

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Pokus za 3. razred srednje škole

**Pokus 1. Bezbojna kemija krutina**

Iako kemijski pokusi često pokazuju spektakularne promjene u boji tvari tijekom reakcija ili fizikalnih promjena, takve promjene su relativno neuobičajene u „svakodnevnoj“, istraživačkoj kemiji. Dapače, mnoge tvari koje se istražuju su bezbojne! Bez obzira na to, pažljivim opažanjem promjena, čak i u bezbojnim tvarima, može se mnogo zaključiti o njihovom sastavu.

**Cilj:** Na temelju danih opisa pokusa, opažanja i dostupnih informacija odrediti identitete krutina **T1**, **T2**, **T3**, **T4** i **T5**.

**Pribor:** Bunsenov plamenik, pet epruveta od borosilikatnog stakla, pet satnih stakala, kapalica, univerzalni indikatorski papirići.

**Kemikalije:** Uzorci pet bezbojnih krutina **T1**, **T2**, **T3**, **T4** i **T5**, destilirana voda.

**KORAK 1**

Uzorci krutina **T1**, **T2**, **T3**, **T4** i **T5** raspoređeni su u epruvete od borosilikatnog stakla. Sadržaj svake epruvete grijan je prvo čađavim, a onda šuštećim plamenom Bunsenova plamenika. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Uzorak krutine	Promjena uslijed zagrijavanja
<b>T1</b>	Nema značajne promjene
<b>T2</b>	Nema značajne promjene
<b>T3</b>	Krutina isparava, iznad krutine nastaje bijeli dim koji kristalizira na hladnijem dijelu epruvete. Blizu otvora epruvete osjeti se oštar miris.
<b>T4</b>	Uzorak krutine se stegne, kapljice tekućine kondenziraju na stijenci epruvete. Tinjajuća triješčica se ugasi kada se primakne otvoru epruvete.
<b>T5</b>	Uzorak se rastali pa pocrni. Kapljice tekućine kondenziraju na stijenci.

**KORAK 2**

Uzorci krutina **T1**, **T2**, **T3**, **T4** i **T5** raspoređeni su na satna stakalca, pa im je kapalicom dodano nekoliko kapi destilirane vode. Dobivenim otopina ispitana je približna pH-vrijednost pomoću univerzalnog indikatorskog papirića.

**Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Uzorak krutine	Dodatak vode	pH-vrijednost
<b>T1</b>	Dobro topljiv	~7
<b>T2</b>	Ne otapa se	~7
<b>T3</b>	Dobro topljiv	~4
<b>T4</b>	Dobro topljiv	~10
<b>T5</b>	Dobro topljiv	~4

Prema opažanjima iz pokusa odgovori na sljedeća pitanja.

1. Krutine **T1** i **T2** ne pokazuju značajne promjene tijekom zagrijavanja.

1.a) Koji tip kemijske veze možemo očekivati u takvim krutinama?

ionske

0,5 bodova

1.b) Hoće li taljenje ovakvih tvari biti egzoterman ili endoterman proces?

endoterman

0,5 bodova

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Pokus za 3. razred srednje škole

**1.c)** Krutina **T1** koristi se kao dijetetska zamjena za kuhinjsku sol, a u prirodi se nalazi kao mineral silvin. Sve kemijske vrste od kojih se krutina **T1** sastoji imaju istu elektronsku konfiguraciju. Elektrolizom taljevine **T1** nastaje metal koji se tali pri 63 °C.

Kemijski naziv tvari **T1** je:

Kalijev klorid

0,5 bodova

Kemijska formula spoja **T1** je

KCl

0,5 bodova

**1.d)** Krutina **T2** sastavna je tvar nekog dragog kamenja i minerala iz kojih se dobiva tehnološki važan metal. Krutina **T2** može se pripremiti reakcijom hrđe i aluminija u prahu.

