

**Zadania dodatkowe z konwersatorium z podstaw chemii
Semestr zimowy, rok akademicki 2023/2024**

Mol, masa molowa, liczba Avogadra

1. W Wielkim Zderzaczu Hadronów w czasie 1 sekundy zderza się 600 milionów protonów. Oblicz, po jakim czasie zderzeniom ulegnie 1 mol protonów.
2. Wyznacz masę miedzi zawierającą tyle atomów, ile znajduje się w:
a) 3,60 mg siarki; b) 3,60 kg ditlenu
3. Izotop promieniotwórczy ^{60}Co można wykryć w ilości $1 \cdot 10^{-11}$ g. Oblicz w przybliżeniu, jaka liczba atomów kobaltu jest zawarta w tej masie.
4. Jedna tona wody morskiej zawiera 0,28 mg srebra. Przyjmując, że 30 kropli wody waży 1,0 g, wyznacz liczbę atomów srebra znajdujących się w jednej kropli morskiej wody.
5. Pewien nowoczesny detektor materiałów wybuchowych jest w stanie wykryć już 5 fg trotylu (1 fg = $1 \cdot 10^{-15}$ g). Ile co najmniej cząsteczek TNT musi zawierać badana próbka?
6. Kilogram surowych liści szpinaku zawiera ok. 30 mg żelaza. Przyjmuje się, że tylko ok. 1% z tej ilości Fe jest przyswajane drogą pokarmową. Oblicz masę porcji szpinaku, jaką powinien spożyć człowiek, żeby w całości pokryć dzienne zapotrzebowanie na ten mikroelement, wynoszące średnio $1,6 \cdot 10^{20}$ atomów.
7. Długość wiązania między atomami węgla w cząsteczkach alkanów wynosi około 0,15 nm. Jaka byłaby długość łańcucha węglowego zawierającego 1 mol atomów węgla? Porównaj wynik z odległościami Wrocław-Warszawa (ok. 300 km), Wrocław – Sydney (ok. 20 000 km) oraz Ziemia-Słońce (ok. $1,52 \cdot 10^7$ km). Jaka jest masa takiego łańcucha?
8. Oblicz, ile atomów poszczególnych pierwiastków znajduje się w $2,5 \text{ dm}^3$ czystego kwasu propionowego, jeśli wiadomo, że jego gęstość wynosi $0,99 \text{ g/cm}^3$.
9. Oblicz masę oraz objętość ciekłego tlenu, w której znajduje się $2,82 \cdot 10^{25}$ cząsteczek. Gęstość skroplonego tlenu w temperaturze 90 K i pod normalnym ciśnieniem wynosi $1,14 \text{ g/cm}^3$.

Odpowiedzi: 1. ok. 32 miliony lat. 2. a) 7,15 mg. b) 14,30 kg. 3. ok. 10^{11} atomów. 4. ok. $5 \cdot 10^{10}$ atomów. 5. ok. 10 milionów cząsteczek. 6. ok. 50 kg ;) 7. $9 \cdot 10^{10}$ km, 12 g. 8. $6,0 \cdot 10^{25}$ atomów węgla, $4,0 \cdot 10^{25}$ atomów tlenu i $1,2 \cdot 10^{26}$ atomów wodoru. 9. 1,50 kg, $1,32 \text{ dm}^3$

Skład procentowy, wzór elementarny i rzeczywisty związku chemicznego

1. Chlorek metalu dwuwartościowego zawiera 62,61% metalu. Podaj symbol tego metalu.
2. Jaka jest masa atomowa pierwiastka X, którego próbka zawierająca $1,58 \cdot 10^{19}$ atomów waży 1,05 mg? Jaki to pierwiastek?
3. Ile moli bezwodnej soli znajduje się w 150,0 g $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$? Oblicz zawartość procentową wody w tym związku.
4. Złote medale XXXI Letnich Igrzysk Olimpijskich ważyły 500 g, a oprócz złota zawierały srebro (91.4%) i miedź (7.4%). Oblicz, ile moli złota przywozła reprezentacja Polski z Rio de Janeiro.
5. Wyprowadź wzór elementarny związków o następujących składach procentowych:
a) 58,54% C, 4,09% H, 26,00% O, 11,37% N;
b) 24,77% Co, 29,80% Cl, 45,42% H_2O ;
c) 16,92% K_2O , 18,32% Al_2O_3 , 64,75% SiO_2 .
6. Stosunek masowy C:H:N w pewnym związku organicznym jest bliski 13,7:1:2. Podaj wzór elementarny tego związku.
7. Próbkę pewnego węglowodoru o masie 120,0 g poddano analizie chemicznej. W jej wyniku określono, że próbka zawiera 110,71 g węgla, resztę zaś stanowi wodór. Wyznacz wzór elementarny tego związku.
8. Ustal wzór elementarny i rzeczywisty związku o składzie elementarnym: 54,53% C, 9,15% H, zawierającego ponadto 2 atomy tlenu w cząsteczce.
9. Cząsteczka chlorofilu *a* – zielonego barwnika roślin – zawiera w centrum atom magnezu, wiadomo ponadto, że zawartości procentowe pozostałych pierwiastków są następujące: 73,93% C, 8,12% H, 6,27% N i 8,95% O. Jaki jest wzór rzeczywisty tego związku?
10. Sól $(\text{NH}_4)_x\text{Fe}(\text{SO}_4)_z \cdot n \text{H}_2\text{O}$ zawiera 7,14% N, 14,23% Fe i 16,36% S. Określ wzór tej soli.
11. Analiza elementarna związku złożonego z węgla, wodoru i tlenu wykazała, że zawiera on 68,85% węgla, 4,95% wodoru, resztę stanowi tlen. Wyznaczona za pomocą spektrometrii masowej masa cząsteczkowa jest równa 122,1 Da. Określ wzór rzeczywisty związku.

12. Związek składający się wyłącznie z węgla i chloru zawiera 10,15% węgla. Jaki jest wzór rzeczywisty tego związku, jeśli jego cząsteczka waży $3,93 \cdot 10^{-22}$ g?
13. W wyniku termicznego rozkładu 2,00 g pewnego związku wydzielono 0,90 g tlenu oraz powstał chlorek sodu. Podaj wzór elementarny związku.
14. Uwodniony octan sodu podgrzano do temperatury 60 °C, w wyniku czego sól rozpuściła się w swojej wodzie krystalizacyjnej i powstał roztwór o stężeniu 60,3%. Określ wzór wyjściowego hydratu.
15. Uwodniony siarczan(VI) sodu ogrzewano do całkowitej utraty wody krystalizacyjnej, w wyniku czego masa próbki zmniejszyła się o 55,9%. Wyznacz wzór hydratu.
16. Azotan(V) żelaza(III) krystalizuje z roztworów wodnych jako hydrat $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, zawierający 71,3% tlenu. Oblicz współczynnik n we wzorze tego hydratu.
17. Pewien związek organiczny złożony z węgla, wodoru i tlenu zawiera 29,1% O. Podczas całkowitego spalania próbki tego związku otrzymano 6,336 g CO_2 i 1,296 g wody. Podaj wzór elementarny tego związku oraz jego wzór rzeczywisty, wiedząc że 66,9 mg tego związku zawiera $3,65 \cdot 10^{20}$ cząsteczek.
18. W wyniku spalania próbki pewnego związku organicznego o masie 1,197 g wydzielono w toku analizy 1,584 g dwutlenku węgla i 0,486 g wody. Wyznacz wzór rzeczywisty związku, wiedząc że w jego cząsteczce oprócz atomów węgla i wodoru znajdują się trzy atomy selenu.
19. Pewien związek zawiera 5,5% wodoru, a liczby atomów węgla i azotu w cząsteczce są jednakowe. Jaki jest wzór elementarny związku?
20. Chemiczka stwierdziła, że 4,16 g tantalu przereagowało z bromem, tworząc 13,35 g stałego, zielonego produktu. Jaki jest wzór empiryczny (elementarny) powstałego związku? Jaki jest jego wzór rzeczywisty, jeśli wiadomo, że cząsteczka składa się z 12 atomów?
21. Pewien węglowodór zawiera 90% C, a liczby atomów węgla i wodoru różnią się o 4. Jaki jest wzór rzeczywisty tego związku?

