

ANALITIČKA KEMIJA II

- ↓ uvodno predavanje
- ↓ općenito - uzorkovanje; norme i standardi; intelektualno vlasništvo
- ↓ BOLTZMANNOVA RAZDIOBA
- ↓ STATISTIKA - osnove
- ↓ EKSTRAKCIJA, KROMATOGRAFIJA - osnove
- ↓ ELEKTROANALITIČKE METODE
- ↓ SPEKTROSKOPIJA - osnove
- ↓ **SPEKTROSKOPIJA - OSNOVE - zadaci**

nositelj: prof.dr.sc. P. Novak
održala: K. Čuljak, dipl. inž.
sastavila: dr.sc.V. Allegretti Živčić; šk.g. 2012/13.

1. Izračunajte frekvenciju (Hz) za:

- a) snop X-zračenja valne duljine 2,65 Å;
- b) emisijsku liniju bakra pri 211,0 nm;
- c) lasersku liniju pri 694,3 nm;
- d) lasersku liniju pri 10,6 μm;
- e) infracrveni apsorpcijski maksimum pri 19,6 μm;
- f) mikrovalni snop pri 1,86 cm.

osnovna formula: $\nu = \frac{c}{\lambda}$ (s⁻¹, Hz)

konstanta:
 $c = 3 \times 10^{10} \text{ cm s}^{-1} = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

rješenje:

$$\text{a) } \lambda = 2,65 \text{ \AA} \quad (1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}) \Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{2,65 \times 10^{-8} \text{ cm}} = 1,13 \times 10^{18} \text{ s}^{-1} \quad (\text{Hz})$$

$$\text{b) } \lambda = 211,0 \text{ nm} \quad (1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm} = 10^{-9} \text{ m}) \Rightarrow$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{211,0 \times 10^{-7} \text{ cm}} = 1,42 \times 10^{15} \text{ s}^{-1} \quad (\text{Hz})$$

$$c) \lambda = 694,3 \text{ nm} = 694,3 \times 10^{-7} \text{ cm} \Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{694,3 \times 10^{-7} \text{ cm}} = 4,32 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} \text{ (Hz)}$$

$$d) \lambda = 10,6 \text{ } \mu\text{m} \text{ (} 1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm} = 10^{-6} \text{ m)} \Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{10,6 \times 10^{-4} \text{ cm}} = 2,83 \times 10^{13} \text{ s}^{-1} \text{ (Hz)}$$

$$e) \lambda = 19,6 \text{ } \mu\text{m} \text{ (} 1 \text{ } \mu\text{m} = 10^{-4} \text{ cm} = 10^{-6} \text{ m)} \Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{19,6 \times 10^{-4} \text{ cm}} = 1,53 \times 10^{13} \text{ s}^{-1} \text{ (Hz)}$$

$$f) \lambda = 1,86 \text{ cm} \Rightarrow \nu = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{1,86 \text{ cm}} = 1,61 \times 10^{10} \text{ s}^{-1} \text{ (Hz)}$$

λ / nm	$\nu / \text{s}^{-1} \text{ (Hz)}$
26,5 (2,65 Å)	$1,13 \times 10^{18}$
211	$1,42 \times 10^{15}$
694	$4,32 \times 10^{14}$
$10,6 \times 10^{-3}$ (10,6 μm)	$2,83 \times 10^{13}$
$19,6 \times 10^{-3}$ (19,6 μm)	$1,53 \times 10^{13}$
$1,86 \times 10^{-7}$ (1,86 cm)	$1,61 \times 10^{10}$

2. Izračunajte valnu duljinu (cm) za:

- frekvenciju zrakoplovnog tornja pri 118,6 MHz;
- radiovalnu frekvenciju pri 114,10 kHz;
- NMR signal pri 105 MHz;
- infracrveni apsorpcijski maksimum pri 1210 cm^{-1} .