Kemijski naziv tvari **T2** je:

Aluminijev oksid

0,5 bodova

Kemijska formula spoja **T2** je:

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

0,5 bodova

**2.** Krutina **T3** je sol koja nastaje reakcijom dvaju plinova, **X** i **Y**.

**X** je plin koji nastaje reakcijom amonijeve lužine s krutim natrijevim hidroksidom.

**Y** je plin koji nastaje izgaranjem vodika u atmosferi klora.

**2.a)** Kemijska formula plina **X** je:

NH<sub>3</sub>

0,5 bodova

Taj plin naziva se:

amonijak

0,5 bodova

**2.b)** Kemijska formula plina **Y** je:

HCl

0,5 bodova

Taj plin naziva se:

klorovodik

0,5 bodova

**2.c)** Kemijska formula krutine **T3** je:

NH<sub>4</sub>Cl

0,5 bodova

**2.d)** Naziv kemijske vrste koja hidrolizom čini otopinu krutine **T3** kiselom je:

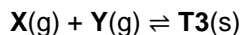
Amonijev ion

0,5 bodova

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Pokus za 3. razred srednje škole

3. Iako bi se promjenu koja nastaje grijanjem krutine **T3** moglo pogrešno nazvati sublimacijom, radi se o povratnoj reakciji. Ta reakcija može se opisati sljedećom ravnotežnom jednačbom kemijske reakcije:



3.a) Napiši izraz za tlačnu konstantu ravnoteže ove reakcije.

$$K_p = 1 / [p(X)p(Y)]$$

0,5 bodova

3.b) Koju mjernu jedinicu možemo pridružiti vrijednosti tlačne konstante ravnoteže?

$Pa^{-2}$  ili ekvivalentno (npr.  $1/bar^2$ ,  $atm^{-2}$  itd.)

0,5 bodova

3.c) Koji će učinak na ravnotežno stanje reakcijskog sustava proizvesti dodatak krutine **T3**? **Kratko obrazloži.**

Dodatak tvari T3 neće promijeniti sastav ravnotežne reakcijske smjese. Krutina ne utječe na ravnotežno stanje reakcijskog sustava.

0,5 bodova

3.d) Hoće li tlačna konstanta ravnoteže imati veću vrijednost pri 25 °C ili 150 °C, ako je napredna reakcija egzotermna?

Tlačna konstanta ravnoteže bit će veća pri 25 °C.

0,5 bodova

4. Proučimo kiselinsko-bazna i redukcijsko-oksidacijska svojstva krutine **T4** i srodnih tvari.

4.a) Kation u krutini **T4** nastaje oksidacijom atoma elementa **E**. Element **E** nastaje fuzijom dvaju atoma ugljika-12, uz jedan atom procija kao nusprodukt.

Kemijski naziv kationa prisutnog u krutini **T4** je:

Natrijev ion

0,5 bodova

4.b) Anion u sastavu krutine **T4** istovjetan najzastupljenijem monoanionu u vodenoj otopini ugljikovog(IV) oksida.

Kemijski naziv aniona prisutnog u krutini **T4** je:

Hidrogenkarbonat

0,5 bodova

4.c) Jednačbom kemijske reakcije prikaži kemijsku promjenu koja se zbiva tijekom zagrijavanja krutine **T4**. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata.



za točno navedene reaktante i produkte

0,5 bodova

za zapis izjednačen po masi i naboju

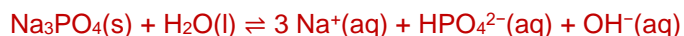
0,5 bodova

za točna agregacijska stanja

0,5 bodova

4.d) Vodena otopina krutine zaostale nakon zagrijavanja krutine **T4** ima slična kiselinsko-bazna svojstva kao vodena otopina natrijevog fosfata ( $Na_3PO_4$ ).

Jednačbom kemijske reakcije prikaži ravnotežnu reakciju otapanja natrijevog fosfata u vodi.



za točno navedene reaktante i produkte

0,5 bodova

za zapis izjednačen po masi i naboju

0,5 bodova

za uporabu oznake ravnotežne pretvorbe

0,5 bodova

**Napomena:** priznati i dihidrogenfosfat ( $H_2PO_4^-$ ) kao mogući dodatni produkt

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Pokus za 3. razred srednje škole

**4.e)** Izračunaj pH-vrijednost otopine priređene otapanjem  $1,00 \cdot 10^{-3}$  mol natrijeva fosfata u 0,500 L vode, pod pretpostavkom da se fosfatni ion ponaša kao jaka monoprotonska baza.

