

Opšti kurs fizičke hemije 2

Zadaci II

Površinski napon,
adsorpcija, viskoznost,
fizička svojstva molekula

Zadatak 1.

Molarne refrakcije metana i etana iznose 6,8 i 11,4 cm^3/mol respektivno. Izračunati atomske refrakcije ugljenika i vodonika.

Rešenje:

$$[R]_{CH_4} = [R]_C + 4[R]_H = 6,8 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$[R]_{C_2H_6} = 2[R]_C + 6[R]_H = 11,4 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$[R]_C = [R]_{CH_4} - 4[R]_H$$

$$[R]_{C_2H_6} = 2[R]_{CH_4} - 8[R]_H + 6[R]_H$$

$$[R]_H = \frac{2[R]_{CH_4} - [R]_{C_2H_6}}{2}$$

$$[R]_H = 1,1 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$[R]_C = 2,4 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

Zadatak 2.

Indeks prelamanja gasovitog ugljovodonika, opšte formule C_nH_{2n+2} , je 1,00139 na 0°C i 1 atm.

Ako je $[R]_H = 1,1 \text{ cm}^3/\text{mol}$, a $[R]_C = 2,4 \text{ cm}^3/\text{mol}$, odrediti bruto formulu ugljovodonika. Pretpostaviti da je gas u idealnom gasnom stanju.

Rešenje:

$$n_r = 1,00139; \quad [R]_H = 1,1 \text{ cm}^3 / \text{mol}; \quad [R]_C = 2,4 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$\begin{aligned} [R]_{C_n H_{2n+2}} &= \frac{n_r^2 - 1}{n_r^2 + 2} \frac{M_r}{\rho} = \frac{n_r^2 - 1}{n_r^2 + 2} V_m = \frac{n_r^2 - 1}{n_r^2 + 2} \frac{RT}{p} \\ &= \frac{1,00139^2 - 1}{1,00139^2 + 2} \cdot 22414 \text{ cm}^3 / \text{mol} = 20,75 \text{ cm}^3 / \text{mol} \end{aligned}$$

$$[R]_{C_n H_{2n+2}} = n[R]_C + (2n + 2)[R]_H$$

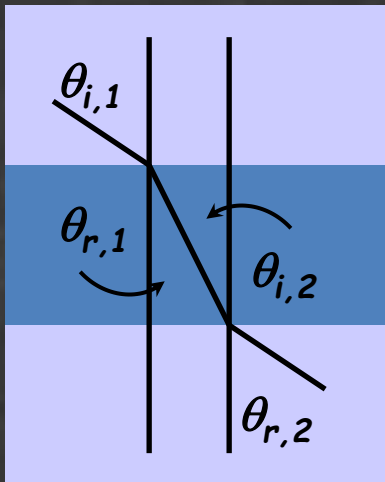
$$n = \frac{[R]_{C_n H_{2n+2}} - 2[R]_H}{[R]_C + 2[R]_H}$$

$$n = 4 \quad \rightarrow \quad \boxed{C_4 H_{10}}$$

Zadatak 3.

Zrak svetlosti se kreće kroz vazduh i nailazi na staklo debljine 5 mm. Upadni ugao iznosi 35° . Pod kojim uglom zrak napušta staklo? Indeks prelamanja vazduha iznosi 1,00, a stakla 1,55.

Rešenje:



$$n_1 = 1,00; \quad n_2 = 1,52$$

$$n_1 \sin \theta_{i,1} = n_2 \sin \theta_{r,1}$$

$$n_2 \sin \theta_{i,2} = n_1 \sin \theta_{r,2}$$

$$\theta_{r,1} = \theta_{i,2} \rightarrow \theta_{r,2} = \theta_{i,1} = 35^\circ$$

Zadatak 4.

Supstancija bruto formule C_3H_6O može da bude alil alkohol ($CH_2=CH-CH_2OH$) ili aceton (CH_3COCH_3).

Odredite koja je ispravna strukturna formula, ako je eksperimentalna vrednost molarne refrakcije $15,998 \text{ cm}^3/\text{mol}$, ukoliko su poznate vrednosti ekvivalenata refrakcije: $[R]_C=2,418 \text{ cm}^3/\text{mol}$, $[R]_H=1,1 \text{ cm}^3/\text{mol}$, $[R]_{O=} = 2,211 \text{ cm}^3/\text{mol}$ (karbonilna grupa), $[R]_{O-} = 1,525 \text{ cm}^3/\text{mol}$ (hidroksilna grupa), $[R]_= = 1,753 \text{ cm}^3/\text{mol}$ (dvostruka $C=C$ veza).

Rešenje:

$$[R]_{\text{alkohol}} = 3[R]_C + 6[R]_H + [R]_O + [R]_{=} = 17,132 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$[R]_{\text{keton}} = 3[R]_C + 6[R]_H + [R]_{O=} = 16,065 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

Zadatak 5.

Ako se nivo vode u kapilari radijusa 0,20 mm na 25°C (gustine 0,9971 g/cm³) povisi za 7,36 cm, izračunati površinski napon vode. Pretpostaviti da voda potpuno kvasi zidove kapilare.

Rešenje:

$$T = 298,15K; \quad \rho = 997,1\text{kg} / \text{m}^3; \quad r = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{m}$$

$$h = 7,36 \cdot 10^{-2} \text{m}; \quad \gamma = ?; \quad \theta = 0^\circ$$

$$\Delta P = \rho g h = \frac{2\gamma \cos \theta}{r}$$

$$\gamma = \frac{\rho g h r}{2 \cos \theta} = \frac{997,1\text{kg} / \text{m}^3 \cdot 9,81\text{m} / \text{s}^2 \cdot 7,36 \cdot 10^{-2} \text{m} \cdot 2,0 \cdot 10^{-4} \text{m}}{2 \cdot \cos 0}$$

$$\gamma = 72\text{mN} / \text{m}$$

Zadatak 6.

