

**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:

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.

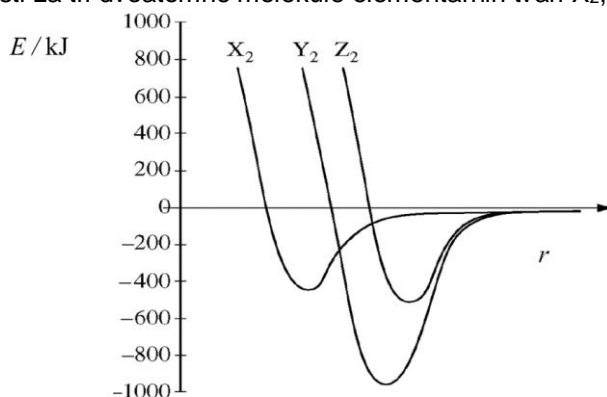
Naziv spoja	Strukturna formula	Relativna molekulska masa
aceton	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} $	58,1
propan-1-ol	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H}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

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 _____

Y_2 _____

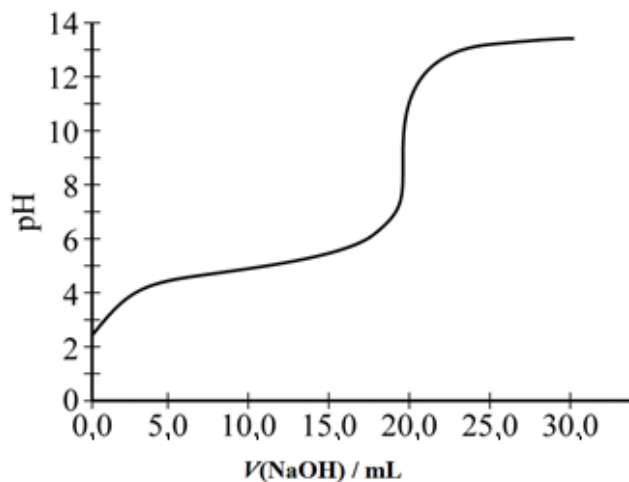
Z_2 _____

2

UKUPNO BODOVA NA 1. STRANICI :

3

3. Pozorno promotrite sliku koja prikazuje titracijsku krivulju dobivenu na temelju podataka sakupljenih pri titriranju 20 mL monoprotanske 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 $c(\text{NaOH}) = 0,050 \text{ mol dm}^{-3}$

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

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

4

UKUPNO BODOVA NA 2. STRANICI :

4

4. Molekulu BF_3 i molekulu NF_3 , (a) prikažite Lewisovom strukturnom formulom; (b) navedite za svaku od njih je li polarna ili nepolarna i (c) obrazložite svoj odgovor.

BF_3	NF_3
(a)	(a)
(b)	(b)
(c)	(c)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

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.

3

UKUPNO BODOVA NA 4. STRANICI :

3

6. Maseni udio jakog elektrolita molarne mase 208 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 leđišta te otopine u odnosu na čistu vodu ako krioskopska konstanta vode iznosi $K_r = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$.

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⁻¹. Pri navedenim uvjetima gustoća leda je 0,9170 g cm⁻³, a gustoća vode 0,9998 g cm⁻³. Izračunajte:

a) promjenu entropije pri taljenju 1 mol leda

b) promjenu volumena pri taljenju 1 mol leda

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

3

UKUPNO BODOVA NA 6. STRANICI :

3

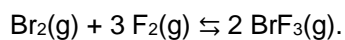
8. Odrasla osoba od 75 kg treba dnevni unos energije od 2500 kcal. Entalpija izgaranja saharoze ($C_{12}H_{22}O_{11}$) iznosi $-5647 \text{ kJ mol}^{-1}$, a $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$.
- a) Napišite jednadžbu kemijske reakcije izgaranja saharoze.
- b) Kolika je masa saharoze potrebna da se zadovolje dnevne potrebe za energijom odrasle osobe od 75 kg? Pretpostavite da je iskorištenje energije dobivene razgradnjom saharoze u ljudskom organizmu potpuno.
- 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?
- d) Entalpija isparavanja vode iznosi 44 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?
- 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.

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 jednačbom 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 $x(\text{F}_2)$

povećanje $x(\text{BrF}_3)$

povećanje temperature u spremniku

dodatak katalizatora za navedenu reakciju

- b) Izračunajte konstantu ravnoteže navedene kemijske reakcije.

/4

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?

/6

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: $K_{a1} = 7,5 \times 10^{-3}$, $K_{a2} = 6,6 \times 10^{-8}$, $K_{a3} = 1,0 \times 10^{-12}$.

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