

Zad. 1

W 100 g mieszaniny znajduje się 14,8 g HNO₃, 78,2 g etanolu i 7 g wody.

Mając do dyspozycji bezwodny etanol, potrzebujemy $78,2/0,785 = 99,62 \text{ cm}^3$ tego związku.

Potrzebujemy także $14,8/0,75 = 19,73 \text{ g}$ kwasu azotowego(V) o stężeniu 75%, czyli $19,73/1,434 = 13,76 \text{ cm}^3$ tego roztworu.

Ponieważ pewną ilość wody do przygotowywanej mieszaniny wprowadzamy wraz z kwasem azotowym(V), musimy użyć tylko $100-19,73-78,2 = 2,07 \text{ g}$, czyli $2,07 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$.

Punktacja: po 5 pkt za obliczenie potrzebnej ilości każdego ze składników

Zad. 2

$$M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 90 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{CaC}_2\text{O}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}) = 164 \text{ g/mol}$$

W ciągu doby wydalanych jest $65/90 = 0,722 \text{ mmol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ i $1,85 \times 4,8 = 8,88 \text{ mmol Ca}^{2+}$.

Wynika z tego, że w drogach moczowych powstanie $0,722 \text{ mmol CaC}_2\text{O}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, czyli $0,722 \times 164 = 118,41 \text{ mg}$. W $1,85 \text{ dm}^3$ moczu rozpuści się $1,85 \cdot 23 = 42,55 \text{ mg}$ tej soli, wytrąci się zatem $118,41 - 42,55 = 75,86 \text{ mg}$ diwodnego szczawianu wapnia.

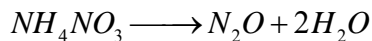
Zad. 3

a.

1 cm^3 gazu w podanych warunkach to $pV/RT = 1 \times 10^5 \times 1 \times 10^{-6} / 8,314 \times 273 = 0,0000440583$ mola, 1 mol ma zatem masę $0,001937/0,0000440583 \approx 44 \text{ g}$.

Powstający produkt może zawierać wyłącznie N, O i H. Jedyne związki spełniające warunki zadania to N₂O – tlenek azotu(I) (tlenek diazotu, podtlenek azotu).

b.



c.

Najważniejsze zastosowania tlenku azotu(I) to użycie tego związku:

- jako gazu anestetycznego (znieczulającego i uspakajającego) przy sedacji wziewnej w drobnych zabiegach chirurgicznych (na przykład w stomatologii) oraz jako składnika znieczulenia ogólnego złożonego;
- jako łagodnego narkotyku wziewnego o działaniu euforyzującym (gaz rozweselający);
- jako dodatku do żywności (E942) – dzięki rozpuszczalności w tłuszczach służy jako środek pianotwórczy do bitej śmietany w spreju. Stosowany jest także jako gaz ochronny do pakowania nietrwałych produktów spożywczych.
- w tuningu samochodowym jako utleniacza wstrzykiwanego do układu dolotowego lub cylindrów, pozwalającego zwiększyć moc silnika (NOS, nitro);
- jako utleniacza do paliwa raketowego.

d.

Stała szybkości rozpadu promieniotwórczego wynosi

$$k = \ln 2 / T_{1/2} = 9,454 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

Oznaczmy N₀ – początkowa liczba atomów ¹⁵O, N₁ – liczba atomów ¹⁵O po 1 s, wówczas

$$N_0 - N_1 = 6,9 \times 10^6$$

Z praw rozpadu promieniotwórczego

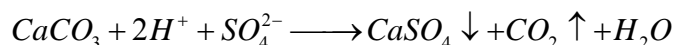
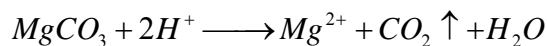
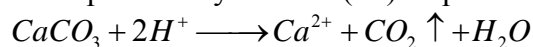
$$N_0 - N_0 e^{-kt} = 6,9 \times 10^6$$

czyli początkowa zawartość znakowanych cząsteczek N_2O w tkance nerwowej wynosi $N_0 = 7,30 \times 10^{10}$ cząsteczek/g. Uwzględniając rozcieńczenie niepromieniotwórczym izotopomerem, zawartość N_2O w tkance wynosi $7,30 \times 10^{18}$ cząsteczek/g, czyli $(7,30 \times 10^{18} / 6,02 \times 10^{23}) \times 44 = 0,53$ mg/g. Stężenie procentowe wynosi więc 0,053%.

