

Republika Hrvatska - Ministarstvo znanosti i obrazovanja  
Agencija za odgoj i obrazovanje - Hrvatsko kemijsko društvo

DRŽAVNO NATJECANJE IZ KEMIJE

učenici(ka) osnovnih i srednjih škola 2018.

Crikvenica, 22–25. travnja 2018.

NAPOMENA:

1. Zadatci se rješavaju 120 minuta.
2. Dopušteno je koristiti samo dobivenu tablicu periodnog sustava elemenata.
3. Zadatci se moraju rješavati na mjestu predviđenom za taj zadatak (**ne** koristiti dodatne papire). Ako nema dovoljno mjesta za rješavanje zadatka, može se koristiti poledina prethodne stranice.
4. Odgovori na postavljena pitanja ili račun (kompletan) **moraju** biti pisani **kemijskom olovkom ili tintom plave boje**, jer se u protivnom neće uzimati u obzir pri bodovanju. Ispravljani odgovori se ne vrjednuju.

Prijavu ispuniti tiskanim slovima!

Prijava za: **pisana zadaća**

Razred:

Zaporka:

POSTIGNUTI BODOVI :

(pet brojeva i do sedam velikih slova)

(potpisi članova povjerenstva):

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

OTKINUTI OVAJ DIO PRIJAVE I STAVITI GA U OMOTNICU S NAPISANOM ZAPORKOM  
PRIJAVU ISPUNITI TISKANIM SLOVIMA

Prijava za: **pisana zadaća**

Razred:

Zaporka: (pet brojeva i do sedam velikih slova)

Ime i prezime učenici(ka)ce: \_\_\_\_\_ OIB: \_\_\_\_\_

Datum rođenja:

Mjesto rođenja:

Spol: 1. muški 2. ženski (zaokružiti!)

Telefon/mobitel: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

Puni naziv škole:

Šifra škole:

Adresa škole (ulica i broj):

Grad u kojem je škola:

Županija:

Ime i prezime mentor(a)ice:

Periodni sustav elemenata IUPAC 2013.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1,008	2 He 4,003															
3	Li 6,941	4 Be 9,012	5 B 10,81														
11	Na 22,99	12 Mg 24,31	13 Al 26,98														
19	K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,63	33 As 74,92	34 Se 78,98	35 Br 79,90
37	Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,95	43 Tc [98]	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9
55	Cs 132,9	56 Ba 137,3	57-71 lanthanoidi	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,8	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po [209]	85 At [210]
87	Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Uut [285]	114 Fl [289]	115 Uup [289]	116 Lv [293]	117 Uus [294]
			57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm [145]	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,1	71 Lu 175,0
			89 Ac [227]	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

### Temeljne prirodne konstante

Brzina svjetlosti u vakuumu	$c_0$	$2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	$h$	$6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Elementarni naboj	$e$	$1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masa mirovanja elektrona	$m_e$	$9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masa mirovanja protona	$m_p$	$1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Masa mirovanja neutrona	$m_n$	$1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u, u, \text{ Da}$	$1,661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	$L, N_A$	$6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	$k, k_B$	$1,381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Molarna plinska konstanta	$R$	$8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Faradayeva konstanta	$F$	$9,649 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Molarni volumen idealnog plina ( $p = 101,325 \text{ kPa}, t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ )	$V_m$	$22,41 \text{ L mol}^{-1}$

ostv. maks.

