

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

Pokus za 1. razred srednje škole

Cilj: Na temelju opažanja pokusa, vlastitih zaključaka i znanja riješiti zadatke i odgovoriti na pitanja.

Pribor: epruvete s uzorcima, stalak za epruvete, bočice, porculanski lončić.

Kemikalije: vodene otopine tvari **A** i tvari **B**, listići **suhog čaja**, alkoholna otopina kinalizarina, tekućina **T1**, tekućina **T2**, tekućina **T3**, destilirana voda, metiloranž.

KORAK 1.1. U epruveti **E1** nalazila se vodena otopina tvari **A** koja sadrži ione elementa **X1**. U epruvetu su dodane dvije kapi kinalizarina i deset kapi tekućine **T1**. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Dodatkom kinalizarina i tekućine T1 u prethodno bezbojnu otopinu nastaje modro obojenje.

KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADAJU ATOMI X1 U TVARI A?

PITANJE 1. Atomi **X1** pripadaju kemijskom elementu koji je sličan aluminiju i srebru, ali je malo tamniji, jer na njegovoj površini nastane zaštitni sloj oksida. Tijekom njegove reakcije s kisikom nastaje blještava svjetlost u koju ne valja gledati. Često se upotrebljavao u fotografiji (za bljeskalice). O kojem je kemijskom elementu riječ?

To je kemijski element magnezij.

0,5 bodova

PITANJE 2. Atom **X1** ima dva valentna elektrona. Kemijskim zapisom prikaži nastajanje iona iz atoma **X1**.

Kemijski je zapis $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e^{-}$.

0,5 bodova

ZADATAK 1. Izračunaj koliko je energije potrebno za otpuštanje valentnih elektrona iz 0,5 mol atoma **X1**. Energije ionizacije elementa **X1** redom iznose 738 kJ mol⁻¹, 1450 kJ mol⁻¹, 7730 kJ mol⁻¹, 10500 kJ mol⁻¹, 13600 kJ mol⁻¹.

$$E = E_1 + E_2 = 738 \text{ kJ mol}^{-1} + 1450 \text{ kJ mol}^{-1} = 2188 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$E_{1/2} = 2188 \text{ kJ mol}^{-1} / 2 = 1094 \text{ kJ}$$

2 × 0,5 = 1 bod

PITANJE 3. Napiši jednadžbu kemijske reakcije atoma **X1** s kemijskim elementom protonskog broja 7 i navedi pripadajuća agregacijska stanja.

Jednadžba kemijske reakcije je $3 Mg(s) + N_2(g) \rightarrow Mg_3N_2(s)$.

za točno navedene sve reaktante i produkte

0,5 bodova

za zapis izjednačen po masi

0,5 bodova

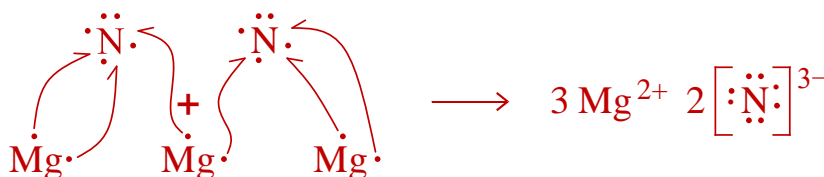
za pravilno označavanje molekule elementarne tvari kemijskog elementa protonskog broja 7

0,5 bodova

za navedena agregacijska stanja

0,5 bodova

ZADATAK 2. Lewisovim strukturnim formulama prikaži nastajanje veze u nastalom produktu iz **PITANJA 3**.



za točan prikaz valentnih elektrona oko atoma magnezija i dušika

0,5 bodova

za točno određene naboje s upisanim koeficijentima

0,5 bodova

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

Pokus za 1. razred srednje škole

PITANJE 4. Kloridna sol elementa **X1** nalazi se u kuhinjskoj soli. Zbog izloženosti zraku kuhinjska se sol mijenja i nastaju krupniji grumenčići za razliku od soli zatvorene u originalnoj ambalaži. Objasni ukratko tu promjenu.

Objašnjenje: higroskopnost (navlačenje vlage i slično) .

0,5 bodova

PITANJE 5. Kloridna sol kemijskog elementa **X1** sadrži i dvije molekule vode. Napiši formulu kloridne soli elementa **X1**.

