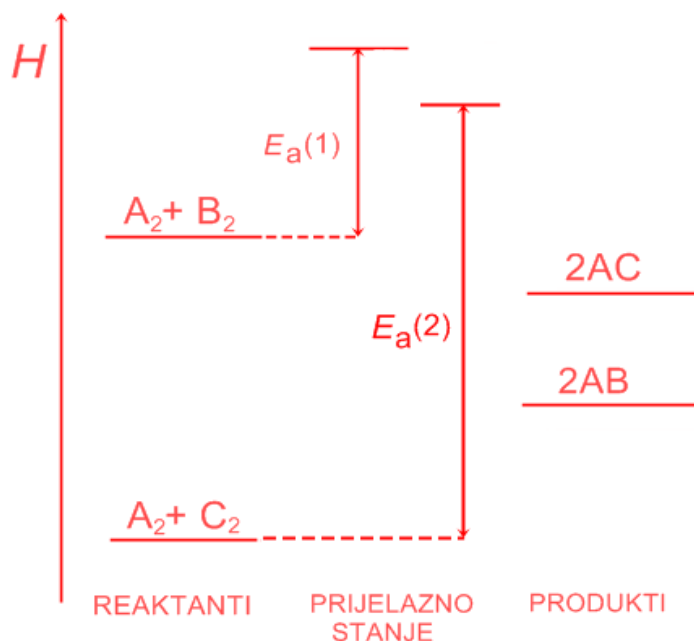


Ovaj dio PRIJAVE treba spojiti s pisanom zadaćom svakog učenika nakon bodovanja. Podatci su važni za kompiutorsku obradu podataka o učeniku koji će biti pozvani na državno natjecanje.

1. U reakciji (1) reagiraju molekule A_2 i B_2 i pritom nastaje produkt AB. U reakciji (2) reagiraju molekule A_2 i C_2 i pritom nastaje produkt AC. Reakcija (1) je egzotermna, a reakcija (2) je endotermna. U reakciji (2), energija aktivacije veća je od energije aktivacije u reakciji (1). Energija reaktanata u reakciji (1) veća je od energije reaktanata u reakciji (2). Nacrtaj entalpijske dijagrame na istom grafičkom prikazu za reakcije (1) i (2) i označi energije aktivacije za obje reakcije.



1 bod za dijagram na kojemu je vidljivo da je energija aktivacije u reakciji (2) veća od energije aktivacije u reakciji (1).

1 bod za dijagram na kojemu je vidljivo da nastaje 2 AB i 2 AC i da je energija reaktanata u reakciji (1) veća od energije reaktanata u reakciji (2).

1 bod za dijagram na kojemu je vidljivo da je reakcija (1) egzotermna, a reakcija (2) endotermna.

/3

3

2. Opiši postupak pripreme 1L fiziološke otopine množinske koncentracije $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ iz otopine NaCl množinske koncentracije $6,0 \text{ mol L}^{-1}$.

$$V_2 = 1 \text{ L}$$

$$c_2 = 0,15 \text{ mol L}^{-1}$$

$$c_1 = 6,0 \text{ mol L}^{-1}$$

$$V_1 = ?$$

$$n_1 = n_2$$

$$c_1 \times V_1 = c_2 \times V_2$$

$$V_1 = 0,025 \text{ L}$$

$$V_1 = 25 \text{ mL}$$

Odmjeriti pipetom 25 mL izvorne otopine, prenijeti odmjereni volumen otopine u odmjernu tikvicu od 1 L i nadopuniti vodom do oznake.

Nepotpuni odgovori opisa pripreme se ne boduju.

/1

/1

2

3. U tablici su navedeni podatci o molarnim entalpijama isparavanja četiri tekućine pri tlaku 1 bar i njihove relativne molekulske mase..

Tekućina	Molarna entalpija isparavanja/kJ mol ⁻¹	Relativna molekulska masa
kloroform	29,52	119,51
metanol	35,18	32,04
etanol	39,24	46,06
živa	59,11	200,60

- A) Poredaj tekućine prema porastu vrelišta pri tlaku 1 bar.