Tečnost A ima dva puta veći površinski napon, a dva puta manju gustinu od tečnosti B na 25°C . Ako se nivo tečnosti u kapilari uronjenoj u tečnost A povisi za 1 cm, za koliko će se podići nivo tečnosti u istoj kapilari uronjenoj u tečnost B?

Rešenje:

$$\gamma_A = 2\gamma_B \quad \rho_A = 0,5\rho_B \quad h_A = 1\text{ cm} \quad h_B = ?$$

$$\rho gh = \frac{2\gamma}{r}$$

$$\frac{\rho_B h_B}{\rho_A h_A} = \frac{\gamma_B}{\gamma_A}$$

$$h_B = \frac{\gamma_B}{\gamma_A} \frac{\rho_A}{\rho_B} h_A = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1\text{ cm}$$

$$h_B = 0,25\text{ cm}$$

Zadatak 7.

Izračunati rad koji se izvrši kada se radijus balona od sapunice poveća od 4 do 5 cm ako je površinski napon sapunice $25 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

Zadatak 7.

Izračunati rad koji se izvrši kada se radijus balona od sapunice poveća od 4 do 5 cm ako je površinski napon sapunice $25 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

Rešenje:

$$w = ? \quad r_1 = 4 \text{ cm} \quad r_2 = 5 \text{ cm} \quad \gamma = 25 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$w = 2 \gamma \Delta A = 2 \gamma (A_2 - A_1) = 2 \gamma (4 \pi r_2^2 - 4 \pi r_1^2)$$

$$w = 2 \cdot 25 \cdot 10^{-3} \text{ N/m} \cdot 4 \pi (5^2 - 4^2) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$w = 0,565 \text{ mJ}$$

Zadatak 8.

Protok tečnosti ($\eta = 30 \text{ P}$) kroz kapilaru poluprečnika $0,2 \text{ mm}$ i dužine $1,0 \text{ m}$ iznosi $1,31 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3/\text{s}$ pri razlici pritiska od 10 atm . Izračunati protok žive pod istim uslovima ako je $\eta = 1,547 \text{ cP}$.

Rešenje:

$$r = 0,2 \text{ mm} \quad l = 1 \text{ m} \quad \Delta P = 10 \text{ atm}$$

$$\eta_0 = 30 \text{ P} \quad \left(\frac{V}{t}\right)_0 = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / \text{s} \quad \eta_x = 1,547 \text{ cP}$$

$$\eta = \frac{\pi \Delta P r^4 t}{8 V l} \rightarrow \frac{V}{t} = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 l} \frac{1}{\eta} = \frac{K}{\eta}$$

$$\left(\frac{V}{t}\right)_x = \left(\frac{V}{t}\right)_0 \frac{\eta_0}{\eta_x} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / \text{s} \frac{30 \text{ P}}{1,547 \cdot 10^{-2} \text{ P}}$$

$$\left(\frac{V}{t}\right)_x = 2,54 \text{ dm}^3 / \text{s}$$

Zadatak 9.

Dve kišne kapi sfernog oblika i istog poluprečnika padaju kroz vazduh brzinom v . Ukoliko bi se ove dve kapi spojile u jednu kap, kojom bi brzinom padala velika kap?



Rešenje:

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho')}{9v}$$

$$v = \frac{2r^2 g(\rho - \rho')}{9\eta}$$

$$v' = \frac{2r'^2 g(\rho - \rho')}{9\eta}$$

$$\frac{v'}{v} = \frac{r'^2}{r^2}$$

$$2 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi r'^3 \quad \rightarrow \quad r' = 2^{1/3} r$$

$$v' = 4^{1/3} v$$

Zadatak 10.

Maksimalna vrednost brzine protoka tečnosti pri kojoj je tok laminaran se naziva kritičnom brzinom. Izračunati kritičnu brzinu kojom ulje gustine 860 kg/m^3 protiče kroz cev prečnika 50 mm, ako kinematička viskoznost iznosi 40 cSt.

Rešenje:

$$\rho = 860 \text{ kg} / \text{m}^3 \quad d = 50 \text{ mm}$$

$$\nu = 40 \text{ cSt}$$

$$R_e = 2000$$

$$R_e = \frac{\rho u d}{\eta} = \frac{u d}{\nu}$$

$$u = \frac{R_e \nu}{d} = \frac{2000 \cdot 40 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}}{50 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$u = 1,6 \text{ m} / \text{s}$$

Zadatak 11.

Izračunati površinsku koncentraciju sumporne kiseline u graničnoj površini faza rastvor/vazduh, ako se posmatra 20% rastvor sumporne kiseline u vodi na 18°C (površinski napon rastvora iznosi $75,2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$, a površinski napon vode na ovoj temperaturi iznosi $73,05 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$).

Rešenje:

$$\frac{20\% r - r}{T = 291,15 \text{ K}}$$

$$\gamma = 75,2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m} \quad \gamma_0 = 73,05 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$$

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \frac{d\gamma}{dc} = -\frac{c}{RT} \frac{\gamma - \gamma_0}{c - 0} = -\frac{\gamma - \gamma_0}{RT}$$

$$\Gamma = -8,88 \cdot 10^{-7} \text{ mol/m}^2$$

Zadatak 12.