Kemijska formula soli je $\text{MgCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

0,5 bodova

PITANJE 6. Objasni zašto se u sastavu hidratne soli voda naziva kristalizacijskom vodom.

Voda ulazi u sastav kristalne rešetke hidratne soli

0,5 bodova

PITANJE 7. Talište magnezijeva oksida iznosi 2852 °C, a talište magnezijeva klorida iznosi 714 °C. Objasni zašto je tako velika razlika u temperaturama tališta navedenih spojeva.

zbog velike razlike u elektronegativnosti i/ili (umnožak naboja)

0,5 bodova

PITANJE 8. U prirodi klor se sastoji od dvaju izotopnih oblika, ^{35}Cl i ^{37}Cl . Koji je izotop zastupljeniji?

Zastupljeniji je ^{35}Cl .

0,5 bodova

ZADATAK 3. Za dokazivanje atoma **X1** u pokusu je korišten reagens kinalizarin. Maseni udio ugljika u kinalizarinu je 0,6177, maseni udio vodika 0,0296, a maseni udio kisika 0,3527. Izračunaj i napiši empirijsku i molekulsku formulu kinalizarina. $M_r(\text{kinalizarina}) = 272,204$

Račun:

$$M_r(\text{kinalizarin}) = 272,204$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = m(\text{C}) / A_r(\text{C}) : m(\text{H}) / A_r(\text{H}) : m(\text{O}) / A_r(\text{O}) =$$

$$= 0,6177 / 12,01 : 0,0296 / 1,008 : 0,3527 / 16 = (0,05143 : 0,02937 : 0,02204) / 0,02204 =$$

$$= (2,3335 : 1,3325 : 1) \cdot 3 = 7 : 4 : 3$$

$$\text{Empirijska} = 7 : 4 : 3$$

$$M_r(\text{spoja}) / M_r(\text{empirijske}) = 2$$

$$\text{Molekulska formula } \text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_6$$

za postavljanje odnosa množina i brojnosti atoma

0,5 bodova

za točan izračun

0,5 bodova

za empirijsku formulu

0,5 bodova

za molekulsku formulu

0,5 bodova

PITANJE 9. Atomi kojeg kemijskog elementa u sastavu molekule kinalizarina imaju najveću elektronegativnost?

To su atomi kisika .

0,5 bodova

ZADATAK 4. Izračunaj masu 10 molekula kinalizarina i izrazi je u gramima.

Račun:

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_6) = M_r(\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_6) \cdot u = 272,204 \cdot 1,6605 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 4,5199 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

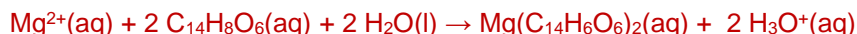
$$10 m(\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_6) = 10 \cdot 4,5199 \cdot 10^{-22} \text{ g} = 4,5199 \cdot 10^{-21} \text{ g}$$

2 × 0,5 bodova

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

Pokus za 1. razred srednje škole

ZADATAK 5. Napiši jednadžbu kemijske reakcije kationa atoma **X1** i kinalizarina, do koje dolazi u vodi, ako znaš da reakcijom nastaju dva oksonijeva iona.



za točno navedene sve reaktante i produkte

0,5 bodova

za zapis izjednačen po masi i naboju

0,5 bodova

za točno pripisana agregacijska stanja

0,5 bodova

PITANJE 10. Tekućina **T1** sadrži katione koji pripadaju metalu koji se nalazi u čileanskoj salitri, boraksu i kriolitu. Reakcijom aniona koji se nalaze u tekućini **T1** s vodikovim ionima u reakciji iz **ZADATKA 5.** nastaje voda. Kako se naziva kemijski spoj iz kojeg je pripremljena tekućina **T1**?

Naziv je spoja natrijev hidroksid.

0,5 bodova

PITANJE 11. Kemijski spoj iz kojeg je pripremljena tekućina **T1** disocira u vodi. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži disocijaciju tog kemijskog spoja u vodi.



0,5 bodova

KORAK 2.1. U epruveti **E2** nalazila se vodena otopina tvari **B** koja sadrži ione **X2**. U epruvetu je dodano šest kapi tekućine **T2** i dvadeset kapi tekućine **T3** (smjesa amilnog alkohola i etera (1 : 1)), uz blago mućkanje. **Zabilježena su sljedeća opažanja.**

Sloj tekućine **T3** je poplavio.

