  $443,9 \text{ cm}^3$  gazu (w temperaturze  $40^\circ\text{C}$  i ciśnieniu 100 kPa) a masa pozostałej w naczyniu wody wyniosła 117,5888 g. Zaniedbaj rozpuszczalność metanu w wodzie.

Zad. 3

Tlenek tytanu(IV) jest ważnym związkiem, stosowanym powszechnie jako pigment, wypełniacz w przemyśle tworzyw sztucznych i przemyśle gumowym, w produkcji farmaceutyków, kosmetyków i żywności, jako katalizator fotoutleniania zanieczyszczeń wody i powietrza oraz w wielu innych gałęziach przemysłu. Znanych i stosowanych jest wiele technologii jego otrzymywania, w zależności od przeznaczenia finalnego produktu. Do otrzymywania tego związku warunkach laboratoryjnych najczęściej stosowana jest hydroliza chlorku tytanu(IV). W celu zsyntezowania próbki tlenku tytanu(IV) do  $1 \text{ dm}^3$  wody dodano  $11 \text{ cm}^3$  czystego chlorku tytanu(IV), o gęstości  $1,73 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Oblicz, jaką objętość roztworu wodorotlenku sodu o stężeniu  $1 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  należy dodać do tak otrzymanej mieszaniny, aby osiągnąć  $\text{pH} = 9$ , przy którym uzyskuje się najwyższą czystość i wydajność produktu. Zaniedbaj kontrakcję objętości.

Zad. 4

Wraz ze wzrostem osiągow produktow przemyslu motoryzacyjnego, intensywny rozwój obejmowal takze szereg urzadzen majacych na celu poprawienie bezpieczenstwa

użytkowników samochodów. Jednym z takich rozwiązań jest tak zwana poduszka gazowa. W trakcie wypadku układ elektroniczny zapoczątkowuje rozkład termiczny substancji, w wyniku którego uwalniana się duża ilość produktów gazowych. Przez szereg lat, jako źródło gazu, stosowano azydek sodu ( $\text{NaN}_3$ ), rozkładający się z wydzieleniem azotu i sodu. Oblicz, jaka jest stała szybkości rozkładu azydku w pewnej temperaturze, jeśli z tabletki tego związku o masie 130 g, w czasie 25 ms, wydzieliło się  $57 \text{ dm}^3$  azotu (warunki normalne). Proces rozkładu  $\text{NaN}_3$  przebiega zgodnie z kinetyką reakcji I rzędu, podobnie jak rozpad promieniotwórczy.

#### Zad. 5

W roku 1925 Emilio Segre z próbki molibdenu-95, napromieniowywanego w cyklotronie za pomocą strumienia deuteronów (jąder deuteru) wyizolował nowy pierwiastek (X). Jaki był to pierwiastek, jeśli w reakcji  ${}^{95}\text{Mo}$  z jądrem deuteru nie powstają inne produkty (zapisz równanie reakcji). Pierwiastek X tworzy jednoprotonowy kwas, w którym występuje na +7 stopniu utlenienia. Sól zawierająca anion tego kwasu i jony srebra(I) jest bardzo słabo rozpuszczalna w wodzie. Oblicz, jakie musi być minimalne stężenie powyższego kwasu, aby nastąpiło wytrącenie soli srebrowej po dodaniu do  $1 \text{ dm}^3$  roztworu zawierającego pierwiastek X,  $2 \text{ cm}^3$  roztworu azotan(V) srebra o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , jeśli iloczyn rozpuszczalności tej soli wynosi  $2 \cdot 10^{-6}$ .

#### Zad. 6

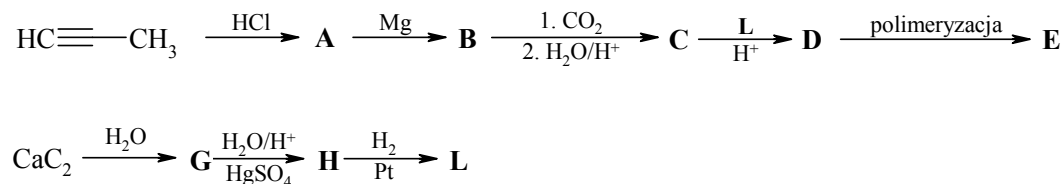
Związki siarki, obecne w gazach odlotowych powstających w procesach technologicznych cechują się znaczną szkodliwością dla środowiska naturalnego. Siarkowodór, jeden z głównych produktów odsiarczania ropy naftowej i gazu ziemnego, oprócz dużej szkodliwości, cechuje się także nieprzyjemnym i uciążliwym zapachem. Jedną z metod usuwania siarkowodoru, tak zwany proces Clausa, polega na utlenieniu części  $\text{H}_2\text{S}$  wprowadzanego do aparatury, do tlenku siarki(IV) i wody, a następnie reakcji powstałego  $\text{SO}_2$  z resztą  $\text{H}_2\text{S}$  z wytworzeniem siarki elementarnej. Pierwszy etap realizowany jest poprzez spalanie mieszaniny, zawierającej stechiometryczne ilości siarkowodoru i tlenu (z uwzględnieniem wymogu, iż nie cały  $\text{H}_2\text{S}$  ma ulec reakcji), drugi jest procesem katalitycznym. Wiedząc, że gazy powstające w procesie odsiarczania ropy zawierają 70 % obj.  $\text{H}_2\text{S}$  (resztę stanowi azot) oblicz, w jakim stosunku objętościowym należy mieszać odsiarczane gazy z powietrzem, aby po pierwszym etapie procesu Clausa uzyskać mieszaninę o składzie stechiometrycznym, odpowiadającym potrzebom etapu drugiego?