Na temperaturi 800°C jedna vrsta stakla ima koeficijent viskoznosti $1 \cdot 10^5 \text{ Pa s}$ i gustinu $3,5 \text{ g/cm}^3$. Platinska kuglica poluprečnika 5 mm i gustine $21,4 \text{ g/cm}^3$ slobodno pada kroz ovaj viskozni medijum. Izračunati vreme za koje će platinska kuglica pri gornjim uslovima preći put od 1 cm .

Rešenje:

$$\eta = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s} \quad \rho' = 3,5 \text{ g} / \text{cm}^3$$

$$r = 5 \text{ mm} \quad \rho = 21,4 \text{ g} / \text{cm}^3 \quad l = 1 \text{ cm}$$

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho')t}{9l} \quad \rightarrow \quad t = \frac{9\eta l}{2r^2 g(\rho - \rho')}$$

$$t = \frac{9\eta l}{2r^2 g(\rho - \rho')} = \frac{9 \cdot 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \text{s} \cdot 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}}{2 \cdot 5^2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot 9,81 \text{ m} / \text{s}^2 \cdot (21,4 - 3,5) \cdot 10^3 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$t = 1025 \text{ s}$$

Zadatak 13.

Adsorpcija nekog gasa se može opisati Langmirovom izotermom, u kojoj koeficijent adsorpcije na 25°C iznosi $K = 0,85 \text{ kPa}^{-1}$. Izračunati pritisak pri kome će zaposednutost površine biti:

- a) 0,15;
- b) 0,95.

Rešenje:

$$K = 0,85 \text{ kPa}^{-1}$$

$$\theta = \frac{KP}{1 + KP} \rightarrow P = \frac{\theta}{1 - \theta} \frac{1}{K}$$

$$a) \quad \theta = 0,15 \rightarrow P = 0,21 \text{ kPa}$$

$$b) \quad \theta = 0,95 \rightarrow P = 22,4 \text{ kPa}$$

Zadatak 14.

Izračunati ugao dodira na kontaktu voda - zid kapilare, ako znate da se pri uranjanju kapilare prečnika 3 mm u sud sa vodom nivo vode u kapilari povisi za 6 mm.

Površinski napon vode iznosi 0,0728 N/m, a gustina 1000 kg/m³.

Rešenje:

$$d = 3 \text{ mm} \quad h = 6 \text{ mm} \quad \gamma = 0,0728 \text{ N / m} \quad \rho = 1000 \text{ kg / m}^3$$

$$\rho g h = \frac{2\gamma}{r} \cos \theta$$

$$\cos \theta = \frac{r \rho g h}{2\gamma} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg / m}^3 \cdot 9,81 \text{ m / s}^2 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2 \cdot 0,4 \text{ N / m}}$$

$$\cos \theta = 0,6064$$

$$\theta = 52,7^\circ$$

Zadatak 15.

Protok vode kroz cev prečnika 8 cm i dužine 4 km iznosi 120 L/min. Ukoliko koeficijent viskoznosti iznosi 0,001 Pa s, izračunati razliku pritiska na krajevima cevi.

Rešenje:

$$d = 8 \text{ cm} \quad l = 4 \text{ km} \quad V / t = 120 \text{ L / m} \quad \eta = 0,001 \text{ Pa s}$$

$$\Delta P = ?$$

$$\eta = \frac{\pi \Delta P r^4 t}{8 V l}$$

$$\Delta P = \frac{8(V / t) l \eta}{\pi r^4} = \frac{8 \cdot (120 \cdot 10^{-3} / 60) \text{ m}^3 / \text{s} \cdot 4 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot 0,001 \text{ Pa s}}{3,14 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^4 \text{ m}^4}$$

$$\Delta P = 7,96 \text{ kPa}$$

Zadatak 16.

Zavisnost površinskog napona rastvora od koncentracije rastvorene supstancije na 25°C je data izrazom:

$$\gamma = 7,2 \cdot 10^{-2} - 6,445 \cdot 10^{-3} \cdot c + 1,14 \cdot 10^{-3} \cdot c^2$$

Kako površinska koncentracija zavisi od koncentracije rastvorene supstancije u rastvoru?

Rešenje:

$$\gamma = 7,2 \cdot 10^{-2} - 6,445 \cdot 10^{-3} \cdot c + 1,14 \cdot 10^{-3} \cdot c^2$$

$$T = 298,15 \text{ K}$$

$$\Gamma = -\frac{c}{RT} \frac{d\gamma}{dc} = -\frac{c}{8,314 \cdot 298,15} (-6,445 \cdot 10^{-3} + 1,14 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot c)$$

$$\Gamma = 2,6 \cdot 10^{-6} \cdot c - 9,2 \cdot 10^{-7} \cdot c^2$$

Zadatak 17.

Površinski napon vode na 293,15 K iznosi 72,75 mN/m a gustina 0,997 g/cm³. Izračunati razliku pritiska u kapi vode i van nje, ako poluprečnik kapi iznosi 1 mm.

Rešenje:

$$\gamma = 72,75 \text{ mN} / \text{m}$$

$$r = 1 \text{ mm}$$

$$\Delta P = \frac{2\gamma}{r} = \frac{2 \cdot 0,07275 \text{ N} / \text{m}}{0,001 \text{ m}}$$

$$\Delta P = 145,5 \text{ Pa}$$

Zadatak 18.

Rezultujuća sila koja deluje na molekul u unutrašnjosti tečnosti je:

- a) usmerena naviše, ka površini
- b) usmerena naniže, od površine
- c) nula
- d) beskonačno velika?

