

ISPIT PROBNE DRŽAVNE MATURE IZ KEMIJE 2009.

ZA III. RAZRED GIMNAZIJE

(drugi dio ispita; rješenja i shema bodovanja)

Izradila Stručna radna skupina za izradbu ispitnih materijala iz Kemije:

doc. dr. sc. Nenad Judaš, voditelj, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
doc. dr. sc. Draginja Mrvoš-Sermek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
red. prof. dr. sc. Tomislav Cvitaš, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb
Višnja Vlahek Sokač, prof. savjetnik, Zdravstveno učilište, Zagreb
Daisy Žgaljić, prof. savjetnik, Prva riječka hrvatska gimnazija, Rijeka
Žana Matić, prof. mentor, III. gimnazija, Split.

DRUGI DIO ISPITA

OPĆA OPASKA: Postupak ispravljanja bio je vrlo tolerantan, što se može isčitati iz niže navedenih opaski. U svakome od deset zadataka pristupnici su mogli ostvariti po šest bodova, a svaki je bod pripadao točno definiranoj stavki vrjednovanja. Kadgod je to bilo moguće, pojedine stvake vrjednovanja vrjednovane su neovisno jedna o drugoj. Također su pri vrjednovanju računskih zadataka primijenjena pravila konsekvencijalnoga bodovanja prema kojima učenik ne će biti dva puta kažnjen za istu pogrešku.

Primjerice, ukoliko je učenik pogrešno izračunao neku molarnu masu (bez obzira na uzrok), nije ostvario 1 bod za točno izračunate molarne mase, no ako je s tim vrijednostima dalje ispravno postupao u računu i dobio njima odgovarajući konačni rezultat, ostvario je 1 bod za točan rezultat (naravno uz uvjet da je rabio ispravan veličinski račun).

1. Nabrojene tvari razvrstajte na: elementarne tvari, kemijske spojeve, homogene i heterogene smjese. Križićem označite kojoj vrsti tvari pripada pojedina tvar.

Tvar	Homogena smjesa	Elementarna tvar	Kemijski spoj	Heterogena smjesa
Goveđa juha				+
Motorno ulje	+			
Kvarcni pijesak			+	
Dijamantni prah		+		
Vodovodna voda	+			
Platina		+		

6 x 1 BOD

2. Napišite kemijske nazive ili odgovarajuće kemijske formule navedenih spojeva.

2.1. $\text{Mg}(\text{HSO}_4)_2$ _____ magnezijev hidrogensulfat

2.2. AgClO_4 _____ srebrov perklorat

2.3. BaSO_3 _____ barijev sulfit

2.4. Stroncijev oksid _____ SrO

2.5. Natrijev peroksid _____ Na_2O_2

2.6. Kalcijev karbid _____ CaC_2

6 x 1 BOD

Ukoliko je pri imenovanju spojeva navedena valencija atoma metala, iako to nije bilo potrebno, odgovor je priznat, primjerice, srebrov(I) perklorat.

3.1. Komadić kalcija ubačen je u toplu vodu. Zamijećeno je nastajanje bezbojnoga plina, a dobivena tekućina oboji fenolftalein. Napišite odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije. Obvezno napišite i agregacijska stanja reaktanata i produkata.



2 BODA

1 BOD za izjednačenu i s točnim reaktantima i produktima napisanu jednadžbu kemijske reakcije

1 BOD za sva točno navedena agregacijska stanja

Ukoliko jednadžba kemijske reakcije nije bila izjednačena, ali su agregacijska stanja bila ispravno navedena, ona su vrjednovana s jednim bodom, primjerice: $\text{Ca(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$.

Ukoliko bi jedno od agregacijskih stanja bilo pogrešno navedeno, bod nije ostvaren.

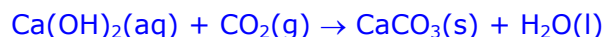
3.2. Koliki je volumen razvijenoga plina, pri 0 °C i 101 325 Pa, ako je cijeli komadić kalcija mase 200 mg izreagirao?

Volumen razvijenoga plina je 0,112 L vodika.