_____ **kloroform** _____ **metanol** _____ **etanol** _____ **živa** _____

/1

- B) U kojoj od navedenih tekućina je pri 30°C tlak pare najniži?

_____ **u živi** _____

/1

- C) Izračunaj koliku toplinu treba uložiti da uzorak metanola mase 1 kg prijeđe iz tekućeg u plinovito agregacijsko stanje pri temperaturi 64,5 °C i tlaku 1 bar.

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 \text{ kg}$$

$$Q = \Delta H$$

$$\Delta_f^g H(\text{CH}_3\text{OH}) = 35,18 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$Q = n(\text{CH}_3\text{OH}) \times \Delta_f^g H(\text{CH}_3\text{OH})$$

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = m(\text{CH}_3\text{OH})/M(\text{CH}_3\text{OH})$$

$$Q=?$$

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = 31,21 \text{ mol}$$

$$Q = 1098 \text{ kJ}$$

/1

/1

- D) Koja od navedenih tekućina otapa mnoge metale pri čemu nastaju amalgami?

_____ **živa** _____

/1

- E) Metanol se u velikim količinama proizvodi katalitičkim hidrogeniranjem ugljikova monoksida uz cinkov oksid kao katalizator pri temperaturama od 300-400°C i tlaku od 200-300 bara. Napiši jednadžbu kemijske reakcije dobivanja metanola iz spomenutih reaktanata.



/1

- F) Dodatkom jedne kapi etanola u vodu olimpijskoga bazena nastat će vodena otopina alkohola množinske koncentracije $1,20 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$. Jedna kap je dvadeseti dio mililitra. Koliko molekula alkohola se nalazi u jednoj kapi vode iz tog bazena?

$$\alpha(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,20 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$V(1 \text{ kap}) = 0,05 \text{ mL} = 5 \times 10^{-5} \text{ dm}^3$$

$$N(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = ?$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \alpha(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times V(1 \text{ kap})$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1,20 \times 10^{-10} \text{ mol dm}^{-3} \times 5 \times 10^{-5} \text{ dm}^3$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 6 \times 10^{-15} \text{ mol}$$

$$N(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) \times N_A$$

$$N(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 3,61 \times 10^9$$

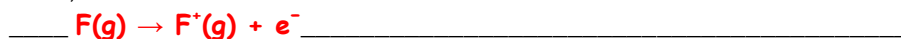
/2

8

4. Koristeći načela o atomskoj i molekulskoj strukturi i podatke iz tablice odgovori na pitanja o atomima fluora, kisika, ksenona i nekim njihovim spojevima.

Atom	Prva energija ionizacije /kJ mol ⁻¹
F	1681,00
O	1313,90
Xe	?

A) Napiši jednadžbu koja prikazuje ionizaciju atoma fluora za koju je potrebno 1681,00 kJ mol⁻¹



/1

B) Objasni zašto je prva energija ionizacije atoma fluora veća od prve energije ionizacije atoma kisika

U oba slučaja se elektron izbacuje iz 2p orbitala, ali atom fluora ima veći naboj jezgre koji uzrokuje 1 proton više u jezgri atoma fluora. Zato je privlačenje između jezgre i valentnog elektrona jače pa je potrebno uložiti više energije za izbacivanje elektrona.

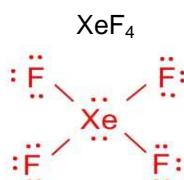
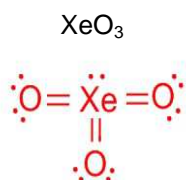
/1

C) Predvidi da li će prva energija ionizacije atoma ksenona biti veća, manja ili jednaka prvoj energiji ionizacije atoma fluora i pri tome obrazloži svoj odgovor.