$$n(\text{OH}^-) = n(\text{PO}_4^{3-})$$

$$c(\text{OH}^-) = n(\text{OH}^-) / V(\text{otopina}) = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log(c(\text{OH}^-) / (\text{mol L}^{-1})) = 2,699$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,301$$

Za ispravno povezivanje množine hidroksidnih iona i fosfatnih iona

**0,5 bodova**

Za ispravno računanje koncentracije hidroksidnih iona

**0,5 bodova**

Za točnu numeričku vrijednost pOH vrijednosti

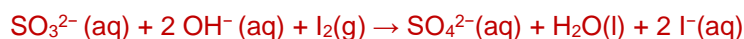
**0,5 bodova**

Za točnu numeričku vrijednost pH vrijednosti

**0,5 bodova**

**5.** Ion, po svojoj strukturi sličan anionu u krutini **T4**, je i sulfitni ion. Međutim, sulfitni ion pokazuje i zanimljiva redukcijsko-oksidacijska svojstva.

**5.a)** Sulfit se pomoću joda u lužnatom mediju lako oksidira do sulfata, pri čemu nastaju sulfatni i jodidni ion. Opiši te promjene jednadžbom kemijske reakcije.



za točno navedene reaktante i produkte

**0,5 bodova**

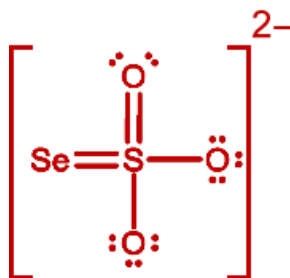
za zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za uporabu oznake kemijske pretvorbe

**0,5 bodova**

**5.b)** Sulfit može reagirati i s elementarnim selenijem, tvoreći selenosulfatni ion formule  $\text{SeSO}_3^{2-}$ . U tom ionu, atom sumpora je u najvišem, a atom selenija u najnižem oksidacijskom stanju. Nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu selenosulfatnog iona.



Za prikaz svih valentnih elektrona u Lewisovoj strukturnoj formuli

**0,5 bodova**

Za točan broj veznih i neveznih elektrona u Lewisovoj strukturnoj formuli

**0,5 bodova**

**5.c)** Za čišćenje vinskih bačvi često se koristi tzv. vinobran. Vinobran je kalijeva sol u kojoj je sedmeroatomni dianion **A** građen od atoma sumpora i atoma kisika.

Kemijska formula aniona **A** je:



**0,5 bodova**

**6.** Krutina **T5** je 2-hidroksibutandikarboksilna kiselina (poznata i kao jabučna kiselina). Molekulska formula jabučne kiseline je  $\text{C}_4\text{O}_5\text{H}_6$ . Soli ove organske kiseline nazivaju se malati.

**6.a)** Koja vrsta reakcije je zaslužna za crnjenje uzorka krutine **T5** prilikom grijanja?

Dehidratacija

**Napomena:** priznati i odgovor karbonizacija

**0,5 bodova**

**6.b)** Osim u jabukama, jabučna kiselina proizvodi se i katalitičkom oksidacijom jednog ravnolančanog alkana **K**. Molekula alkana **K** i molekula jabučne kiseline imaju isti broj ugljikovih atoma.

Kemijski naziv alkana **K** je Butan.

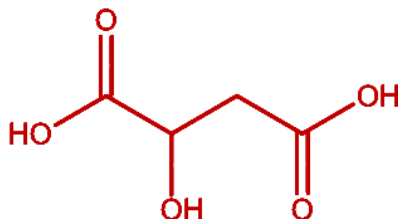
**0,5 bodova**

**- RJEŠENJA -**

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

**Pokus za 3. razred srednje škole**

**6.c)** Strukturnom formulom prikaži jabučnu kiselinu



Za točnu strukturnu formulu

**0,5 bodova**

**6.d)** Empirijska formula amonijeva malata je

C4O5H12N2

**0,5 bodova**

Maseni postotak dušika u amonijevom malatu iznosi 16,66 % %.