osnovna formula: $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{1}{\tilde{\nu}}$

rješenje:

$$a) \nu = 118,6 \text{ MHz (M = mega} = 10^6) \Rightarrow \lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{118,6 \times 10^6 \text{ s}^{-1}} = 2,53 \text{ m}$$

$$b) \nu = 114,1 \text{ kHz (k = kilo} = 10^3) \Rightarrow \lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{114,1 \times 10^3 \text{ s}^{-1}} = 2629,3 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 2,63 \text{ km}$$

$$c) \nu = 105 \text{ MHz (M = mega} = 10^6) \Rightarrow \lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{105 \times 10^6 \text{ s}^{-1}} = 2,86 \text{ m}$$

$$d) \tilde{\nu} = 1210 \text{ cm}^{-1} \Rightarrow \lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}} = \frac{1}{1210 \text{ cm}^{-1}} = 8,26 \times 10^{-4} \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 8,26 \text{ } \mu\text{m}$$

3. Pretvorite sljedeće valne duljine u frekvencije: 200 nm; 250 nm; 500 nm; 1,0 μm; 2,5 μm; 3,0 μm; 10 μm; 25 μm.

osnovna formula:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{200 \times 10^{-9} \text{ m}} = 1,5 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1 \times 10^{-6} \text{ m}} = 3,0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

rješenje:

λ	ν
200 nm	$1,5 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$
250 nm	$1,2 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$
500 nm	$6,0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
1,0 μm	$3,0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
2,5 μm	$1,2 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
3,0 μm	$1,0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
10 μm	$3,0 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$
25 μm	$1,2 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$

4. Pretvorite sljedeće valne brojeve u valne duljine: 15000 cm⁻¹; 8750 cm⁻¹; 6667 cm⁻¹; 5000 cm⁻¹; 3000 cm⁻¹; 2500 cm⁻¹; 2200 cm⁻¹; 2000 cm⁻¹; 1000 cm⁻¹; 200 cm⁻¹.

osnovna formula:

$$\lambda = \frac{1}{\tilde{\nu}}$$

$$\lambda = \frac{1}{15000 \text{ cm}^{-1}} = 6,666 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

$$= 6,666 \times 10^{-5} \text{ cm} \times 10^4 \mu\text{m cm}^{-1} = 0,67 \mu\text{m}$$

rješenje:

$\tilde{\nu}, \text{cm}^{-1}$	$\lambda, \mu\text{m}$
15000	0,67
8750	1,14
6667	1,49
5000	2,0
3000	3,33
2500	4,0
2200	4,5
2000	5,0
1000	10,0
200	50,0

srednji IR

5. Instrument za mjerenje u UV, VIS i NIR području ima mogućnost rada između 185 i 3000 nm. Koje je to područje valnih brojeva i frekvencija?

osnovne formule: $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda [cm]}$ $\nu = \frac{c}{\lambda} = c\tilde{\nu}$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{185 \times 10^{-7} cm} = 54000 cm^{-1}$$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{3000 \times 10^{-7} cm} = 3333,33 cm^{-1}$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^{10} cms^{-1}}{185 \times 10^{-7} cm} = 3 \times 10^{10} cms^{-1} \times 54000 cm^{-1} = 1,62 \times 10^{15} s^{-1} (Hz)$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^{10} cms^{-1}}{3000 \times 10^{-7} cm} = 3 \times 10^{10} cms^{-1} \times 3333,33 cm^{-1} = 9,99 \times 10^{13} s^{-1} (Hz)$$

rješenje:

- područje valnih brojeva: 54000-3333,33 cm^{-1}
- područje frekvencija: $1,62 \times 10^{15}$ - $9,99 \times 10^{13} s^{-1} (Hz)$

6. Tipičan jednostavni infracrveni spektrofotometar pokriva valno područje od 3 do 15 μm . Izrazite to područje u: valnim brojevima; hertzima.

osnovne formule: $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda [cm]}$ $\nu = \frac{c}{\lambda} = c\tilde{\nu}$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{3 \times 10^{-4} cm} = 3333,33 cm^{-1}$$

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{15 \times 10^{-4} cm} = 666,67 cm^{-1}$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^{10} cms^{-1}}{3 \times 10^{-4} cm} = 3 \times 10^{10} cms^{-1} \times 3333,33 cm^{-1} = 9,99 \times 10^{13} s^{-1} (Hz)$$

$$\nu = \frac{3 \times 10^{10} cms^{-1}}{15 \times 10^{-4} cm} = 3 \times 10^{10} cms^{-1} \times 666,67 cm^{-1} = 2,00 \times 10^{13} s^{-1} (Hz)$$

rješenje:

- područje valnih brojeva: 3333,33-666,67 cm^{-1}
- područje frekvencija: $9,99 \times 10^{13}$ - $2,00 \times 10^{13} Hz$

7. Pretpostavite da vibracije koje se odvijaju u česticama za vrijeme procesa raspršenja postoje za trajanja perioda upadnog zračenja. Izračunajte period vidljive svjetlosti valne duljine 600 nm.

osnovne formule: $v = \frac{c}{\lambda}$ $p = \frac{1}{v}$

$$v = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{600 \times 10^{-7} \text{ cm}} = 5,00 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$p = \frac{1}{5,00 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 2 \times 10^{-15} \text{ s}$$

rješenje:

$$p = 2 \times 10^{-15} \text{ s}$$

8. Elektromagnetsko zračenje u vakuumu ima valnu duljinu 275 nm. Odredite frekvenciju i period zračenja. Izračunajte energiju povezanu sa svakim fotonom zračenja.

osnovne formule: $v = \frac{c}{\lambda}$ $p = \frac{1}{v}$ $E = hv$

$$v = \frac{3 \times 10^{10} \text{ cms}^{-1}}{275 \times 10^{-7} \text{ cm}} = 1,09 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$p = \frac{1}{1,09 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}} = 9,17 \times 10^{-16} \text{ s}$$

$$E = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}^{-1} \times 1,09 \times 10^{15} \text{ s} = 7,23 \times 10^{-19} \text{ J}$$

rješenje:

- $v = 1,09 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$
- $p = 9,17 \times 10^{-16} \text{ s}$
- $E = 7,23 \times 10^{-19} \text{ J}$

9. Izračunajte energiju po fotonu zračenja koje u zraku ima valnu duljinu 589 nm.

osnovna formula:

$$E = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js} \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{589 \times 10^{-9} \text{ m}} = 3,37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

rješenje:

$$E = 3.37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

10. Izračunajte područje valnih duljina (nm) koje odgovara energijskim prijelazima od 1,5 do 8,0 eV.

osnovna formula: $\lambda = \frac{hc}{E}$

$$1 \text{ eV} = 0,160 \text{ aJ}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1,5 \times 0,160 \times 10^{-18} \text{ J}} = 828 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{8,0 \times 0,160 \times 10^{-18} \text{ J}} = 155 \times 10^{-9} \text{ m}$$

rješenje:

područje valnih duljina = 828-155 nm

11. Odredite energiju (eV) molekule grijane na 5000 K.

osnovna formula: $E = kT$ (kinetička energija)

$$k = \text{Boltzmannova konstanta} = 1,3806 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$$

$$\text{rješenje: } E = 0.430 \text{ eV}$$

12. Energijska razlika između 3p i 3s orbitala natrija iznosi 2.107 eV. Izračunajte valnu duljinu zračenja koje će biti apsorbirano pri pobudi 3s elektrona u stanje 3p.

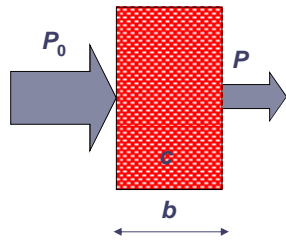
osnovna formula:

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

$$\text{rješenje: } \lambda = 589 \text{ nm}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

Lambert-Beerov zakon – osnovni pojmovi



TRANSMITANCIJA → udio upadnog zračenja koje je otopina propustila

$$T = \frac{P}{P_0} \quad \rightarrow \quad \%T = T \times 100$$

APSORBANCIJA → opisuje količinu apsorbiranog zračenja

$$A = \log \frac{P_0}{P} \quad \rightarrow \quad A = -\log T$$

LAMBERT-BEEROV ZAKON → odnos apsorbancije i koncentracije (duljine puta)

$$A = abc$$

A = apsorbancija (bezdimenzijska veličina)

b = duljina puta zrake kroz uzorak (debljina sloja uzorka, debljina mjerne posudice), *cm*

c = koncentracija

a = konstanta mjernog sustava → apsorpcijski koeficijent, apsorptivnost → dimenzija ovisi o dimenziji *c*

stari način izražavanja:

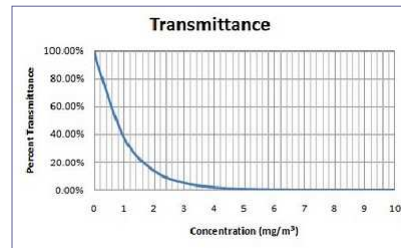
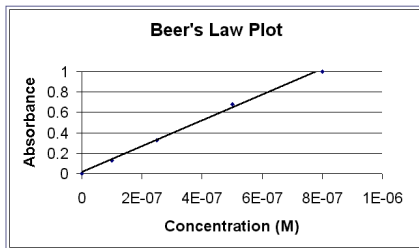
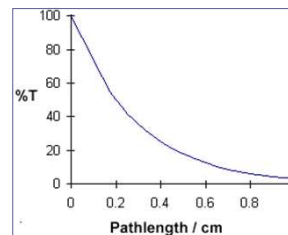
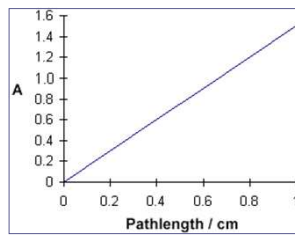
$$A = \epsilon bc$$

ϵ = molarni apsorpcijski koeficijent, molarna apsorptivnost ($L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) (starija literatura)

c = molarna koncentracija (mol L^{-1})

$$A = abc$$

$$A = -\log T$$



kvantitativna analiza → **baždarni pravac**

13. Kojim vrijednostima transmittancija (% T) odgovaraju sljedeće apsorbancije: 0,064; 0,765; 0,318?

osnovne formule:

$$A = -\log T$$

$$T = 10^{-A}$$

$$\%T = T \times 100$$

rješenja:

A	$\%T$
0,064	86,3
0,765	17,2
0,318	48,1

14. Izračunajte transmittanciju (% T) otopina čije su apsorbancije dvostruke od onih navedenih u prethodnom zadatku.

rješenja:

A	$\%T$
$0,064 \times 2 = 0,128$	74,5
$0,765 \times 2 = 1,530$	2,95
$0,318 \times 2 = 0,636$	23,1

15. Navedene transmitancijske vrijednosti pretvorite u pripadne apsorbancije:
19,4 %; 0,863; 27,2 %.

$$A = -\log T$$

$$A = -\log 0,194$$

$$A = -\log 0,863$$

$$A = -\log 0,272$$

rješenja:

T	A
19,4 %	0,712
0,863	0,064
27,2 %	0,565

16. Izračunajte apsorbancije otopina čije su transmitancije jednake polovici onih navedenih u prethodnom zadatku.

$$A = -\log T$$

$$A = -\log 0,097$$

$$A = -\log 0,4315$$

$$A = -\log 0,136$$

rješenja:

T	A
$19,4 / 2 = 9,7 \%$	1,013
$0,863 / 2 = 0,4315$	0,365
$27,2 / 2 = 13,6 \%$	0,866

17. Otopina koja sadrži 4,48 ppm KMnO_4 ima transmitanciju 0,309 mjerenu u kiveti debljine 1,00 cm pri 520 nm. Izračunajte molarnu apsorptivnost (molarni apsorpcijski koeficijent) otopine KMnO_4 .

osnovne formule: $A = -\log T$ $A = abc$

$$a = \frac{A}{bc} \quad [\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}]$$

$$\text{ppm} = \mu\text{g mL}^{-1}$$

rješenje: $M(\text{KMnO}_4) = 158,04 \text{ g mol}^{-1}$

$$\text{ppm} = \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} = \frac{10^{-6} \text{ g}}{10^{-3} \text{ L}} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{L}} ; 1 \text{ L} = 10 \text{ dm}^3$$

$$c = \frac{\gamma}{M} = \frac{4,48 \times 10^{-3} \text{ g L}^{-1}}{158,04 \text{ g mol}^{-1}} = 2,83 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$A = -\log 0,309 = 0,510$$

$$a = \frac{0,510}{1 \text{ cm} \times 2,83 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}} = 18021 \text{ L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$$