Prva energija ionizacije atoma ksenona bit će manja od prve energije ionizacije atoma fluora. Pri ionizaciji atoma fluora elektron se udaljava iz 2p orbitale, a za ionizaciju atoma ksenona elektron se udaljava iz 5p orbitale koja je viši energetki nivo od 2p, udaljeniji je od jezgre i zato je potrebna manje energije za udaljavanje elektrona atomu ksenona.

/1

D) Ksenon može reagirati s kisikom i fluorom pri čemu nastaju spojevi čije molekule možemo zapisati formulama XeO₃ i XeF₄. Navedene molekule prikaži Lewisovim strukturnim formulama.



/2x1

E) Predvidi geometriju molekule XeO₃ prema VSEPR teoriji.

trigonska piramida

/1

F) Koji tip hibridizacije orbitala je prisutan u molekuli XeF₄?

sp³d²

/1

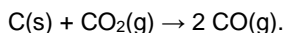
G) Jesu li molekule XeO₃ polarne? Obrazloži svoj odgovor!

Molekule XeO₃ su polarne jer sadrže tri polarne Xe-O veze koje su asimetrično raspoređene oko središnjeg atoma Xe

/1

8

5. Čvrsti ugljik i plinoviti ugljikov(IV) oksid smješteni su u spremnik volumena 2 L pri temperaturi 1160 K. Pri tome je došlo do promjene koju opisuju sljedeća jednadžba kemijske reakcije:



Reakcija je nastavljena uz praćenje ukupnoga tlaka u spremniku. Nakon uspostavljanja ravnoteže u spremniku je zaostalo čvrstog ugljika. Rezultati su zabilježeni u tablici:

Vrijeme/h	Ukupni tlak plinova /bar
0,0	5,00
2,0	6,26
4,0	7,09
6,0	7,75
8,0	8,37
10,0	8,37

A) Napiši izraz za ravnotežnu konstantu, K_p za navedenu reakciju.

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}}$$

B) Izračunaj početnu množinu $\text{CO}_2(\text{g})$ koja je stavljena u spremnik.

$$n(\text{CO}_2) = p \cdot V / (R \cdot T)$$

$$n(\text{CO}_2) = 5,0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1160 \text{ K})$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ mol}$$

1 bod za točan rezultat. 1 bod za ispravno korištene mjerne jedinice.

C) Za reakcijsku smjesu u stanju ravnoteže pri 1160 K parcijalni tlak $\text{CO}_2(\text{g})$ je 1,63 bar.

Izračunaj:

a) parcijalni tlak $\text{CO}(\text{g})$

$$p_{\text{CO}_2} + p_{\text{CO}} = p_{\text{uk}}$$

$$p_{\text{CO}} = p_{\text{uk}} - p_{\text{CO}_2}$$

$$p_{\text{CO}} = 8,37 \text{ bar} - 1,63 \text{ bar}$$

$$p_{\text{CO}} = 6,74 \text{ bar}$$

b) vrijednost ravnotežne konstante, K_p

$$K_p = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}}$$

$$K_p = 27,87 \text{ bar}$$

c) Ako je u reakcijsku posudu stavljen prikladan čvrsti katalizator, da li će konačni ukupni tlak plinova u stanju ravnoteže biti veći, manji ili jednak konačnom ukupnom tlaku plinova u stanju ravnoteže bez prisustva katalizatora? Obrazloži svoj odgovor! (Pretpostavi da je volumen čvrstog katalizatora zanemariv.)

Konačni ukupni tlak plinova u stanju ravnoteže bit će jednak i uz katalizator i bez prisustva katalizatora. Prisustvo katalizatora utjecat će na to da će se ravnotežno stanje uspostaviti brže nego bez katalizatora, ali prisustvo katalizatora ne utječe na stupanj reakcije koji je određen vrijednošću ravnotežne konstante.

1 bod za točan odgovor

1 bod za obrazloženje u kojemu je spomenuto da katalizator samo djeluje na to da se ravnoteža uspostavi ranije, a da je stupanj reakcije određen vrijednošću ravnotežne konstante. Ukoliko obrazloženje nije potpuno, učenik ne dobiva bod za obrazloženje.

