



OSNOVE FIZIKALNE KEMIJE

Uvod u praktikum

dr. sc. TIN KLAČIĆ

Zagreb, 6.10.2023.

NASTAVNI MATERIJALI

- nastavne materijale, rasporede studenata po terminima praktikuma i ostale obavijesti ćete moći pronaći u repozitoriju kolegija Osnove fizikalne kemije na službenim web stranicama Kemijskog odsjeka PMF-a

https://www.pmf.unizg.hr/chem/predmet/ofk_b

- na praktikum se obavezno mora donijeti skripta:

N. Kallay, S. Žalac, D. Kovačević, T. Preočanin, A. Čop, *Osnovni praktikum fizikalne kemije*, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 2002.

Napomena: Novi propis vježbe Spektrofotometrija nalazi se u repozitoriju kolegija. Potrebno ga je isprintati i donijeti na praktikum.

- skripta se može isprintati ili posuditi na revers od tehničarki Zavoda za fizikalnu kemiju prije početka praktikuma
- napomena: Zabranjeno je pisati po posuđenim skriptama!

OPĆE NAPOMENE

Pohađanje vježbi:

- **dolazak na vježbe**, prema rasporedu objavljenom na oglasnoj ploči i na mrežnim stranicama kolegija Osnove fizikalne kemije, **je obavezan**
- na vježbe u trajanju od četiri sata student treba doći u točno zakazano vrijeme
- nadoknade vježbi bit će omogućene samo onim studentima koji će imati opravdani razlog izostanka
- za termin nadoknade se javite osobno tehničarkama Zavoda za fizikalnu kemiju

Mjere sigurnosti:

- kada se nalazi u laboratoriju, student je obavezan nositi **zakopčanu kutu i zaštitne naočale**
- tijekom rada u laboratoriju student može, ali nužno ne mora nositi zaštitne rukavice, osim ako nastavnik to od njega ne zatraži

Način rada u praktikumu:

- asistent svakom od studenata specificira konkretan zadatak vježbe
- ulazni kolokvij usmenog tipa
- upoznavanje s radom uređaja, planiranje mjerenja i priprema zapisa podataka
- mjerenje
- obrada podataka
- nakon izvedene vježbe se piše izvješće za vrijeme trajanja praktikuma
- **očekuje se da student u 4 sata u cijelosti napravi vježbu**

Ocjenjivanje:

- za svaku vježbu student će biti ocijenjen s dvije ocijene: jednom za ulazni kolokvij te drugom za kvalitetu napisanog izvješća i uspješnost izvedene vježbe
- završnu ocjenu iz praktikuma daje nositelj kolegija na temelju pojedinačnih ocjena iz svake vježbe i po potrebi kratkog razgovora sa studentom

Izvješća:

- pišu se plavom ili crnom kemijskom olovkom u laboratorijski dnevnik (bilježnica A4 formata na kvadratiće)
- naslov vježbe i datum izvođenja vježbe
- poglavlja koje izvješće redom treba sadržavati jesu:
 1. **Zadatak** – konkretni zadatak vježbe dogovoren s asistentom
 2. **Eksperimentalni dio** – svi potrebni računi, tablice s eksperimentalnim podacima, grafički prikazi, određivanje fizikalnih veličina iz grafičkih prikaza, itd.
 3. **Rezultati** – sažeta rekapitulacija najvažnijih spoznaja dosegnutih u vježbi koja u sebi sadrži jasno iskazane rezultate, komentare o mogućim pogreškama i usporedbu s literaturnim i teorijskim vrijednostima
- napomena: **Ne može se započeti nova vježba bez ocijenjenog izvješće prethodne vježbe!**

Popis „namirnica“ za praktikum:

- skripta
- kuta
- zaštitne naočale
- laboratorijski dnevnik
- plava ili crna kemijska olovka
- milimetarski papir
- tehnička olovka i gumica
- trokut ili ravnalo
- ljepilo za papir
- kalkulator
- voda za piće
- dobra volja 😊

VJEŽBE U PRAKTIKUMU

– praktikum se sastoji od 9 vježbi koje svaki student treba proći

Popis vježbi:

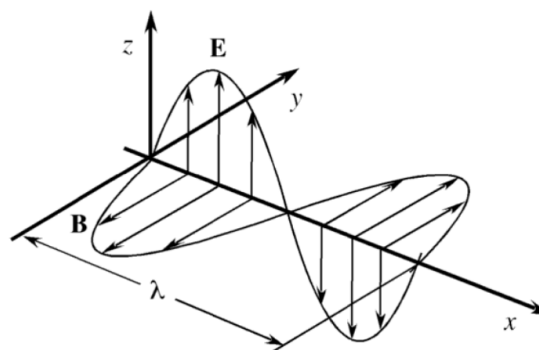
- 1) Konduktometrija 1
- 2) Konduktometrija 2
- 3) Potenciometrija 1
- 4) Potenciometrija 2
- 5) Spektrofotometrija
- 6) Prijenosni broj iona
- 7) Kalorimetrija
- 8) Kemijska kinetika
- 9) Adsorpcija (izvodi se u dva termina)

PRIMJER VJEŽBE: SPEKTROFOTOMETRIJA

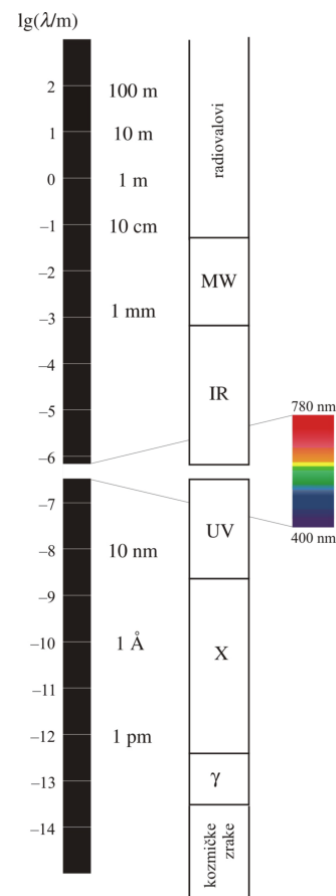
Zašto je vodena otopina KMnO_4 ljubičaste boje?



Slika 1. Vodena otopina KMnO_4 .



Slika 2. Monokromatski elektromagnetski val valne duljine λ koji je linearno polariziran duž z-osi.¹

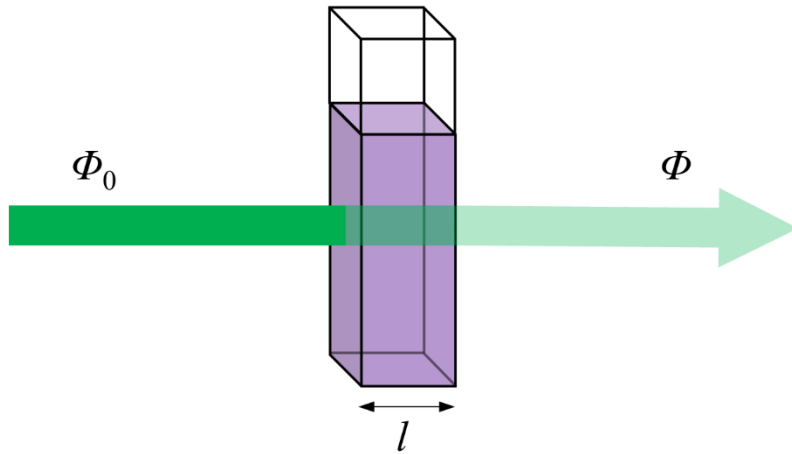


Slika 3. Područja elektromagnetskog zračenja.²

¹ J. C. Berg, *An Introduction to Interfaces & Colloids*, World Scientific, Singapur, 2010, str. 414.

² T. Cvitaš, *Fizikalna kemija*, rukopis

APSORBANCIJA



Slika 4. Apsorpcija monokromatskog zračenja prolaskom kroz vodenu otopinu KMnO_4 koja se nalazi u kiveti debljine l .

$$T = \frac{\Phi}{\Phi_0}$$

T – transmitancija

Φ_0 – snaga upadnog zračenja [W]

Φ – snaga zračenja nakon prolaska kroz uzorak [W]

$$A = -\log T$$

$$A = \log \frac{\Phi_0}{\Phi}$$

A – apsorbancija

O čemu ovisi apsorbancija otopine?

