

RJEŠENJA

1. Hrvatska se ponosi dvojicom Nobelovaca iz kemije – Leopold Ružička 1939. i Vladimir Prelog 1975. godine. Uz samu čast laureati dobivaju i medalju. Medalja, promjera 66,00 mm, sve je do 1980. godine težila 200,0 g te se izrađivala **isključivo** od 23-karatnog zlata čistoće 96,00 %. Današnje medalje mase su 175,0 g i sadržavaju tek 74,30 % zlata, dok preostali dio čini srebro. Cijena jednoga grama zlata danas iznosi 75,00 eura, dok je gram srebra 2,10 eura.

a) Kolika je razlika u vrijednosti medalje naših i današnjih Nobelovaca ako se obje vrednuju prema današnjoj cijeni zlata i srebra?

$$m(\text{Au})_{\text{stara medalja}} = m(\text{medalja}) \cdot w(\text{Au}) = 192,0 \text{ g}$$

$$\text{cijena (stara medalja)} = m(\text{medalja}) \cdot 75 \text{ €} = 14\,400,0 \text{ €}$$

$$m(\text{Au})_{\text{nova medalja}} = m(\text{medalja}) \cdot w(\text{Au}) = 130,02 \text{ g}$$

$$m(\text{Ag})_{\text{nova medalja}} = m(\text{medalja}) \cdot w(\text{Ag}) = 44,98 \text{ g}$$

$$\text{cijena (nova medalja)} = m(\text{Au}) \cdot 75,0 \text{ €} + m(\text{Ag}) \cdot 2,10 \text{ €} = (9751,9 + 94,6) \text{ €} = 9846,4 \text{ €}$$

$$\text{razlika cijena} = \text{cijena stare medalje} - \text{cijena nove medalje} = 4553,6 \text{ €}$$

NAPOMENA: Priznati i bilo koji drugi način rješavanja koji je smislen i vodi do ispravnog rješenja.

0,5 bodova za masu(Au) stare medalje uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za cijenu stare medalje uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za masu(Au) nove medalje uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za masu(Ag) nove medalje uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za cijenu nove medalje uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za razliku u cijeni uz pripadnu mjernu jedinicu

b) Kako nazivamo smjese dvaju ili više metala? _____

slitine ili legure

0,5 bodova

c) Prikaži raspored elektrona po ljuskama za atom srebra. _____

2,8,18,18,1

0,5 bodova

d) Zaokruži slovo ispred tvrdnje za koju smatraš da daje točno pojašnjenje:

Gustoća današnje medalje (koju čine i zlato i srebro) je:

A manja od gustoće stare medalje jer srebro ima manju gustoću i atomi srebra imaju manju relativnu atomsku masu.

B manja od gustoće stare medalje jer srebro ima veću gustoću i atomi srebra imaju manju relativnu atomsku masu.

C veća od gustoće stare medalje jer srebro ima manju gustoću i atomi srebra imaju manju relativnu atomsku masu.

D veća od gustoće stare medalje jer srebro ima veću gustoću i atomi srebra imaju manju relativnu atomsku masu.

Točan odgovor je A

0,5 bodova

RJEŠENJA

2. Kemičar Vedran za svog je prijatelja Krešu pripremio problemski zadatak koji uključuje četiri epruvete označene slovima A – D u kojima se nalaze bijele krutine: amonijev klorid, natrijev klorid, natrijev karbonat i kalcijev karbonat. Krešo je izveo niz pokusa, a svoja opažanja i promišljanja uredno je zapisao u tablicu.

Dodatne tvari / postupak	A	B	C	D
Destilirana voda	dobro se otapa	dobro se otapa	nema zamjetne promjene	dobro se otapa
Univerzalni indikatorski papir	zelen	plav	plavo-zelen	narančast
Klorovodična kiselina	nema vidljive promjene	pojava mjehurića	burna reakcija i pojava mjehurića	nema vidljive promjene
Vodena otopina srebrova(I) nitrata (dodano uzorku s dest. vodom)	bijeli talog	slabije vidljiv svijetlo žućkasti talog	nema vidljive promjene	bijeli talog
Zagrijavanje	nema vidljive promjene	nema vidljive promjene	nema vidljive promjene	bijeli dim

a) Koristeći se podacima iz tablice pomozi Kreši odrediti u kojoj se epruveti nalazi koja tvar.

A _____ C _____
B _____ D _____

A – natrijev klorid; B – natrijev karbonat; C – kalcijev karbonat; D – amonijev klorid

NAPOMENA: Priznati i zapis pomoću kemijskih formula. Ako je navedeno agregacijsko stanje, ono mora biti (s) jer su u tekstu zadatka krute tvari.