1. U donjoj tablici prikazane su strukturne formule i relativne molekulske mase tri kemijska spoja.

Naziv spoja	Strukturna formula	Relativna molekulska masa
aceton	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\    \quad    \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad \quad   \\  \text{H} \quad \quad \text{H}  \end{array}  $	58,1
propan-1-ol	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\    \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	60,1
butan	$  \begin{array}{c}  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\    \quad   \quad   \quad   \\  \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}  \end{array}  $	58,1

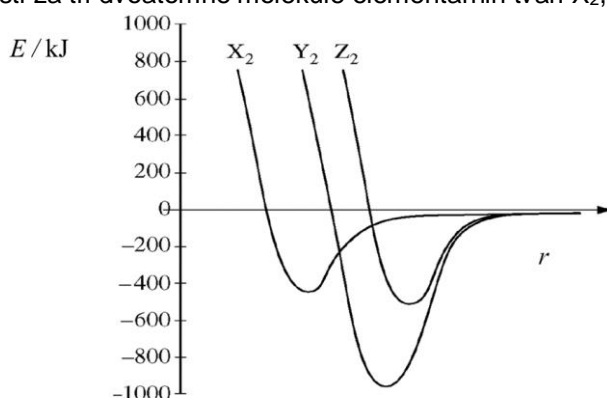
Zaokružite slovo ispred redoslijeda za koji smatrate da najbolje opisuje međusobni odnos vrelišta ( $t_v$ ) navedena tri organska spoja:

- a)  $t_v(\text{butan}) < t_v(\text{propan-1-ol}) < t_v(\text{aceton})$   
**b)  $t_v(\text{butan}) < t_v(\text{aceton}) < t_v(\text{propan-1-ol})$**   
c)  $t_v(1\text{-propanol}) < t_v(\text{aceton}) < t_v(\text{butan})$   
d)  $t_v(\text{aceton}) = t_v(\text{butan}) < t_v(\text{propan-1-ol})$

/1

1

2. Pozorno promotrite graf koji prikazuje ovisnost potencijalne energije sustava o međuatomskoj udaljenosti za tri dvoatomne molekule elementarnih tvari  $X_2$ ,  $Y_2$  i  $Z_2$ .



Pridružite pripadne krivulje molekulama kisika, vodika i dušika.

$X_2$  —  $H_2$  —

$Y_2$  —  $N_2$  —

$Z_2$  —  $O_2$  —

(nema parcijalnog bodovanja, priznaju se samo sva tri točno pridružena odgovora)

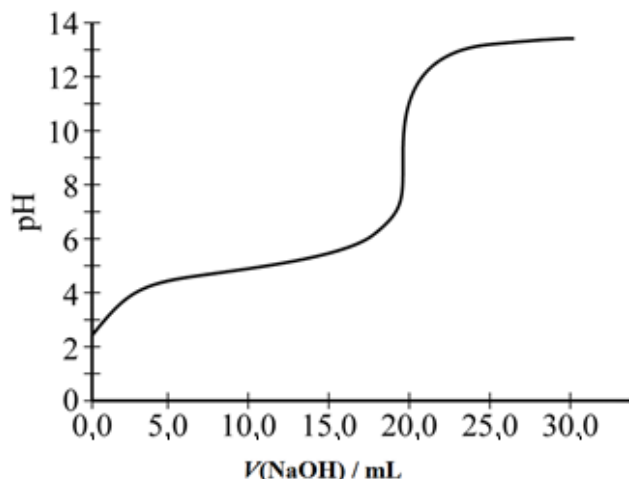
/2

2

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

3

3. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje titracijsku krivulju dobivenu na temelju podataka sakupljenih pri titriranju 20 mL monoprotne kiseline HA množinske koncentracije  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$  s otopinom NaOH nepoznate množinske koncentracije.



- (A) Na temelju grafa zaokružite slovo ispred podataka za koje smatrate da najbolje odgovaraju  $pK_a$  vrijednosti kiseline i množinskoj koncentraciji otopine NaOH:

- a)  $pK_a = 4,7$  i  $c(\text{NaOH}) = 0,050 \text{ mol dm}^{-3}$   
☒ b)  $pK_a = 4,7$  i  $c(\text{NaOH}) = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$   
 c)  $pK_a = 9,3$  i  $c(\text{NaOH}) = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$   
 d)  $pK_a = 9,3$  i  $c(\text{NaOH}) = 0,050 \text{ mol dm}^{-3}$

/1

- (B) Objasnite svoj izbor odgovora pod (A) vezan uz množinsku koncentraciju otopine NaOH.