18. Alikvotu od 2,5 mL otopine koja sadrži 3,8 ppm željeza(III) dodan je suvišak otopine KNCS. Tako pripravljena otopina razrijeđena je na 50,0 mL. Kolika je apsorbancija pripravljene otopine pri 580 nm, ako se mjeri u kiveti debljine 2,50 cm, a molarni apsorpcijski koeficijent nastalog kompleksa iznosi $7,00 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$?

osnovna formula: **$A = abc$**

pretpostavka: suvišak KNCS \Rightarrow Fe(III) potpuno vezano u kompleks \Rightarrow
 $c(\text{Fe}^{3+}) = c(\text{FeNCS}_2^{2+})$

rješenje:

$$M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g mol}^{-1}$$

$$c_1(\text{Fe}) = 3,8 \text{ ppm} = 3,8 \mu\text{g mL}^{-1}$$

$$c_1 = \frac{\gamma_1}{M} = \frac{3,8 \mu\text{g mL}^{-1}}{55,85 \text{ g mol}^{-1}} = \frac{3,8 \times 10^{-3} \text{ g L}^{-1}}{55,85 \text{ g mol}^{-1}} = 6,80 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$$

$$c_1 V_1 = c_2 V_2; \quad V_1 = 2,5 \text{ mL}; \quad V_2 = 50,0 \text{ mL}$$

$$c_2 = c_1 \frac{V_1}{V_2} = 6,80 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \times \frac{2,5 \text{ mL}}{50,0 \text{ mL}} = 3,4 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

$$A = 7,00 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \times 2,5 \text{ cm} \times 3,40 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1} = \mathbf{0,0595} \quad \text{bezdimenzijska veličina!}$$

19. Prenosivim fotometrom mjernog odgovora linearnog u odnosu na zračenje, izmjerena je vrijednost od 73,6 μA za slijepu otopinu (referentna otopina) u putu svjetlosti. Zamjenom slijepe otopine uzorkom koji apsorbira, izmjereno je 24,9 μA . Izračunajte:

- transmitanciju (% T) otopine uzorka;
- apsorbanciju otopine uzorka;
- transmitanciju koju bi imala otopina čija je koncentracija jednaka trećini one u prvobitno opisanoj otopini;
- transmitanciju koju bi imala otopina koncentracije dvostruke od one prvobitno opisane otopine.

rješenje:

osnovne formule:

$$A = -\log T$$

$$T = \frac{P}{P_0}$$

$$\text{a) } T = \frac{24,9}{73,6} = 0,338 \Rightarrow \%T = \mathbf{33,8}$$

$$\text{b) } A = -\log 0,338 \Rightarrow A = \mathbf{0,471}$$

$$\text{c) } c_2 = \frac{c_1}{3} \Rightarrow A_2 = \frac{A_1}{3}$$

$$\Rightarrow A = 0,471/3 = 0,157 \Rightarrow \%T = \mathbf{69,7 \%}$$

$$\text{d) } c_2 = 2 c_1 \Rightarrow A_2 = 2 A_1 \Rightarrow$$

$$A = 2 \times 0,471 = 0,942 \Rightarrow \%T = \mathbf{11,4 \%}$$

20. Primjenom tablično prikazanih podataka izračunajte veličine koje nedostaju, a uz pretpostavku da molekulska masa uzorka iznosi 250.

A	%T	a / L mol ⁻¹ cm ⁻¹	b / cm	c / M	c / ppm	a / cm ⁻¹ ppm ⁻¹
0,416			1,40	1,25 x 10 ⁻⁴		
1,424			0,996			0,137
		3,46 x 10 ³	2,50		3,33	
	48,3		0,25		6,72	
	76,3		1,10			0,0631

osnovne formule:

$$A = -\log T$$

$$A = abc$$

rješenje:

$$A = 0,416 \Rightarrow \%T = 38,4$$

$$ppm = \frac{\mu g}{mL} = \frac{10^{-6} g}{10^{-3} L} = 10^{-3} \frac{g}{L} ; 1 L = 10 dm^3$$

$$a = \frac{0,416}{1,4 cm \times 1,25 \times 10^{-4} mol L^{-1}} = 2,38 \times 10^3 L mol^{-1} cm^{-1}$$

$$\gamma = c \times M = 1,25 \times 10^{-4} mol L^{-1} \times 250 g mol^{-1} = 312,5 \times 10^{-4} g L^{-1} = 31,25 ppm$$

$$a = \frac{0,416}{1,40 cm \times 31,25 ppm} = 9,51 \times 10^{-3} cm^{-1} ppm^{-1}$$

rezultati za a), b), c), d) i e) prikazani su u popunjenoj tablici (crveni kosi brojevi):