Odpowiedzi: 1. Sn. 2. 40,0 Da – wapń. 3. 0,63 mola, 45,5% H_2O . 4. 0,091 mola (łącznie 3 złote medale). 5. a) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$, b) $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, c) KAlSi_3O_8 . 6. $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}$.

7. CH. 8. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$. 9. $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{MgN}_4\text{O}_5$. 10. $x = 2$, $z = 2$, $n = 6$. 11. $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$. 12. C_2Cl_6 . 13. NaClO_3 . 14. $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. 15. $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. 16. $n = 9$. 17. $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$. 18. $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{Se}_3$. 19. $\text{C}_2\text{H}_3\text{N}_2$. 20. TaBr_5 , $\text{Ta}_2\text{Br}_{10}$. 21. $\text{C}_{12}\text{H}_{16}$.

Skład mieszanin, stężenia roztworów

- Oblicz zawartość procentową potasu w mieszaninie składającej się z 20 g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ i 80 g K_2SO_4 .
- Mieszanina śniegu (lodu) z solą znana jest jako tzw. mieszanina oziębiająca. Mieszanina, w której ułamek molowy chlorku sodu wynosi 0,092, pozwala obniżyć temperaturę do około -20 °C. Jakie masy lodu i chlorku sodu potrzebne są do sporządzenia 1,00 kg takiej mieszaniny?
- Jakie jest stężenie procentowe wodnego roztworu formaldehydu, jeśli 80% masy roztworu stanowi tlen?
- Jaką objętość zajmuje w warunkach normalnych chlorowodór wydzielony z 400 cm^3 26,2%-owego roztworu HCl, którego gęstość wynosi 1,13 kg/dm^3 ?
- Kapsułka służąca do przygotowania amalgamatu do wypełniania ubytków w zębach zawiera w jednej części 552 mg ciekłej rtęci, a w drugiej – 600 mg stopu składającego się ze srebra (40%), cyny (31,3%) oraz miedzi. Oblicz skład procentowy amalgamatu powstałego po zmieszaniu zawartości dwóch części kapsułki.
- Jakiej objętości metanolu (ciecz o gęstości $d = 0,792$ g/cm^3) należy użyć do sporządzenia 150,0 cm^3 roztworu wodnego o stężeniu 0,250 mol/dm^3 ?
- Oblicz stężenie molowe roztworu otrzymanego przez rozpuszczenie w wodzie 100,0 dm^3 gazowego amoniaku (w przeliczeniu na warunki normalne) i dopełnienie wodą do objętości 1,000 dm^3 .
- Stosunek molowy wodorotlenku sodowego do wodorotlenku potasowego w ich mieszaninie wynosi 5 : 1. W 200 cm^3 wody rozpuszczono 51,2 g tej mieszaniny wodorotlenków. Oblicz stężenia procentowe wodorotlenków sodu i potasu w tak sporządzonym roztworze.
- Oblicz masę NaNO_3 zawartego w 650 cm^3 roztworu o stężeniu molalnym 0,25 mol/kg . Gęstość tego roztworu wynosi $d = 1,01$ g/cm^3 .
- W 250 cm^3 wody rozpuszczono: a) 1,0 mol MgCl_2 , b) 1,0 mol $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ otrzymując roztwory o gęstościach odpowiednio 1,231 g/cm^3 i 1,171 g/cm^3 .

Oblicz stężenia molowe, stężenia procentowe, ułamki molowe oraz stężenia molalne tak otrzymanych roztworów chlorku magnezowego.

- Oblicz, jakich mas tetrahydratu chlorku żelaza(II) oraz wody należy użyć celem sporządzenia 250 g 10,0%-owego roztworu tej soli.
- Gęstość roztworu wodnego zawierającego 50% wag. H_2SO_4 w temperaturze 0°C oraz 80°C jest równa odpowiednio $1,4110 \text{ g/cm}^3$ i $1,3494 \text{ g/cm}^3$. Oblicz jego stężenia molowe i molalne w obu temperaturach. Sformułuj wniosek.
- Oblicz, w jakiej objętości roztworu HCl o gęstości $d = 1,087 \text{ kg/dm}^3$, w którym ułamek molowy HCl wynosi 0,0978, znajduje się 100 g chlorowodoru.
- Zmieszano jednakowe masy substancji X i wody, otrzymując roztwór o stężeniu 1 mol/dm^3 i gęstości $1,5 \text{ g/cm}^3$. Oblicz masę molową substancji X.
- Ułamek molowy HCOOH w roztworze wodnym wynosi 0,08. Oblicz stężenie procentowe i molalne tego roztworu.
- Mieszanina heksanu C_6H_{14} i benzenu C_6H_6 zawiera 24% molowych heksanu. Oblicz masę tego składnika w 180 g mieszaniny. (Odp. 46,5 g)
- Który z wodnych roztworów acetonu jest bardziej rozcieńczony: roztwór (1) o stężeniu molalnym 15 moli/kg czy roztwór (2), w którym ułamek molowy acetonu wynosi 0,25?

Odpowiedzi: 1. 39%. 2. 0,752 kg lodu, 0,247 kg NaCl . 3. 25%. 4. $72,8 \text{ dm}^3$. 5. 47,9% Hg , 20,8% Ag , 16,3% Sn , 14,9% Cu . 6. $1,52 \text{ cm}^3$. 7. $4,46 \text{ mol/dm}^3$. 8. 15,9% NaOH , 4,4% KOH . 9. 13,7 g. 10. a) 3,57 M; 27,6%; $x(\text{MgCl}_2) = 0,067$; 4,00 mol/kg, b) 2,58 M; 21,0%; $x(\text{MgCl}_2) = 0,048$; 2,79 mol/kg. 11. 39,2 g hydratu, 210,8 g wody. 12. Stężenie molowe: $c_0 = 7,19 \text{ M}$, $c_{80} = 6,88 \text{ M}$, stężenie molalne: $c_m = 10,2 \text{ mol/kg}$ w obu temperaturach. 13. 511 cm^3 . 14. 750 g/mol . 15. 18%, 4,8 mol/kg. 16. 46,5 g. 17. (1).

Mieszanie i rozcieńczanie roztworów, stężenia jonów

- W tyglu stopiono odważki: 50,0 g stopu Cu-Zn zawierającego 45,0% wagowych Zn , 25,0 g czystego cynku oraz 60,0 g czystej miedzi. Oblicz skład tak otrzymanego stopu.
- Oblicz zawartość procentową żelaza w mieszaninie składającej się z jednakowych ilości wagowych hematytu (Fe_2O_3), magnetytu (Fe_3O_4) oraz pirytu FeS_2 .