Zadatak 18.

Rezultujuća sila koja deluje na molekul u unutrašnjosti tečnosti je:

- a) usmerena naviše, ka površini
- b) usmerena naniže, od površine
- c) nula
- d) beskonačno velika?

Zadatak 19.

Indeks prelamanja neke supstancije u gasovitom stanju na 20°C i 1 atm iznosi $1,003$. Izračunati molarnu refrakciju i zapreminsku polarizabilnost supstancije pod pretpostavkom da se gas pokorava zakonima idealnog gasnog stanja ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$).

Rešenje:

$$T = 293,15K \quad p = 1atm \quad n = 1,003000$$

$$[R] = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{N_A \alpha}{3\epsilon_0} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha' \quad \alpha' = \frac{3[R]}{4\pi N_A}$$

$$V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{RT}{p} = \frac{8,314 \text{ J / Kmol} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 0,024 \text{ m}^3 / \text{mol}$$

$$[R] = 44,8 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$\alpha' = 17,78 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$$

Zadatak 20.

Zapreminska polarizabilnost vode je $1,48 \cdot 10^{-24} \text{cm}^3$.
Izračunati dipolni moment molekula, indukovano
primenjenim električnim poljem jačine 1kV/cm
($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$).

Zadatak 20.

Zapreminska polarizabilnost vode je $1,48 \cdot 10^{-24} \text{cm}^3$.
Izračunati dipolni moment molekula, indukovan
primenjenim električnim poljem jačine 1kV/cm
($\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$).

Rešenje:

$$\alpha' = 1,48 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3; \quad \varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^2$$

$$p = \alpha F = 4\pi \varepsilon_0 \alpha' F =$$

$$4\pi \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \cdot 1,48 \cdot 10^{-30} \text{ m}^3 \cdot 1,0 \cdot 10^5 \text{ V/m} =$$

$$1,6 \cdot 10^{-35} \text{ Cm}$$

$$p = 4,9 \mu\text{D}$$

Zadatak 21.

Izračunati dipolni moment molekula HCN, ako su Dekartove koordinate atoma (u angstromima)

H(0,99; 0,00; 0,00), C(-0,07; 0,00; 0,00),

N(-1,22; 0,00; 0,00), dok naelektrisanja atoma vodonika, ugljenika i azota iznose redom $+0,19e$, $+0,07e$ i $-0,26e$.

Rešenje:

$$p = \sqrt{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}$$

$$p_x = x_H q_H + x_C q_C + x_N q_N = 8,02 \cdot 10^{-30} \text{Cm} = 2,40\text{D}$$

$$p_y = p_z = 0$$

$$p = 2,40\text{D}$$

Zadatak 22.

Na 0°C , molarna polarizacija tečnog hlortrifluorida je $27,18 \text{ cm}^3/\text{mol}$, njegova gustina iznosi $1,89 \text{ g/cm}^3$, a molarna masa $92,45 \text{ g/mol}$. Izračunati relativnu permitivnost tečnosti.

Zadatak 22.

Na 0°C, molarna polarizacija tečnog hlortrifluorida je 27,18 cm³/mol, njegova gustina iznosi 1,89 g/cm³, a molarna masa 92,45 g/mol. Izračunati relativnu permitivnost tečnosti.

Rešenje:

$$P_m = 27,18 \text{ cm}^3 / \text{mol} \quad M = 92,45 \text{ g} / \text{mol} \quad \rho = 1,89 \text{ g} / \text{cm}^3$$

$$P_m = \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2} \frac{M}{\rho}$$

$$\epsilon_r = 4,8$$

Zadatak 23.

Izračunati indeks prelamanja gasovitog broma na temperaturi od 0°C i pritisku od 1 atm, ako je molarna refrakcija broma pri tim uslovima $12,2 \text{ cm}^3/\text{mol}$.

Zadatak 23.

Izračunati indeks prelamanja gasovitog broma na temperaturi od 0°C i pritisku od 1 atm , ako je molarna refrakcija broma pri tim uslovima $12,2\text{ cm}^3/\text{mol}$.

Rešenje:

$$[R]_{\text{CH}_4} = 12,2\text{ cm}^3/\text{mol}; T = 273,15\text{ K}; p = 101325\text{ Pa}$$

$$\frac{M}{\rho} = V_m = \frac{RT}{p} = \frac{8,314\text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 273,15\text{ K}}{101325\text{ Pa}}$$

$$[R]_{\text{CH}_4} = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho}; \quad \boxed{n = 1,000817}$$

Zadatak 24.

Kolika treba da bude jačina spoljašnjeg električnog polja, kako bi u molekulu CCl_4 čija je zapreminska polarizabilnost $1,1 \cdot 10^{-31} \text{ m}^3$ indukovao dipolni moment intenziteta $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ D}$? $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

Rešenje:

$$\alpha' = 1,1 \cdot 10^{-31} \text{ m}^3$$

$$p_i = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ D}$$

$$p_i = \alpha F = 4\pi\epsilon_0 \alpha' F$$

$$F = \frac{p_i}{4\pi\epsilon_0 \alpha'} = \frac{1,0 \cdot 10^{-6} \cdot 3,336 \cdot 10^{-30} \text{ Cm}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ C / (Vm)} \cdot 1,1 \cdot 10^{-31} \text{ m}^3}$$

$$F = 0,02727 \cdot 10^7 \text{ V / m} = 2,7 \cdot 10^5 \text{ V / m}$$

$$F = 2,7 \text{ kV / cm}$$

Zadatak 25.