D) U drugom eksperimentu koji uključuje iste sudionike kemijske reakcije spremnik od 2 L početno sadrži 10,0 g C(s) uz dodatak $\text{CO}(\text{g})$ i $\text{CO}_2(\text{g})$. Parcijalni tlak oba plina iznosi 2,00 bara pri 1160 K. Predvidi hoće li se u ravnotežnom stanju sustava parcijalni tlak $\text{CO}_2(\text{g})$ povećati, smanjiti ili ostati nepromijenjen. Svoje predviđanje obrazloži izračunom.

$$Q = \frac{p_{\text{CO}}^2}{p_{\text{CO}_2}}$$

$$K_p = 27,87 \text{ bar}$$

$$Q = \frac{(2,0 \text{ bar})^2}{2 \text{ bar}}$$

$$Q < K_p$$

$$Q = 2,0 \text{ bar}$$

Parcijalni tlak $\text{CO}_2(\text{g})$ u ravnotežnom stanju će se smanjiti.

1 bod za točan odgovor.

1 bod za izračun.

/1

/2x1

/1

/1

/2x1

/2x1

6. Za svaku od četiri navedene promjene (5.1., 5.2., 5.3. i 5.4.) odredi odgovarajuću kombinaciju promjene entalpije i promjene entropije navedene pod oznakama A-E.

A) $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$

B) $\Delta H > 0$, $\Delta S < 0$

C) $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$

D) $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$

E) $\Delta H = 0$, $\Delta S < 0$

6.1. Reakcija koja je spontana pri svim temperaturama _____ C)

6.2. Kondenzacija vodene pare pri temperaturi 25 °C i tlaku 1 bara _____ D)

6.3. Gorenje tekućeg pentana $C_5H_{12}(l)$ pri čemu nastaju $H_2O(g)$ i $CO_2(g)$ pri tlaku 1 bara _____ C)

6.4. $Cl_2(g) \rightarrow 2 Cl(g)$ _____ A)

/4x1

4

7. Uzorak aluminija mase 85,19 g prethodno zagrijan na 70 °C uroni se u vodu u kojoj je temperatura 15 °C. Voda se pritom zagrije do 20,4 °C. ($c(Al, s) = 0,904 J K^{-1} g^{-1}$, $c(H_2O, l) = 4,18 J K^{-1} g^{-1}$)

Izračunaj:

A) Količinu topline koju je uzorak aluminija predao vodi.

B) Masu vode koja se zagrijala do konačne temperature.

$$\Delta t = t(Al) - t(H_2O) = 70\text{ °C} - 20,4\text{ °C} = 49,6\text{ °C}$$

$$\Delta T = 49,6\text{ K}$$

1 bod za točan ΔT iskazan u kelvinima.

$$Q = - (m \times c(Al, s) \times \Delta T)$$

$$Q = - 3820\text{ J}$$

1 bod za točno izračunatu toplinu.

Ukoliko je rezultat prikazan uz pozitivan predznak, ne priznaje se kao točan.

$$\Delta t = t_2(H_2O) - t_1(H_2O) = 20,4\text{ °C} - 15\text{ °C} = 5,4\text{ °C}$$

$$\Delta T = 5,4\text{ K}$$

1 bod za točan ΔT iskazan u kelvinima.

$$m(H_2O) = \frac{Q}{c \times \Delta T} = \frac{3819,79\text{ J}}{5,4\text{ K} \times 4,18\text{ J/K} \times g} = 169\text{ g}$$

1 bod za točno izračunatu masu vode.