1 BOD za točan odgovor

Nije bilo potrebno računom potvrditi rezultat. Priznavani su svi odgovori koji su približno odgovarali očekivanoj vrijednosti, primjerice, 0,1 L ili 0,112 L ili 100 mL ili 112 mL.

3.3. Kada se u tekućinu nastalu tijekom reakcije iz 3.1. uvodi bezbojni i neotrovni plin, nastaje bijeli talog i smanjuje se njezina lužnatost. Napišite odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije. Obvezno napišite i agregacijska stanja reaktanata i produkata.



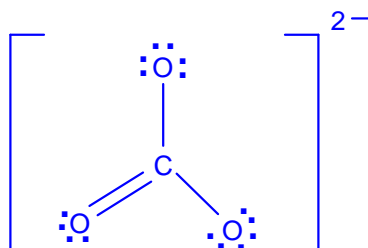
2 BODA

1 BOD za izjednačenu i točnu jednadžbu kemijske reakcije

1 BOD za sva točno naznačena agregacijska stanja

Tolerancija kao i u zadatku 3.1.

3.4. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu aniona iz bijelog taloga koji nastaje u 3.3.



1 BOD za korektno nacrtanu Lewisovu strukturnu formulu

Pri vrjednovanju Lewisovih strukturnih formula korištena su sljedeća pravila:

Svi valentni elektroni morali su biti prikazani na crtežu.

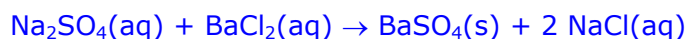
Vezni parovi morali su biti prikazani kao valentne crtice.

U slučaju takozvanih donorskih (koordinativnih) veza prihvaćena je oznaka strjelice za vezni elektronski par (ali strjelice bez dvotočke, dakle →, ali ne :→).

Nije bilo potrebno na crtežu naznačiti i prostornu građu molekule.

Ukoliko ionska struktura nije bila prikazana u uglatoj zagradi s izraženim nabojnim brojem jedinice, prihvaćeni su i prikazi u kojima su navedeni formalni naboji pojedinih atoma.

4.1. Barijev sulfat je vrlo slabo topljiv talog. Napišite jednadžbu kemijske reakcije nastajanja barijeva sulfata reakcijom vodenih otopina natrijeva sulfata i barijeva klorida. Obvezno naznačite agregacijska stanja reaktanata i produkata.



2 BODA

1 BOD za izjednačenu i točnu jednadžbu kemijske reakcije

1 BOD za sva točno naznačena agregacijska stanja

Tolerancija kao i u zadatku 3.1.

4.2. Izračunajte masu natrijeva sulfata potrebnu za taloženje barijeva sulfata iz 100 mL vodene otopine barijeva klorida čija je masena koncentracija $20,820 \text{ g L}^{-1}$.

Postupak:

Rezultat: _____

$$V(\text{BaCl}_2) = 0,100 \text{ L}$$

$$\gamma(\text{BaCl}_2) = 20,820 \text{ g L}^{-1}$$

$$M(\text{BaCl}_2) = 208,20 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,05 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$= M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot n(\text{BaCl}_2)$$

$$= M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot \frac{\gamma(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{BaCl}_2)}{M(\text{BaCl}_2)}$$

$$= \frac{142,05 \text{ g mol}^{-1} \cdot 20,820 \text{ g L}^{-1} \cdot 0,100 \text{ L}}{208,20 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,421 \text{ g}$$

$$\text{uz } n(\text{BaCl}_2) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$$

$$\text{i } n(\text{BaCl}_2) = \frac{\gamma(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{BaCl}_2)}{M(\text{BaCl}_2)}$$

1 BOD za točno izračunate molarne mase

1 BOD za ispravan veličinski račun

1 BOD za ispravnu uporabu mjernih jedinica

1 BOD za točan rezultat

Na računske zadatke primijenjena su pravila tzv. konsekvencijalnoga bodovanja prema kojima učenik ne će biti dva puta kažnjen za istu pogrešku.