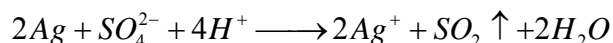
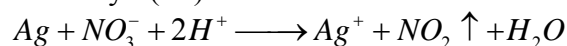
Punktacja: a – 5 pkt. (po 2,5 pkt. za nazwę i wzór), b – 5 pkt., c – 6 pkt. (po 2 pkt. za zastosowanie), d – 15 pkt.

Zad. 4

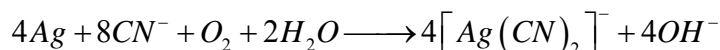
- a. Kamień kotłowy jest mieszaniną węglanów wapnia i magnezu (oraz odpowiednich hydroksosoli). Łatwo rozpuszcza się w większości kwasów organicznych (octowy, cytrynowy) jak i nieorganicznych (solny, azotowy). Do usuwania kamienia kotłowego nie nadaje się kwas siarkowy(VI), ponieważ w wyniku reakcji tworzy się nierozpuszczalny siarczan(VI) wapnia.



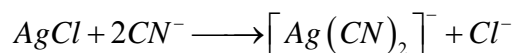
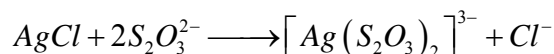
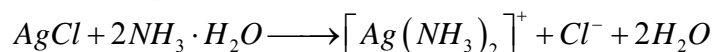
- b. Srebro łatwo rozpuszcza się w kwasie azotowym(V) lub stężonym kwasie siarkowym(VI):



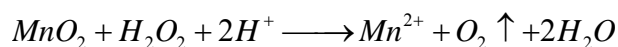
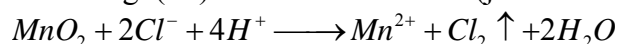
Srebro rozpuszcza się także w wodnym roztworze cyjanku sodu (lub potasu) w obecności tlenu, metoda ta nie jest jednakże stosowana w warunkach laboratoryjnych ze względu na toksyczność cyjanków.



- c. Osad chlorku srebra nie rozpuszcza się w kwasach organicznych i mineralnych. Usunięcie osadu $AgCl$ wymaga użycia roztworu zawierającego składniki tworzące trwałe kompleksy z jonami Ag^+ (woda amoniakalna, roztwory $NaCN$ lub $Na_2S_2O_3$):

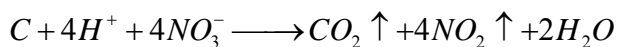
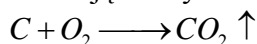


- d. Tlenek manganu(IV) nie rozpuszcza się w roztworach zasad i kwasów. Rozpuszcza się jednak w stężonym kwasie solnym (po lekkim ogrzaniu). Najskuteczniejszą metodą usunięcia osadów MnO_2 jest zastosowanie mieszaniny rozcieńczonego kwasu siarkowego(VI) i nadtlenu wodoru (jako reduktora):



- e. Węgiel drzewny i aktywny są trudnymi do usunięcia zanieczyszczeniami sprzętu laboratoryjnego. Jedną z metod polega na ogrzaniu naczyń do temperatury 400-500°C

w atmosferze bogatej w tlen. Zanieczyszczenia takie można także usunąć gorącym, stężonym kwasem azotowym(V). Kwas siarkowy posiada zbyt słabe właściwości utleniające aby skutecznie usuwać nim osady węgla:



Punktacja: po 5 pkt. za każdy z podpunktów; w przypadku zaproponowania prawidłowego odczynnika ale błędnego zapisania równań chemicznych – 1 pkt; zapis równania reakcji węgla z tlenem bez komentarza, w jaki sposób przeprowadzić ten proces skutkowało przyznaniem 2,5 pkt.

Zad. 5

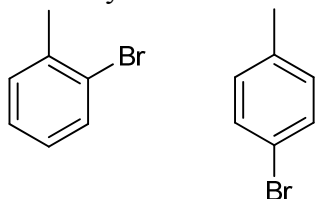
Na podstawie opisu właściwości gazu, powstającego w wyniku rozkładu związku **X** można wywnioskować, że jest to bromowodór. W wyniku reakcji tego gazu z $AgNO_3$ powstaje $AgBr$ ($7,4551/187,8 = 0,03969$ mola). Z treści zadania wiemy, że **X** rozkłada się z wytworzeniem izomerycznych produktów bromowania toluenu. Wiemy także, że zawierają one 49,15% C i 4,10% H (resztę, 46,75% stanowi brom). Stosunek C:H:Br w tych związkach wynosi 7:7:1, mamy zatem do czynienia z monobromopochodnymi toluenu: C_7H_7Br .