HA je monoprotna kiselina (HA) koja s NaOH reagira u odnosu 1:1. Iz grafa je jasno da je za potpunu neutralizaciju potrebno 20 mL NaOH što implicira da je:  $c(\text{NaOH}) = c(\text{HA}) = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$

/1

- (C) Izračunajte početnu pH-vrijednost otopine monoprotne kiseline.

$$c_0 = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$pK_a = 4,7$$

$$K_a = 2,0 \times 10^{-5}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$[\text{A}^-] = x$$

$$[\text{H}^+] = x$$

$$[\text{HA}] = c_0 - x$$

$$K_{a1} = \frac{x^2}{c_0 - x}$$

$$x = 1,4 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = 2,9$$

(1 bod za pH = 4,9, to je vrijednost dobivena uzimanjem  $pK_a = 9,3$ )

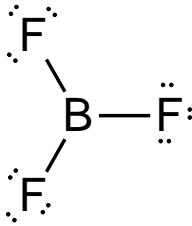
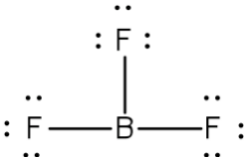
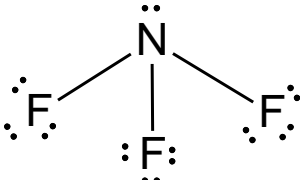
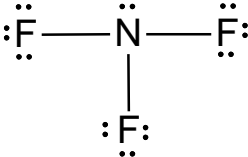
/2

4

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

4

4. Molekulu  $\text{BF}_3$  i molekulu  $\text{NF}_3$ , (a) prikažite Lewisovom strukturnom formulom; (b) navedite za svaku od njih je li polarna ili nepolarna i (c) obrazložite svoj odgovor.

$\text{BF}_3$	$\text{NF}_3$
(a)   <p>ne dodjeljuju se bodovi ako nisu označeni nepodijeljeni (nevezni) elektronski parovi 0,5 boda</p>	(a)   <p>ne dodjeljuju se bodovi ako nisu označeni nepodijeljeni (nevezni) elektronski parovi 0,5 boda</p>
(b) <b>Nepolarna</b> 0,5 boda	(b) <b>Polarna</b> 0,5 boda
(c) Uslijed <u>planarne trigonske geometrije</u> (0,5 boda), <u>dipolni momenti B-F veza se poništavaju</u> . (0,5 boda) Priznaje se i: <u>Iz simetrijskih razloga dipolni momenti B-F veza se poništavaju.</u> 1 bod	(c) Uslijed razlike u elektronegativnosti, <u>N-F veze imaju dipolni moment</u> (0,5 boda). <u>Dipolni momenti N-F veza se ne poništavaju</u> (0,5 boda) zbog prostorne građe molekule $\text{NF}_3$ .

/2x

0,5

/2x

0,5

/2x

0,5

/2x

0,5

4

UKUPNO BODOVA NA 3. STRANICI :

4

5. Odredite kemijsku formulu klorida koji u svom sastavu ima i metalni kation  $M^+$ . Otopi li se 0,74 g tog klorida u vodi i u tu otopinu doda u suvišku otopina  $AgNO_3$  dolazi do taloženja. Talog se odvoji filtracijom, osuši i izvaže na filter papiru, a odvaga iznosi 2,23 g. Masa samog filter papira iznosi 0,82 g.