0,5 bodova za svaku točno određenu tvar

4 x 0,5 = 2 boda

b) Jednadžbom kemijske reakcije (uz navedena agregacijska stanja) prikaži sljedeće reakcije iz izvedenih pokusa:

b1) reakcija natrijeva karbonata i klorovodične kiseline



b2) termička disocijacija amonijeva klorida



b3) reakcija natrijeva klorida i vodene otopine srebrova(I) nitrata



Za svaku točno napisanu jednadžbu kemijske reakcije:

0,5 bodova za točne reaktante i produkte + 0,5 bodova za točna agregacijska stanja uz ispravne reaktante i produkte + 0,5 boda za izjednačenu jednadžbu

3 x 1,5 bodova = 4,5 bodova

RJEŠENJA

3. Obitelj Zajec svake godine uređuje dom za uskršnje blagdane. Vadeći košaricu s pisanicama Petar se poskliznuo i ispustio košaricu. Prilikom pada svih se 13 pisanica, koje su skupljali godinama, razbilo. Iako se nadao da roditelji neće primijetiti, odao ga je intenzivan miris po pokvarenim jajima koji je ispunio stan – oslobodio se sumporovodik.

On nastaje kao nusprodukt razgradnje proteina koji u svom sastavu sadržavaju aminokiseline koje sadržavaju atome sumpora. Prosječno kokošje jaje mase 60 g sadržava 0,15 % sumpora. Pretpostavimo da su bakterije bile vrijedne i sav sumpor (S) iz jajeta pretvorile u sumporovodik.

a) Izračunaj volumen oslobođenog sumporovodika pri temperaturi od 27 °C i tlaku od 101 333 Pa. Rješenje izrazi u litrama.

$$m(S) = \text{broj jaja} \cdot m(\text{jajeta}) \cdot w(S) = 13 \cdot 60 \text{ g} \cdot 0,0015 = 1,17 \text{ g}$$

$$n(\text{H}_2\text{S}) = n(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = 0,0365 \text{ mol}$$

$$V(\text{H}_2\text{S}) = \frac{n(\text{H}_2\text{S}) \cdot R \cdot T}{p} = 8,996 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,89 \text{ L}$$

NAPOMENA: Priznati i bilo koji drugi način rješavanja koji je smislen i vodi do ispravnog rješenja.

0,5 bodova za formulu za izračun mase sumpora u jajima

0,5 bodova za masu sumpora uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za množinu sumpora

0,5 bodova za množinu sumpora uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za stehiometriju množina sumpora i sumporovodika

0,5 bodova za formulu za izračun volumena

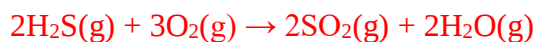
0,5 bodova za izračun volumena u m³

0,5 bodova za izračun volumena u L

NAPOMENA: Ako je rezultat izražen u litrama, bez rezultata u m³, idu svi bodovi.

8 x 0,5 bodova = 4 boda

b) Oslobođeni sumporovodik iz košarice reagira s kisikom iz zraka pri čemu nastaje plin (koji u reakciji s vodom daje sumporastu kiselinu) i vodena para. Opisanu promjenu prikaži jednadžbom kemijske reakcije uz navođenje agregacijskih stanja.



Izračunaj minimalni volumen kisika potreban za reakciju 0,07 mola sumporovodika pri sobnoj temperaturi ($V_m = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol}$).

$$n(\text{O}_2) / n(\text{H}_2\text{S}) = 3 / 2$$

$$n(\text{O}_2) = 1,5 \cdot n(\text{H}_2\text{S}) = 0,105 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,105 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,57 \text{ dm}^3$$

NAPOMENA: Priznati i bilo koji drugi način rješavanja koji je smislen i vodi do ispravnog rješenja.

0,5 bodova za ispravan stehiometrijski omjer, 0,5 bodova za množinu kisika uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun volumena kisika, 0,5 bodova za izračun volumena kisika uz pripadnu mjernu jedinicu, 1,5 bodova za ispravno napisanu i izjednačenu jednadžbu kemijske reakcije.

4 x 0,5 bodova = 2 boda

1,5 bodova

RJEŠENJA

c) Voda je pri sobnoj temperaturi tekućina, a sumporovodik plin.

Zaokruži slovo T ako smatraš da je navedeno pojašnjenje gornje tvrdnje točno, odnosno N ako smatraš da je netočno.