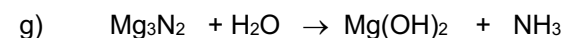
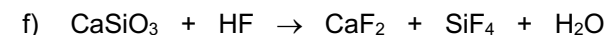
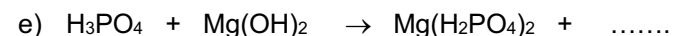
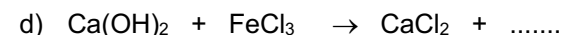
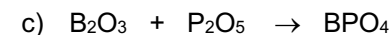
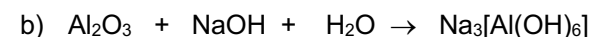
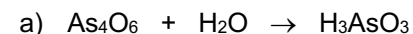
- Oblicz masę wody, którą należy odparować z 200,0g roztworu zawierającego 8,0%_{wag} substancji nielotnej (np. soli), aby otrzymać roztwór o stężeniu 14,0%.
- Jaką największą masę stopu Pb-Sn , zawierającego 40,0%_{wag} Sn , można sporządzić, mając do dyspozycji po 100,0 g ołowiu, cyny i stopu Pb-Sn zawierającego 25,0%_{wag} Pb ?
- Zmieszano 400 g roztworu kwasu siarkowego(VI) o $C = 3,5 \text{ mol/dm}^3$ i $d = 1,21 \text{ g/cm}^3$ z 400 cm^3 wody otrzymując roztwór o gęstości $d = 1,100 \text{ g/cm}^3$. Oblicz stężenia molowe, procentowe, molalne oraz ułamek molowy kwasu siarkowego w tak otrzymanym roztworze.
- Oblicz, ile gramów Na_2SO_4 należy dodać do 180g 15%-owego roztworu siarczanu(VI) chromu(III), aby po rozcieńczeniu tego roztworu wodą do objętości $0,80 \text{ dm}^3$ otrzymać roztwór, w którym stężenie jonów SO_4^{2-} wynosi $0,40 \text{ mol/dm}^3$?
- Dane są dwa roztwory amoniaku, z których pierwszy zawiera 18,0% wag. NH_3 , a drugi 3,0% NH_3 . Po ile kilogramów każdego z tych roztworów należy odważyć, aby przygotować 10,0 kg roztworu o stężeniu 11,0%?
- Zmieszano 100g 1,5%-owego roztworu kwasu siarkowego(VI) z 20 cm^3 0,24 M roztworu siarczanu(VI) potasowego, a następnie dodano do otrzymanego roztworu wody do objętości 300 cm^3 . Oblicz stężenia molowe jonów siarczanowych(VI) i potasowych w tak otrzymanym roztworze, zakładając całkowitą dysocjację H_2SO_4 .
- Oblicz, jaką objętość kwasu solnego o stężeniu $1,00 \text{ mol/dm}^3$ można sporządzić, rozcieńczając 1,00 kg kwasu solnego o stężeniu 6,0% wag.
- Oblicz, ile gramów wodorotlenku sodowego zawierającego 5% zanieczyszczeń należy rozpuścić w wodzie, aby otrzymać 200 g 10% roztworu?
- Ile wody należy dodać do 300 cm^3 2,0% roztworu wodorotlenku sodowego o gęstości $d = 1,052 \text{ g/cm}^3$, aby otrzymać ściśle 0,100 M roztwór NaOH ?
- Do 160,0 g roztworu pewnej soli o stężeniu 12,5% dodano wodę, otrzymując roztwór o stężeniu końcowym 4,0%. Oblicz masę wody, którą dodano do wyjściowego roztworu.

13. Do 150 g roztworu kwasu mrówkowego o nieznanym stężeniu c_x dodano 120 cm^3 4,56 M roztworu HCOOH o gęstości 1,05 kg/dm^3 . Otrzymany roztwór miał stężenie 13%. Oblicz stężenie procentowe c_x wyjściowego roztworu HCOOH.
14. Do 100 cm^3 0,45 M roztworu AgNO_3 dodano pewną ilość stałego azotanu(V) srebra, po czym roztwór uzupełniono wodą do objętości 200 cm^3 . Otrzymany roztwór miał stężenie 0,60 mola/ dm^3 . Oblicz masę dodanej soli.
15. Do 200 g roztworu KOH o stężeniu 1,5 mol/kg dodano 100 g roztworu KOH, w którym ułamek molowy wodorotlenku potasu był równy 0,15. Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu.
16. Do butli, w której znajdowała się pewna ilość wody, dodano 10,5 kg 30,0% roztworu kwasu siarkowego oraz 12,0 kg 96,0% roztworu tego kwasu. Obliczyć masę wody, która znajdowała się w butli, jeżeli po zmieszaniu stężenie kwasu wynosiło 26,0%. (Odp. 33,9 kg)
17. Oblicz, jaki jest ułamek molowy i zawartość procentowa wodorotlenku wapnia w mieszaninie $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i NaOH, wiedząc że po rozpuszczeniu 0,385 g tej mieszaniny w 1 dm^3 H_2O otrzymamy roztwór, w którym stężenie jonów OH^- wynosi 0,01 M. Zaniedbaj zmianę objętości podczas rozpuszczania.
18. Jaka objętość 30%-owego roztworu NH_3 o gęstości $d = 0,894 \text{ g}/\text{cm}^3$ należy dodać do 200 cm^3 2,50 M roztworu amoniaku, aby po rozcieńczeniu wodą do objętości 1,50 dm^3 otrzymać roztwór 0,80 M?
19. Zmieszano 200 g wodnego roztworu $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ o stężeniu molowym 3,8 mola/ dm^3 i gęstości 0,97 g/cm^3 z 420 cm^3 roztworu alkoholu etylowego o stężeniu 64% i gęstości 0,88 g/cm^3 . Oblicz stężenie procentowe i molalne alkoholu etylowego oraz jego ułamek molowy w otrzymanym roztworze.
20. Do 250,0 cm^3 12,45 M roztworu CH_3COOH dodano 600,0 cm^3 wody, otrzymując roztwór o stężeniu molalnym 4,58 mol/kg. Oblicz gęstość początkowego roztworu kwasu.

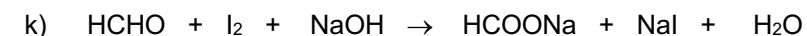
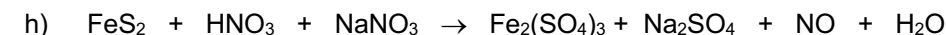
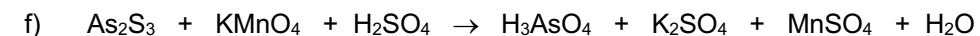
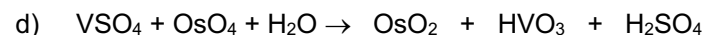
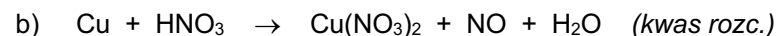
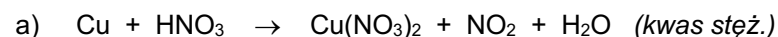
Odpowiedzi: 1. 35,2%_{wag} Zn, 64,8%_{wag} Cu. 2. 62,95%. 3. 85,7 g. 4. 208,3 g. 5. 1,59 M; 14,2%; 1,69 mol/kg; 0,029. 6. 16,1 g. 7. 5,33 kg roztworu 18,0% i 4,67 kg roztworu 3,0%. 8. $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,067 \text{ M}$, $[\text{K}^+] = 0,032 \text{ M}$. 9. 1,65 dm^3 . 10. 21,05 g. 11. Ok. 1,28 dm^3 . 12. 340 g. 13. 7,1%. 14. 12,7 g. 15. 17,0%. 16. 33,9 kg. 17. $X_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 0,340$, $\% \text{Ca}(\text{OH})_2 = 48,8\%$. 18. 44,4 cm^3 . 19. 47,9%, 20,0 mol/kg, 0,264. 20. 1,07 g/cm^3

Bilansowanie równań reakcji chemicznych

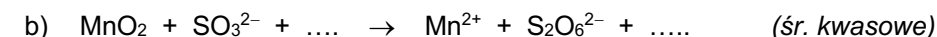
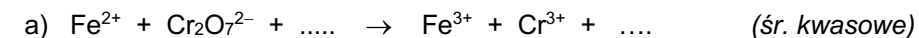
1. Uzupełnij współczynniki stechiometryczne w podanych równaniach reakcji chemicznych.