$$m(MCl) = 0,74 \text{ g}$$

$$m(AgCl + \text{f. papir}) = 2,23 \text{ g}$$

$$m(\text{f. papir}) = 0,82 \text{ g}$$

$$A_r(M) = ?$$

$$w(Cl, AgCl) = \frac{A_r(Cl)}{M_r(AgCl)} = \frac{35,45}{143,35}$$

$$w(Cl, AgCl) = 25 \%$$

$$w(Cl, AgCl) = \frac{m(Cl)}{m(AgCl)}$$

$$m(AgCl) = m(AgCl + \text{f. papir}) - m(\text{f. papir}) = (2,23 - 0,82) \text{ g} = 1,41 \text{ g}$$

$$m(Cl) = w(Cl, AgCl) \cdot m(AgCl)$$

$$m(Cl) = 0,25 \cdot 1,41 \text{ g} = 0,35 \text{ g}$$

$$w(Cl, MCl) = \frac{m(Cl)}{m(MCl)} = \frac{0,35}{0,74} = 0,47$$

$$w(Cl, MCl) = \frac{A_r(Cl)}{M_r(MCl)}$$

$$M_r(MCl) = \frac{A_r(Cl)}{w(Cl, MCl)} = \frac{35,45}{0,47} = 75,43$$

$$A_r(M) = M_r(MCl) - A_r(Cl) = 39,98$$

$$M = K (\text{kalijs})$$

najbliži jednovalentni metal je kalij

$$KCl$$

/1

/1

/1

3

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

3

6. Maseni udio jakog elektrolita molarne mase  $208 \text{ g mol}^{-1}$  u vodenoj otopini koncentracije  $0,05 \text{ mol dm}^{-3}$  iznosi 12 %. Pri temperaturi od 300 K, toj otopini je izmjeren osmotski tlak od 370 kPa. Odredite na koliko iona disocira formulska jedinka tog elektrolita i koliko iznosi sniženje ledišta te otopine u odnosu na čistu vodu ako krioskopska konstanta vode iznosi  $K_r = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$ .

$$w_x = 0,12$$

$$w_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - w_x = 0,88$$

$$K_{kr} = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$$

$$c = 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\Pi = 370 \times 10^3 \text{ Pa}$$

$$T = 300 \text{ K}$$

$$\Pi = c_e RT$$

$$c_e = \frac{370\,000 \text{ Pa}}{300 \text{ K } 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}}$$

$$c_e = 150 \text{ mol m}^{-3}$$

$$c_e = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$i = \frac{c_e}{c} = 3$$

disocira na 3 iona.

$$\Delta T = i b K_{kr} = i \frac{n_x}{m_v} K_{kr} = i \frac{m_x}{M_x m_v} K_{kr} = i \frac{w_x}{M_x w_v} K_{kr}$$

$$\Delta T = 3 \frac{0,12}{0,88 \cdot 208 \text{ g mol}^{-1}} 1,86 \times 10^3 \text{ K g mol}^{-1} = 3,66 \text{ K}$$

/1

/1

/1

3

UKUPNO BODOVA NA 5. STRANICI :

3



7. Pri atmosferskom tlaku od 101,3 kPa i temperaturi od 0 °C, entalpija taljenja leda iznosi 6 kJ mol<sup>-1</sup>. Pri navedenim uvjetima gustoća leda je 0,9170 g cm<sup>-3</sup>, a gustoća vode 0,9998 g cm<sup>-3</sup>. Izračunajte:

a) promjenu entropije pri taljenju 1 mol leda

Postupak i rješenje:

$$P = 101,3 \text{ kPa}$$

$$T = 273,15 \text{ K}$$

$$\Delta_{\text{fus}}H = 6 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta S = \frac{\Delta H}{T}$$

$$\Delta S = \frac{6000 \text{ J mol}^{-1}}{273,15 \text{ K}} = 21,97 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta S = 21,97 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol} = 21,97 \text{ J K}^{-1}$$

/1

b) promjenu volumena pri taljenju 1 mol leda

Postupak i rješenje:

$$\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) = 0,9170 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 0,9998 \text{ g cm}^{-3}$$

$$\Delta V = \frac{m}{\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s})} - \frac{m}{\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{l})} = \frac{(\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) - \rho(\text{H}_2\text{O}, \text{l}))}{\rho(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) \rho(\text{H}_2\text{O}, \text{s})} M$$

$$\Delta V = 1,6274 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta V = 1,6274 \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \cdot 1 \text{ mol}$$

$$\Delta V = 1,6274 \text{ cm}^3$$

/1

c) Pri navedenim uvjetima, u kojem agregacijskom stanju molekula vode prosječno stvara veći broj vodikovih veza, u ledu ili u tekućoj vodi?