1. o vrsti tvari



2. o koncentraciji spektrofotometrijski aktivne tvari (c [mol dm^{-3}])

3. o duljini optičkog puta zračenja (l [cm])

☀ Simboli fizikalnih veličina se pišu u kurzivu, a simboli mjernih jedinica uspravno.

4. o temperaturi (T [K] ili θ [$^{\circ}\text{C}$])

5. o valnoj duljina apsorbirajućeg zračenja (λ [nm])

6. o vrsti otapala u kojoj je otopljena tvar

jod u etanolu

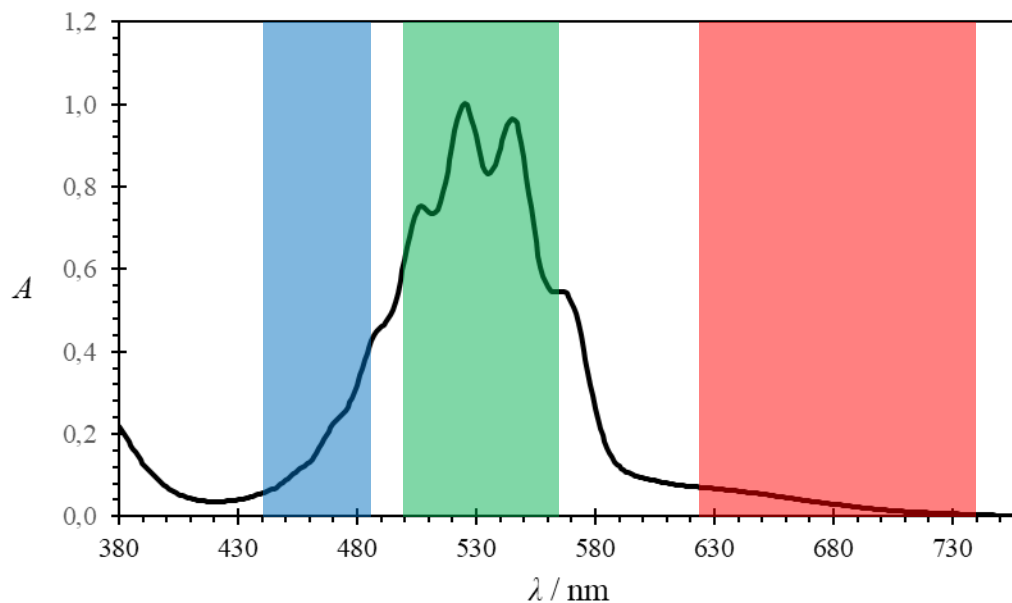
jod u cikloheksanu

PRIMJER VJEŽBE: SPEKTROFOTOMETRIJA

Zašto je vodena otopina KMnO_4 ljubičaste boje?



Slika 5. Spektrofotometar.



Slika 6. Apsorpcijski spektar vodene otopine KMnO_4 koncentracije $5 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ pri $25 \text{ }^\circ\text{C}$ i duljini kivete 1 cm.


☀ Naslov slike se piše ispod slike.

MOLARNI APSORPCIJSKI KOEFICIJENT

1. Pripremljeno je nekoliko vodenih otopina kalijeva permanganata (KMnO_4) različitih koncentracija. U kiveti duljine optičkog puta 1 cm pri temperaturi 25 °C izmjerena je apsorbancija svake otopine pri valnoj duljini od 530 nm. Vrijednosti apsorbancija odgovarajućih otopina dane su u tablici 1. Odredite molarni apsorpcijski koeficijent KMnO_4 pri 530 nm koristeći grafički prikaz apsorbancije prema koncentraciji i jednadžbu pravca kroz dvije točke.

Tablica 1. Ovisnost apsorbancije vodene otopine KMnO_4 o koncentraciji pri valnoj duljini 530 nm, 25 °C i duljini kivete 1 cm.

$c(\text{KMnO}_4) / \text{mol dm}^{-3}$	$10^4 \cdot c(\text{KMnO}_4) / \text{mol dm}^{-3}$	A
$2 \cdot 10^{-4}$	2	0,419
$4 \cdot 10^{-4}$	4	0,845
$6 \cdot 10^{-4}$	6	1,244
$8 \cdot 10^{-4}$	8	1,614

 Naslov tablice se piše iznad tablice.