2. Zbilansuj niżej podane reakcje redoks metodą stopni utlenienia. Wskaż utleniacz i reduktor.



3. Zbilansuj niżej podane reakcje redoks metodą reakcji połówkowych. Wskaż reakcje utleniania i redukcji. W nawiasach podano środowisko, w jakim będzie dana reakcja.



- c) $\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + \dots \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$ (śr. kwasowe)
- d) $\text{AsO}_4^{3-} + \text{S}^{2-} + \dots \rightarrow \text{AsO}_3^{3-} + \text{S} + \dots$ (śr. kwasowe)
- e) $\text{Cl}_2 + \dots \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \dots$ (śr. zasadowe)
- f) $\text{ClO}_2 + \dots \rightarrow \text{ClO}^- + \text{ClO}_3^-$ (śr. zasadowe)
- g) $\text{AuCl}_4^- + \text{AsH}_3 + \dots \rightarrow \text{Au} + \text{Cl}^- + \text{AsO}_3^{3-} + \dots$ (śr. kwasowe)
- h) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6 + \dots \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ (śr. obojętne)
- i) $(\text{COO}^-)_2 + \text{MnO}_4^- + \dots \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Mn}^{2+} + \dots$ (śr. kwasowe)
- j) $\text{VO}^{2+} + \text{IO}_3^- + \dots \rightarrow \text{VO}_3^- + \text{I}^- + \dots$ (śr. zasadowe)
- k) $\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7^{2-} + \text{I}^- + \dots \rightarrow \text{Sb}^{3+} + \text{I}_2 + \dots$ (śr. kwasowe)
- l) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{CN}^- \rightarrow [\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-} + \text{NH}_3 + (\text{CN})_2$ (śr. obojętne)

Obliczenia stechiometryczne

- Oblicz, jaka objętość roztworu HCl gęstości $d = 1,09 \text{ g/cm}^3$, zawierającego 15,0% HCl, przereaguje całkowicie z 32,7 g cynku. Jaką objętość, mierzoną w warunkach normalnych, zajmie wydzielony w tej reakcji wodór?
- Ile gramów CaCO_3 i jaką objętość 5,0%-owego roztworu HCl o gęstości $d = 1,025 \text{ kg/dm}^3$, należy użyć do sporządzenia 200 cm^3 0,30 M roztworu CaCl_2 ?
- Oblicz masę stałego węglanu amonu oraz objętość 18% roztworu KOH o gęstości $1,17 \text{ g/cm}^3$, jakich należy użyć, aby otrzymać $1,24 \text{ dm}^3$ gazowego amoniaku (objętość mierzona w warunkach normalnych).
- Oblicz maksymalną objętość gazowego CO_2 (w warunkach normalnych), który można otrzymać, mając do dyspozycji 200,0 g kamienia wapiennego o zawartości 90,0%_{wag} CaCO_3 oraz: a) 1,00 kg kwasu solnego o stężeniu 5,0%; b) 1,00 kg kwasu siarkowego o stężeniu 20,0%.
- 15 cm^3 3M roztworu kwasu siarkowego(VI) zmieszano z 20 cm^3 2M roztworu HCl i 25 cm^3 2M roztworu $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Wydzielony osad BaSO_4 odsączono, a przesącz rozcieńczono do objętości 200 cm^3 . Oblicz stężenia jonów obecnych w otrzymanym roztworze.
- W rurze kwarcowej umieszczono 10,0 g mieszaniny Cu_2O i Fe_3O_4 , dla której stosunek mas jej składników wynosi 3:1. Przez rurę tą ogrzaną do wysokiej temperatury przepuszczano strumień wodoru, aż do pełnej redukcji mieszaniny tlenków do czystych metali. Ile gramów wody powstało w wyniku przeprowadzonej reakcji?

- Do $2,5 \text{ cm}^3$ ciekłego bromu o gęstości $3,10 \text{ g/cm}^3$ wprowadzono 2,3 g stałego palladu. Oblicz masę otrzymanego PdBr_2 oraz jego zawartość procentową w mieszaninie poreakcyjnej.
- Próbkę hydratu siarczanu(VI) żelaza(II) o masie 0,7532 g rozpuszczono w wodzie, jony żelaza utleniono do Fe^{3+} i strącono ilościowo jako $\text{Fe}(\text{OH})_3$, który po wyprażeniu przeszedł w Fe_2O_3 o masie 0,2163g. Wyznacz wzór hydratu.
- Oblicz teoretyczną masę kwasu fosforowego o stężeniu 50,0%, który można otrzymać a) ze 100 kg P_4O_{10} , b) z 300 kg fosforytów zawierających 85,0% $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- Do 150 cm^3 10,0%-owego roztworu H_2SO_4 o gęstości $d = 1,07 \text{ kg/dm}^3$ dodano 16,0 g stałego NaOH. Który ze związków pozostanie w nadmiarze? Jakie będzie jego stężenie molowe, jeżeli gęstość otrzymanego roztworu wynosiła $d = 1,08 \text{ kg/dm}^3$?
- Tlenek jodu(V) można otrzymać, odwadniając kwas jodowy(V) przy pomocy P_4O_{10} (drugim produktem reakcji jest H_3PO_4). Ile maksymalnie cząsteczek I_2O_5 może powstać, jeśli do reakcji użyjemy $15,3 \text{ cm}^3$ 3,00 M roztworu HIO_3 oraz 0,114 g P_4O_{10} ? Pomiń reakcję tlenku fosforu z wodą.
- W reklamie samochodu podano, że średnio emituje on 308 g dwutlenku węgla w czasie, kiedy pokonuje odległość 1 kilometra. Oblicz, ile litrów paliwa na 100 km spala ten pojazd. Dla uproszczenia przyjmij, że głównymi składnikami benzyny są izomery oktanu o wzorze sumarycznym C_8H_{18} , a jej gęstość wynosi $0,76 \text{ g/cm}^3$.
- Jedną z reakcji wykorzystywanych do oczyszczania powietrza (np. w okrętach podwodnych i rakietach kosmicznych) jest pochłanianie dwutlenku węgla przez nadotlenek potasu KO_2 (powstaje węglan potasu oraz tlen cząsteczkowy). Oblicz objętość O_2 (w przeliczeniu na warunki normalne) otrzymanego w reakcji z udziałem 473 g nadotlenku potasu.
- Diament Koh-i-noor waży (po oszlifowaniu) 108,93 karata. Wiedząc że jeden karat to 0,2 g, oblicz, jaką objętość dwutlenku węgla, mierzoną w warunkach normalnych, można by otrzymać w wyniku spalania tego klejnotu w nadmiarze tlenu.
- Do 180,0 g roztworu kwasu solnego o stężeniu 15% dodano 6,00 g metalicznego magnezu. Powstały roztwór miał gęstość $1,08 \text{ g/cm}^3$. Oblicz stężenia molowe wszystkich jonów obecnych w otrzymanym roztworze.

- Chlorek sulfurylu SO_2Cl_2 jest bezbarwną cieczą gwałtownie reagującą z wodą (powstaje kwas siarkowy(VI) oraz chlorowódz, który z wodą tworzy kwas solny). Oblicz stężenie jonów wodorowych w roztworze powstałym w wyniku reakcji 9,0 g chlorku sulfurylu z 100 cm^3 wody. Gęstość powstałego roztworu wynosiła $1,10 \text{ g/cm}^3$. Załóż całkowitą dysocjację obu kwasów.
- Próbkę 12,14 g stopu, zawierającego 79,0 %_{wag.} Ag, rozpuszczono w stężonym kwasie azotowym. Po krystalizacji otrzymano 8,27 g AgNO_3 . Oblicz wydajność procesu.
- Reakcji poddano 403 cm^3 gazowego etenu $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (objętość mierzona w warunkach normalnych) z $1,23 \text{ cm}^3$ ciekłego bromu ($d = 3,12 \text{ kg/dm}^3$). Oblicz masę powstałego dibromoetanu $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$, jeśli wydajność reakcji wynosiła 85,0%.
- Stężenie procentowe wodnego roztworu nadtlenku wodoru wynosi 30%. Jaką będzie miało wartość, jeśli w wyniku długotrwałego przechowywania połowa H_2O_2 ulegnie rozkładowi? Uwzględnij zmiany ilości wody w układzie.
- Do 160,0 g kwasu solnego o stężeniu 18,0% dodano 9,34 g metalicznego cynku. Oblicz zawartość procentową składników tak otrzymanego roztworu.

