

# Materiały pomocnicze do przedmiotu Chemia I dla studentów studiów I stopnia Inżynierii Materiałowej



Opracowali: *Jarosław Chojnacki i Łukasz Ponikiewski, Wydział Chemiczny,  
Politechnika Gdańska, Gdańsk 2018*

## 1. Zadania dotyczące stężeń procentowych wagowych, ppm, ppb, molowych i przeliczania stężeń

1. Oblicz stężenie roztworu powstałego przez rozpuszczenie 25 kilogramów soli w 100 kg wody.
2. Ile gramów  $\text{CuSO}_4$  i ile wody należy użyć, aby otrzymać 250g roztworu o stężeniu 3%. Jaka masa  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  i wody musi być użyta aby otrzymać taki sam roztwór?
3. Roztwór kwasu siarkowego zawiera 69,76 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  w  $100 \text{ cm}^3$  i ma gęstość  $1,395 \text{ kg/dm}^3$ . Oblicz stężenie procentowe i molowe tego roztworu.
4. Ile gramów  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  należy użyć, aby po dodaniu wody otrzymać 200 g roztworu, zawierającego 1% jonów chlorkowych  $\text{Cl}^-$ ?
5. Jaka powinna być masa odważki  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , aby po rozpuszczeniu jej w wodzie otrzymać  $500 \text{ cm}^3$  roztworu, zawierającego 10 ppm Cr? Załóż gęstość końcowego roztworu  $1 \text{ kg/dm}^3$ .
6. Rozpuszczono 0,500g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  w wodzie otrzymując 2 kg roztworu. Oblicz zawartość azotu w tym roztworze w jednostkach ppm.
7. Roztwór  $\text{H}_3\text{PO}_4$  o masie 30,0 g i stężeniu 20,0% rozcieńczono wodą do objętości  $600 \text{ cm}^3$ . Oblicz stężenie molowe tego roztworu.
8. Jaką objętość 65% roztworu kwasu azotowego(V) o gęstości  $1,39 \text{ kg/dm}^3$  należy odmierzyć, aby po dodaniu wody otrzymać  $0,500 \text{ dm}^3$  roztworu  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $1,00 \text{ mol/dm}^3$ ?
9. Jaką objętość 0,500 M roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  można otrzymać poprzez rozcieńczenie wodą  $1 \text{ dm}^3$  96% roztworu kwasu siarkowego(VI) o gęstości  $1,8355 \text{ kg/dm}^3$ ?
10. Ile gramów 94% roztworu należy dodać do 5 kg roztworu o stężeniu 70%, aby otrzymać roztwór o stężeniu 84%?
11. Jaką objętość wody należy dodać do  $300 \text{ cm}^3$  20% roztworu NaOH o gęstości  $1,25 \text{ kg/dm}^3$ , aby otrzymać roztwór 15%?
12. W jakim stosunku wagowym należy zmieszać roztwory o stężeniu 70% i 20%, aby otrzymać roztwór 30%?
13. Jaką masę cukru należy dosypać do 250 g roztworu o stężeniu 20% aby otrzymać roztwór o stężeniu 35%?