#### Zad. 7

Z punktu widzenia ochrony środowiska, każdy z procesów technologicznych stosowanych w przemyśle powinien być tak zbilansowany, aby ilość nieprzereagowanych substratów i ilość produktów ubocznych była zminimalizowana. Pewien młody technolog stanął przed problemem, ile  $\text{dm}^3$  kwasu azotowego(V) o stężeniu 50 % wagowych ( $d = 1,31 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) musi dodać do reaktora zawierającego  $5000 \text{ m}^3$  roztworu amoniaku o stężeniu 20 % wagowych ( $d = 0,92 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Ile kilogramów produktu można otrzymać w wyniku tego procesu? Jakie ma on zastosowanie (podaj dwa przykłady)?

Zad. 8

Zidentyfikuj produkty organiczne A - L. Pod jaką nazwą zwyczajową występuje polimer E.



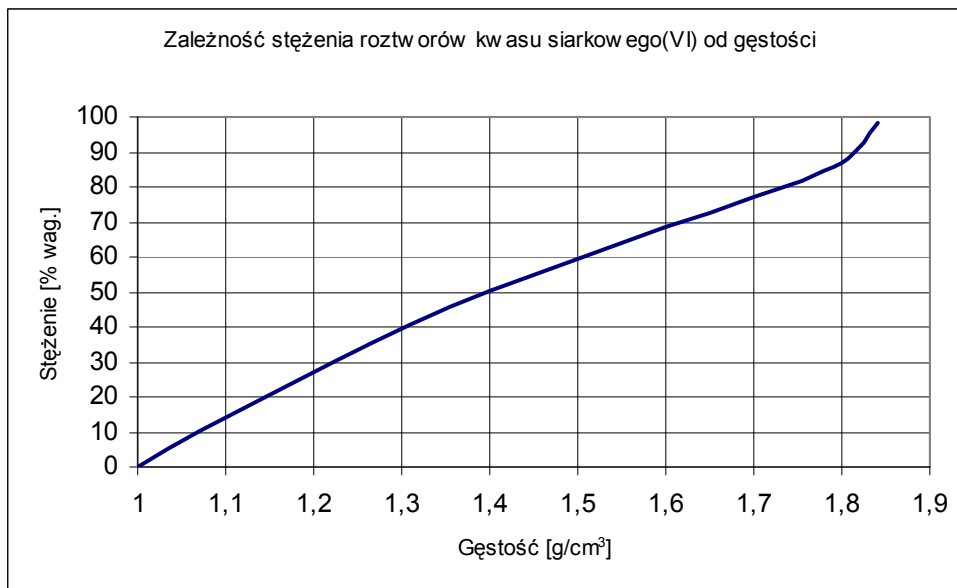
Zad. 9

Praca w laboratorium chemicznym wymaga szczególnej troski o zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. Spełnienie norm i przestrzeganie zasad bezpiecznej pracy chemika zawsze wymaga znajomości podstawowych praw rządzących procesami i zjawiskami zachodzącymi podczas wykonywania doświadczeń chemicznych. Wyjaśnij, na czym polegają, bądź czym są spowodowane poniższe zjawiska i czynności laboratoryjne:

- W laboratorium znajdują się dwie butle stalowe o objętości  $1 \text{ dm}^3$ . Pierwsza z nich zawiera 6 moli  $\text{CO}$ , druga taką samą ilość  $\text{CO}_2$ . Stwierdzono, że w pierwszej z nich, w temperaturze 293 K panuje ciśnienie 14,62 MPa, w drugiej zaś, w tych samych warunkach, tylko 6 MPa. Wyjaśnij, z czego wynikają różnice w ciśnieniu.
- Dlaczego, podczas destylacji lub ogrzewania cieczy do wrzenia, w naczyniu powinna znajdować się tak zwana porcelanka wrzenna, będąca najczęściej kawałkiem nieszkliwionej porcelany?
- Dlaczego w laboratoriach sól lub potas przechowuje się pod warstwą nafty lub oleju parafinowego?

Zad. 10

Elektrolitem, stosowanym w akumulatorach ołowiowych jest kwas siarkowy(VI). Dla prawidłowego funkcjonowania akumulatora konieczne jest utrzymywanie określonego stężenia elektrolitu, przyjmuje się, że gęstość elektrolitu musi zawierać się między  $1,26$  a  $1,28 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Właściciel samochodu zmierzył gęstość elektrolitu w swoim akumulatorze i stwierdził, iż wynosi ona  $1,35 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ . Oblicz, ile wody destylowanej musi on dolać do akumulatora, który zawiera  $1,1 \text{ dm}^3$  elektrolitu. Wykres poniżej prezentuje zależność gęstości kwasu siarkowego(VI) od stężenia. Wszystkie dane dotyczą tej samej temperatury.



- Zad. 1      3 pkt
- Zad. 2      4 pkt
- Zad. 3      6 pkt.
- Zad. 4      10 pkt.
- Zad. 5      6 pkt.
- Zad. 6      4 pkt.
- Zad. 7      4 pkt.
- Zad. 8      5 pkt.
- Zad. 9      8 pkt.
- Zad. 10     4 pkt.