Odpowiedzi: 1. 223 cm^3 roztworu HCl, $11,2 \text{ dm}^3$ wodoru. 2. 60 g CaCO_3 , 85 cm^3 roztworu HCl 3. 2,66 g $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, $14,7 \text{ cm}^3$ roztworu KOH. 4. a) $15,4 \text{ dm}^3$; b) $40,3 \text{ dm}^3$. 5. $[\text{Ba}^{2+}] = 0,025 \text{ M}$, $[\text{H}^+] = 0,15 \text{ M}$, $[\text{Cl}^-] = 0,20 \text{ M}$. 6. 1,72 g. 7. 5,8 g, 57%. 8. $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. 9. a) 276 kg; b) 322 kg. 10. NaOH, $C = 0,44 \text{ M}$. 11. $1,45 \cdot 10^{21}$. 12. 13,1 litra/100 km. 13. $111,9 \text{ dm}^3$. 14. $40,7 \text{ dm}^3$. 15. $[\text{Mg}^{2+}] = 1,44 \text{ M}$, $[\text{H}^+] = 1,43 \text{ M}$, $[\text{Cl}^-] = 4,31 \text{ M}$. 16. 2,69 M. 17. 54,8%. 18. 2,87 g. 19. 16% 20. HCl: 10,9%, ZnCl_2 : 11,5%

Gazy. Jednostki ciśnienia. Podstawowe prawa gazowe

- Jakie ciśnienie będzie panowało w oponie napompowanej w temp. $0 \text{ }^\circ\text{C}$ do 0,200 MPa, jeżeli skutek szybkiej jazdy rozgrzeje się ona do $50 \text{ }^\circ\text{C}$? (Odp. 0,237 MPa)
- W butli o pojemności 50 dm^3 znajduje się gaz pod ciśnieniem 1,8 MPa i w temperaturze $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Z butli pobrano 139 g gazu, a następnie podniesiono temperaturę gazu w butli o $20 \text{ }^\circ\text{C}$, w wyniku czego jego ciśnienie ponownie osiągnęło wartość 1,8 MPa. Oblicz masę molową gazu. (Odp. 61 g/mol)
- Ciśnienie mieszaniny gazowej otrzymanej przez zmieszanie dwutlenku siarki i tlenu w stosunku wagowym 1 : 2 wynosi 250 kPa w temperaturze $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Oblicz

ciśnienia cząstkowe oraz stężenia molowe składników tej mieszaniny gazowej. (Odp.: $p(\text{SO}_2) = 50 \text{ kPa}$; $c(\text{SO}_2) = 0,019 \text{ M}$)

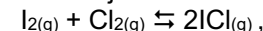
- Balony na ogrzane powietrze wykorzystują różnicę gęstości powietrza wewnątrz powłoki oraz otaczającego balon. Oblicz gęstość powietrza pod ciśnieniem 1 atm w temperaturze $20 \text{ }^\circ\text{C}$ oraz $120 \text{ }^\circ\text{C}$. Porównaj otrzymane wyniki. Przyjmij średnią masę molową powietrza równą 29 g/mol . (Odp. $1,2 \text{ kg/m}^3$; $0,90 \text{ kg/m}^3$)
- Ile dm^3 wodoru pozostającego pod ciśnieniem 100,8 kPa i w temperaturze $20 \text{ }^\circ\text{C}$ należy użyć do całkowitej redukcji 2,00g równomolowej mieszaniny magnetytu Fe_3O_4 i hematytu Fe_2O_3 do metalicznego żelaza? (Odp. $0,8648 \text{ dm}^3$)
- Dwa węglowodory mają taki sam skład elementarny: 85,6% C oraz 14,4% H. Ustal wzory rzeczywiste tych węglowodorów, jeżeli wiadomo, że ich gęstości względem azotu są odpowiednio równe: 1,000 oraz 1,500. (Odp. C_2H_4 ; C_3H_6)
- Mieszanina azotu i wodoru w stosunku molowym 1 : 3 znajduje się w butli pod ciśnieniem 800,0 kPa w temp. 400,0 K. Oblicz ciśnienia cząstkowe składników i ich stężenia molowe. (Odp. $p_{\text{N}_2} = 200,0 \text{ kPa}$, $[\text{N}_2] = 0,06014 \text{ mol/dm}^3$, $p_{\text{H}_2} = 600,0 \text{ kPa}$, $[\text{H}_2] = 0,180 \text{ M}$)
- Gas blender (specjalista od mieszania gazów) napełnił pod ciśnieniem 230,0 barów i w temperaturze $20 \text{ }^\circ\text{C}$ butlę o pojemności 25 litrów mieszaniną trimix 4/80, przeznaczoną do głębokiego nurkowania (trimix stanowi mieszaninę tlenu, helu – podaje się kolejno ich zawartości w procentach objętościowych – oraz azotu). Oblicz masę gazu zawartego w butli oraz ciśnienia cząstkowe składników. (Odp.: $m = 2,11 \text{ kg}$, $p(\text{O}_2) = 9,2 \text{ bar}$, $p(\text{He}) = 184,0 \text{ bar}$, $p(\text{N}_2) = 36,8 \text{ bar}$)
- Ciekły roztwór zawierający 10,0 g etanolu i 5,00 g wody ogrzano pod ciśnieniem 98,68 kPa do temperatury $200,0 \text{ }^\circ\text{C}$, w której składniki mieszaniny przeszły w stan gazowy. Oblicz:
 - skład mieszaniny gazowej w %_{obj.}
 - ciśnienia cząstkowe składników
 - gęstość otrzymanych par.
 (Odp. 43,9%_{obj.} etanolu; $p_{\text{etanol}} = 43,3 \text{ kPa}$; $0,760 \text{ kg/m}^3$)
- Objętość pewnej ilości azotu zebranego nad wodą w temperaturze $28 \text{ }^\circ\text{C}$ i pod ciśnieniem 995,0 hPa wynosi $30,0 \text{ cm}^3$. Wiedząc, że prężność nasyconej pary wodnej w temperaturze 301 K jest równa 28,5 Tr, oblicz, jaką objętość

zajmowałaby ta ilość azotu jako azot suchy w warunkach normalnych. (Odp. 25,7 cm³)