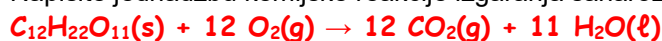
\_\_\_\_\_ u ledu \_\_\_\_\_

/1

3

8. Odrasla osoba od 75 kg treba dnevni unos energije od 2500 kcal. Entalpija izgaranja saharoze ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) iznosi  $-5647 \text{ kJ mol}^{-1}$ , a  $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$ .

a) Napišite jednadžbu kemijske reakcije izgaranja saharoze.



(u ovom slučaju ne boduju se agregacijska stanja,

ali daje se samo 0,5 bodova ako je napisana ravnotežna reakcija)

- b) Kolika je masa saharoze potrebna da se zadovolje dnevne potrebe za energijom odrasle osobe od 75 kg? Pretpostavite da je iskorištenje energije dobivene razgradnjom saharoze u ljudskom organizmu potpuno.

$$m = M n$$

$$n = \frac{Q}{\Delta_r H}$$

$$n = \frac{2500 \cdot 4184 \text{ J}}{5647 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

$$n = 1,852 \text{ mol}$$

$$m = 342,34 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1,852 \text{ mol}$$

$$m = 634 \text{ g}$$

/1

- c) Ukoliko bi ljudsko tijelo bilo adijabatski sustav čiji specifični toplinski kapacitet iznosi  $4 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$ , koliko bi iznosilo dnevno povećanje tjelesne temperature uslijed konzumacije saharoze potrebne da se zadovolje dnevne potrebe energije?

$$c = 4 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$$

$$Q = m c \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{m c} = \frac{2500 \cdot 4184 \text{ J}}{75\,000 \text{ g} \cdot 4 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}}$$

$$\Delta T = 35 \text{ K}$$

/1

- d) Entalpija isparavanja vode iznosi  $44 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Kada bi se ljudsko tijelo hladilo samo isparavanjem vode u obliku znoja, kolika bi bila masa vode koju bi bilo potrebno dnevno izbaciti znojem da se održi stalna tjelesna temperatura?

$$\Delta_{\text{vap}} H_{H_2O} = 44 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$n_v = \frac{Q}{\Delta_{\text{vap}} H_{H_2O}} = \frac{2500 \cdot 4184 \text{ J}}{44\,000 \text{ J mol}^{-1}} = 237,73 \text{ mol}$$

$$m_v = n_v M = 237,73 \text{ mol} \cdot 18,02 \text{ g mol}^{-1} = 4283,85 \text{ g}$$

$$m_v = 4,3 \text{ kg}$$

S obzirom da je dnevni iznos kalorija dan na 2 značajne znamenke, priznaje se i rješenje koje je zaokruženo na 2 značajne znamenke.

/1

- e) Uz navedeni dnevni unos energije putem hrane, ljudsko tijelo može dnevno efektivno raditi 8 sati snagom od 30 W. Izračunajte efikasnost ljudskog tijela promatrajući ga kao termodinamički sustav i to izrazite u postotku koliki udio dnevnog unosa energije putem hrane potroši ljudsko tijelo pri efektivnom radu.

$$Q = E = 2500 \text{ kcal} = 2500 \cdot 4184 \text{ J} = 1,046 \times 10^7 \text{ J}$$

$$w = P \cdot t$$

$$P = 30 \text{ W}$$

$$t = 8 \text{ h} = 8 \cdot 3600 \text{ s} = 28\,800 \text{ s}$$

$$w = 30 \text{ J s}^{-1} \cdot 28\,800 \text{ s} = 864\,000 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{w}{E} = \frac{864\,000 \text{ J}}{1,046 \times 10^7 \text{ J}}$$

$$\eta = 0,083$$

$$\eta = 8 \%$$

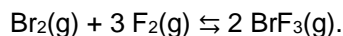
/1

6

UKUPNO BODOVA NA 7. STRANICI :