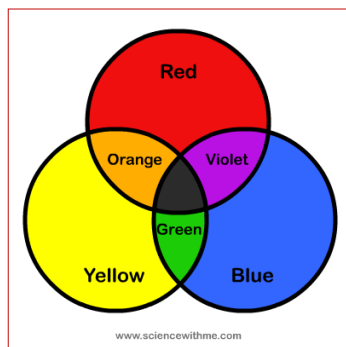
A	%T	a / L mol ⁻¹ cm ⁻¹	b / cm	c / M	c / ppm	a / cm ⁻¹ ppm ⁻¹
0,416	38,4	2,38x10 ³	1,40	1,25x10 ⁻⁴	31,25	9,51x10 ⁻³
1,424	3,77	3,43x10 ⁴	0,996	4,17x10 ⁻⁵	10,44	0,137
0,115	76,7	3,46x10 ³	2,50	1,33x10 ⁻⁵	3,33	1,38x10 ⁻²
0,316	48,3	4,70x10 ⁴	0,25	2,69x10 ⁻⁵	6,72	0,188
0,117	76,3	1,57x10 ⁴	1,10	6,76x10 ⁻⁶	1,69	0,0631

21. Zašto je crvena otopina crvena?

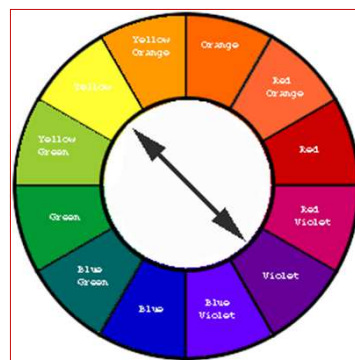
VIDLJIVI SPEKTAR

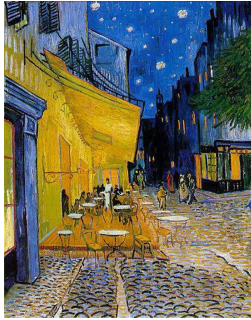
valno područje, nm	apsorbirana boja	vidljiva boja
400-435	ljubičasta	žutozelena
435-480	plava	žuta
480-490	plavozelena	narančasta
490-500	zelenoplava	crvena
500-560	zelena	purpurna
560-580	žutozelena	ljubičasta
580-595	žuta	plava
595-650	narančasta	plavozelena
650-750	crvena	zelenoplava

apsorbirana i vidljiva boja su **komplementarne**



- ⇒ primarne boje: žuta, crvena, plava
- ⇒ mješavine primarnih boja daju sekundarne boje
- ⇒ komplementarne boje → nasuprotne u kolu boja





Vincent Van Gogh, Share the Love

There are colors which cause others to shine brilliantly, which form a couple which complete each other like man and woman.

Vincent Van Gogh



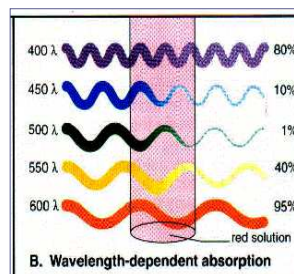
Vincent Van Gogh, Café Terrace on the Place du Forum, Arles, 1888.



odgovor:

Crvena otopina apsorbira zelenu komponentu ukupnog bijelog zračenja, a propušta crvenu komponentu (komplementarne boje).