- Mieszanina gazów składa się z azotu, wodoru i amoniaku. Ciśnienia parcjalne tych gazów wynoszą odpowiednio: 300 kPa, 350 kPa i 700 kPa. Oblicz skład tej mieszaniny w procentach wagowych i objętościowych. (Odp. N₂: 23,08%_{obj.}, 40,19%_{wag.}; H₂: 23,08%_{obj.}, 2,87%_{wag.})
- W temperaturze 100°C pod ciśnieniem normalnym gazowy czterotlenek diazotu (N₂O₄) ulega w 90,0% dysocjacji na dwutlenek azotu (NO₂). Oblicz ciśnienia cząstkowe składników i gęstość mieszaniny w tych warunkach temperatury i ciśnienia. (Odp. p(NO₂) = 95,99 kPa, d = 1,582 g/dm³)
- W temperaturze 3000 K pod ciśnieniem 101 kPa 9,03% cząsteczek gazowego wodoru jest zdysocjowanych na atomy. Jaka jest gęstość wodoru w tych warunkach? Jaką gęstość miałby wodór w tych warunkach, gdyby jego cząsteczki nie ulegały dysocjacji? (Odp. 7,43 g/m³, 8,10 g/m³).
- W zbiorniku o pojemności 4,0 dm³ znajduje się w temperaturze -60 °C mieszanina helu i neonu, w której ułamek molowy helu wynosi 0,75. Gęstość gazu w zbiorniku jest równa 9,4 g/dm³. Oblicz ciśnienie panujące w zbiorniku. (Odp. 2.1 MPa)
- Stalowa butla napełniona wodorem pod ciśnieniem 2,50 MPa w temperaturze 13,0 °C ma masę 42,0 kg. Identyczna butla napełniona argonem w tych samych warunkach ma masę 44,0 kg. Jaka jest pojemność butli? (Odp. 50 dm³)
- Mieszanina gazowa używana do znieczuleń, znajdująca się w butli o pojemności 10,0 dm³ w temperaturze 20,0 °C, zawiera 0,25 mola N₂O oraz tlen, którego ciśnienie cząstkowe wynosi 0,40 atm. Oblicz ciśnienie całkowite mieszaniny oraz jej gęstość. (Odp. 102 kPa, 1,6 g/dm³)
- W celu katalitycznego uwodornienia 104,0 g acetyleny (etyny) do etanu, pobierano w temperaturze 20 °C wodór z butli o pojemności 50,0 dm³, w której początkowe ciśnienie wynosiło 2,00 MPa. Oblicz, jakie ciśnienie będzie panowało w butli po zakończeniu reakcji, zakładając jej stuprocentową wydajność. (Odp.: 1,61 MPa)
- Powietrze syntetyczne zawiera azot i tlen w stosunku molowym 4:1. Jaką objętość zajmuje 5,0 kg takiej mieszaniny w temperaturze 25 °C i pod ciśnieniem 100 kPa? (Odp. 4,3 m³)

Równowaga chemiczna. Równowagi w fazie gazowej

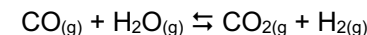
- Monochlorek jodu powstaje w reakcji:



dla której stała równowagi w temperaturze 464 °C wynosi 640. Oblicz stopień przereagowania jodu, jeżeli na początku reakcji w reaktorze o pojemności 1 dm³ znajdowało się 0,1 mola I₂ i 0,3 mola Cl₂.

(Odp. $\alpha = 0,997$)

- Zmieszano 1,0 mol tlenku węgla(II) z czterokrotnym nadmiarem pary wodnej. Po ogrzaniu do 600°C i osiągnięciu stanu równowagi reakcji:



układ zawierał 0,34 mol wodoru. Oblicz:

- skład mieszaniny równowagowej w procentach masowych
- ułamek molowy tlenku węgla(II) w mieszaninie równowagowej
- stałą równowagi K_c tej reakcji.

(Odp. a) %CO = 18,48%; % H₂O = 65,88%; %H₂ = 0,68%;

b) x_{CO} = 0,132; x_{H₂O} = 0,732; x_{CO₂} = 0,068; c) K_c = 4,76 · 10⁻².)

- W temperaturze 700K wodór reaguje z bromem tworząc bromowodór. Stała równowagi K_c tej reakcji jest równa 5 · 10⁸. Do reaktora wprowadzono 0,6 mola H₂ i 0,2 mola Br₂ i ogrzano do 700 K. Oblicz skład mieszaniny reakcyjnej w stanie równowagi. (Odp. 0,4 mol H₂; 0,4 mol HBr)
- W reakcji dwóch gazowych substratów A i B tworzą się gazowe produkty C i D. W reaktorze znajdującym się w temperaturze T stężenie początkowe substratu A było dwukrotnie większe od początkowego stężenia substratu B. Po ustaleniu się stanu równowagi reakcji: A + B ⇌ C + D stężenie produktu C było trzykrotnie większe od stężenia równowagowego substratu B. Oblicz stałą równowagi K_c tej reakcji. (Odp. K_c = 1,8)
- W temperaturze 407 K dla reakcji N₂O_{4(g)} ⇌ 2 NO_{2(g)} wartość stałej równowagi K_c wynosi 2,00, natomiast w temperaturze 273 K wartość K_c = 0,00077. Do naczynia o pojemności 1 dm³ wprowadzono 2 mole N₂O₄ i ogrzano go do temperatury 407 K. W drugim zbiorniku o takiej samej pojemności również umieszczono 2 mole N₂O₄, ale ochłodzono go do temperatury 273 K. Oblicz stopień dysocjacji N₂O₄ w obu przypadkach. Sformułuj wniosek dotyczący wpływu temperatury na stan równowagi tej reakcji. (Odp. $\alpha(407\text{ K}) = 39\%$, $\alpha(273\text{ K}) = 1,0\%$)

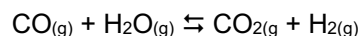
6. Stała K_c reakcji $A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$ wynosi 20. W zbiorniku o pojemności $1,0 \text{ dm}^3$ zmieszano pewną ilość reagenta A i $0,90$ mola reagenta B. Stwierdzono, że po osiągnięciu stanu równowagi w naczyniu znajduje się $0,60$ mola C. Oblicz stopień przereagowania substratu A. (Odp. 60%)

7. Dla reakcji: $I_{2(g)} \rightleftharpoons 2I_{(g)}$

stopień dysocjacji I_2 pod ciśnieniem $100,0 \text{ kPa}$ w temperaturach 1000K i 2000K wynosi odpowiednio $2,84\%$ i $95,18\%$. Oblicz wartości stałej równowagi K_p tej reakcji w podanych temperaturach.

(Odp. 1000K : $3,18 \cdot 10^{-3}$; 2000K : $38,02$)

8. Sporządzono mieszaninę $2,0$ moli wody z dwukrotnym nadmiarem tlenu węgla(II) oraz $1,0$ mol wodoru i pozostawiono w temperaturze $600 \text{ }^\circ\text{C}$ do osiągnięcia stanu równowagi reakcji:



Stała równowagi tej reakcji $K_c = 4,76 \cdot 10^{-2}$. Oblicz skład mieszaniny równowagowej wyrażony liczbą moli jej składników oraz stopień przereagowania CO.

(Odp. $n(\text{CO}) = 3,75 \text{ mol}$; $n(\text{H}_2\text{O}) = 1,75 \text{ mol}$; $n(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ mol}$; $n(\text{H}_2) = 1,250 \text{ mol}$; stopień przereagowania CO = $6,25\%$)

9. W kolbie o pojemności $0,5 \text{ dm}^3$ umieszczono $0,25$ mola PCl_5 i ogrzano do temperatury 540 K . Po osiągnięciu stanu równowagi ciśnienie całkowite panujące w kolbie wynosiło $2,8 \text{ MPa}$. Oblicz wartość stężeniowej stałej równowagi reakcji



w tej temperaturze. (Odp. $K_c = 0,041$)

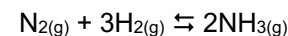
10. Gęstość mieszaniny równowagowej zawierającej $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$ i $\text{NO}_{2(g)}$ pod ciśnieniem $1,0 \text{ atm}$ i w temperaturze 348 K wynosi $1,84 \text{ g/dm}^3$. Oblicz stałą równowagi K_p reakcji $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(g)}$. (Odp. $K_p = 5,14$)

11. Stała równowagi reakcji $2 C_{(g)} \rightleftharpoons B_{(g)} + 2 A_{(g)}$ ma wartość $K_c = 0,06$. Do zbiornika o pojemności 1 dm^3 wprowadzono pewną ilość substratu C. Po ustaleniu stanu równowagi układ zawierał 3 mole A. Oblicz równowagowe i początkowe stężenie związku C. (Odp. $[C] = 15 \text{ M}$; $[C]_0 = 18 \text{ M}$)

