

XIII Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Średnich
Etap II – rozwiązania zadań

UWAGI OGÓLNE:

Za błędy w obliczeniu masy molowej -50% pkt.

Za „duże” błędy rachunkowe -50 % pkt.

Jeśli zadanie składało się z kilku niezależnych elementów, w przypadku powyższych błędów odejmowano punkty za dany etap rozwiązania.

Zad. 1

$$M(^{171}\text{Yb}(\text{ClO}_4)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 577,5 \text{ g/mol}$$

$$M(^{171}\text{Yb}_2\text{O}_3) = 390 \text{ g/mol}$$

Zatem w 20,3 mg uwodnionego chloranu(VII) iterbu zawartych jest:

$$171 \cdot (0,0203 / 577,5) = 6,01 \text{ mg } ^{171}\text{Yb}$$

natomiast w 4,2 mg tlenku:

$$2 \cdot 171 / (0,0042 / 390) = 3,68 \text{ mg } ^{171}\text{Yb}$$

Straty wynoszą zatem $6,01 - 3,68 = 2,32 \text{ mg}$, co odpowiada 3490 \$.

Ocenianie (ważniejsze błędy):

błędny wzór któregoś ze związków (w tym nie uwzględnienie wody hydratacyjnej) – 0 p.
obecności dwóch atomów Yb w tlenku – 0 pkt.

niewzględnienie faktu, iż w zadaniu mowa o izotopowo czystym iterbie, którego masa atomowa jest inna niż wartość średnia, ujęta w układzie okresowym – 1 pkt.

Zad. 2

Ilość moli metanu w próbce klatratu można było obliczyć albo z r. Clapeyrona, albo z różnicy mas klatratu i wydzielonej wody.

$$n(\text{CH}_4) = (0,0004439 \cdot 100000) / (8,314 \cdot 313) = 0,0176 \text{ mol}$$

lub

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 117,5888 - 115,8234 = 1,7654 \text{ g}, n = 1,7654 / 18 = 0,09808 \text{ mol}$$

$$m(\text{CH}_4) = 2,0384 - 1,7654 = 0,273 \text{ czyli } n = 0,273 / 16 = 0,01706 \text{ mol}$$

Stosunek molowy wynosi zatem 1:5,75.

Ocenianie (ważniejsze błędy):

błędne obliczenie il. moli metanu w klatracie (błędna wartość stałej R, błąd w przeliczeniu jednostek, przyjęcie błędnych warunków normalnych przy stosowaniu prawa Boyla-Mariotta) – 0 p.

zaokrąglenie wyniku do 1:6 – 2 p.

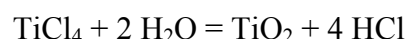
Zad. 3

$11 \text{ cm}^3 \text{ TiCl}_4$ to $11 \cdot 1,73 = 19,03 \text{ g}$ tego związku

$M(\text{TiCl}_4) = 189,7 \text{ g/mol}$

mamy zatem 0,1005 mol chlorku tytanu(IV).

Reakcja hydrolizy przebiega wg. równania;



Dodanie NaOH ma zatem na celu zobojętnienie powstałego chlorowodoru i doprowadzenie pH do 9.

W wyniku reakcji powstało 0,402 mol HCl, zatem na jego związanie potrzebne jest 0,402 mol NaOH. Ponieważ stężenie roztworu wodorotlenku, którym dysponujemy, wynosi 1 M, dodać należy $0,402 \text{ dm}^3$ tego roztworu.

Sumaryczna objętość otrzymanej mieszaniny wynosi zatem $1 \text{ dm}^3 + 0,402 \text{ dm}^3 + 0,011 \text{ dm}^3 = 1,413 \text{ dm}^3$. Ponieważ w układzie obecny jest tylko wytrącony TiO_2 , woda i NaCl, możemy przyjąć, iż jego pH wynosi 7. Nadmiar NaOH, potrzebny do uzyskania $\text{pH} = 9$ można obliczyć np.: z metody krzyża:

$\text{pH} = 7$ zatem $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$

$\text{pH} = 9$ zatem $[\text{OH}^-] = 10^{-5}$

Należy zatem zmieszać uzyskana mieszaninę z 1 M NaOH w stosunku 0,99999:0,0000099. Konieczna objętość NaOH wynosi zatem $0,013 \text{ cm}^3$.

Za poprawną uznawano odpowiedź, iż objętość ta jest zanedbywalna, przy czym wskazany został poprawny sposób jej obliczenia.

Ocenianie (ważniejsze błędy):

za obliczenie objętości NaOH, potrzebnej tylko na związanie HCl – 3 p.

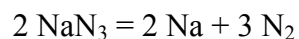
za nieuwzględnienie tworzenia się HCl w procesie hydrolizy, i obliczenie objętości potrzebnej do tylko na zmianę pH z 7 na 9 – 0 p.

za błędny wzór chlorku tytanu(IV), rzutujący na obliczenia – 0 p.

Zad. 4

$M(\text{NaN}_3) = 65 \text{ g/mol}$

Tabletka zawiera zatem 2 mole tej substancji.



57 dm³ azotu to 2,545 mola. Rozłożyć musiało się zatem 1,696 mol azydku sodu.

Równanie kinetyczne ma postać:

$$\ln(n_0/n) = kt$$

zatem

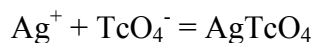
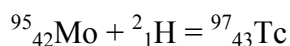
$$k = \ln(2/(2-1,696))/0,025 = 75,35 \text{ s}^{-1}$$

Ocenianie (ważniejsze błędy):

błędny zapis równania reakcji – 0 p.

wprowadzenie do wzoru, jako n, ilości moli NaN₃ które uległy rozkładowi – 0 p.