$$w(\text{N}, \text{C}_4\text{O}_5\text{H}_{12}\text{N}_2) = 100 \% \cdot 2 A_r(\text{N}) / M_r(\text{C}_4\text{O}_5\text{H}_{12}\text{N}_2) = 100 \% \cdot 0,1666 = 16,66 \%$$

Za ispravan izraz masenog udjela

**0,5 bodova**

Za točnu vrijednost masenog udjela

**0,5 bodova**

### Pokus 2. Energijski (ne)zahtjevna elektroliza

Elektroliza se često provodi tako da su katoda, anoda i elektrolit od različitih tvari, u svrhu priređivanja novih tvari. Međutim, elektroliza ne mora uvijek proizvoditi novu tvar, već ih može samo *pomicati*. U ovom pokusu proučit ćemo jednu industrijski korisnu elektrolizu.

**Cilj:** Provesti elektrolizu. Odrediti količinu naboja koja je prošla kroz elektrolitičku ćeliju. Odrediti toplinu koja se oslobodila tijekom elektrolize.

**Pribor:** Staklena čaša od 200 mL, menzura od 100 mL, čaša za otpadnu otopinu, nosač za elektrode i termometar, stiroporni plašt, termometar, izvor struje, žice s „krokodil“ spojevima, poluanalitička vaga, sušilo za kosu, štoperica.

**Kemikalije:** Bakrena katoda, bakrena anoda, vodena otopina bakrova(II) sulfata množinske koncentracije 1 mol  $\text{dm}^{-3}$ , boca štrcalica s destiliranom vodom.

Rezultati pokusa upisivani su u sljedeću tablicu:

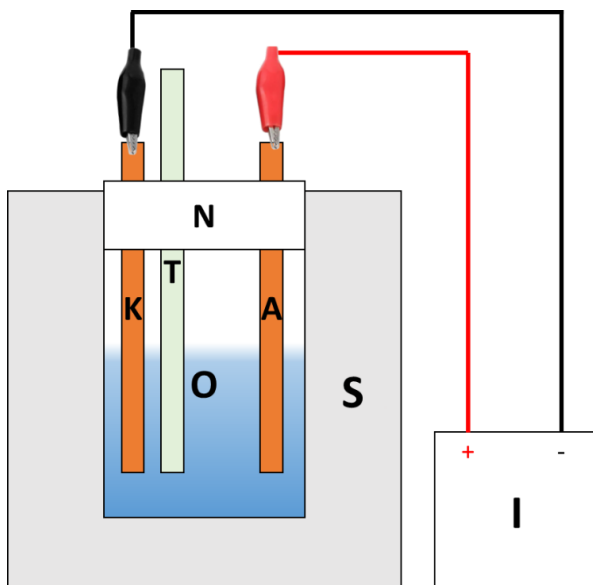
	Masa anode / g	Masa katode / g	Temperatura otopine / °C
Prije eksperimenta			
Poslije eksperimenta			

#### KORAK 1

Na poluanalitičkoj vagi vagnute su suhe i čiste elektrode. Mase elektroda navedene su u tablici kao mase prije eksperimenta.

#### KORAK 2

Aparatura za elektrolizu postavljena je kao na prikazanoj shemi. U staklenu čašu uliveno je 100 mL vodene otopine bakrova(II) sulfata pomoću menzure. Čaša s vodenom otopinom (**O**) pažljivo je stavljena u stiroporni plašt (**S**). U nosač (**N**) pričvršćeni su katoda (**K**), anoda (**A**) i termometar (**T**) pa je nosač postavljen na čašu (**O**). Pozitivni pol izvora (**I**) spojen je crvenom žicom na anodu, a negativni na katodu. Temperatura otopine (**O**) prije eksperimenta očitana je i navedena u tablici.



#### KORAK 3

Istovremeno su uključeni izvor struje i štoperica. Nakon što je na štoperici otkucalo 5 minuta izvor struje je isključen. Zapisana je temperatura otopine (**O**) nakon eksperimenta.

**- RJEŠENJA -**

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Pokus za 3. razred srednje škole

**KORAK 4.**

Anoda i katoda pažljivo su izvučeni iz nosača. Elektrode su isprane destiliranom vodom iznad čaše za otpadnu otopinu. Nadalje, elektrode su posušene sušilom za kosu, pa izvagane na poluanalitičkoj vagi. Dvije mase su u tablici označene kao mase poslije eksperimenta.