KOJEM KEMIJSKOM ELEMENTU PRIPADAJU IONI X2 U TVARI B?

ZADATAK 6. Maseni udio klora u **bezvodnoj** kloridnoj soli (tvar **B**) iznosi 0,5461. Sol se sastoji od atoma **X2** koji pripadaju kemijskom elementu koji je sastavni dio vitamina B12. Na svaki atom **X2** dolaze dva kloridna aniona. Kojem elementu pripadaju atomi **X2** ako je relativna molekulska masa njegova dvovalentnog klorida heksahidrata 237,926? Račun:

$$M_r(\text{CoCl}_2) = M_r(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) - 6 M_r(\text{H}_2\text{O}) = 237,926 - 108,096 = 129,83$$

0,5 bodova

$$A_r(\text{Co}) = w(\text{Co}) \cdot M_r(\text{CoCl}_2) = (1 - 0,5461) \cdot 129,83 = 58,93$$

0,5 bodova

Atomi **X2** pripadaju kobaltu.

0,5 bodova

ZADATAK 7. Napiši raspored elektrona po ljuskama za atom **X2**.

Raspored elektrona po ljuskama je (2, 8, 15, 2).

0,5 bodova

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

Pokus za 1. razred srednje škole

ZADATAK 8. U tablici su navedeni podatci o topljivosti tvari **B** u zasićenoj vodenoj otopini pri određenoj temperaturi.

$t / ^\circ\text{C}$	0	7	20	96
$m/(100 \text{ g H}_2\text{O})$	43,6	45	52,9	105

a) Izračunaj masu soli koja će se istaložiti nakon hlađenja 150 g zasićene otopine od 96 °C na 20 °C.
Račun:

$$m(\text{otopina}) = 150 \text{ g}$$

$$\text{pri } 96^\circ\text{C: } w(\text{soli}) = 105 \text{ g} / 205 \text{ g} = 0,5122$$

$$m(\text{soli}) = 0,5122 \cdot 150 \text{ g} = 76,83 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ g} - 76,83 = 73,17 \text{ g}$$

$$\text{pri } 20^\circ\text{C: } w(\text{soli}) = 52,9 \text{ g} / 152,9 \text{ g} = 0,346$$

$$w(\text{soli}) = m(\text{soli}) / (m(\text{soli}) + m(\text{H}_2\text{O}))$$

$$m(\text{soli}) = 38,71 \text{ g}$$

$$m(\text{istaložene soli}) = m(\text{soli pri } 96^\circ\text{C}) - m(\text{soli pri } 20^\circ\text{C}) = 76,83 \text{ g} - 38,71 \text{ g} = 38,12 \text{ g}$$

za izračun mase pri 96 °C

0,5 bodova

za izračun mase pri 20 °C

0,5 bodova

za izračun ukupne mase

0,5 bodova

b) Hoće li otapanje ove soli biti egzoterman ili endoterman proces?

endoterman

0,5 bodova

PITANJE 12.

Tekućina **T2** vodena je otopina tvari **P** koja u svom sastavu ima anione koji se sastoje od triju vrsta atoma te katione koji nastaju u reakciji amonijaka s oksonijevim ionima. Prvi u nizu aniona, atom **U**, pripada kemijskom elementu koji u prirodi gradi osmoatomne molekule, a javlja se u dvije kristalne forme, tj. kao dva polimorfa. Središnji atom u strukturi aniona, atom **V**, pripada elementu po kojem je definirana unificirana atomska jedinica mase, dok treći atom u nizu, atom **K**, ima u osnovnom stanju raspored elektrona (2,5). Napiši kemijske simbole atomskih vrsta te kemijsku formulu kationa tvari **P** i tvari **P**.

Kemijski simbol atomske vrste **U** je S.

0,5 bodova

Kemijski simbol atomske vrste **V** je C.

0,5 bodova

Kemijski simbol atomske vrste **K** je N.

0,5 bodova

Kemijska formula kationa tvari **P** je NH₄⁺.

0,5 bodova

Kemijska formula tvari **P** je NH₄SCN.

0,5 bodova

PITANJE 13. Je li tvar **P** ionskog ili kovalentnog karaktera?