6

9. Pri tlaku od 1,00 bar i temperaturi od 2000 K uspostavljena je ravnoteža između 0,250 mol  $\text{Br}_2(\text{g})$ , 0,750 mol  $\text{F}_2(\text{g})$  i 0,497 mol  $\text{BrF}_3(\text{g})$ . Egzotermna reakcija koja se odvija u tom spremniku opisana je jednažbom kemijske reakcije:



- a) Na predviđene crte napišite u kojem smjeru će se pomaknuti ravnoteža opisane reakcije u slučaju navedene promjene u sustavu (napišite: *reaktanata* ili *produkata* ovisno o smjeru u kojem smatrate da će se ravnoteža pomaknuti, ili napišite *nepromijenjena* ukoliko smatrate da navedena promjena neće imati utjecaj na položaj ravnoteže):

Promjena u sustavu:

Ravnoteža se pomiče u smjeru:

povećanje  $x(\text{F}_2)$

\_\_\_\_\_ **produkata** \_\_\_\_\_

povećanje  $x(\text{BrF}_3)$

\_\_\_\_\_ **reaktanata** \_\_\_\_\_

povećanje temperature u spremniku

\_\_\_\_\_ **reaktanata** \_\_\_\_\_

dodatak katalizatora za navedenu reakciju

\_\_\_\_\_ **nepromijenjena** \_\_\_\_\_

/2

- b) Izračunajte konstantu ravnoteže navedene kemijske reakcije.

$$p_u = 2 \text{ bar}$$

$$n(\text{Br}_2) = 0,250 \text{ mol}$$

$$n(\text{F}_2) = 0,750 \text{ mol}$$

$$n(\text{BrF}_3) = 0,497 \text{ mol}$$

$$n_u = n(\text{Br}_2) + n(\text{F}_2) + n(\text{BrF}_3) = 0,250 \text{ mol} + 0,750 \text{ mol} + 0,497 \text{ mol} = 1,497 \text{ mol}$$

/1

$$x(\text{X}) = \frac{n(\text{X})}{n_u}$$

$$x(\text{Br}_2) = 0,167$$

$$x(\text{F}_2) = 0,501$$

$$x(\text{BrF}_3) = 0,332$$

$$K_p = \frac{p(\text{BrF}_3)^2}{p(\text{Br}_2)(p(\text{F}_2))^3}$$

$$p(\text{Br}_2) = x(\text{Br}_2) p_u$$

$$p(\text{F}_2) = x(\text{F}_2) p_u$$

$$p(\text{BrF}_3) = x(\text{BrF}_3) p_u$$

$$K_p = \frac{(0,332 \cdot 1 \text{ bar})^2}{(0,167 \cdot 1 \text{ bar})(0,501 \cdot 1 \text{ bar})^3}$$

$$K_p = 5,25$$

/1

0

UKUPNO BODOVA NA 8. STRANICI :

4

- c) Ukoliko temperatura u spremniku ostane ista (2000 K), ali se tlak poveća na 2,00 bara, koliko će iznositi ravnotežne množine svih sudionika reakcije pri tom tlaku?

- nakon povećanja tlaka na 2 bara, promijenit će se množine sudionika reakcije (tu promjenu ćemo označiti s „y“, s obzirom da „x“ koristimo kao oznaku za množinski udio):

$$n_2(\text{Br}_2) = 0,250 \text{ mol} - y \text{ mol}$$

$$n_2(\text{F}_2) = 0,750 \text{ mol} - 3y \text{ mol}$$

$$n_2(\text{BrF}_3) = 0,497 \text{ mol} + 2y \text{ mol}$$

$$n_{u2} = (0,497 \text{ mol} + 2y \text{ mol}) + (0,750 \text{ mol} - 3y \text{ mol}) + (0,250 \text{ mol} - y \text{ mol})$$