Beer-Lambertov zakon:

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

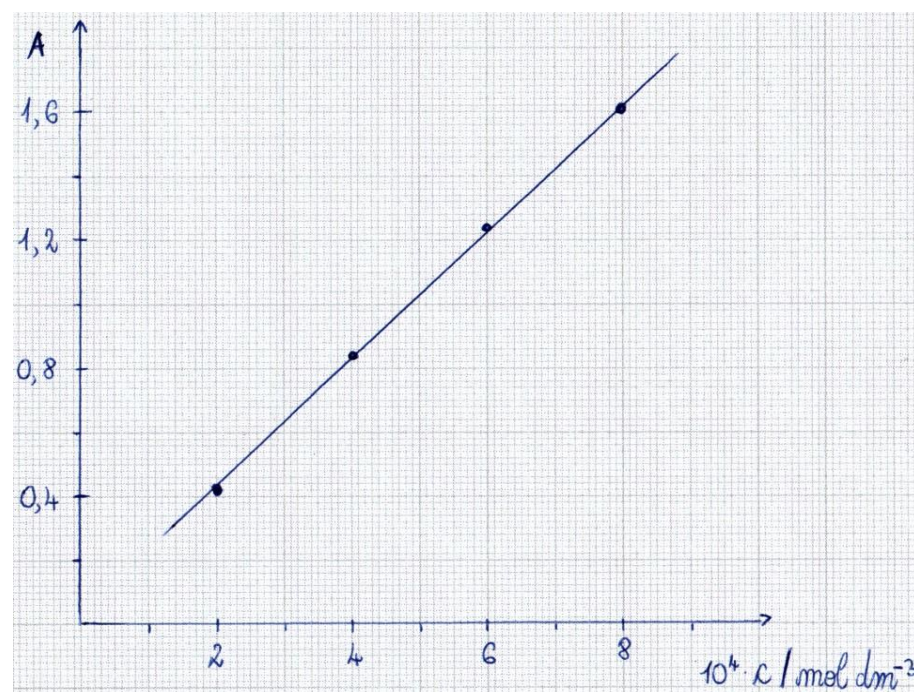
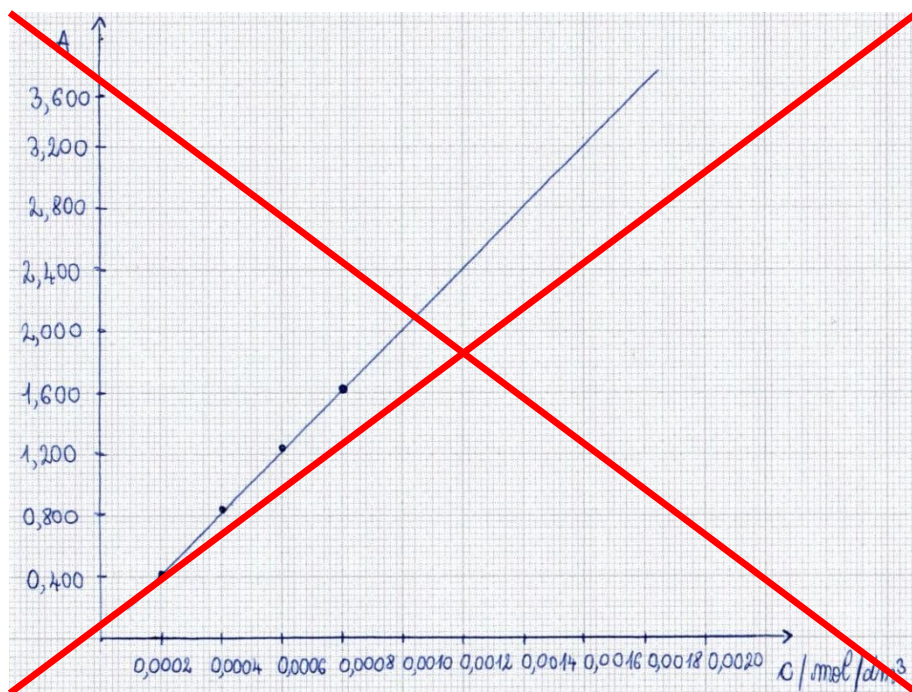
$$y = a \cdot x + b$$

A – apsorbancija

ε – molarni apsorpcijski koeficijent [$\text{dm}^3 \text{mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$]

l – duljina optičkog puta [cm]

c – množinska koncentracija [mol dm^{-3}]



Slika 7. Ovisnost apsorbancije vodene otopine KMnO_4 o koncentraciji prema podacima iz tablice 1.