1. Među molekulama sumporovodika prisutne su dipol-dipol interakcije. T
2. Polumjer atoma sumpora manji je od polumjera atoma kisika. N
3. Dipolni moment molekule sumporovodika veći je od dipolnog momenta molekule vode. N
4. Između molekula vode prisutne su vodikove veze. T

T N N T

4 x 0,5 bodova = 2 boda

d) Sumporovodik se dokazuje pomoću vodene otopine olovljeva(II) nitrata pri čemu dolazi do intenzivne promjene boje u crnu i stvaranja taloga. Jednadžbom kemijske reakcije prikaži navedenu reakciju uz obvezno navođenje agregacijskih stanja.



0,5 bodova za točne reaktante i produkte + 0,5 bodova za točna agregacijska stanja uz ispravne reaktante i produkte + 0,5 boda za izjednačenu jednadžbu

RJEŠENJA

4. a) Izračunaj broj molekula vode koje se nalaze u jednoj sfernoj kapljici vode promjera 3,00 mm. Gustoća vode iznosi 0,998 g/mL.

$$r = d/2 = 0,150 \text{ cm}$$

$$V(\text{kapljice vode}) = (4/3) \cdot r^3 \cdot \pi = (4/3) \cdot (0,150 \text{ cm})^3 \cdot 3,14 = 0,014137 \text{ cm}^3$$

$$m(\text{kapljice vode}) = \rho \cdot V = 0,998 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,014137 \text{ cm}^3 = 0,014109 \text{ g}$$

$$n(\text{voda}) = m(\text{kapljice vode}) / M(\text{vode}) = 0,014109 \text{ g} / 18,02 \text{ g/mol} = 0,00078296 \text{ mol}$$

$$N(\text{molekula vode}) = n \cdot L = 0,00078296 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 4,71 \cdot 10^{20}$$

NAPOMENA: Priznati i bilo koji drugi način rješavanja koji je smislen i vodi do ispravnog rješenja.

0,5 bodova za izračun polumjera kapi uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun volumena kapljice

0,5 bodova za izračun volumena kapljice uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun mase kapljice

0,5 bodova za izračun mase uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun množine vode

0,5 bodova za izračun množine vode uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun broj molekula vode

0,5 bodova za izračun broja molekula vode

9 x 0,5 bodova = 4,5 bodova

b) Posljedica kojega svojstva tekućina jest sferični (kuglasti) oblik kapljice?

površinske napetosti

0,5 bodova

NAPOMENA: Ne priznaju se opisni odgovori s obzirom na to da se u tekstu pitanja spominje svojstvo tekućine.

5. Imenuj dominantnu vrstu međumolekulskih i međuionskih interakcija prisutnih između navedenih jedinki. Vodi računa o redoslijedu.

a) $\text{O}_2 \cdots \text{O}_2$ _____

b) $\text{Fe}^{2+} \cdots \text{O}_2$ _____

c) $\text{H}_2\text{O} \cdots \text{O}_2$ _____

d) $\text{K}^+ \cdots \text{H}_2\text{O}$ _____

a) inducirani dipol – inducirani dipol; Londonove sile; disperzijske sile

b) ion – inducirani dipol

c) dipol – inducirani dipol

d) ion – dipol

NAPOMENA: Važan je redoslijed kojim su interakcije navedene.

4 x 0,5 bodova = 2 boda

RJEŠENJA

6. Kemijskim vrstama navedenima u tablici nacrtaj Lewisovu strukturnu formulu i imenuj prostornu građu molekule prema VSEPR modelu.

Ion	Lewisov strukturni prikaz	Naziv oblika
ClO_4^-		tetraedar
ICl_2^-		linearni, pravocrtni
ICl_4^-		kvadratno-planarni; planarno-kvadratni; kvadratni

3 x 0,5 bodova za Lewisov strukturni prikaz (nije potrebno ispoštovati VSEPR)

3 x 0,5 bodova za naziv prostornog oblika

1,5 + 1,5 = 3 boda

7. Izračunaj brojevni udio triju stabilnih prirodnih izotopa silicija ako znaš sljedeće podatke: $A_r(^{28}\text{Si}) = 27,9769$; $A_r(^{29}\text{Si}) = 28,9765$; $A_r(^{30}\text{Si}) = 29,9738$. Brojevni udio najtežeg među njima 1,5 puta je veći od brojevnog udjela silicija-29.