$$n_{u2} = (1,497 - 2y) \text{ mol}$$

$$x(\text{Br}_2) = 0,167$$

$$x(\text{F}_2) = 0,501$$

$$x(\text{BrF}_3) = 0,332$$

$$x(\text{Br}_2) = \frac{(0,250 - y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}}$$

$$x(\text{F}_2) = \frac{(0,750 - 3y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}}$$

$$x(\text{BrF}_3) = \frac{(0,497 + 2y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}}$$

/1,5

(0,5 boda za svaku vrijednost)

$$K_p = \frac{\left[ \frac{(0,497 + 2y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}} \cdot 2 \text{ bar} \right]^2}{\left[ \frac{(0,250 - y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}} \cdot 2 \text{ bar} \right] \left[ \frac{(0,750 - 3y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}} \cdot 2 \text{ bar} \right]^3}$$

(dajemo 1 bod i ako je točno postavljen izraz, ali je napisan bez jedinica)

/1

$$5,25 = \frac{\left[ \frac{(0,497 + 2y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}} \cdot 2 \text{ bar} \right]^2}{\left[ \frac{(0,250 - y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}} \cdot 2 \text{ bar} \right] \left[ \frac{(0,750 - 3y) \text{ mol}}{(1,497 - 2y) \text{ mol}} \cdot 2 \text{ bar} \right]^3}$$

$$5,25 = \frac{2^2 [(0,497 + 2y) \cdot (1,497 - 2y)]^2}{2^4 \cdot 3^3 (0,250 - y)^4}$$

$$y^2 (4 + 9\sqrt{7}) - y \left( \frac{4+9\sqrt{7}}{2} \right) + \frac{9\sqrt{7}}{16} - 0,744 = 0$$

- riješimo kvadratnu jednadžbu i odbacimo rješenje  $y = 0,439$  jer bi nam u tom slučaju množine reaktanata bile negativne i zadržimo rješenje:

/2

$$y = 0,0609 \text{ mol}$$

$$n_2(\text{Br}_2) = 0,189 \text{ mol}$$

/0,5

$$n_2(\text{F}_2) = 0,567 \text{ mol}$$

/0,5

$$n_2(\text{BrF}_3) = 0,619 \text{ mol}$$

/0,5

10

UKUPNO BODOVA NA 9. STRANICI :

6

10. Odredite koncentraciju dihidrogenfosfatnog iona u otopini fosfatne kiseline množinske koncentracije  $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$  ako je pH-vrijednost te otopine 6,5. Konstante disocijacije fosfatne kiseline iznose:  $K_{a1} = 7,5 \times 10^{-3}$ ,  $K_{a2} = 6,6 \times 10^{-8}$ ,  $K_{a3} = 1,0 \times 10^{-12}$ .

$$c_u = 0,100 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = 6,5$$

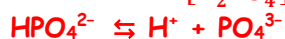
$$[\text{H}^+] = 3,2 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$$



$$K_{a1} = \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^-][\text{H}^+]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]}$$



$$K_{a2} = \frac{[\text{HPO}_4^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$



$$K_{a3} = \frac{[\text{PO}_4^{3-}][\text{H}^+]}{[\text{HPO}_4^{2-}]}$$

$$c_u = [\text{H}_3\text{PO}_4] + [\text{H}_2\text{PO}_4^-] + [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{PO}_4^{3-}]$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = \frac{c_u}{\left(\frac{[\text{H}^+]}{K_{a1}} + 1 + \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_{a2}K_{a3}}{[\text{H}^+]^2}\right)}$$

$$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = 8,3 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

/1

/2

/1

4

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

4. stranica

+

5. stranica

+

6. stranica

7. stranica

8. stranica

+

9. stranica

+

10. stranica

=

Ukupni bodovi

40

UKUPNO BODOVA NA 10. STRANICI :

4