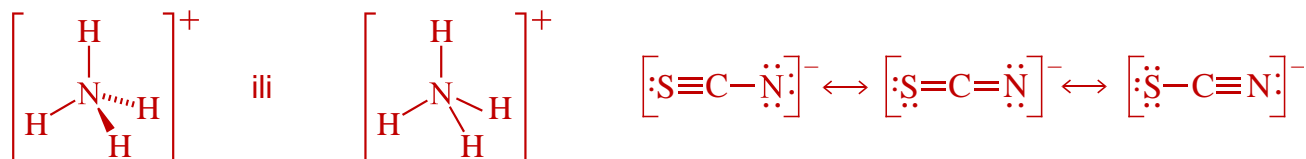
Tvar **P** je ionskog karaktera.

0,5 bodova

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

Pokus za 1. razred srednje škole

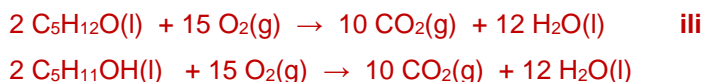
PITANJE 14. Nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu kationa i aniona tvari P.



za točnu strukturnu formulu amonijeva iona
za točnu strukturnu formulu tiocijanatnog iona

0,5 bodova
0,5 bodova

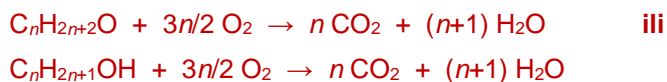
PITANJE 15. U **KORAKU 2.1.** dodano je 20 kapi tekućine **T3**, koja je osim etera sadržavala i amilni alkohol odnosno pentan-1-ol. Napiši kemijsku reakciju potpunog sagorijevanja alkohola pentan-1-ola, zatim napiši općeniti zapis za gorenje bilo kojeg alkohola tog homolognog niza s jednom hidroksidnom skupinom. Kemijska reakcija gorenja pentanola:



za točno navedene sve reaktante i produkte
za zapis izjednačen po masi
za točno pripisana agregacijska stanja

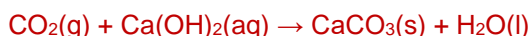
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

Općeniti zapis za gorenje alkohola:



0,5 bodova

PITANJE 16. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži dokazivanje plinovitog produkta gorenja tako da navedeš agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



za točno navedene sve reaktante i produkte
za zapis izjednačen po masi
za točno pripisana agregacijska stanja

0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

PITANJE 17. Koji se od nastalih produkata može dokazati bezvodnim bakrovim(II) sulfatom? Odgovor potkrijepi jednadžbom kemijske reakcije i navedi pripadajuća agregacijska stanja te opis fizikalnih promjena.

može se dokazati voda
prah bijele boje bakrova(II) sulfata prelazi u plavu boju
$$\text{CuSO}_4\text{(s)} + 5 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O(s)}$$

za točno navedene sve reaktante i produkte
za zapis izjednačen po masi
za točno pripisana agregacijska stanja

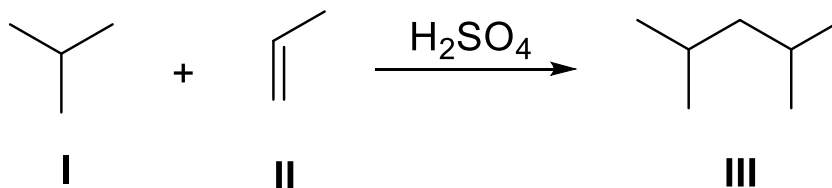
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova
0,5 bodova

- RJEŠENJA -

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

Pokus za 1. razred srednje škole

PITANJE 18. Napiši imena reaktanata i produkta u prikazanoj reakciji i njihove molekulske formule.



Naziv reaktanta I i molekulska formula je 2-metilpropan, C₄H₁₀ .

2 × 0,5 = 1 bod

Naziv reaktanta II i molekulska formula je Propen, C₃H₆ .

2 × 0,5 = 1 bod

Naziv produkta III i molekulska formula je 2,4-dimetilpentan, C₇H₁₆ .

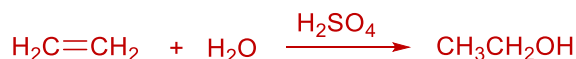
2 × 0,5 = 1 bod

PITANJE 19. Zašto se pentanol vrlo slabo miješa s vodom?