/1

/1

/1

/1

4

8. Cezijev klorid ne disocira potpuno u vodi. Molalnost te soli u vodenoj otopini je $0,151 \text{ mol kg}^{-1}$. Otopina se smrzava pri $-0,504 \text{ }^{\circ}\text{C}$, a krioskopska konstanta vode je $1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$. Koristeći navedene podatke:

A) Prikaži jednadžbom disocijaciju cezijeva klorida u vodi,

B) Izračunaj faktor disocijacije cezijeva klorida i obrazloži dobiveni rezultat,

C) Izračunaj udio disociranih formulskih jedinki cezijeva klorida i iskaži ga u postotcima.



1 bod za točno napisanu jednadžbu i oznake agregacijskih stanja.

$$i = \frac{\Delta T}{b \times K_f} = \frac{0,504 \text{ K}}{0,151 \text{ mol kg}^{-1} \times 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}}$$

$$i = 1,79$$

1 bod za točan rezultat.

1 bod za obrazloženje da cezijev klorid nije potpuno disociran jer bi tada faktor i bio 2, a sniženje ledišta otopine veće od zadanog.

$$\alpha(\text{CsCl}) = \frac{i-1}{k+a-1} = \frac{1,79-1}{1+1-1} = 0,79 = 79 \%$$

(k i a označavaju broj kationa i broj aniona u formulskoj jedinki CsCl)

1 bod za točan rezultat iskazan u postotcima.

/1

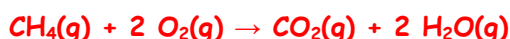
/2

/1

4

9. Pomoću podataka o prosječnim energijama kovalentnih veza prikazanim u tablici izračunaj reakcijsku entalpiju za potpuno izgaranje metana.

veza	H-H	C-C	O-O	O-H	C-H	C-O	C=O	C=C	O=O
$E / \text{kJ mol}^{-1}$	436	346	146	463	413	358	732	602	498



$$\Delta_r H = (4 \times 413 \text{ kJ mol}^{-1} + 2 \times 498 \text{ kJ mol}^{-1}) - (2 \times 732 \text{ kJ mol}^{-1} + 4 \times 463 \text{ kJ mol}^{-1})$$

$$\Delta_r H = 2 \text{ 648 kJ mol}^{-1} - 3 \text{ 316 kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r H = - 668 \text{ kJ mol}^{-1}$$

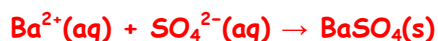
/1

/1

/1

3

10. 1,8608 g neke kristalohidratne bakrove soli X, dvovalentnog bakra, otopi se u vodi i dopuni vodom do 250 mL. U 25 mL te otopine doda se otopina barijeva klorida u suvišku. Reakcijom nastaje sitan bijeli talog, koji se filtrira i suši. Masa taloga je 1,7508 g. Napiši formulu zadane soli X.



1 bod za točno napisanu jednadžbu i oznake agregacijskih stanja.

$$n(\text{BaSO}_4) = \frac{m(\text{BaSO}_4)}{M(\text{BaSO}_4)} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

1 bod za točno izračunatu množinu BaSO_4 .

$$n(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{BaSO}_4) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{SO}_4^{2-}) = 7,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}^{2+}) = n(\text{Cu}^{2+}) \times M(\text{Cu}^{2+}) = 0,4763 \text{ g}$$

$$m(\text{SO}_4^{2-}) = n(\text{SO}_4^{2-}) \times M(\text{SO}_4^{2-}) = 0,7208 \text{ g}$$

1 bod za točno izračunate mase iona.

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{sol}) - [m(\text{Cu}^{2+}) + m(\text{SO}_4^{2-})]$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1,8608 \text{ g} - [0,4763 \text{ g} + 0,7208 \text{ g}]$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,664 \text{ g}$$

1 bod za točno izračunatu masu vode.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 0,0368 \text{ mol}$$

$$n(\text{CuSO}_4) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0075 : 0,0368$$

$$= 1 : 5$$

Formula zadane soli X je $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$

1 bod za točno napisanu formulu soli X.

/1

/1

/1

/1

/1

5

1. stranica

2. stranica

3. stranica

+

+

+

4. stranica

5. stranica

6. stranica

7. stranica

+

+

+

=

50