Primjerice, ukoliko je učenik pogrešno izračunao neku molarnu masu (bez obzira na uzrok), nije ostvario 1 bod za točno izračunate molarne mase, no ako je s tim vrijednostima dalje ispravno postupao u računu i dobio njima odgovarajući konačni rezultat, ostvario je 1 bod za točan rezultat (naravno uz uvjet da je rabio ispravan veličinski račun).

Pri vrjednovanju uporabe mjernih jedinica vrjednovani su samo korektni zapisi. Primjerice, ako je trebalo izračunati masu tvari pomoću množine i molarne mase:

$$m(X) = n(X) \cdot M(X) = 1 \cdot 24 \text{ g} = 24 \text{ g}.$$

Ovakav zapis pozitivno je vrjednovan jer je prihvaćena mogućnost da je učenik „u glavi” pokratio dio mjernih jedinica ($\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$). S druge strane, izraz poput:

$$m(x) = n(x) \cdot M(X) = 1 \cdot 24 = 24 \text{ g}$$

nije prihvaćen jer umnožak dvaju brojeva ($1 \cdot 24$) ne može biti jednak 24 grama (dakle nedostaje mjerna jedinica na lijevoj strani izraza).

5. Nacrtajte Lewisove strukturne formule molekula navedenih spojeva i predvidite njihovu geometrijsku građu.

5.1.1. Fosforov(V) klorid

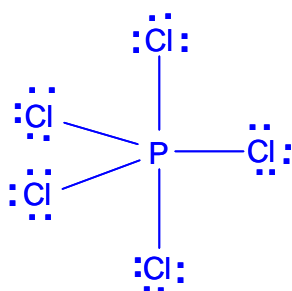
5.1.2. Molekula fosforovog(V) klorida je _____.

5.2.1. Klorov(III) fluorid

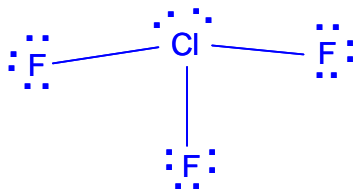
5.2.2. Molekula klorovog(III) fluorida je _____.

5.3.1. Ozon

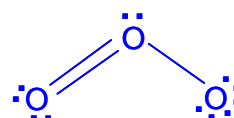
5.3.2. Molekula ozona je _____.



trigonska bipiramida



T-oblik



V-oblik

1 BOD za svaku korektno nacrtanu Lewisovu strukturnu formulu

1 BOD za svaku ispravno navedenu prostornu građu

Pri vrjednovanju Lewisovih strukturnih formula primijenjena su već prije spomenuta pravila (zadatak 3.4.), a njima su dodana i sljedeća:

Ukoliko prostorna građa molekule nije bila riječju opisana, ali ju je crtež jasno prikazivao, dobiven je i bod za prostornu građu molekule.

Prostorna građa molekula vrjednovana je neovisno o točnosti uporabe Lewisove simbolike.