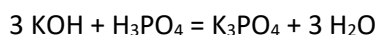
14. Jaką masę wody oraz 10% roztworu kwasu octowego należy zmieszać, aby otrzymać 2 kg roztworu kwasu octowego o stężeniu 1,5%?
15. Oblicz stężenie molowe następujących roztworów:
- 40% roztworu etanolu o gęstości  $0,93518 \text{ kg/dm}^3$
  - 30% roztworu HCl o gęstości  $1,492 \text{ kg/dm}^3$
  - 50% roztworu HBr o gęstości  $1,5173 \text{ kg/dm}^3$
  - 35% roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o gęstości  $1,2579 \text{ kg/dm}^3$
  - 75% roztworu  $\text{H}_3\text{PO}_4$  o gęstości  $1,579 \text{ kg/dm}^3$
  - 26% roztworu  $\text{NH}_3$  o gęstości  $0,904 \text{ kg/dm}^3$
  - 44% roztworu NaOH o gęstości  $1,4685 \text{ kg/dm}^3$
  - 24% roztworu NaCl o gęstości  $1,184 \text{ kg/dm}^3$
16. Oblicz stężenie procentowe następujących roztworów:
- 8,13M roztworu etanolu o gęstości  $0,93518 \text{ kg/dm}^3$
  - 12,3M roztworu HCl o gęstości  $1,492 \text{ kg/dm}^3$
  - 9,37M roztworu HBr o gęstości  $1,5173 \text{ kg/dm}^3$
  - 4,49M roztworu  $\text{H}_2\text{SO}_4$  o gęstości  $1,2579 \text{ kg/dm}^3$
  - 12,1M roztworu  $\text{H}_3\text{PO}_4$  o gęstości  $1,579 \text{ kg/dm}^3$
  - 13,8M roztworu  $\text{NH}_3$  o gęstości  $0,904 \text{ kg/dm}^3$
  - 16,2M roztworu NaOH o gęstości  $1,4685 \text{ kg/dm}^3$
  - 4,86M roztworu NaCl o gęstości  $1,184 \text{ kg/dm}^3$
17. Do kolby miarowej pobrano  $12,0 \text{ cm}^3$  75% roztworu  $\text{H}_3\text{PO}_4$  o gęstości  $1,579 \text{ kg/dm}^3$  i dodano wody uzyskując roztwór o objętości  $2,00 \text{ dm}^3$ . Oblicz stężenie molowe końcowego roztworu.
18. Do naczynia pobrano  $12,0 \text{ cm}^3$  12,00 M roztworu  $\text{H}_3\text{PO}_4$  o gęstości  $1,578 \text{ kg/dm}^3$  i dodano wody uzyskując roztwór o masie 2,00 kg. Oblicz stężenie procentowe końcowego roztworu.
19. Jaką objętość 0,010M roztworu  $\text{NaBF}_4$  należy użyć, aby po rozcieńczeniu wodą do  $500 \text{ cm}^3$  otrzymać roztwór zawierający 10ppm fluoru? Zakładamy, że gęstość tego ostatniego roztworu wynosi  $1 \text{ kg/dm}^3$ .
20. Jaką masę fluorku cetyloamoniowego  $\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{NH}_3\text{F}$  należy dodać, aby otrzymać 10 kg pasty do zębów o zawartości 1000 ppm fluoru?
21. Załóżmy, że woda morska zawiera około 1ppb złota. Jaką masę wody należy przerobić (zakładając 100% wydajność odzysku), aby otrzymać kruszec potrzebny do wykonania obrączki o masie 2,5g ze stopu 14 karatowego czyli o zawartości 585 promili złota?
22. Roztwór wzorcowy azotanu ołowiu zawiera 10ppm jonów ołowiu. Zakładając gęstość tego roztworu równą  $1000 \text{ g/dm}^3$  oblicz stężenie procentowe i molowe  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  w tym roztworze.
23. Jakie masy: żelazoboru o zawartości 15% B, czystego żelaza oraz czystego neodymu, należy zmieszać, aby otrzymać 250 g materiału ferromagnetycznego (magnes neodymowy) zawierającego 72,3% żelaza, 1% B i 26,7% Nd?
24. Zawartość ditlenku węgla w powietrzu w roku 2015 osiągnęła 400 ppm objętościowych (wpływając na efekt cieplarniany). Wyraż tę zawartość jako stężenie procentowe wagowe i oblicz masę  $\text{CO}_2$  zawartą w  $1 \text{ m}^3$  powietrza zakładając, że gęstość powietrza wynosi  $1,29 \text{ g/dm}^3$ .
25. Jaką masę stopu krzemu z borem o zawartości 2% boru należy dodać do czystego krzemu, aby po przetopieniu otrzymać 10kg krzemu domieszkowanego borem na poziomie 1ppm?

