

Piotr Seliger

# Wykłady z chemii ogólnej i nieorganicznej

- 
- 
- 
- 



**dla studentów  
biologii i biotechnologii  
(z elementami analizy  
jakościowej i ilościowej)**



WYDAWNICTWO  
UNIwersytetu  
ŁÓDZKIEGO

Piotr Seliger

# Wykłady z chemii ogólnej i nieorganicznej

**dla studentów  
biologii i biotechnologii  
(z elementami analizy  
jakościowej i ilościowej)**



WYDAWNICTWO  
UNIwersytetu  
ŁÓDZKIEGO

ŁÓDŹ 2010

REDAKCJA NAUKOWO-DYDAKTYCZNA  
„FOLIA CHIMICA”  
*Henryk Piekarski, Małgorzata Józwiak*

RECENZENT  
*Edward Szlyk*

OKŁADKĘ PROJEKTOWAŁA  
*Barbara Grzejszczak*

© Copyright by Piotr Seliger, 2010

Wydrukowano z dostarczonych do Wydawnictwa UŁ gotowych materiałów  
Wydanie I (dodruk). W.04726.13.0.S

ISBN (wersja drukowana) 978-83-7525-430-3  
ISBN (ebook) 978-83-7969-229-3

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
90-131 Łódź, ul. Lindleya 8  
[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)  
e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)  
tel. (42) 665 58 63, faks (42) 665 58 62

## Spis treści

1. Wprowadzenie	5
2. Budowa atomu i układ okresowy	21
3. Wiązanie chemiczne	31
4. Równowagi w roztworach	43
5. Analiza jakościowa kationów	63
6. Analiza jakościowa anionów	77
7. Równowagi kwasowo-zasadowe	83
8. Analiza ilościowa – wstęp i alkacymetria	101
9. Reakcje redoks	113
10. Potencjometria	125
11. Kolorymetria	133
12. Kompleksometria	141
13. Nazewnictwo i izomeria związków kompleksowych	151
14. Dodatek – logarytmy	159
15. Literatura	161

## Słowo wstępne

Skrypt ten został pomyślany jako materiał pomocniczy dla studentów I roku kierunku biologia i biotechnologia do wykładów z chemii ogólnej i nieorganicznej prowadzonych na tych kierunkach. Z moich obserwacji wynika, że przedstawienie niektórych tematów może być przydatne także dla studentów chemii, przy czym zwracam uwagę, iż materiał zawarty w tym skrypcie jest bardzo okrojony i nie obejmuje wszystkich zagadnień wymaganych na kierunku chemia.

Ilość godzin wykładów w porównaniu z ilością materiału obowiązującym w minimum programowym sprawia, że aby został on zrealizowany, wykłady muszą być prowadzone w dość dużym tempie, co z kolei powodowało błędy lub duże luki w notatkach studenckich. Mam nadzieję, że wraz z tym skrypciem studenci będą mogli bardziej skoncentrować się na tłumaczonych zagadnieniach i na zrozumieniu omawianych tematów.

Proszę nie traktować tego podręcznika jako substytut wykładów lecz jedynie jako pomoc do nich, gdyż część zagadnień omawianych na wykładach nie znalazła się w tych materiałach.



---

---

---

---

---

---

---

---

## Wprowadzenie

- **Chemia** - nauka zajmująca się materia. . .
- **Materia** - Wszystko co posiada masę i zajmuje jakieś miejsce w przestrzeni
  - Stół
  - Kreda
  - **A powietrze?**
    - Też jest materia.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Trzy stany materii

- **Gaz**
  - nie posiada zdefiniowanego kształtu i objętości
  - wypełnia jakiegokolwiek naczynie do którego jest wpuszczone
  - daje się wysoce sprężyć
- **Ciecz**
  - nie ma zdefiniowanego kształtu ale ma zdefiniowaną objętość
  - daje się nieznacznie kompresować
- **Ciało stałe**
  - posiada zdefiniowany kształt i objętość
  - w zasadzie nie ulega kompresji

---

---

---

---

---

---

---

---

## Materia

- **Właściwości chemiczne** - przemiany chemiczne jakim może ulec materia
  - łatwopalny? Łatwo reaguje z tlenem?
- **Właściwości fizyczne**: takie które nie są związane z przemianą chemiczną
  - kolor, gęstość, stan skupienia itd.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Skłasyfikujmy rodzaj przemiany:

Topnienie masła  
Spalanie drewna  
Schładzanie piwa  
Gotowanie wody  
Rdzewienie gwoździ  
Trawienie pożywienia

---

---

---

---

---

---

---

---

## Główne działy chemii

- **Chemia nieorganiczna**
- **Chemia organiczna**
- **Chemia analityczna**
- **Chemia fizyczna**
- **Chemia teoretyczna**
- **Biochemia**