12. Stała równowagi reakcji biegnącej w fazie gazowej $A + B \rightleftharpoons 2C$ wynosi $4,0$. W zbiorniku o pojemności 1 dm^3 zmieszano 1 mol substratu A i 2 mole B i pozostawiono do ustalenia się równowagi. Jaki procent związku B przereagował? (Odp. $33,3\%$)

13. W temperaturze 407 K dla reakcji $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(g)}$ wartość stałej równowagi K_c wynosi $2,00$. Do naczynia o pojemności 1 dm^3 wprowadzono po 1 molu N_2O_4 i NO_2 i ogrzano do temperatury 407 K . Oblicz stężenia składników w stanie równowagi, ciśnienie w zbiorniku oraz gęstość mieszaniny. (Odp. $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,849 \text{ M}$, $[\text{NO}_2] = 1,302 \text{ M}$, $p = 7,3 \text{ MPa}$, $d = 138 \text{ g/dm}^3$)

14. Sporządzono mieszaninę azotu i wodoru w stosunku molowym $1 : 3$. Po osiągnięciu stanu równowagi reakcji:



w temperaturze $300 \text{ }^\circ\text{C}$ i pod ciśnieniem całkowitym 30 atm procent objętościowy amoniaku w mieszaninie równowagowej wynosił $17,8\%$. Oblicz wartość stałej równowagi K_p tej reakcji. (Odp. $K_p = 7,2 \cdot 10^{-4}$)

15. Stała równowagi reakcji: $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2_{(g)}$ ma w temperaturze $550 \text{ }^\circ\text{C}$ wartość $0,04$. W naczyniu o pojemności $1,0 \text{ dm}^3$ zmieszano $2,0$ mol CO_2 oraz $2,0$ mol H_2 i ogrzano do temperatury $550 \text{ }^\circ\text{C}$. Oblicz ułamki molowe reagentów w stanie równowagi oraz ciśnienie całkowite otrzymanej mieszaniny gazów. (Odp. $x(\text{CO}_2) = x(\text{H}_2) = 0,083$, $x(\text{CO}) = x(\text{H}_2\text{O}) = 0,417$, $p = 27,4 \text{ MPa}$)

16. Stała równowagi reakcji $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{HI}_{(g)}$ ma w pewnej temperaturze wartość 50 . Do zbiornika o pojemności 2 dm^3 wprowadzono 6 moli wodoru oraz pewną ilość jodu. Po ustaleniu stanu równowagi stwierdzono, że stężenie wodoru zmniejszyło się trzykrotnie. Oblicz początkową liczbę moli jodu. (Odp. $4,64 \text{ mol}$)

17. W zbiorniku o objętości 1 dm^3 znajduje się w stanie równowagi mieszanina gazowa, zawierająca 2 mole butanu i 5 moli izobutanu. Oblicz stałą równowagi reakcji $\text{butan}_{(g)} \rightleftharpoons \text{izobutan}_{(g)}$. Jaki będzie skład mieszaniny, jeśli do zbiornika wprowadzone zostaną dodatkowo 2 mole jednego ze składników i układ ponownie osiągnie stan równowagi? (Odp. $K_c = K_x = K_p = 2,5$; $2,57 \text{ mol}$ butanu i $6,43 \text{ mol}$ izobutanu – niezależnie od tego, który składnik zostanie wprowadzony)

18. W naczyniu zmieszano jednakowe ilości moli wodoru, jodu oraz jodowodoru i pozostawiono do osiągnięcia stanu równowagi reakcji $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{HI}_{(g)}$. Stwierdzono, że stopień przereagowania jodu wyniósł 42% . Oblicz stałą równowagi reakcji. (Odp. $K_c = K_x = K_p = 10,1$)

19. Do naczynia o pojemności 1,0 dm³ wprowadzono 0,20 mol związku A i 0,10 mol związku B i ogrzano do temperatury 350 K. Ciśnienie w naczyniu po osiągnięciu stanu równowagi reakcji $2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ wynosiło 785,3 kPa. Oblicz wartość stałej równowagi K_c tej reakcji w temperaturze 350 K. (Odp. $K_c = 2,62$)

Dysocjacja elektrolityczna. Iloczyn jonowy wody, pH, pOH, pX. Elektrolity mocne

1. W nasyconym roztworze BaSO₄ stężenie jonów siarczanowych(VI) jest równe $1,05 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³. Oblicz pBa tego roztworu. (Odp. pBa = pSO₄ = 4,97)
2. Zmieszano równe objętości dwóch roztworów mocnych kwasów o pH równym odpowiednio 3,00 oraz 5,00. Oblicz pH otrzymanego roztworu. (Odp. 3,30)
3. Zmieszano dwa roztwory mocnej zasady: a) 150 cm³ o pH = 8,3; b) 350 cm³ o pH = 10,2. Oblicz stężenie jonów OH⁻ w otrzymanym roztworze wyrażone w mg/dm³. (Odp. 1,89 mg/dm³)
4. Zmieszano jedną objętość roztworu NaOH o pH = 13,85 i dwie objętości roztworu HCl o pH = 0,42. Oblicz wartość pH tak otrzymanego roztworu. (Odp. pH = 1,76)
5. Jaką objętość wody należy dodać do 25 cm³ roztworu zawierającego 2,4 mg jonów SO₄²⁻, aby uzyskać roztwór o pSO₄ = 3,75? (Odp. 115 cm³)
6. Ile cm³ wody należy dodać do 100 cm³ roztworu NaOH o pH = 13,5 aby pH zmalało do 13,0? (Odp. 216 cm³)
7. Zmieszano 175 cm³ roztworu HClO₄ o stężeniu 0,05 mol/dm³ i 325 cm³ 0,01 M roztworu HCl. Do otrzymanego roztworu dodano 0,560 g stałego KOH. Jakie było pH tak otrzymanego roztworu? Oblicz masę powstałego, nierozpuszczalnego osadu chloranu(VII) potasu. (Odp. pH = 2,40; m_{KClO₄} = 1,212 g)
8. Oblicz, jakiej objętości kwasu solnego o pH = 1,75 należy użyć celem zobojętnienia 100,0 mg równomolowej mieszaniny wodorotlenków sodu i wapnia. (Odp. 148 cm³)
9. Pewien popularny napój gazowany ma pH = 2,30, natomiast w wersji dietetycznej pH = 2,70. Oblicz, w jakiej objętości drugiego z napojów znajduje się tyle samo jonów wodorowych, co w 330-mililitrowej puszcze pierwszego. (Odp. 0,83 l)

10. Gruczoły trawienne żołądka człowieka wydzielają w ciągu doby ok. 1,5 litra soku żołądkowego, zawierającego enzymy oraz kwas solny. Przyjmując średnią wartość pH soku żołądkowego równą 1,5, oblicz objętość, mierzoną w warunkach normalnych, jaką zająłby gazowy HCl wytworzony w ciągu 24 godzin w ludzkim przewodzie pokarmowym. (Odp. 1,1 dm³)

11. Oblicz wartość pH roztworu NaOH o stężeniu 2,00% i gęstości 1,02 g/cm³. (Odp. 13,7)

12. W reakcji 10,0 cm³ roztworu mocnego kwasu z nadmiarem metalicznego magnezu otrzymano 5,25 cm³ wodoru mierzonego w temperaturze 19 °C i pod ciśnieniem 1030,0 hPa. Oblicz wartość pH użytego roztworu kwasu. (Odp. 1,35)

13. Do 86 cm³ 0,135 M roztworu HCl wprowadzono metaliczny bar, w wyniku czego pH roztworu wzrosło o 0,35. Oblicz masę dodanego baru. Pomiń zmiany objętości roztworu. (Odp.: 440 mg)