Odpowiedzi do rozdziału 1: **1.** 20%; **2.** 7,5g CuSO<sub>4</sub>+ 242,5g wody; 11,7g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O + 238,3g wody **3.** 50,0% i 7,12 M **4.** 6,17g **5.** 14,2 mg **6.** 53ppm **7.** 0,102 M **8.** 34,86 cm<sup>3</sup> **9.** 35,86 dm<sup>3</sup> **10.** 7000 g **11.** 125 cm<sup>3</sup> **12.** 1 : 4 **13.** 57,7g **14.** 300 g 10% i 1700 g wody **15.** i **16.** punkty a – h odpowiadają sobie wzajemnie w obu zadaniach, **17.** 0,0725M **18.** 0,706% **19.** 6,58 cm<sup>3</sup> **20.** 132,8g **21.** 1462 tony **22.** 4,83·10<sup>-5</sup> M i 0,0016% **23.** 16,67 g żelazoboru, 66,75 g Nd i 166,58 g Fe **24.** 0,061% i 0,79g **25.** 0,5 g stopu

## **2. Zadania dotyczące stechiometrii mieszanin, wyznaczania wzorów empirycznych i rzeczywistych oraz stechiometrii reakcji z uwzględnieniem stężeń, czystości i wydajności**

1. Oblicz zawartość miedzi w rudach zawierających a) 20% CuS, b) 18% Cu<sub>2</sub>O c) 40% CuFeS<sub>2</sub>. Która jest najbogatszym źródłem miedzi?
2. Oblicz procentową zawartość siarki w następujących związkach: a) Na<sub>2</sub>S<sub>4</sub>O<sub>6</sub> b) CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O c) 2CaSO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O,
3. Wyznacz zawartość procentową wapnia i węgla w karbidzie technicznym o składzie: 80% CaC<sub>2</sub> i 20% CaO.
4. Wyznacz zawartość procentową żelaza w rudzie zawierającej 25% Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> i 20% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oraz składniki nie zawierające żelaza.
5. Oblicz zawartość krzemu w cemencie zawierającym 60% alitu 3CaO·SiO<sub>2</sub>, 20% belitu 2CaO·SiO<sub>2</sub> oraz związki, w których krzem nie występuje.
6. Oblicz procentową zawartość siarki w mieszaninie o składzie: 25% Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O i 75% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Oblicz masę wody, jaką można wydzielić ze 100g tej mieszaniny przez prażenie.
7. Mieszanina LiCl i KCl zawiera 60% chloru. Wyznacz skład % tej mieszaniny.
8. Mieszanina LiBr i CaBr<sub>2</sub> zawiera 85% bromu. Wyznacz skład % tej mieszaniny.
9. Mieszanina CaCl<sub>2</sub> i AlCl<sub>3</sub> zawiera 72% chloru. Wyznacz skład % tej mieszaniny.
10. Mieszanina LiCl i KCl zawiera 10% litu. Wyznacz skład % tej mieszaniny.
11. Oblicz zawartość potasu i fosforu w nawozie zawierającym 45% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> i 55% Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.
12. Jaką masę K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> należy dodać do 1kg KCl, aby zawartość potasu w otrzymanej mieszaninie (nawozie) wynosiła 50%?
13. Wyznacz wzór empiryczny na podstawie składu pierwiastkowego dla:  
a) 94,07% O i 5,93% H b) 79,88% C i 20,11% H c) 87,42%N i 12,58%H
14. Wyznacz wzór empiryczny na podstawie składu pierwiastkowego dla:  
a) tlenku z zawartości 69,94% Fe b) tlenku zawierającego 90,66% Pb c) tlenku uranu 84,8% U
15. Pewna substancji organiczna, zawierająca 40,0% węgla, 6,714% wodoru i tlen ma masę molową 60 g/mol. Wyznacz wzór empiryczny i rzeczywisty związku.