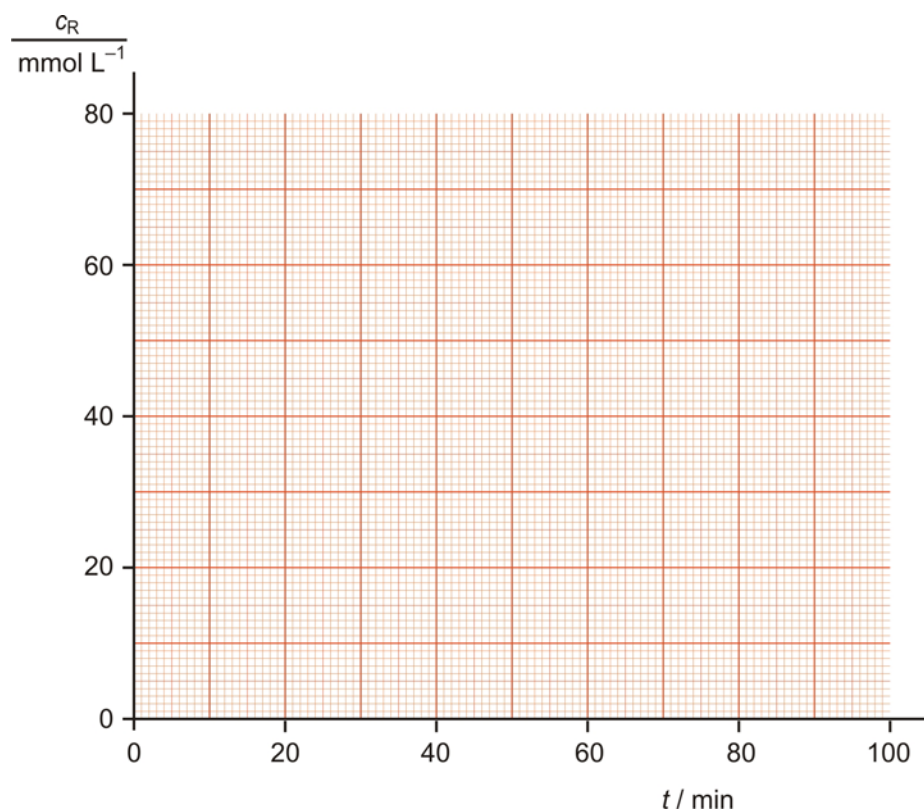
Za prostornu građu molekule ClF_3 , osim T-oblika, prihvaćan je i odgovor piramidne građe.

Za prostornu građu molekule ozona prihvaćani su, osim V-oblika, i kutni oblik ili savinuta molekula.

6. U tablici su dani podatci ovisnosti koncentracije reaktanta R o vremenu pri dvjema temperaturama T_1 i T_2 .

t / min	pri T_1 $c_R / \text{mmol L}^{-1}$	pri T_2 $c_R / \text{mmol L}^{-1}$
1	57	74
5	46	53
10	37	37
20	23	16
30	14	7
40	8	3
60	3	0,5
100	0,5	0

6.1. Usporedite grafički kako se množinska koncentracija mijenja s vremenom pri danim temperaturama.



6.2. Koja od navedenih matematičkih funkcija opisuje vremenske ovisnosti množinske koncentracije u dijagramu iz 6.1.?

A. $c_R = c_{R,0} - k t$

B. $c_R = c_{R,0} - k t^2$

C. $c_R = c_{R,0} e^{-kt}$

D. $c_R = c_{R,0} - e^{kt}$ (gdje je k pozitivna konstanta)

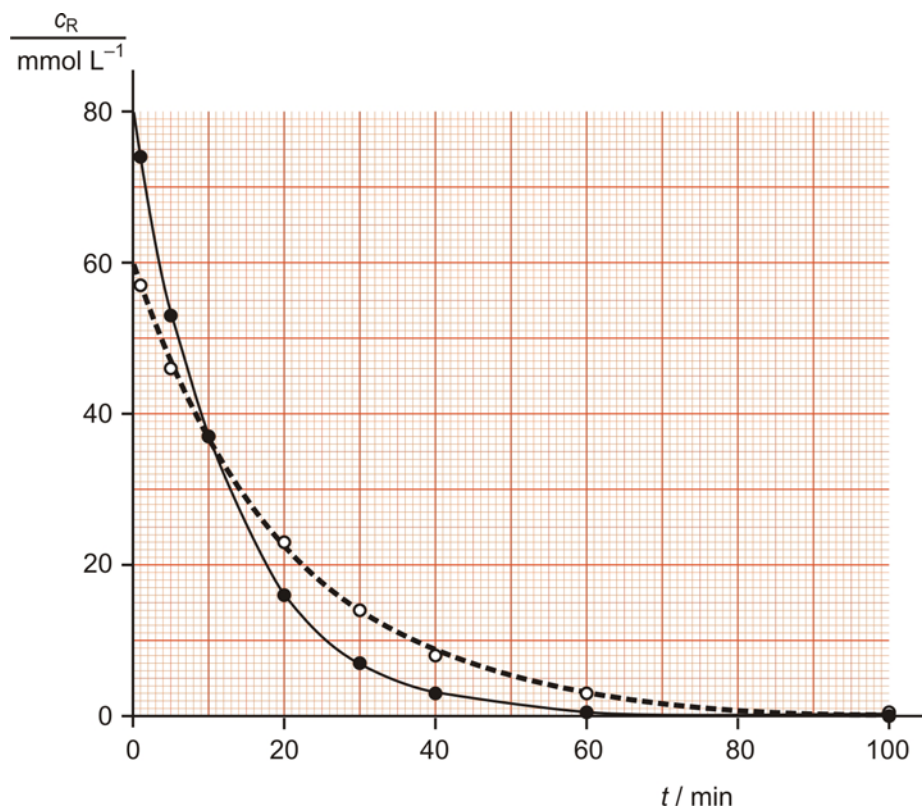
6.3. Procijenite početne koncentracije.