shematski prikaz apsorpcije vidljivog zračenja u crvenoj otopini



DODATNI ZADACI

22. Valna duljina EMZ u vakuumu iznosi 275 nm. Odredite frekvenciju i period zračenja. Izračunajte energiju svakog fotona zračenja.
23. Brzina zračenja valne duljine 589,3 nm u boksitu iznosi $1,901 \times 10^8$ m/s. Izračunajte indeks loma boksita pri 589,3 nm.
24. Elektromagnetsko zračenje ima valnu duljinu 460.0 nm u suhom zraku ($n = 1,00028$). Odredite frekvenciju zračenja i energiju fotona zračenja.
25. Izračunajte valnu duljinu u vakuumu i u taljenom kvarcu ($n = 1,467$) za zračenje čija frekvencija iznosi $4,708 \times 10^{14}$ Hz.
26. Izračunajte energiju po fononu za zračenje čija je valna duljina u zraku 589 nm.
27. Molarni apsorpcijski koeficijent vodene otopine nekog spoja pri 765 nm iznosi $1,54 \times 10^3$. Transmitancija izmjerena u kiveti debljine 1,00 cm iznosi 43,2 %. Koja je koncentracija otopine?
28. Standardna koncentracija otopine nekog spoja koncentracije $2,5 \times 10^{-4}$ M mjerena je u kiveti debljine 5,00 cm, te je dobivena transmitancija iznosila 58,6 % pri 347 nm. Odredite molarni apsorpcijski koeficijent.
29. Pretvorite sljedeće apsorbancije u postotne transmitancije: a) 0,113, b) 0,878, c) 0,430, d) 0,217, e) 1,023.
30. Pretvorite sljedeće postotne transmitancije u apsorbancije: a) 12,3, b) 87,8, c) 44,8, d) 62,1, e) 37,6.
31. Neki spoj u metanolu ima molarni apsorpcijski koeficijent $2,9 \times 10^4$ pri 374 nm. Ukoliko treba spektrofotometrijski odrediti otopine u koncentracijskom području od 1×10^{-6} M do 8×10^{-6} M, kivete koje debljine se mogu preporučiti za izvedbu analize? Pretpostavite da na raspolaganju postoje kivete debljine 1,00 cm, 5,00 cm i 10,00 cm, a ljestvica instrumenta mjeri apsorbancije od 0 – 2.

32. Izračunajte energiju mola fotona koja odgovara valnoj duljini od 300 nm.
33. Izračunajte apsorbanciju neke organske boje ($c = 7 \times 10^{-4}$ mol L⁻¹), uz uvjet da molarni apsorpcijski koeficijent iznosi $a = 650$ mol L⁻¹ cm⁻¹ a duljina optičkog puta uporabljene kivete 2×10^{-2} m. Što bi se dogodilo s apsorbancijom kad bi se uporabila kiveta dvostruke debljine?
34. Otopina kalijevog permanganata koncentracije $1,28 \times 10^{-4}$ M ima transmitanciju 0,5 mjerenu pri 525 nm u kiveti debljine 1 cm.
- a) Izračunajte molarni apsorpcijski koeficijent za permanganat pri toj valnoj duljini.
- b) Ukoliko se koncentracija udvostruči, kolika bi bila pripadna apsorbancija i postotna transmitancija nove otopine?
35. Zagađeni uzorak vode sadrži približno 0,1 ppm kroma ($M = 52$ g mol⁻¹). Za mjerenje prisutnosti kroma odabrana je metoda koja se temelji na apsorpciji Cr(VI) u obliku njegovog semikarbazidnog kompleksa ($\lambda_{\max} = 540$ nm; $a_{\max} = 41700$ L mol⁻¹ cm⁻¹). Koja je optimalna debljina kivete ukoliko mjerena apsorbancija treba biti reda veličine 0,4?
36. Boje i voskovi za primjenu na fasadama zgrada moraju se zaštititi od utjecaja sunčevog zračenja koje ubrzava njihovu degradaciju (fotoliza i fotokemijske reakcije). Uz uvjet da za aditiv vrijedi $M = 500$ g mol⁻¹ i $a_{\max} = 15000$ mol⁻¹ L cm⁻¹ za $\lambda_{\max} = 350$ nm, koja mora bit koncentracija (izražena u g L⁻¹) UV-aditiva ako 90 % zračenja treba bit apsorbirano od strane premaza debljine 0,3 mm?
37. a) Koliku energiju posjeduje zračenje valnog broja 1000 cm⁻¹?
- b) Pretvorite $\lambda = 15$ μ m u cm⁻¹ i potom u m⁻¹. Koja valna duljina odgovara valnom broju od 1700 cm⁻¹?
- c) U maksimumu apsorpcijske vrpce transmitancija iznosi samo 5 %. Koja je odgovarajuća apsorbancija?