Izračunati dipolni moment troatomskog molekula ABC, u kome su dipolni momenti veza AB i BC redom 1,5 D i 0,8 D pod uglom od $109,50^\circ$. U molekulu ABC atom B ima najveću vrednost elektronegativnosti.

Zadatak 25.

Izračunati dipolni moment troatomskog molekula ABC, u kome su dipolni momenti veza AB i BC redom 1,5 D i 0,8 D pod uglom od $109,50^\circ$. U molekulu ABC atom B ima najveću vrednost elektronegativnosti.

Rešenje:

$$p_1 = 1,5D; \quad p_2 = 0,8D; \quad \theta = 109,5^\circ$$

$$p = (p_1^2 + p_2^2 + 2p_1p_2 \cos \theta)^{1/2} =$$

$$(1,5^2 + 0,8^2 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cos 109,5^\circ)^{1/2} D$$

$$p = 1,4D$$

Zadatak 26.

Procenite odnos dipolnih momenata orto i meta izomera $C_6H_4Cl_2$. Zanemarite dipolni moment C-H veze.

Rešenje:

p_{C-Cl} - dipolni moment C-Cl veze

θ - ugao koji obrazuju C-Cl veze

$$\theta_{orto} = \frac{\pi}{3}, \quad \theta_{meta} = \frac{2\pi}{3}$$

$$\frac{p_{orto}}{p_{meta}} = \frac{\sqrt{p_{C-Cl}^2 + p_{C-Cl}^2 + 2 \cdot p_{C-Cl} \cdot p_{C-Cl} \cos \theta_{orto}}}{\sqrt{p_{C-Cl}^2 + p_{C-Cl}^2 + 2 \cdot p_{C-Cl} \cdot p_{C-Cl} \cos \theta_{meta}}} = \frac{\sqrt{1 + \cos \theta_{orto}}}{\sqrt{1 + \cos \theta_{meta}}}$$

$$\frac{p_{orto}}{p_{meta}} = \sqrt{3}$$

$$p_{meta}$$

Zadatak 27.

Izračunati dipolni moment molekula CHCl_3 na osnovu sledećih podataka:

- molekul je tetraedarski;
- dipolni momenti C-H i C-Cl veza iznose redom 0,4 D i 1,5 D;
- ugao H-C-Cl iznosi $109,45^\circ$.

Rešenje:

Dipolni momenat C-H veze usmeren je od atoma C ka atomu H, a C-Cl veze od Cl atoma ka C atomu.

Projekcija dipolnog momenta C-Cl veza na C-H vezu iznosi $p_{C-H}\cos(\pi-\alpha)$.

$$p = p_{C-H} + 3p_{C-Cl} \cos(180^\circ - 109,45^\circ) = (0,4 + 3 \cdot 1,5 \cdot 0,333) D$$

$$p = 1,9 D$$

Zadatak 28.

Indeks prelamanja CH_2I_2 iznosi 1,732 za svetlost talasne dužine 656 nm. Njegova gustina na 20°C iznosi $3,32 \text{ g/cm}^3$. Izračunati polarizabilnost i zapreminsku polarizabilnost molekula na ovoj talasnoj dužini ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $M = 267,8 \text{ g/mol}$).

Rešenje:

$$n_{656nm}^{20^\circ C} = 1,732; \quad \rho = 3,32 \text{ g} / \text{cm}^3; \quad M = 267,8 \text{ g} / \text{mol}$$

$$\varepsilon_o = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F} / \text{m}$$

$$P_m = \frac{n_\infty^2 - 1}{n_\infty^2 + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{N_A}{3\varepsilon_o} \alpha = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha'$$

$$\alpha' = \frac{n_\infty^2 - 1}{n_\infty^2 + 2} \frac{M}{\rho} \frac{3}{4} \pi N_A \quad \alpha' = 1,28 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$\alpha = \frac{3\varepsilon_o M}{\rho N_A} \frac{n_\infty^2 - 1}{n_\infty^2 + 2} = \frac{3 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^2 \cdot 267,8 \text{ g mol}^{-1}}{3,32 \cdot 10^6 \text{ gm}^{-3} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}} \cdot \frac{1,732^2 - 1}{1,732^2 + 2}$$

$$\alpha = 1,42 \cdot 10^{-39} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^2$$

Zadatak 29.

Dipolni moment hlorbenzena je $1,57 \text{ D}$ a njegova zapreminska polarizabilnost je $1,23 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$. Proceniti njegovu relativnu permitivnost na 25°C , kada je gustina $1,173 \text{ g/cm}^3$ ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $M = 112,6 \text{ g/mol}$).

Rešenje:

$$p = 1,57D \quad \alpha' = 1,23 \cdot 10^{-23} \text{ cm}^3$$

$$T = 298,15K \quad \rho = 1,173 \text{ g / cm}^3$$

$$\varepsilon_r = ?$$

$$P_m = \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \left(4\pi\varepsilon_0\alpha' + \frac{p^2}{3kT} \right) = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} \frac{M}{\rho}$$

$$\frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} = \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \left(4\pi\varepsilon_0\alpha' + \frac{p^2}{3kT} \right) \frac{\rho}{M} = x; \quad x = 0,848$$

$$\varepsilon_r = \frac{1 + 2x}{1 - x}$$

$$\varepsilon_r = 18$$

Zadatak 30.

Molarna polarizacija fluorbenzenove pare je linearna funkcija T^{-1} i iznosi $70,62 \text{ cm}^3/\text{mol}$ pri $351,0 \text{ K}$ i $62,47 \text{ cm}^3/\text{mol}$ pri $423,3 \text{ K}$. Izračunati polarizabilnost i dipolni momenat molekula ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$).