– jednačba pravca kroz dvije točke:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$$

$$A - A_1 = \frac{A_2 - A_1}{c_2 - c_1} (c - c_1)$$

TOČKA 1 $\rightarrow (c_1, A_1) \rightarrow (4 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}; 0,845)$

TOČKA 2 $\rightarrow (c_2, A_2) \rightarrow (8 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}; 1,614)$

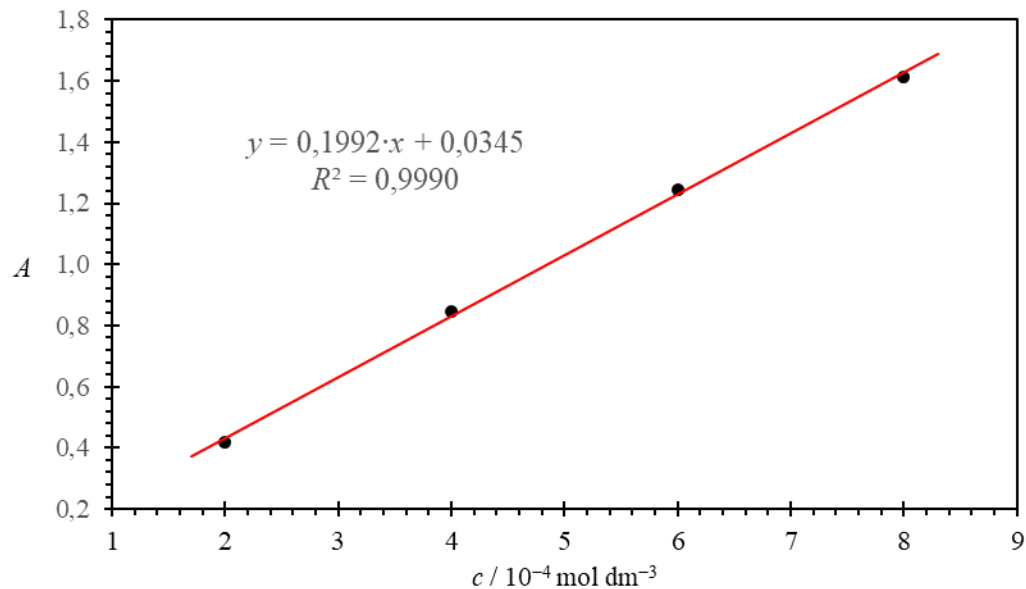
$$A - 0,845 = \frac{1,614 - 0,845}{(8 - 4) \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}} (c - 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3})$$

$$A = 1923 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot c + 0,076$$

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

$$\varepsilon \cdot l = 1923 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \quad \varepsilon = \frac{1923 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}}{1 \text{ cm}}$$

$$\varepsilon = 1923 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$



Slika 8. Ovisnost apsorbancije vodene otopine KMnO_4 o koncentraciji prema podacima iz tablice 1 napravljena u MS Excel programu.

– iz dvije točke:

$$\varepsilon = 1923 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

– metoda najmanjih kvadrata:

$$\varepsilon = 1992 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Čemu nam služi molarni apsorpcijski koeficijent?

Primjer:

– vodena otopina KMnO_4 se koristi kod liječenja vodenih kozica → hipermangan



Slika 9. Komercijalno dostupan hipermangan.³

Kolika je koncentracija vodene otopine hipermangana, ako joj je izmjerena apsorbancija 0,652 pri valnoj duljini 530 nm, 25 °C i duljini kivete 1 cm?

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c$$

$$c = \frac{A}{\varepsilon l} = \frac{0,652}{1992 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 1 \text{ cm}}$$

$$c = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

³ <https://www.gorenjske-lekarne.si/artikel/hipermangan> (datum pristupa: 30.9.2022.)

HVALA NA POZORNOSTI.

**ŽELIM VAM PUNO SREĆE I AKADEMSKOG
USPJEHA!**