---

---

---

---

---

---

---

---

### Troszkę matematyki

$$2 + 2 =$$



---

---

---

---

---

---

---

---

### Zapis wykładniczy

- Zazwyczaj mając do czynienia z bardzo dużymi lub bardzo małymi liczbami przedstawiamy je w postaci potęgi 10

Przykłady:

0.00005 zapisujemy jako  $5 \times 10^{-5}$   
4,000,000 zapisujemy jako  $4 \times 10^6$

**Uwaga: ujemny wykładnik oznacza że liczba jest mniejsza od 1!!!**

---

---

---

---

---

---

---

---

### Cyfry znaczące

- Nie każdej cyfrze jaką odczytamy z kalkulatora należy wierzyć
- Każdy pomiar obarczony jest jakimś błędem, czyli obliczenia kalkulatorem również

---

---

---

---

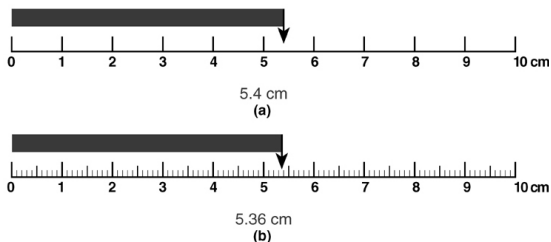
---

---

---

---



**Cyfry znaczące**

**Cyfry znaczące** - wszystkie cyfry w liczbie przedstawiające jakąś daną bądź wynik, które są pewne plus jedna cyfra niepewna.

- Dla przykładu, jeśli weźmiemy jakieś pudełko i zmierzmy jego długość, wysokość i szerokość - możemy obliczyć jego objętość:

Długość: 12.30 cm

Szerokość: 3.17 cm

Wysokość: 0.22 cm

$$\begin{aligned} \text{Objętość} &= 12.30\text{cm} \times 3.17\text{cm} \times 0.22\text{cm} \\ &= 8.57802 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jak zaokrąglić?

$$= 8.58? \quad = 8.6? \quad 8.57802?$$

**Rozpoznawanie cyfr znaczących**

- Wszystkie cyfry różne od zera są znaczące
  - 2.37 posiada 3 cyfry znaczące
- Liczba cyfr znaczących jest **niezależna** od pozycji przecinka dziesiętnego
  - 365.7, 36.57 czy 3.657 posiadają 4 cyfry znaczące
- Zera umieszczone pomiędzy niezerowymi cyframi są również znaczące
  - 7205 posiada 4 cyfry znaczące

- Zera na końcu liczby są cyframi znaczącymi jeśli liczba posiada przecinek.
  - 3.8000 posiada 5 cyfr znaczących
- Zera na końcu liczby jeśli nie posiada ona przecinka, są niejednoznaczne
  - 3000. względem 3000
- Zera po lewej stronie od pierwszej cyfry różnej od zera nie są cyframi znaczącymi.
  - **0.00045** (zauważmy:  $4.5 \times 10^{-4}$ )

### Parę przykładów

Ile cyfr znaczących znajduje się w tych przykładach?

200.

3109

600.4

0.001020

60.0330

### NOTACJA NAUKOWA A CYFRY ZNACZĄCE

- Często notację naukową używa się do łatwiejszego określenia liczby cyfr znaczących.
- Przykład:

$$7\ 600 = 7.6 \times 1\ 000 = \underline{7.6} \times 10^3$$

$$0.0050 = 5.0 \times 0.001 = \underline{5.0} \times 10^{-3}$$

## CYFRY ZNACZĄCE W WYNIKACH OBLICZEŃ

### I. Dodawanie i odejmowanie

- Wynik obliczeń nie może mieć więcej cyfr znaczących niż jakakolwiek z wielkości która została wzięta do obliczeń.

- Przykład: 68.4 cm + 1.03 cm

68.4 cm

1.03 cm

69.43 cm

Poprawna odpowiedź      cm

### II. Mnożenie i dzielenie

- Wynik nie może być bardziej dokładny, niż najmniej dokładna z liczb wziętych do obliczeń.
- Najmniej dokładną liczbą jest ta z najmniejszą liczbą cyfr znaczących.

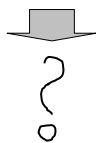
$$\frac{3.7 \times 10^2 \cdot 12.67}{2.187 \times 10^{-4}} = 2.14352995 \times 10^7 \text{ (na kalkulatorze)}$$

Która z liczb posiada najmniej cyfr znaczących?