Rešenje:

$$P_m = \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \left(\alpha + \frac{p^2}{3kT} \right) = \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \alpha + \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \frac{p^2}{3kT}$$

$$P_{m,1} - P_{m,2} = \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \frac{p^2}{3k} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$p = \sqrt{\frac{9\varepsilon_0 k (P_{m,1} - P_{m,2})}{N_A \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}}$$

$$p = 5,5 \cdot 10^{-30} \text{ Cm} = 1,7 D$$

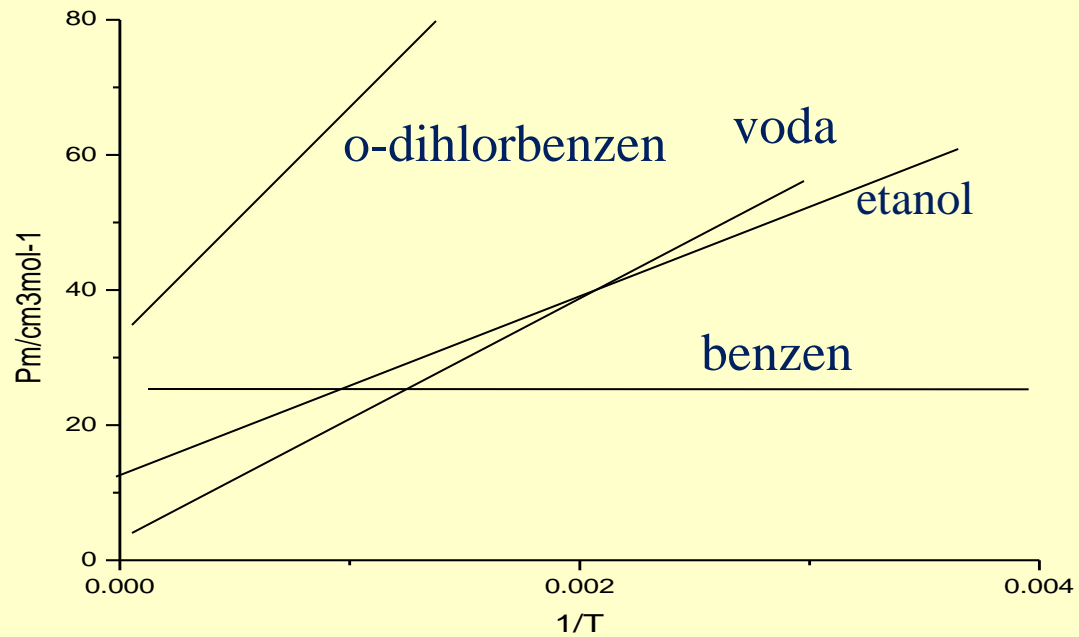
$$\alpha = \frac{3\varepsilon_0 P_{m,i}}{N_A} - \frac{p^2}{3kT_i}; \quad \alpha = 1,01 \cdot 10^{-39} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^2$$

Zadatak 31.

Na osnovu podataka u tabeli, nacrtati za svaku supstanciju zavisnost polarizacije od $1/T$. Obratiti pažnju na relativne odnose odsečaka i nagiba.

Jedinjenje	$R_m/\text{cm}^3\text{mol}^{-1}$	p/D
Benzen	26	0
o-dihlorbenzen	35	3
voda	3,8	1,8
etanol	12,8	1,7

Rešenje:



Zadatak 32.

Električna permitivnost jedinjenja A iznosi 2,033 a gustina $0,7784 \text{ kg/dm}^3$ na temperaturi od 300 K. Na istoj temperaturi gustina smeše jedinjenja A i B sastava $x_A=0,0472$ iznosi $0,7751 \text{ kg/dm}^3$, a relativna permitivnost 2,109. Molarna refrakcija jedinjenja B izračunata iz atomskih refrakcija i refrakcija veza iznosi $22,32 \text{ cm}^3/\text{mol}$. Pretpostavljajući da je smeša idealna i rastvor razblažen izračunati:

- molarnu polarizaciju jedinjenja B,
- dipolni momenat jedinjenja B.

($M_A=84 \text{ g/mol}$, $M_B=74 \text{ g/mol}$, $\epsilon_0= 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$).

Rešenje:

$$a) \quad T = 300K \quad M_A = 84 \text{ g/mol} \quad M_B = 74 \text{ g/mol}$$

$$x_A = 0,0472 \quad \varepsilon_{r,A} = 2,033 \quad \varepsilon_r = 2,109$$

$$[R]_B = 22,32 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$\rho_A = 0,7784 \text{ kg/dm}^3 \quad \rho = 0,7751 \text{ kg/dm}^3$$

$$P_{m,A} = \frac{\varepsilon_{r,A} - 1}{\varepsilon_{r,A} + 2} \frac{M_A}{\rho_A} = 27,64 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$P_m = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} \frac{x_A M_A + x_B M_B}{\rho} = 25,93 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$P_m = x_A P_{m,A} + x_B P_{m,B} \quad \rightarrow \quad P_{m,B} = 25,85 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

Rešenje:

b)

$$P_{D,B} = [R]_B = 22,32 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$P_{m,B} = P_{D,B} + P_{O,B} \rightarrow P_{O,B} = 3,52 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$P_{O,B} = \frac{N_A}{3\varepsilon_0} \frac{p^2}{3kT}$$

$$p_B = \sqrt{\frac{9\varepsilon_0 k T P_{O,B}}{N_A}}$$

$$p_B = 0,42 \text{ D}$$

Zadatak 33.