16. Przy spalaniu 1,249 g pewnej substancji organicznej, zawierającej tylko węgiel, wodór i tlen, otrzymano 1,830 g CO<sub>2</sub> i 0,7512 g H<sub>2</sub>O. Wyprowadzić wzór empiryczny tej substancji oraz wzór rzeczywisty, wiedząc że masa molowa tego związku wynosi 180 g/mol.
17. Pewien borowodór, zawierający 81,098% boru, jest gazem o gęstości 2,349 g/dm<sup>3</sup> w warunkach normalnych (0°C, 1000hPa). Wyznacz wzór empiryczny i rzeczywisty tego związku.
18. Pewien związek azotu i wodoru, zawierający 12,58% wodoru, ma gęstość 1,4097 kg/m<sup>3</sup> w warunkach normalnych (0°C, 1000hPa). Wyznacz wzór empiryczny i rzeczywisty tego związku.
19. Pewien związek azotu i wodoru, zawierający 2,34% wodoru, ma gęstość 1,894 kg/m<sup>3</sup> w warunkach normalnych (0°C, 1000hPa). Wyznacz wzór empiryczny i rzeczywisty tego związku.
20. Z 20 g uwodnionego chlorku wapnia po wyprażeniu otrzymuje się 10,132 g bezwodnego CaCl<sub>2</sub>. Wyznacz wartość *n* we wzorze wodzianu CaCl<sub>2</sub>·*n*H<sub>2</sub>O.
21. Po wyprażeniu uwodnionego siarczanu miedzi(II) CuSO<sub>4</sub>·*n*H<sub>2</sub>O nastąpiła utrata 31% masy w postaci wody. Jaki był wzór tego hydratu?
22. Wyznacz empiryczny wzór dla materiału ferromagnetycznego (magnes neodymowy) zawierającego 72,3% żelaza, 1% boru i 26,7% neodymu. Masy molowe: Nd 144; Fe 56; B 10,8 g/mol.
23. Ile gramów glinu, zawierającego 8,00% niereaktywnych zanieczyszczeń należy rozpuścić w HCl, aby otrzymać 1,50 dm<sup>3</sup> wodoru w temp 17,0°C, pod ciśnieniem 1050 hPa?
24. Jaką objętość 36% roztworu HCl o gęstości 1,18 g/cm<sup>3</sup> należy użyć do reakcji rozpuszczenia 1 kg cynku, aby zapewnić 10% nadmiar kwasu? Ile ZnCl<sub>2</sub> powstanie?
25. Jaką objętość 26% roztworu HCl o gęstości 1,13 g/cm<sup>3</sup> należy użyć do rozpuszczenia 1 kg technicznego litu, zawierającego 98% tego metalu, aby zapewnić 10% nadmiar kwasu? Jaka objętość wodoru powstanie w warunkach normalnych?
26. Jaką objętość 36% roztworu HCl o gęstości 1,18 g/cm<sup>3</sup> należy użyć, aby rozpuścić 9,3 gramów technicznego glinu, zawierającego 4% zanieczyszczeń nie reagujących z kwasem?
27. Metaliczny glin rozpuszczono w kwasie siarkowym(VI). Zaszła reakcja chemiczna opisana równaniem: 2 Al + 3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>. Oblicz wydajność reakcji, wiedząc że z 15 g glinu otrzymano 50 g siarczanu glinu.
28. Metaliczny glin rozpuszczono w kwasie siarkowym(VI) zgodnie z równaniem: 2 Al + 3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>. Oblicz wydajność reakcji, wiedząc że z 15 g glinu otrzymano 10 dm<sup>3</sup> wodoru (0°C, 1000hPa).
29. Jaką masę litu należy odważyć i jaką objętość 8% roztworu HCl o gęstości 1,04 g/cm<sup>3</sup> należy użyć, aby otrzymać 30 gramów LiCl·H<sub>2</sub>O. Wiadomo, że wydajność reakcji łącznie z krystalizacją produktu wynosi zwykle 86%.
30. Zamierzamy otrzymać tytanian baru poprzez przeprowadzenie wysokotemperaturowej reakcji TiO<sub>2</sub> + BaCO<sub>3</sub> = BaTiO<sub>3</sub>(s) + CO<sub>2</sub>(g). Oblicz masę dwutlenku tytanu oraz masę węglanu baru potrzebne do otrzymania 100 gramów BaTiO<sub>3</sub>.
31. Rubin to tlenek glinu zawierający nieco Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Planowane jest uzyskanie rubinu poprzez prażenie mieszaniny azotanów metali. Jakie masy Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> i Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> należy odważyć, aby po wyprażeniu otrzymać 100 gramów rubinu zawierającego 500 ppm Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>?  
Schemat reakcji rozkładu: 2Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6NO<sub>2</sub> ↑ + 3/2O<sub>2</sub> ↑;  
2Cr(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> = Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 6NO<sub>2</sub> ↑ + 3/2O<sub>2</sub> ↑
32. Zmieszano 900 cm<sup>3</sup> roztworu KOH o stężeniu 0,1 mol/dm<sup>3</sup> z 100 cm<sup>3</sup> roztworu H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> o stężeniu 0,2 mol/dm<sup>3</sup>. Zaszła reakcja opisana równaniem:



Obliczyć stężenie molowe soli oraz odczynnika występującego w nadmiarze.

33. Oblicz, ile gramów  $\text{CaCl}_2$  powstanie i jaka objętość  $\text{CO}_2$  ( $10^5 \text{ Pa}$ ,  $0^\circ\text{C}$ ) wydzieli się
- po dodaniu 2 g  $\text{CaCO}_3$  do  $100 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{HCl}$  o stężeniu  $0,2 \text{ mol/dm}^3$
  - po dodaniu 2 g  $\text{CaCO}_3$  do  $100 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{HCl}$  o stężeniu  $0,5 \text{ mol/dm}^3$
- $$\text{CaCO}_3 + 2 \text{ HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$$
34. Zmieszano 50 g rtęci z 6 g siarki i ogrzano dla zajścia reakcji  $\text{Hg} + \text{S} = \text{HgS}$ . Oblicz, ile  $\text{HgS}$  powstało i masę substratu, który był w nadmiarze i pozostał w mieszaninie poreakcyjnej.
35. W reakcji 10 moli gazowego azotu z 15 molami gazowego wodoru powstało 5 moli gazowego amoniaku  $\text{NH}_3$ . Ile moli azotu i wodoru pozostało po reakcji?

Odpowiedzi do rozdziału **drugiego**: **1.** a) 13,3% b) 15,98% c) 13,84% **2.** 46,5%, 12,84%, 22,09% **3.** 64,3% Ca i 30%C **4.** 32,08% **5.** 10,64% **6.** 24,49% **7.** 34,5% LiCl **8.** 41,89% LiBr **9.** 48,9%  $\text{CaCl}_2$  **10.** 61,1% LiCl **11.** 20,2% K i 22,56% P **12.** +322,3g  $\text{K}_2\text{SO}_4$  **13.**  $(\text{OH})_n (\text{CH}_3)_n (\text{NH}_2)_n$  **14.**  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   $\text{Pb}_3\text{O}_4$   $\text{U}_3\text{O}_8$  **15.**  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  **16.**  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  **17.**  $(\text{B}_2\text{H}_5)_n$ ,  $\text{B}_4\text{H}_{10}$  **18.**  $(\text{NH}_2)_n \text{N}_2\text{H}_4$ , **19.**  $\text{HN}_3$  **20.** sześć **21.**  $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  **22.**  $\text{Fe}_{14}\text{Nd}_2\text{B}$  **23.** 1,28 g metalu **24.**  $2,908 \text{ dm}^3$ , powstanie 2092 g  $\text{ZnCl}_2$  **25.**  $19,13 \text{ dm}^3$ ,  $1589 \text{ dm}^3$  wodoru **26.**  $85,2 \text{ cm}^3$  **27.** 52,6% **28.** 52,8% **29.** 4,04 g Li i  $252,9 \text{ cm}^3$  roztw.  $\text{HCl}$  **30.** 34,3g  $\text{TiO}_2$  i 84,55 g  $\text{BaCO}_3$  **31.** 417,4 g  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  i 0,156 g  $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ , **32.** 0,02 M  $\text{K}_3\text{PO}_4$  i 0,03 M nadmiar  $\text{KOH}$ , **33** a) 1,11 g  $\text{CaCl}_2$  i  $227 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$ , b) 2,22 g  $\text{CaCl}_2$  i  $454 \text{ cm}^3 \text{ CO}_2$ . **34.** 43,69 g  $\text{HgS}$  i 12,3 g Hg, **35.** 7,5 mola  $\text{H}_2$  i 7,5 mola  $\text{N}_2$ .