Tak więc poprawna odpowiedź to

- W przypadku mnożenia czy dzielenia przez liczbę całkowitą lub liczbę dokładną niepewność wyniku jest określona przez wartość mierzoną

*Mamy podzielić 1.275 kg kielbasy na 7 równych kawałków, ile powinien ważyć 1 kawałek?*



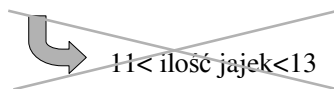
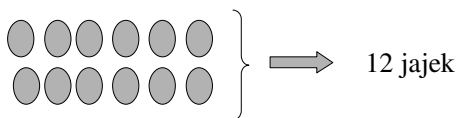
### REGUŁY ZAOKRĄGLEŃ LICZB

- Gdy cyfra którą chcemy odrzucić jest mniejsza od 5 wówczas nie zmieniamy poprzedzającej ją cyfry.
- Gdy cyfra którą chcemy odrzucić jest równa 5 lub większa, wówczas poprzedzającą ją cyfrę zwiększamy o jednostkę
- Zaokrąglaj następującą liczbę do 3 cyfr znaczących:  $3.34966 \times 10^4$

$$=3.35 \times 10^4$$

### Uwaga !!!

- Należy rozróżniać wyniki pomiarów, które są zawsze niepewne i wyniki zliczania, które są dokładne



### POMIARY

Na każdy pomiar składają się dwie części

**wartość liczbowa ORAZ jednostka**

Musimy mieć obydwie części

Np. Mam psa który waży 50 gramów?  
dekagramów?  
kilogramów?

## Podstawowe jednostki w systemie SI

- długość                    metr (m)
- objętość                  litr (L) i metr sześcienny (m<sup>3</sup>)
- masa                        kilogram (kg)
- czas                         sekunda (s)
- temperatura            kelwin (K) i st. Celsjusza (°C)
- energia                    dżul (J) i kaloria (cal)
- liczność materii        mol (mol)

---

---

---

---

---

---

---

---

- Ponieważ stosujemy system metryczny który jest systemem dziesiętnym
- 1 metr = 10 decymetrów = 100 centymetrów



Używane przedrostki wskazują wykładnik do jakiego podniesiono liczbę 10

---

---

---

---

---

---

---

---

### Częściej spotykane przedrostki metryczne

Prefiks	Potęga	Postać dziesiętna
tera (T)	10 <sup>12</sup>	1 000 000 000 000.
giga (G)	10 <sup>9</sup>	1 000 000 000.
mega (M)	10 <sup>6</sup>	1 000 000.
kilo (k)	10 <sup>3</sup>	1 000.
deka (da)	10 <sup>1</sup>	10.
decy (d)	10 <sup>-1</sup>	0.1
centy (c)	10 <sup>-2</sup>	0.01
mili (m)	10 <sup>-3</sup>	0.001
mikro (μ)	10 <sup>-6</sup>	0.000001
nano (n)	10 <sup>-9</sup>	0.000000001
piko (p)	10 <sup>-12</sup>	0.000000000001

---

---

---

---

---

---

---

---

## Masa i ciężar

- **Masa:** Ilość materii w obiekcie
  - masa jest niezależna od miejsca wykonywania pomiaru
- **Ciężar:** właściwość wszelkich obiektów mających masę wywołana grawitacją (przyciąganiem ziemskim)
  - zależy od miejsca, zależy od siły grawitacji w miejscu w którym go wyznaczamy
- **Stosowane jednostki masy:**
  - 1 kg = 1000g
  - 1 mg = 0.001g

- Przy podawaniu mas obiektów należy używać odpowiednich skal:
  - Ładowność ciężarówka podawana jest w tonach
  - Masę człowieka przedstawia się w kilogramach (US w funtach)
  - Masę spinacza biurowego podamy w gramach
  - Masa atomów?
- Dla atomów, używamy atomowej jednostki masy (a.j.m)  
1 a.j.m. =  $1.661 \times 10^{-24}$  g

- **Długość** - odległość między dwoma punktami
  - duże odległości mierzymy w km
  - odległości pomiędzy atomami mierzymy w nm.  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  lub  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
- **Objętość** - przestrzeń zajmowana przez dany obiekt
  - litr to objętość jaką zajmuje 1000 g wody w 4 stopniach Celsjusza ( $^{\circ}\text{C}$ )
  - $1 \text{ ml} = 1/1000 \text{ l} = 1 \text{ cm}^3$

Objętość: 1000 cm<sup>3</sup>  
1000 mL  
1 dm<sup>3</sup>  
1 L

Mililitr i centymetr sześcienny to to samo!!!