14. W wodnym roztworze siarczanu(VI) glinu pSO₄ = 1,20. Ile wody należy dodać do 350 cm³ tego roztworu, żeby pAl = 1,70? (Odp. ok. 385 cm³)

15. Oblicz, jakiej objętości kwasu solnego o pCl = 1,30 należy użyć celem zobojętnienia 560,0 mg równomolowej mieszaniny wodorotlenku i bromku potasowego. (Odp. 64,0 cm³)

16. Oblicz masę soli: a) KNO₃ lub b) K₂SO₄, które należy rozpuścić w wodzie, aby otrzymać 1,00 dm³ roztworu o pK = 2,40. Jakie będą wartości pNO₃ i pSO₄ w otrzymanym roztworze? (Odp. a) 402 mg, pNO₃ = 2,40. b) 347 mg, pSO₄ = 2,70)

17. Do 400 cm³ 0,05 M roztworu HCl dodano tyle stałego NaOH, że pH wzrosło o 10 jednostek. Oblicz masę dodanego wodorotlenku sodu. Zaniedbaj zmianę objętości roztworu. (Odp. 0,83 g)

18. Jakie jest pH roztworu HNO₃, jeśli w 133,5 cm³ tego roztworu można rozpuścić 2,16 g srebra, a wydzieli się przy tym 149 cm³ gazu (w przeliczeniu na warunki normalne)? (Odp. pH = 0,70)

19. Stężenie jonów Ca²⁺ w roztworze wodorotlenku wapnia wynosi 0,035 M. Jakie jest pH tego roztworu? (Odp. pH = 12,85)

20. W wodzie rozpuszczono 20 g Li_2SO_4 oraz 20 g LiBr, otrzymując roztwór, w którym $\text{pLi} = 0,5$. Oblicz objętość tego roztworu oraz wartości pSO_4 i pBr . (Odp. $V = 1,88 \text{ dm}^3$, $\text{pSO}_4 = 1,0$, $\text{pBr} = 0,9$)
21. Oblicz masę stałego KOH, jaki trzeba dodać do 150 cm^3 1% roztworu tej zasady o gęstości $1,01 \text{ g/cm}^3$, żeby zmienić pH o pół jednostki. (Odp. 3,3 g)
22. Do 0,050 M roztworu kwasu solnego dodano 2,8 g stałego KOH, w wyniku czego pH wzrosło o jednostkę. Oblicz objętość roztworu HCl. (Odp. $1,1 \text{ dm}^3$)
23. Woda wapienna (nasycony wodny roztwór wodorotlenku wapnia) zawiera 86 mg jonów Ca^{2+} w 100 g roztworu. Jakie jest pH tego roztworu (przyjmij jego gęstość równą 1 g/cm^3)? (Odp. $\text{pH} = 12,63$)
24. W nasyconym roztworze wodorotlenku kadmu $\text{pH} = 9,39$. Ile gramów tego związku rozpuszcza się w 100 g wody? (Odp. $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ g/100 g wody}$)

Kwasy i zasady Brönsteda. Równowagi w roztworach słabych elektrolitów

1. Oblicz wartość stałej dysocjacji kwasu chlorowego(I), jeżeli stopień dysocjacji 0,2000-molowego roztworu wynosi $4,3 \cdot 10^{-4}$. (Odp. $K_a = 3,7 \cdot 10^{-8}$).
2. Gęstość 15,0%-owego wodnego roztworu HCN wynosi $1,15 \text{ kg/dm}^3$. Oblicz wartość pH tego roztworu oraz stopień dysocjacji kwasu cyjanowodorowego. $\text{pK}_a(\text{HCN}) = 9,40$ (Odp. $\text{pH} = 4,30$; $\alpha = 8 \cdot 10^{-6}$)
3. Oblicz stopień dysocjacji kwasu dichlorooctowego o stężeniu 0,050 M. Przyjmij $\text{pK}_a = 1,48$. (Odp. $\alpha = 0,55$)
4. Oblicz stężenie procentowe wagowe roztworu kwasu mrówkowego, którego gęstość $d = 1,22 \text{ g/cm}^3$, a pH tego roztworu jest równe 1,82. Przyjmij $\text{pK}_a(\text{HCOOH}) = 3,75$. (Odp. 4,9%)
5. Oblicz do jakiej objętości należy rozcieńczyć wodą $25,0 \text{ cm}^3$ roztworu kwasu octowego o $\text{pH} = 3,00$, aby wartość pH roztworu po rozcieńczeniu wzrosła o jednostkę. $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$ (Odp. $2,16 \text{ dm}^3$)
6. Oblicz pH i stopień dysocjacji słabej zasady B, której stała dysocjacji wynosi $2,5 \cdot 10^{-6}$, wiedząc że równowagowe stężenie B jest równe 0,017 M. ($\text{pH} = 10,3$, $\alpha = 1,2\%$)

7. Oblicz, jaką objętość gazowego amoniaku (w przeliczeniu na warunki normalne) należy rozpuścić w $1,00 \text{ dm}^3$ roztworu amoniaku o stężeniu $0,012 \text{ mol/dm}^3$, aby 10-krotnie zmienić jego stopień dysocjacji. (Odp. $26,6 \text{ dm}^3$)
8. Wartości pH dwóch roztworów: roztworu HCl i roztworu HCN są jednakowe i wynoszą 4,26. Oblicz wartości pH tych roztworów po ich 50-krotnym rozcieńczeniu. (Odp. 5,96; 5,11)
9. Wartość pH roztworu kwasu walerianowego o stężeniu $0,045 \text{ mol/dm}^3$ jest równa 3,08. Oblicz stałą dysocjacji kwasowej tego kwasu. (Odp. $K_a = 1,57 \cdot 10^{-5}$)
10. Zmierzone pH 0,025 M roztworu słabej zasady wynosi 11,2. Oblicz jej stopień dysocjacji w tym roztworze oraz wartość stałej dysocjacji K_b . (Odp. $\alpha = 6,3\%$, $K_b = 1,1 \cdot 10^{-4}$)
11. Oblicz, jaką objętość gazowego amoniaku, mierzoną w warunkach normalnych, należy rozpuścić w wodzie, aby otrzymać $400,0 \text{ cm}^3$ roztworu o $\text{pH} = 10,7$. (Odp. 131 cm^3)
12. Zmieszano ze sobą równe objętości roztworu kwasu mrówkowego o stężeniu $0,35 \text{ mol/dm}^3$ oraz NaOH o stężeniu $0,20 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz pH tak otrzymanego roztworu. (Odp. $\text{pH} = 3,87$)
13. Oblicz pH roztworu słabego kwasu o $\text{pK}_a = 2,8$ zdysocjowanego w 21%. (Odp. $\text{pH} = 2,2$)
14. W reakcji słabego kwasu HA z wodą wzięła udział co 50 cząsteczka kwasu i jedna na milion cząsteczek wody. Jakie jest pH tego roztworu? ($\text{pH} = 4,3$)
15. Amantadyna $\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{N}$ jest słabą zasadą o $\text{pK}_b = 3,6$. Pewien wodny roztwór amantadyny ma $\text{pH} = 10,8$. Oblicz stopień dysocjacji tej zasady. (Odp. $\alpha = 28\%$)
16. Oblicz stężenie roztworu kwasu metanowego (mrówkowego) HCOOH o $K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$, dla którego stopień dysocjacji wynosi 50%. (Odp. 3,74)
17. Jon CNO^- jest zasadą sprzężoną ze słabym kwasem cyjanowym HCNO. Wartość pH 0,15 M roztworu KCNO wynosi 8,32. Oblicz wartość K_b zasady CNO^- i wartość stałej K_a sprzężonego z nią kwasu. (Odp. $K_b = 2,9 \cdot 10^{-11}$, $K_a = 3,5 \cdot 10^{-4}$)