Električna permitivnost $\text{SO}_3(\text{g})$ na 0°C i pritisku od $101,3 \text{ kPa}$ iznosi $1,00933$. Ovaj gas ima stalni dipolni momenat $1,63\text{D}$. Pretpostavljajući da se ponaša kao idealan gas izračunati:

- molaranu polarizaciju,
- molaranu polarizaciju orijentacije,
- molaranu polarizaciju distorzije.

Prikažite sve vrednosti u m^3/mol ($\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$).

Rešenje:

a) $T = 273,15K$ $P = 101,3kPa$

$p = 1,63D$ $\varepsilon_r = 1,00933$

$$P_m = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} \frac{M}{\rho} = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} V_m = \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 2} \frac{RT}{P}$$

$$P_m = 6,95 \cdot 10^{-5} m^3 / mol$$

b)

$$P_o = \frac{N_A}{3\varepsilon_o} \frac{p^2}{3kT}$$

$$P_o = 5,90 \cdot 10^{-5} m^3 / mol$$

c)

$$P_m = P_D + P_o$$

$$P_D = 1,05 \cdot 10^{-5} m^3 / mol$$

Zadatak 34.

Molarni apsorpcioni koeficijent supstancije rastvorene u heksanu za zračenje talasne dužine 285 nm iznosi $743 \text{ mol}^{-1}\text{Lcm}^{-1}$. Ukoliko se pri prolasku svetlosti te talasne dužine kroz 2,0 cm rastvora propusti 40 % svetlosti, čemu je jednaka koncentracija rastvora?

Rešenje:

$$a = 743 \text{ mol}^{-1} \text{ Lcm}^{-1} \quad b = 2,0 \text{ cm} \quad T = 40\%$$

$$A = -\log T = abc$$

$$c = -\frac{\log T}{ab} = -\frac{\log 0,4}{743 \text{ mol}^{-1} \text{ Lcm}^{-1} \cdot 2,0 \text{ cm}}$$

$$c = 0,053 \text{ molL}^{-1}$$

Zadatak 35.

Merena je apsorbanacija određenog uzorka. U prvom eksperimentu je uzorak stavljen u kivetu debljine 1 cm i transparentnija iznosi 50,8 %. Zatim je eksperiment ponovljen sa istim uzorkom koji je stavljen u kivetu debljine 5 cm. Čemu je jednaka apsorbanacija u drugom eksperimentu?

Rešenje:

$$T_1 = 0,508 \quad b_1 = 1 \text{ cm} \quad b_2 = 5 \text{ cm} \quad A_2 = ?$$

$$A_2 = ab_2c$$

$$A_1 = -\log T_1 = ab_1c \quad ac = -\frac{\log T_1}{b_1}$$

$$A_2 = -\frac{b_2}{b_1} \log T_1$$

$$A_2 = 1,471$$

Zadatak 36.

Molarni apsorpcioni koeficijent citohroma P450, jednog od jedinjenja koje učestvuje u fotosintezi, na 522 nm iznosi $291 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. Kada zračenje te talasne dužine prolazi kroz ćeliju debljine 6,0 mm koja sadrži rastvor ovog jedinjenja, 39,8 % svetlosti se apsorbuje. Koja je koncentracija rastvora?

Rešenje:

$$a = 291 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$c = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L}$$

$$T = 100\% - 39,8\% = 60,2\% = 0,602$$

$$A = -\log T = -\log 0,602 = 0,220$$

$$A = abc \quad \rightarrow \quad c = \frac{A}{ab} = \frac{0,220}{291 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1} \cdot 0,6 \text{ cm}}$$

$$c = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L}$$

Zadatak 37.

Molarni apsorpcioni koeficijent supstancije rastvorene u heksanu za zračenje talasne dužine 285 nm iznosi $743 \text{ mol}^{-1}\text{Lcm}^{-1}$. Izračunati procenat smanjenja intenziteta svetlosti te talasne dužine koja prolazi kroz 2,5 mm rastvora koncentracije $3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

Rešenje:

$$a = 743 \text{ mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1} \quad b = 2,5 \text{ mm}$$

$$c = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L}$$

$$\frac{I_0 - I}{I_0} \cdot 100\% = (1 - T) \cdot 100\%$$

$$A = -\log T \quad \rightarrow \quad T = 10^{-A} = 10^{-abc}$$

$$\frac{I_0 - I}{I_0} \cdot 100\% = (1 - 10^{-abc}) \cdot 100\% =$$

$$\left(1 - 10^{-743 \text{ mol}^{-1} \text{ L cm}^{-1} \cdot 0,25 \text{ cm} \cdot 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol / L}}\right) \cdot 100$$

$$\frac{I_0 - I}{I_0} \cdot 100\% = \boxed{75 \%}$$

Zadatak 38.

Pretpostavimo da 64 kišnih kapi nagradi jednu veliku kap.
Čemu je jednak odnos površinske energije 64 kapi u odnosu na površinsku energiju velike kapi?

Zadatak 38.

Pretpostavimo da 64 kišnih kapi nagradi jednu veliku kap. Čemu je jednak odnos površinske energije 64 kapi u odnosu na površinsku energiju velike kapi?

Rešenje:

$$64 \cdot \frac{4}{3} \pi r_0^3 = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$r = 4r_0$$

$$\frac{64 \cdot 4\pi r_0^2}{4\pi r^2} = 64 \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 = 64 / 16 = 4$$

Zadatak 39.