6,7871 g C_7H_7Br to 0,03971 mola. Wynika z tego, że rozkład **X** prowadzi do powstania równomolowej mieszaniny HBr i C_7H_7Br .

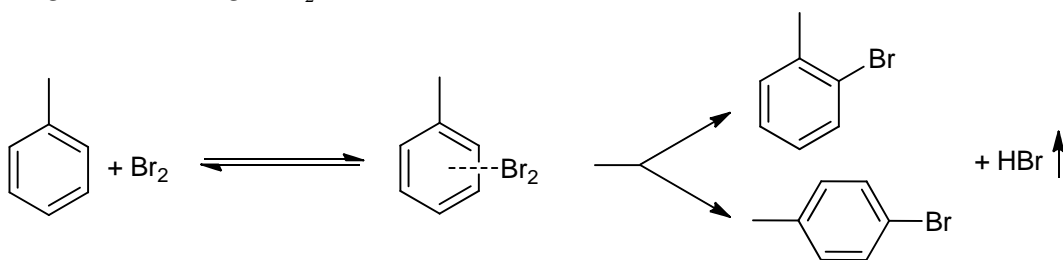
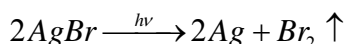
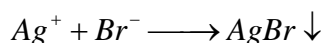
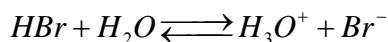
0,03969 mola HBr to 3,2129 g, zatem w wyniku rozkładu **X** nie powstają inne produkty ($3,2129 + 6,7871 = 10$ g). Wzór empiryczny **X** to $C_7H_8Br_2$.

Pozostaje wydedukować strukturę związku **X**. Ponieważ jest on barwny, odrzucić możemy produkt addycji Br_2 do cząsteczki toluenu (mechanizm bromowania nie polega na reakcji eliminacji HBr , poprzedzonej addycją Br_2 do wiązania $C=C$). Mamy zatem do czynienia z kompleksem z przeniesieniem ładunku (*charge-transfer complex*, *CT-complex*) między cząsteczką toluenu a cząsteczką bromu. W związku **X** mamy zatem do czynienia z wiązaniami kowalencyjnymi (C-C, C-H, Br-Br, zdelokalizowane C=C) oraz wiązaniem (oddziaływaniem) Van der Waalsa.

Produkty bromowania toluenu to 2-bromo- i 4-bromotoluen:

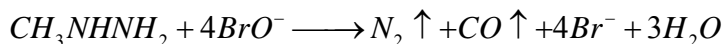


Równania reakcji:



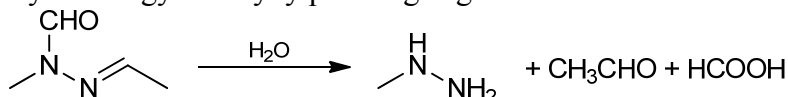
Punktacja: podanie wzoru sumarycznego **X** – 5 pkt.; podanie typów wiązań w **X** – 5 pkt.; za podanie nazw i wzorów produktów bromowania – 5 pkt.; za zapisanie równań reakcji – 15 pkt.

Zad. 6



W wyniku reakcji przereagowało $0,15867 \times 0,0302 = 0,004792$ mol jonów BrO^- , co odpowiada $0,001198$ mola metylohydrazyny.

Hydroлиза gyromitryny przebiega zgodnie z równaniem:



Zatem z 1 mol gyromitryny powstaje 1 mol metylohydrazyny.

W 100 g owocników znajduje się $0,001198$ mola gyromitryny ($M(\text{gyromitryna}) = 100$ g/mol), czyli $0,1198$ g.

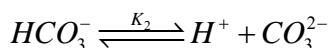
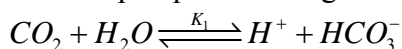
Punktacja: za równania reakcji po 5 pkt.; za obliczenie zawartości gyromitryny 10 pkt.

Zad. 7

a.

1 dm^3 mieszaniny gazowej w podanych warunkach stanowi $pV/RT = 101300 \times 0,001 / 8,314 \times 298 = 0,0408868$ mola.

Podczas przepuszczania gazu koksowniczego przez wodę rozpuszczaniu i reakcji ulega CO_2 :



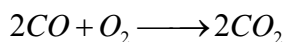
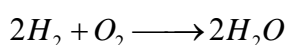
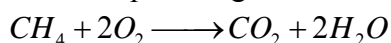
Ponieważ $K_2 \ll K_1$ drugi etap dysocjacji możemy zaniedbać.