Tablica na kraju pokusa.

	Masa anode/g	Masa katode/g	Temperatura otopine/°C
Prije eksperimenta	6,168	4,142	18
Poslije eksperimenta	6,045	4,242	21

Poznati su i sljedeći podaci:

Reakcija na elektrodi	Standardni redukcijski potencijal, $E^\circ$ / V
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$	+0,80
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76

Prema opažanjima iz pokusa i podacima iz tablice odgovori na sljedeća pitanja.

**7.a)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju na katodi:



0,5 bodova

**7.b)** Jednadžbom kemijske reakcije prikaži reakciju na anodi:



0,5 bodova

**7.c).** Kolika je razlika standardnih elektrodnih potencijala za ovu elektrolizu?

0 (nula)

0,5 bodova

**7.d)** Što ćemo poduzeti ako želimo napraviti veću količinu električnih reakcija u jedinici vremena?

Povećati struju izvora

0,5 bodova

**8.a)** Kolika je množina iona bakra koja se reducirala tijekom POKUSA 2?

$$\Delta m(\text{Cu}) = m(\text{katoda, poslije eksperimenta}) - m(\text{katoda, prije eksperimenta}) = 0,100 \text{ g}$$

$$\Delta n(\text{Cu}) = \Delta m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}) = 0,100 \text{ g} / 63,55 \text{ g mol}^{-1} = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Za točan izračun promjene mase elektrode

0,5 bodova

Za točan izračun množine

0,5 bodova

Za ispravno korištenje mjernih jedinica

0,5 bodova

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

**Pokus za 3. razred srednje škole**

**8.b).** Koliki je električni naboj prošao kroz elektrolitičku ćeliju tijekom POKUSA 2, pod pretpostavkom da je sav naboj iskorišten u reakcijama redukcije i oksidacije?

$$Q = n z F$$

$$z = 2$$

$$F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$$

$$Q = 303 \text{ C}$$

Za ispravno povezivanje naboja i množine

**0,5 bodova**

Za točno određen naboj

**0,5 bodova**

Za ispravno korištenje mjernih jedinica

**0,5 bodova**

**8.c)** Kolika se toplina oslobodila prilikom elektrolize tijekom POKUSA 2, ako je specifični toplinski kapacitet vodene otopine bakrova(II) sulfata  $4,10 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ? Gustoća otopine je približno  $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ . Ostatak postava (elektrode, posuda) ima zanemariv toplinski kapacitet.

$$Q = mc\Delta T = 100 \text{ g} \cdot 4,10 \text{ J g}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot (21 \text{ }^{\circ}\text{C} - 18 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 1230 \text{ J}$$

Za ispravno povezivanje topline, mase, promjene temperature

**0,5 bodova**

Za ispravno izračunatu vrijednost

**0,5 bodova**

Za ispravno korištenje mjernih jedinica

**0,5 bodova**

**8.d).** Pod pretpostavkom da se u drugoj izvedbi istog eksperimenta oslobodilo  $1000 \text{ J}$  topline, a izlučeno je  $4,00 \text{ mmol}$  bakra, koliko je topline oslobođeno po atomu bakra u jedinicama elektron-volta ( $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ )?

$$Q(\text{množinski}) = q_{\text{uk}} / n(\text{Cu}) = 250 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$Q(\text{po atomu}) = q(\text{množinski}) / N_A = 2,50 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1} / 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 4,15 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$Q(\text{po atomu}) = 2,59 \text{ eV}$$

Za ispravno računanje množinske topline

**0,5 bodova**

Za točno izračunatu toplinu po atomu

**0,5 bodova**

Za ispravno korištenje jedinica

**0,5 bodova**

**9.a)** Ovakav postav može se koristiti za pročišćavanje bakra koji sadrži srebro kao nečistoću. Kolika maksimalna razlika potencijala smije biti između katode i anode prije no što se srebro s anode krene oksidirati?

$$\Delta E_{\text{ćelije}} = -(E_k - E_a) = -(+0,34 \text{ V} - 0,80 \text{ V}) = +0,46 \text{ V}$$

Maksimalna razlika potencijala može biti 0,46 V

Za ispravno iskorištenu formulu za elektrodni potencijal ćelije.