6.4. Procijenite vremena polureakcije.

6.5. Koji je niz podataka prikupljen pri višoj temperaturi?

6.6. Usporedite brzine reakcija v_1 i v_2 pri temperaturama T_1 i T_2 u vremenima 0, 25 i 50 minuta nakon početka reakcije.

6.1.



6.2. $C_{\text{R}} = C_{\text{R},0} e^{-kt}$

6.3. 60 (od 57 do 63) mmol L⁻¹, 80 (od 77 do 83) mmol L⁻¹

6.4. 15 (OD 12 DO 18) min pri T_1 , 9 (OD 6 DO 12) min pri T_2

6.5. $T_1 < T_2$

6.6. za $t = 0$ $v_1 < v_2$; za $t = 25$ min $v_1 \approx v_2$; za $t = 50$ min $v_1 > v_2$

6 x 1 BOD

Svaki iole uredno nacrtan dijagram pozitivno je vrjednovan.

Odgovori na pitanje 6.3. prihvaćeni su bez obzira je li u dijagramu bilo vidljivo da je učenik ekstrapolirao krivulje prema vrijednostima na ordinati. Odgovori su prihvaćeni s relativno velikim intervalom tolerancije. Za jedan bod bilo je nužno navesti ekstrapolirane vrijednosti za obje krivulje (isto je vrijedilo i za pitanje 6.4.).

Odgovor na pitanje 6.6. morao je biti točan u svim trima segmentima.

U odgovorima 6.3. i 6.4. trebalo je, osim brojčane vrijednosti, navesti i mjernu jedinicu.

7.1. Vrelište arsina (AsH_3) je $-62,5$ °C, vrelište fosfina (PH_3) je $-87,8$ °C, a vrelište amonijaka je $-33,3$ °C. Zašto je vrelište amonijaka više od vrelišta arsina i vrelišta fosfina?

Sve tri vrste molekula piramidne su građe te bi amonijak, s najmanje elektrona u molekuli, trebao imati niže vrelište od fosfina i arsina. To nije tako jer su molekule amonijaka polarnije (veća je razlika u elektronegativnosti atoma) i stoga povezane vodikovim vezama. Stoga tekući amonijak ima značajno manji tlak para od fosfina i arsina.

1 BOD za točan odgovor

Ponuđeni odgovor nije trebao biti „stroga“ preslika ovoga odgovora. Prihvaćen je svaki odgovor iz kojega se jasno moglo zaključiti da su međumolekulske sile između molekula amonijaka najjače te je stoga i njegovo vrelište najviše.

7.2. Maseni udio amonijaka u nekoj vodenoj otopini je 0,25, a njezina gustoća je $0,91 \text{ kg L}^{-1}$. Koliki je volumen amonijaka, pri 27°C i tlaku od 1013 hPa , potrebna za pripravu jedne litre te otopine?