Skoro pH wynosi 4,142, to $[\text{H}^+] = 0,00007211075$ M

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{CO}_2]} = \frac{[\text{H}^+]^2}{(c_0 - [\text{H}^+]})$$

$c_0 = 0,012262$ M, zatem przereagowało $0,1 \times 0,012262 = 0,0012262$ mola CO_2 .

Podczas spalania gazu koksowniczego zachodzą następujące reakcje:



Oznaczmy ilości moli poszczególnych składników jako: $a - \text{CO}_2$, $b - \text{CO}$, $c - \text{CH}_4$, $d - \text{H}_2$, $e - \text{N}_2$.

Możemy ułożyć układ równań:

$$a = 1,2262 \times 10^{-3} \text{ mola (ilość moli } \text{CO}_2\text{)}$$

$$a + b + c = 3,0659/197,3 \text{ mola (ilość moli } \text{CO}_2\text{ w spalinach)}$$

$$a + b + c + d + e = 4,08868 \times 10^{-2} \text{ mola (ilość moli gazów w } 1 \text{ dm}^3\text{ gazu świetlnego)}$$

$$2c + d = 0,7727/18 \text{ mola (ilość moli wody w spalinach)}$$

$$b \times (393,5 - 110,5) + c \times (393,5 + 2 \times 285,8 - 74,9) + d \times 285,8 = 16,683 \text{ kJ (ciepło wydzielone podczas spalania 1 mola gazu świetlnego)}$$

Po rozwiązaniu otrzymujemy: $a = 1,226 \times 10^{-3}$, $b = 4,099 \times 10^{-3}$, $c = 1,021 \times 10^{-2}$, $d = 2,225 \times 10^{-2}$, $e = 2,848 \times 10^{-3}$, co stanowi odpowiednio 3%, 10%, 25%, 55% i 7% objętościowych.

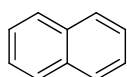
Po przeliczeniu na jednostki masy obliczamy stężenia procentowe, które wynoszą odpowiednio $a - 11,8\%$, $b - 25,1\%$, $c - 35,8\%$, $d - 9,8\%$, $e - 17,5\%$.

b.

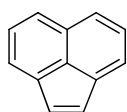
Siarkowódor w gazach wykrywamy w oparciu o reakcję strącania siarczków. Najczęściej stosuje się reakcje H_2S z solami ołowiu (azotanem lub octanem), przepuszczając próbkę przez ich roztwór bądź umieszczając bibułę nasączoną roztworami tych soli w atmosferze badanego gazu (tzw. papierek ołowiowy). W obecności siarkowodoru następuje strącanie czarnego PbS . Można zastosować też sole innych metali – srebra, rtęci lub miedzi.

c.

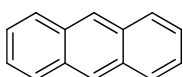
Przykłady WWA przedstawiono poniżej. Do WWA nie zalicza się pochodnych węglowodorów aromatycznych – alkilopochodnych, fenoli, halogenopochodnych etc. Dzięki zdolności do interkalacji w strukturę DNA niektóre związki z tej grupy wykazują działanie genotoksyczne, teratogenne, mutagenne i kancerogenne.



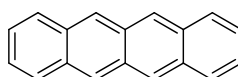
naftalen



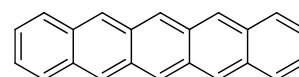
acenaftylen



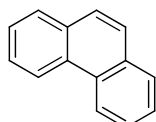
antracen



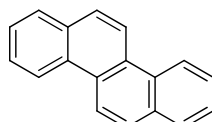
naftacen



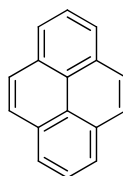
pentacen



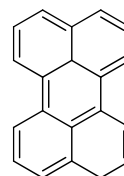
fenantren



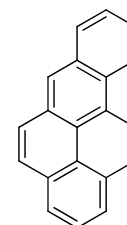
chryzen



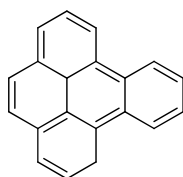
piren



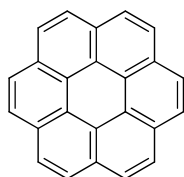
perylen



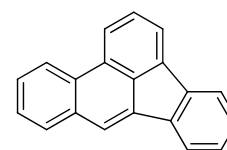
benzo[a]piren



benzo[e]piren



koronen



benzo[b]fluorantren

Punktacja: **a.** za każdy składnik mieszaniny – 6 pkt. (za ułożenie poprawnego układu równań bez dalszych obliczeń – 10 pkt.); **b.** za podanie metody wykrycia H_2S – 5 pkt.; **c.** po 2 pkt. za przykład (wzór i nazwa), 4 pkt. za omówienie szkodliwości WWA.