Uzrok slabog miješanja pentanola s vodom je njegova mala polarnost.

0,5 bodova

PITANJE 20. Napiši jednadžbu kemijske reakcije dobivanja alkohola etanola ako je jedan od reaktanata prvi član homolognog niza alkena. Organske spojeve prikaži sažetim strukturnim formulama.



za točno navedene sve reaktante i produkte

0,5 bodova

PITANJE 21. Koje su boje reaktanti iz PITANJA 18.?

Boja reaktanata iz PITANJA 18. je bezbojna .

0,5 bodova

KORAK 3.1. Za analizu potpuno osušenog čaja koristila se metoda spaljivanja u porculanskom lončiću pri atmosferskom tlaku. U porculanski su lončić mase 19,3146 g stavljeni listići čaja pa je ukupna masa čaja s lončićem iznosila 25,3947 g. Lončić s odvaganim čajem žaren je pri temperaturi 950 °C, tako da je sagorjela sva organska tvar. Masa lončića i praškaste sive tvari nakon spaljivanja je iznosila 19,6689 g.

OVAJ POKUS NEKA TI OTKRIJE ČAJNE TAJNE

ZADATAK 9. Izračunaj masu čaja u gramima korištena u analizi?

Račun:

$$m(\text{čaja}) = m(\text{lončića} + \text{čaja})_{\text{prije spaljivanja}} - m(\text{lončića}) = 25,3947 \text{ g} - 19,3146 \text{ g} = 6,0801 \text{ g}$$

za odnos masa lončića s čajem i bez čaja
za točnu numeričku vrijednost

0,5 bodova
0,5 bodova

ZADATAK 10. Izračunaj masu organske tvari u čaju.

Račun:

$$m(\text{čaja}) = m(\text{anorganska tvar}) + m(\text{organska tvar})$$
$$m(\text{organske tvari}) = 6,0801 - (m(\text{lončića} + \text{čaja})_{\text{nakon spaljivanja}} - m(\text{lončića})) = 6,0801 \text{ g} - (19,6689 \text{ g} - 19,3146 \text{ g}) = 6,0801 \text{ g} - 0,3543 \text{ g} = 5,7258 \text{ g}$$

za odnos masa
za točnu numeričku vrijednost

0,5 bodova
0,5 bodova

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

Pokus za 1. razred srednje škole

ZADATAK 11. Izračunaj maseni udio izgorjele organske tvari u čaju.

$$w(\text{organske tvari}) = m(\text{organske tvari}) / m(\text{čaja}) = 0,9417$$

0,5 bodova

PITANJE 22. Koja su dva produkta sigurno nastala tijekom **KORAKA 3.1.**, ali nisu zaostala u lončiću u kojem je uzorak čaja spaljivan?

Produkti su CO₂ i H₂O .

2 × 0,5 = 1 bod

KORAK 3.2. Nakon spaljivanja uzorka čaja u lončiću je zaostao sivi prah. Među ostalim spojevima, sivi prah sadrži i okside željeza.

PITANJE 23. Napiši naziv i kemijske formule oksida željeza prisutnih u sivom prahu.

Naziv oksida željeza je željezov(III) oksid, kemijska je formula Fe₂O₃ .

2 × 0,5 = 1 bod

Naziv oksida željeza je željezov(II) oksid, kemijska je formula FeO .

2 × 0,5 = 1 bod

PITANJE 24. Sivi prah zaostao nakon spaljivanja potom je otopljen u klorovodičnoj kiselini. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži nastajanje produkata ako je jedan od reaktanata oksid željeza s većim masenim udjelom kisika te navedi pripadajuća agregacijska stanja svih sudionika reakcije.



za točno navedene sve reaktante i produkte

0,5 bodova

za zapis izjednačen po masi

0,5 bodova

za točno pripisana agregacijska stanja

0,5 bodova

PITANJE 25. Kako se naziva spoj nastao kemijskom promjenom kalcija prisutnog u uzorku čaja tijekom žarenja u **KORAKU 3.1.**?

Naziv je spoja kalcijev oksid .

0,5 bodova

PITANJE 26. Kakva bi bila boja otopine iznad taloga kada bismo u **KORAKU 3.2.** dodali destiliranu vodu i kap metiloranža?

Boja otopine bila bi žuta .

0,5 bodova