**0,5 bodova**

Za ispravnu vrijednost razlike potencijala

**0,5 bodova**

**Napomena:** Napon potreban za elektrolizu je suprotan naponu ekvivalentnog galvanskog članka.

**9.b)** Ovaj postav ne može se koristiti, ako elektrode sadrže veliku količinu cinka. Zbog čega nije moguće sprječiti oksidaciju elementarnog cinka na elektrodama u ovakvom eksperimentu?

Cink će reducirati bakrove ione iz otopine.

**0,5 bodova**

**9.c)** Kao nusprodukt mnogih elektrolitičkih postupaka koje uključuju vodene otopine nastaje smjesa plinova vodika i kisika. Koja je opasnost vezana uz ovaj nusprodukt?

Eksplוזija/požar

**0,5 bodova**



### **Pokus 3. Drugi pogled na dušikove okside**

**Cilj:** Demonstrirati ravnotežu između dva poznata i jednog manje poznatog dušikovog oksida

**Pribor:** Ledena kupelj, rukavice, pinceta, papirnati ručnici.

**Kemikalije:** Ampula punjena sa smjesom NO i NO<sub>2</sub>.

#### **KORAK 1**

Na stolu je bila ampula ispunjena dušikovim(II) oksida i dušikovim(IV) oksidom u podjednakom množinskom omjeru. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Sadržaj ampule bio je narančaste boje.

#### **KORAK 2**

Ampula je stavljena u ledenu kupelj i promatrana jednu minutu. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Nakon 30-tak sekundi u ampuli se pojavio svijetloplavi kondenzat. Plin iznad tekućine bio je svjetliji nego na početku pokusa.

#### **KORAK 3**

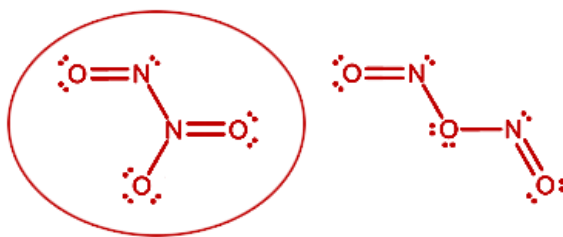
Ampula je izvađena iz ledene kupelji pa je pažljivo obrisana papirnatim ručnikom. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Svijetloplava tekućina je nestala. Sadržaj ampule ponovo je bio obojen kao na početku pokusa.

Tekućina koja nastaje hlađenjem sadržaja ampule je didušikov trioksid (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), koji je u ravnoteži s dušikovim(II) oksidom i dušikovim(IV) oksidom.

Prema opažanjima iz pokusa odgovori na sljedeća pitanja.

**10.a)** Predloži dvije Lewisove strukturne formule mogućih izomera didušikovog trioksida, te zaokruži onu koja predstavlja molekulu s većim dipolnim momentom.



Za prikaz svih valentnih elektrona u Lewisovoj strukturalnoj formuli (0,5 bodova po strukturi)

**2 × 0,5 bodova**

Za točan broj veznih i neveznih parova u Lewisovoj strukturalnoj formuli (0,5 bodova po strukturi)

**2 × 0,5 bodova**

Za točno zaokruženu strukturu

**0,5 bodova**

**10.b)** Je li reakcija nastajanja didušikovog trioksida iz dušikovog(II) oksida i dušikovog(IV) oksida redoks reakcija? **Kratko obrazloži.**

Reakcija nastajanja didušikovog trioksida je redoks reakcija, jer atomi dušika u produktu imaju drukčiji oksidacijski

broj od atoma dušika u reaktantima.

**0,5 bodova**

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

Pokus za 3. razred srednje škole

**10.c)** Raspad didušikovog trioksida može se opisati ravnotežnom reakcijom, prema jednadžbi:



Napiši izraz tlačne konstante ravnoteže za tu reakciju. Koliki je parcijalni tlak didušikovog trioksida u ravnotežnoj plinskoj smjesi pri 30 °C, ako su tlakovi dušikovog(II) oksida, dušikovog(IV) oksida i didušikovog trioksida prije uspostave ravnoteže jednaki i iznose 2,00 bar?