Postupak:

Rješenje:

$$w(\text{NH}_3) = 0,25$$

$$\rho(\text{otopine}) = 0,91 \text{ kg L}^{-1}$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g mol}^{-1}$$

$$p = 1013 \text{ hPa}$$

$$t = 27^\circ\text{C}$$

$$V(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3) \cdot R \cdot T}{p(\text{NH}_3)} = \frac{m(\text{NH}_3) \cdot R \cdot T}{M(\text{NH}_3) \cdot p(\text{NH}_3)}$$

uz $\frac{m}{M}$ uz $w(\text{NH}_3) \cdot \rho(\text{otopine}) \cdot V(\text{otopine})$

$$V(\text{NH}_3) = \frac{w(\text{NH}_3) \cdot \rho(\text{otopine}) \cdot V(\text{otopine}) \cdot R \cdot T}{M(\text{NH}_3) \cdot p(\text{NH}_3)}$$

$$V(\text{NH}_3) = \frac{0,25 \cdot 0,91 \text{ kg L}^{-1} \cdot 1 \text{ L} \cdot 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 300 \text{ K}}{0,017 \text{ kg mol}^{-1} \cdot 101300 \text{ Pa}}$$

$$V(\text{NH}_3) = 0,3294 \text{ m}^3$$

$$V(\text{NH}_3) = 329,4 \text{ L}$$

1 BOD za povezivanje množine s masom i molarnom masom

1 BOD za povezivanje masenoga udjela, gustoće otopine i volumena otopine s množinom plina (pri čemu je trebalo biti nužno vidljivo da su sve veličine dovedene u ispravne odnose).

1 BOD za uporabu mjernih jedinica

1 BOD za točan izračun

Primijenjena su jednaka mjerila kao i na prethodnome računskome zadatku (zadatak 4.2.).

7.3. Zašto je valentni kut u molekuli amonijaka veći od valentnoga kuta u molekuli vode?

Veći je zbog slabijega odbijanja veznih elektronskih parova s jednom neveznim elektronskim parom u molekuli amonijaka.

1 BOD

Odgovor nije trebao biti „preslika” ovoga odgovora. Vrijednovan je svaki odgovor u kojem su povezana odbijanja elektronskih parova i građa molekule. Odgovori koji su se temeljili na razlici u broju vodikovih atoma u molekulama nisu priznavani.

8.1. Što su, u smislu Brønsted-Lowryeve teorije kiselina i baza, molekule metiloranža u kiselome mediju?

U kiselome mediju molekule metiloranža su Brønsted-Lowryeve baze.

1 BOD

Nije trebalo nužno reći da je Brønsted-Lowryeva baza, bilo je dovoljno i samo baza ili proton-akceptor.

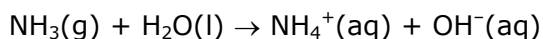
8.2. Kada u destiliranu vodu dodamo natrijev karbonat, on će se otopiti. Što su, u smislu Brønsted-Lowryeve teorije kiselina i baza, u tom slučaju molekule vode?

Molekule vode su u tom slučaju Brønsted-Lowryeve kiseline.

1 BOD

Nije trebalo nužno reći da je Brønsted-Lowryeva kiselina, bilo je dovoljno i samo kiselina ili proton-donor.

8.3. Napišite jednadžbu kemijske reakcije kojom ćete prikazati dobivanje amonijeve lužine.



1 BOD

Nije bilo potrebno navesti agregacijska stanja, a prihvaćani su i odgovori u kojima je umjesto iona navedena kemijska formula NH_4OH .

8.4. Pomiješano je 50 mL vodene otopine solne (klorovodične) kiseline čija je množinska koncentracija $0,2 \text{ mol L}^{-1}$ i 50 mL amonijeve lužine iste množinske koncentracije. Je li dobivena otopina kisela, neutralna ili lužnata i hoće li promijeniti boju plavoga lakmusovoga papira?

Konačna otopina je kisela stoga će promijeniti boju plavoga lakmusovoga papira u crvenu.

2 x 1 BOD

1 BOD za točno izraženu kiselost

1 BOD za promjenu boje indikatora

Kiselost i promjena boje indikatora vrijednovani su neovisno

8.5. Je li vodena otopina modre galice kisela, neutralna ili lužnata?

Vodena otopina modre galice je blago kisela.

1 BOD

Dovoljno je bilo navesti da je otopina kisela.

9.1. Masa dvoatomne molekule u plinovitoj fazi neke elementarne tvari je $1,0651 \cdot 10^{-22} \text{ g}$. Odredite o kojoj je tvari riječ.
Postupak:

Rješenje: _____

Riječ je o sumporu.