Izračunati površinsku energiju jednog mola etanola na 25°C kada je etanol dispergovan do kapljica prečnika 500 nm . Površinski napon etanola na 25°C iznosi $22,8\text{ mN/m}$, a gustina $0,789\text{ g/cm}^3$.

Rešenje:

$$E^s = ?$$

$$2r = 500 \text{ nm} \quad T = 298,15 \text{ K} \quad M = 46,07 \text{ g / mol}$$

$$\gamma = 22,8 \text{ mN / m} \quad \rho = 0,789 \text{ g / cm}^3 \quad n = 1 \text{ mol}$$

$$E^s = \gamma \cdot \mathcal{A} = \gamma \cdot N \cdot \mathcal{A}_1$$

$$E^s = \gamma \cdot \frac{nM}{m_1} \cdot \mathcal{A}_1 = \gamma \cdot \frac{nM}{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho} \cdot 4\pi r^2 = \frac{3\gamma nM}{r\rho}$$

$$E^s = \frac{3 \cdot 22,8 \cdot 10^{-3} \text{ N / m} \cdot 46,07 \cdot 1 \cdot \text{mol} \cdot 10^{-3} \text{ kg / mol}}{2,5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot 0,789 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3}$$

$$E^s = 15,98 \text{ J}$$

Zadatak 40.

Ulje prolazi kroz cev prečnika 80 mm srednjom brzinom od 0,4 m/s. Gustina ulja iznosi 890 kg/m^3 , a koeficijent viskoznosti $0,075 \text{ Ns/m}^2$. Pokazati da se u ovom slučaju radi o laminarnom toku.

Rešenje:

$$d = 80\text{mm}$$

$$u = 0,4\text{m/s}$$

$$\rho = 890\text{kg/m}^3$$

$$\eta = 0,075\text{Pa}\cdot\text{s}$$

$$R_e = \frac{\rho u d}{\eta} = \frac{890\text{kg/m}^3 \cdot 0,4\text{m/s} \cdot 0,08\text{m}}{0,075\text{Pa}\cdot\text{s}}$$

$$R_e = 379,7$$

$$R_e < 2000$$

Zadatak 41.

Kroz vertikalno postavljenu kapilaru dužine 30 mm i prečnika 1 mm prolazi tečnost gustine 800 kg/m^3 .

Protok iznosi $8 \text{ mm}^3/\text{s}$. Izračunati dinamičku i kinematičku viskoznost tečnosti.

Rešenje:

$$l = 30 \text{ mm} \quad d = 1 \text{ mm} \quad \rho = 800 \text{ kg / m}^3 \quad V / t = 8 \text{ mm}^3 / \text{s}$$

$$\eta = ? \quad v = ?$$

$$\eta = \frac{\pi \Delta P r^4 t}{8 V l} = \frac{\pi \rho g l r^4}{8 (V / t) l} = \frac{\pi \rho g r^4}{8 (V / t)}$$

$$\eta = \frac{3,14 \cdot 800 \text{ kg / m}^3 \cdot 9,81 \text{ m / s} \cdot (5 \cdot 10^{-4} \text{ m})^4}{8 (8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 / \text{s})}$$

$$\eta = 0,024 \text{ Pa s}$$

$$v = \frac{\eta}{\rho} = \frac{0,024 \text{ Pa s}}{800 \text{ kg / m}^3}$$

$$v = 3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 / \text{s}$$

Zadatak 42.

Napon pare vode na 293,15 K iznosi 0,024 atm, površinski napon 72,75 mN/m a gustina 0,997 g/cm³.

Izračunati napon pare vode na istoj temperaturi kada je voda dispergovana u kapljice prečnika 20 nm.

Rešenje:

$$T = 293,15 \text{ K} \quad p^0 = 0,024 \text{ atm}$$

$$\gamma = 72,75 \text{ mN / m} \quad \rho = 0,997 \text{ g / cm}^3 \quad 2r = 20 \text{ nm}$$

$$\ln \frac{p}{p^0} = \frac{2\gamma M}{RT \rho r}$$

$$\ln \frac{p}{p^0} = \frac{2 \cdot 18,02 \cdot 10^{-3} \text{ kg / mol} \cdot 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ N / m}}{8,314 \text{ J / molK} \cdot 293,15 \text{ K} \cdot 997 \text{ kg / m}^3 \cdot 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}} = 0,108$$

$$p = p^0 e^{0,108}$$

$$p = 2,708 \text{ kPa}$$

Zadatak 43.

Indeks prelamanja gasovitog hlora na 20°C i 1 atm iznosi 1,000768. Indeks prelamanja tečnog hlora na normalnoj tački ključanja je 1,385 a gustina 1,56 g/mL. Izračunati zapreminsku polarizabilnost hlora pri tim uslovima.

Rešenje:

$$n_g = 1,000768 \quad n_t = 1,385000$$

$$\rho_t = 1,56 \text{ g / cm}^3 \quad M = 70,9 \text{ g / mol}$$

$$P_m = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{4}{3} \pi N_A \alpha' \quad \alpha' = \frac{3P_m}{4\pi N_A}$$

$$V_m^g = \frac{M}{\rho_g} = \frac{RT}{P} = \frac{8,314 \text{ J/Kmol} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 0,024 \text{ m}^3 / \text{mol}$$

$$V_m^t = \frac{M}{\rho_t} = 45,45 \text{ cm}^3 / \text{mol}$$

$$\alpha_g' = 4,87 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$$

$$\alpha_t' = 4,22 \cdot 10^{-24} \text{ cm}^3$$