Tlačna konstanta ravnoteže iznosi 400 kPa pri 30 °C.

$$K_p = p(\text{NO})p(\text{NO}_2)/p(\text{N}_2\text{O}_3) = 400 \text{ kPa} = 4,00 \text{ bar}$$

$$4,00 \text{ bar} = (2,00 \text{ bar} + x)^2 / (2,00 \text{ bar} - x)$$

$$8,00 \text{ bar}^2 - (4,00 \text{ bar})x = 4,00 \text{ bar}^2 + (4,00 \text{ bar})x + x^2$$

$$x^2 + (8,00 \text{ bar})x - 4,00 \text{ bar}^2 = 0$$

$$x = 0,472 \text{ bar}$$

$$p(\text{N}_2\text{O}_3) = 1,53 \text{ bar ili } 153 \text{ kPa}$$

Za točno napisnu tlačnu konstantu ravnoteže

**0,5 bodova**

Za izračunati ravnotežni tlak  $\text{N}_2\text{O}_3$

**0,5 bodova**

Za ispravno korištenje mjernih jedinica

**0,5 bodova**

**11.** I za kraj - još malo kemije!

**11.a)** Molekule nekih dušikovih oksida sadrže nespareni elektron. Kako nazivamo takve spojeve?

Radikali

**0,5 bodova**

**11.b)** Molekula koja ima jedan elektron manje od dušikova(II) oksida može izazvati ozbiljne zdravstvene probleme, jer se veže na hemoglobin jače od kisika.

Radi se o ugljkovom monoksidu, CO.

**0,5 bodova**

**11.c)** U kojoj tvari koja sadrži dušik je pronađena najjača kovalentna veza među nemetalima?

Molekuli dušika,  $\text{N}_2$

**0,5 bodova**

**11.d)** Dušikov(IV) oksid reagira s vodom tako da se u isto vrijeme i reducira i oksidira, tvoreći dvije poznate kiseline. Napiši zapise oksidacije i redukcije.

Oksidacija:  $3 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_3^-(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$

Redukcija:  $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{e}^- \rightarrow \text{NO}_2^-(\text{aq})$

Za zapis oksidacije izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

Za zapis redukcije izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

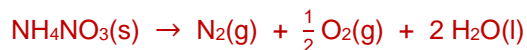
**Napomena:** priznati i  $\text{H}^+(\text{aq})$  kao produkt u jednadžbi oksidacije

**- RJEŠENJA -**

**Državno natjecanje iz kemije u šk. god. 2021./2022.**

**Pokus za 3. razred srednje škole**

**11.e)** Amonijev nitrat je važna sol dušične kiseline, koja se koristi kao gnojivo, ali i kao eksploziv u poljoprivredi i građevini. Napiši jednadžbu kemijske reakcije za raspad amonijevog nitrata pri sobnoj temperaturi, ako je poznato da se raspada na elementarne tvari i vodu. Navedi agregacijska stanja svih reaktanata i produkata. Izračunaj koliko litara plina će nastati pri normalnim uvjetima raspadom 80,0 g amonijevog nitrata?



$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = m(\text{NH}_4\text{NO}_3) / M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,0 \text{ g} / 80,0 \text{ g mol}^{-1} = 1,00 \text{ mol}$$

$$n(\text{plin}) = n(\text{N}_2) + n(\text{O}_2) = 1,5 \cdot n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 1,50 \text{ mol}$$

$$V(\text{plin}) = n(\text{plin}) \cdot V_m = 1,50 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L mol}^{-1} = 33,6 \text{ L}$$

za točno navedene reaktante i produkte

**0,5 bodova**

za zapis izjednačen po masi i naboju

**0,5 bodova**

za točna agregacijska stanja

**0,5 bodova**

Za ispravno izračunatu množinu plina

**0,5 bodova**

Za ispravno izračunat volumen plina

**0,5 bodova**

Za ispravno korištenje mjernih jedinica

**0,5 bodova**