Zad. 5



$$K_{\text{so}} = [\text{Ag}^+][\text{TcO}_4^-] = 2 \cdot 10^{-6}$$

Ilość moli jonów Ag⁺ zawartych w 1 cm³ roztworu AgNO₃

$$n(\text{Ag}^+) = 0,002 \cdot 1 = 0,002 \text{ mol}$$

stężenie jonów Ag⁺ w mieszaninie:

$$[\text{Ag}^+] = 0,002/(1+0,002) = 0,001996 \text{ mol/dm}^3$$

$$0,001996 \cdot [\text{TcO}_4^-] = 2 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{TcO}_4^-] > 0,001002 \text{ M}$$

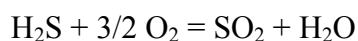
Ocenianie:

zapis r. reakcji jądrowej – 1 p.

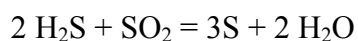
obliczenie minimalnego stężenia jonów XO₄⁻ – 5 p.

Zad. 6

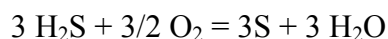
Etap I:



Etap II:



sumarycznie:



1 objętość oczyszczanych gazów zawiera 0,7 obj. H_2S

należy dodać zatem taką objętość powietrza, która zawiera 0,35 obj. O_2 . Zakładając, że tlen stanowi 21 % obj. powietrza, uzyskujemy stosunek gazów odlotowych do powietrza, wynoszący 1:1,66.

Ocenianie:

za poprawny zapis reakcji -1 p. (po 0,5 p. za każde równanie)

Zad. 7



5000 m³ roztworu amoniaku o podanej gęstości ma masę $4,6 \cdot 10^6$ kg, i zawiera $9,2 \cdot 10^5$ kg NH_3 , co stanowi $5,41 \cdot 10^4$ kmol. Potrzebna jest taka sama ilość moli HNO_3 , co odpowiada $5,41 \cdot 10^7 \cdot 63 = 3,41 \cdot 10^6$ kg czystego HNO_3 . Dysponując roztworem o stężeniu 50%, musimy użyć go dwukrotnie więcej, czyli $6,8166 \cdot 10^6$ kg, co przy podanej gęstości odpowiada 5203,5 m³. Otrzymać możemy $5,41 \cdot 10^7 \cdot 80 = 4,33 \cdot 10^6$ kg NH_4NO_3 . Związek ten stosuje się np.: jako nawóz sztuczny i w produkcji materiałów wybuchowych.

Ocenianie (ważniejsze błędy):

niepoprawny zapis reakcji – 0 p.

niepoprawny wzór produktu – 0p.

poprawne obliczenie obj. HNO_3 i masy NH_4NO_3 , po 1 p.

poprawne wskazanie zastosowania produktu – po 1 p. (nie uznawano odpowiedzi ogólnych: w laboratorium, w przemyśle chemicznym)

Zad. 8

- A. 2-chloropropen
- B. chlorek 2-propenylomagnezowy
- C. kwas 2-metylopropenowy (kwas metakrylowy)
- D. 2-propenylan etylu (metakrylan etylu)
- E. poli(metakrylan etylu)
- G. etyn
- H. etanal
- I. etanol

Nazwa zwyczajowa – pleksiglas, pleksi, szkło organiczne

Uznawano zarówno identyfikacje poprzez podanie nazw, jaki i wzorów strukturalnych (wzory sumaryczne uznawano wyłącznie wtedy, jeśli były one jednoznaczne).

Ocenianie (ważniejsze błędy):

za każdy z produktów – 0,5 p.
za nazwę zwyczajową – 1 p.
podanie związku H wyłącznie w formie enolu – 0,25 p.

Zad. 9

a. Różnica ciśnień w butlach wynika z faktu, iż CO₂ w tych warunkach znajduje się częściowo w postaci ciekłej, a ciśnienie panujące w butli odpowiada ciśnieniu pary nasyconej. Uznawano za poprawną również odpowiedź, iż w butli CO₂ ulega resublimacji i występuje w formie stałej. Nie uznawano odpowiedzi, iż wynika to z różnych właściwości gazów.

b. Porcelanka wrzenna, dzięki swej porowatej strukturze i zawartym w porach powietrzu, uwalniającym się podczas ogrzewania, stanowi ośrodki wrzenne, zapobiegające przegrzewaniu się cieczy.

c. Sód i potas, jako metale bardzo aktywne, reagują z tlenem, parą wodną, dwutlenkiem węgla i innymi gazami zawartymi w powietrzu. Warstwa nafty lub oleju parafinowego, substancji niereagujących z Na lub K, izoluje je od powietrza i zapobiega utlenianiu.

Zad. 10

Wartość 1,35 g/cm³ odpowiada stężeniu 45%, wartości 1,26 i 1,28, odpowiednio 34 i 38 % (niewielkie odchylenia w odczytaniu wartości stężeń z wykresu były dopuszczalne). Podana objętość elektrolitu (1,1 dm³) stanowi:

$$1100 * 1,35 = 1485 \text{ g}$$

i zawiera:

$$1485 * 45\% = 668,25 \text{ g H}_2\text{SO}_4$$

Aby uzyskać roztwory o stężeniach 34 i 38 %, zawierające obliczoną powyżej ilość kwasu siarkowego(VI) należy użyć odpowiednio 1297,19 i 1090,30 g rozpuszczalnika. Potrzebna ilość wody, która musi być dodana w celu otrzymania roztworu o pożądanym stężeniu, zawiera się w przedziale 273,5-480,5 cm³.

Ocenianie (ważniejsze błędy):

za podanie tylko jednej wartości (granicznej lub średniej) – 2 p.