1 BOD

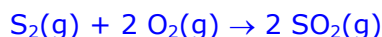
9.2. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu dvoatomnih molekula tvari iz 9.1.



1 BOD

Vrjednovanje kao i kod svih prethodnih Lewisovih strukturnih formula

9.3. Napišite jednadžbu kemijske reakcije gorenja elementarne tvari iz 9.1. i 9.2. u čistome kisiku. Obvezno naznačite agregacijska stanja.



1 BOD za točnu jednadžbu kemijske reakcije, bez obzira je li uporabljen simbol S, S₈ ili S₂

1 BOD za ispravno navedena agregacijska stanja (ovisno o uporabljenome simbolu sumpora)

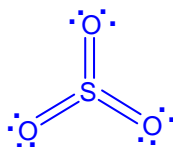
9.4. Katalitičkom oksidacijom produkta koji nastaje u 9.3. nastaje tvar koja reagira s vodom pri čemu nastaje jaka kiselina. Napišite kemijsko ime tvari koja nastaje katalitičkom oksidacijom produkta iz 9.3.

Sumporov(VI) oksid

1 BOD

Također je vrjednovan i odgovor sumporov trioksid.

9.5. Nacrtajte Lewisovu strukturnu formulu molekula tvari koja nastaje katalitičkom oksidacijom u 9.4.



1 BOD

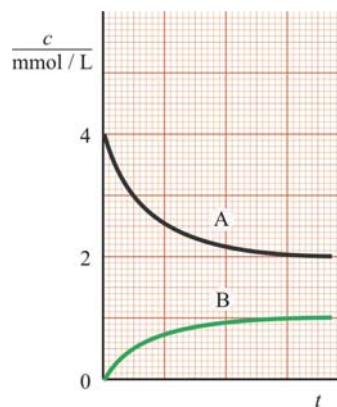
Kao i za sve prethodne Lewisove strukturne formule

10.1. Crtež prikazuje ovisnost koncentracije dviju tvari u reakcijskoj smjesi stalna volumena o vremenu t .

10.1.1. Napišite odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije.



~ 12 ~



1 BOD

10.1.2. Izračunajte konstantu ravnoteže.

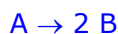
$$K = \frac{(1 \text{ mmol/L})}{(2 \text{ mmol/L})^2} = 0,25 \text{ L mmol}^{-1} = 250 \text{ L mol}^{-1}$$

1 BOD

Morale su biti jasno navedene mjerne jedinice.

10.2 Crtež prikazuje ovisnost koncentracije dviju tvari u reakcijskoj smjesi stalna volumena o vremenu t .

10.2.1. Napišite odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije.



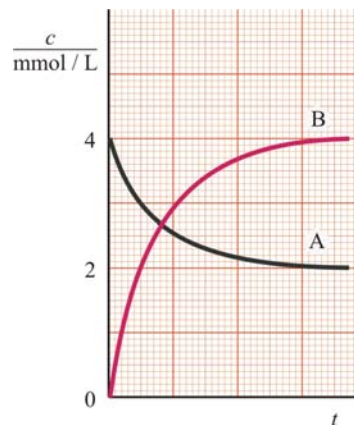
1 BOD

10.2.2. Izračunajte konstantu ravnoteže.

$$K = \frac{(4 \text{ mmol/L})^2}{2 \text{ mmol/L}} = 8 \text{ mmol L}^{-1}$$

1 BOD

Morale su biti jasno navedene mjerne jedinice.



10.3. Crtež prikazuje ovisnost koncentracije triju tvari u reakcijskoj smjesi stalna volumena o vremenu t .

10.3.1. Napišite odgovarajuću jednadžbu kemijske reakcije.



1 BOD

10.3.2. Izračunajte konstantu ravnoteže.

$$K = \frac{3^3}{1^2 \cdot 3} = 9$$

1 BOD

Prihvaćani su odgovori bez navedenih mjernih jedinica (jer se sve pokrate).