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$x_3 = 1,5x_2$$

$$x_1 + 2,5x_2 = 1 \rightarrow x_1 = 1 - 2,5x_2$$

$$A_r(\text{Si}) = x_1 \cdot A_r(^{28}\text{Si}) + x_2 \cdot A_r(^{29}\text{Si}) + x_3 \cdot A_r(^{30}\text{Si})$$

$$28,09 = (1 - 2,5x_2) \cdot 27,9769 + x_2 \cdot 28,9765 + (1,5x_2) \cdot 29,9738$$

$$28,09 = 27,9769 - 69,94225x_2 + 28,9765x_2 + 44,9607x_2$$

$$28,09 - 27,9769 = (-69,94225 + 28,9765 + 44,9607)x_2$$

$$0,1131 = 3,99495x_2$$

$$x_2 = 0,0283 = 2,83\%$$

$$x_3 = 0,0425 = 4,25\%$$

$$x_1 = 0,9292 = 92,92\%$$

NAPOMENA: Priznati i bilo koji drugi način rješavanja koji je smislen i vodi do ispravnog rješenja.

0,5 bodova za povezivanje brojevnih udjela

0,5 bodova za povezivanje x_3 i x_2

0,5 bodova za povezivanje x_1 i x_2

0,5 bodova za izraz povezivanja A_r i x

3 x 0,5 bodova za točan brojevni udio svakog od izotopa (neovisno je li izražen u postotku)

7 x 0,5 bodova = 3,5 bodova

RJEŠENJA

8. Bepina je sjedila na sunčanoj terasi kafića *Mali kafe* s pogledom na more i ispijala kavu uz koju je naručila i novitet na tržištu – *Kemivitu* – praškasti osvježavajući napitak koji se otapa u vodi i obećava unos vitamina C konzumacijom.

Prema podacima na deklaraciji 100 grama *Kemivite* sadržava 213 mg vitamina C. Izračunaj maseni udio vitamina C u otopini koja nastaje otapanjem jedne vrećice *Kemivite* (19 grama) u 250 mL vode. Gustoća vode iznosi 0,998 g/mL.

$$m(\text{vit C u vrećici}) = (19 \text{ g} / 100 \text{ g}) \cdot 0,213 \text{ g} = 0,04047 \text{ g}$$

$$m(\text{voda}) = \rho(\text{voda}) \cdot V(\text{voda}) = 0,998 \text{ g/mL} \cdot 250 \text{ mL} = 249,5 \text{ g}$$

$$m(\text{otopine}) = m(\text{praška}) + m(\text{voda}) = 268,5 \text{ g}$$

$$w(\text{vit C}) = m(\text{vit C u vrećici}) / m(\text{otopine}) = 0,04047 \text{ g} / 268,5 \text{ g} = 0,0001507 = 0,01507 \%$$

0,5 bodova za izračun mase vitamina C u jednoj vrećici uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun mase vode

0,5 bodova za masu vode uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za izračunatu masu otopine uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za formulu za izračun masenog udjela vitamina C u otopini

0,5 bodova za maseni udio vitamina C (neovisno je li izražen u postotku ili ne)

6 x 0,5 bodova = 3 boda

RJEŠENJA

9. Eksperimentalno određena duljina veze u molekuli bromovodika iznosi 141 pm.

a) Koristeći se podacima iz tablice izračunaj za koliko eksperimentalna vrijednost duljine veze odstupa od teorijske vrijednosti duljine veze u molekuli bromovodika.

Molekula	H ₂	Br ₂
Duljina veze/pm	74	228

$$d(\text{H-Br}) = r(\text{H}_2) + r(\text{Br}_2) = d(\text{H}_2)/2 + d(\text{Br}_2)/2 = 37\text{pm} + 114\text{ pm} = 151\text{ pm}$$

$$\Delta d(\text{H-Br}) = 10\text{ pm}$$

0,5 bodova za izračunatu duljinu veze uz pripadnu mjernu jedinicu

0,5 bodova za izračun odstupanja uz pripadnu mjernu jedinicu

2 x 0,5 bodova = 1 bod

b) Zaokruži slovo ispred tvrdnje za koju smatraš da daje točno pojašnjenje odstupanja:

A Do skraćivanja veze dolazi zbog snažnih Londonovih disperzijskih sila koje dodatno približavaju jezgre atoma unutar same molekule.

B Do produljenja veze dolazi zbog snažnih Londonovih disperzijskih sila koje dodatno približavaju jezgre atoma unutar same molekule.

C Razlika u elektronegativnosti atoma vodika i broma uzrokuje djelomično razdvajanje naboja, što rezultira dodatnim elektrostatskim privlačenjem koje skraćuje vezu.

D Razlika u elektronegativnosti atoma vodika i broma uzrokuje djelomično razdvajanje naboja, što rezultira dodatnim elektrostatskim privlačenjem koje produljuje vezu.

Točan odgovor je C

0,5 bodova