1 mL = 1 cm<sup>3</sup>

Objętość: 1 cm<sup>3</sup>  
1 mL

---

---

---

---

---

---

---

---

### Gęstość

- **Gęstość:** stosunek masy do objętości

$$d = \frac{m}{V}$$

d - gęstość  
m - masa  
V - objętość

najczęściej stosowane jednostki to **g/cm<sup>3</sup>**, **g/mL** w odniesieniu do **cieczy i ciał stałych** oraz **g/dm<sup>3</sup>**, **g/L** w odniesieniu do **gazów**

---

---

---

---

---

---

---

---

### Przykład obliczania gęstości

Jaka jest gęstość czystego spirytusu jeśli jego objętość 48.5 mL ma masę 39.1 g? Wynik podaj w g/mL

Korzystając z równania:  $d = m/V$

$$d = \frac{m}{V} = \frac{39.1 \text{ g}}{48.5 \text{ mL}} = 0.806 \frac{\text{g}}{\text{mL}}$$


---

---

---

---

---

---

---

---

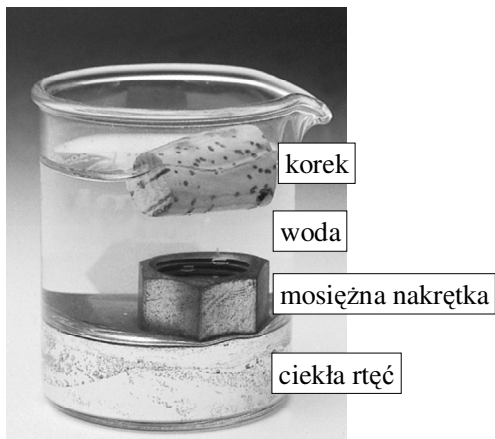
## Ciężar właściwy

- **Ciężar właściwy:** gęstość substancji porównana do gęstości wody jako standardu
  - ponieważ ciężar właściwy jest stosunkiem dwóch gęstości, nie posiada więc jednostek (jest bezwymiarowy)
- Często w służbie zdrowia używa się ciężaru właściwego w przypadku badania próbek krwi czy moczu

## Przykład ciężaru właściwego

Gęstość miedzi w temperaturze 20°C wynosi 8.92 g/mL. Gęstość wody w tej samej temperaturze wynosi 1.00 g/mL. Jaki jest ciężar właściwy miedzi?

$$\text{ciężar właściwy} = \frac{8.920 \text{ g/mL}}{1.00 \text{ g/mL}} = 8.92$$





## Czas

- Jednostki są takie same dla wszystkich układów

$$60 \text{ s} = 1 \text{ min}$$

$$60 \text{ min} = 1 \text{ godz} = 1 \text{ h}$$

---

---

---

---

---

---

---

## Temperatura

### Stopień:

- **Fahrenheit (F):** zdefiniowany przez ustalenie temperatury zamarzania wody na  $32^{\circ}\text{C}$ , a temperatury wrzenia wody na  $212^{\circ}\text{C}$
- **Celsjusz (C):** zdefiniowany przez ustalenie temperatury zamarzania wody na  $0^{\circ}\text{C}$ , a temperatury wrzenia wody na  $100^{\circ}\text{C}$

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

---

---

---

---

---

---

---

## Temperatura

- **Kelvin (1824-1907)**
- Skala Kelvina jest bardzo ważną skalą gdyż jest ściśle związana z ruchem cząsteczkowym
- Gdy zwiększa się szybkość drgań (ruchu) molekularnego temperatura Kelvina proporcjonalnie się zwiększa
- Jeden w skali Kelvina jest równy jednemu stopniowi w skali Celsjusza

---

---

---

---

---

---

---

## Temperatura

- **Kelvin (K):** zero w skali Kelvina jest najniższą z możliwych temperatur, zwaną też zerem bezwzględnym
  - przeliczanie ze stopni Celsjusza  
 $K = ^\circ C + 273$
  - jeśli potrzebujemy bardziej precyzyjnego przelicznika :  $K = ^\circ C + 273.15$

## Zależności między jednostkami

Jednostka	Wartość w jednostkach SI
1 funt (lb)	453.6 g
1 cal (in.)	2.54 cm
1 stopa (ft)	30.48 cm
1 kaloria (cal)	4.184 J
1 galon (gal)	3.785 dm <sup>3</sup>

## Definicja mola

- Mol jest jednostką przeliczeniową w chemii
- **1 mol to ilość substancji która zawiera tyle cząstek (atomów, cząsteczek, jonów) ile zawarte jest w 12g izotopu węgla <sup>12</sup>C**
- 1 mol =  $6.02 \times 10^{23}$  cząstek (*atomów, cząsteczek, jonów, gruszek !!! tak właśnie - gruszek!!!!*)

**Liczba Avogadro** - dokładna wartość:

$$6.0221367 \times 10^{23}$$

*Dalsza część książki dostępna w wersji  
pełnej.*

