

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.

	ostv	max
<p>1. Napišite kemijske formule sljedećih spojeva ili iona:</p> <p>a) tetraklorzlatna(III) kiselina <u>HAuCl₄</u></p> <p>b) tritiostanat(IV) ion <u>[SnS₃]²⁻</u></p> <p>c) kalijev tetrahidroksoantimonat(III) <u>K[Sb(OH)₄]</u></p> <p>d) kalcijev oksalat monohidrat <u>CaC₂O₄ · H₂O</u></p>	<p>/4x1</p>	<p>4</p>
<p>2. U laboratoriju su vam na raspolaganju HCl, MnO₂, KMnO₄ i K₂Cr₂O₇, različitim kombinacijama tih tvari možete dobiti klor.</p> <p>a) Prikažite to trima jednadžbama kemijskih reakcija.</p> <p>b) Uvođenjem klora u vodu dolazi do disproporcioniranja. Napišite jednadžbu kemijske reakcije.</p> <p>c) Klor je otrovan pa njegovo otpuštanje u atmosferu sprječavamo uvođenjem u natrijevu lužinu. Prikažite jednadžbom kemijske reakcije.</p> <p>a) $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{CrCl}_3 + 7 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Cl}_2$</p> <p>b) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$</p> <p>c) $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$</p>	<p>/3x1</p> <p>/1</p> <p>/1</p>	<p>5</p>

3. U laboratoriju se istražuje kako nedavno izgrađena elektrana na ugljen utječe na karoserije automobila. (Studija o utjecaju termoelektrane na okoliš, nažalost nije napravljena prije gradnje.) Karoserija automobila prema istraživanjima maksimalno može izdržati kišu pH vrijednosti 2,9. Ako je pH vrijednost manja, može izazvati trajna oštećenja. Kako ugljen koji se koristi nije čisti ugljik, nego sadrži 4,9 % sumpora, pri gorenju nastaju oksidi sumpora i dušika koji s vlagom dovode do nastajanja kiselina i oko elektrane može porasti koncentracija vodikovih iona u padalinama. Pretpostavimo da se sav sumpor iz ugljena oksidira konačno do sumporne kiseline koja u kišnici na području od 145 km^2 oko termoelektrane padne na tlo. Ako je prosječna količina padalina (volumen kišnice podijeljen s površinom) 26 mm, koliko se maksimalno kilograma onečišćenog ugljena može spaliti da to ne predstavlja opasnost za automobile?

$$\alpha(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2.9} = 1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

/0,5

Iz formule sumporne kiseline slijedi da na jedan atom sumpora dolaze dva iona H^+ .

$$\begin{aligned} \frac{n(\text{S})}{n(\text{H}^+)} &= \frac{1}{2} & \Rightarrow n(\text{S}) &= 1/2 \cdot n(\text{H}^+) = \\ & & &= \frac{1,259 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3}{2} = 6,295 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \end{aligned}$$

/1

Ukupni volumen kišnice je:

$$V(\text{kišn.}) = A \cdot h = 145 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 26 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 3,77 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

/1

U 1 dm^3 sumpora je $6,295 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

U $3,77 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ sumpora je x

$$x = \frac{3770\,000 \text{ m}^3 \cdot 6,295 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{10^{-3} \text{ m}^3} = 2,373 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

/1

$$m(\text{S}) = n(\text{S}) \cdot M(\text{S}) = 2,373 \cdot 10^6 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 7,594 \cdot 10^7 \text{ g} = 7,594 \cdot 10^4 \text{ kg}$$

/0,5

$$m(\text{ugljen}) = \frac{m(\text{S})}{w(\text{S})} = \frac{7,594 \cdot 10^4 \text{ kg}}{0.049} = 1,549 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

/1

5

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 2:

5

4. Nakon dodatka 30 cm³ otopine NaOH koncentracije 0,025 mol/dm³ u 50 cm³ otopine sumporne kiseline, dobivena je otopina čiji je pH = 11. Kolika je množinska koncentracija otopine sumporne kiseline?



dodani OH⁻ ioni:

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{ot.}) = 0,025 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,03 \text{ dm}^3 = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Nakon dodatka lužine višak OH⁻-iona iznosi:

$$c(\text{OH}^-) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \quad (\text{pH} = 11)$$

$$n(\text{OH}^-) = c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{ot.}) = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,08 \text{ dm}^3 = 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Za neutralizaciju je utrošeno:

$$n(\text{OH}^-) = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} - 8 \cdot 10^{-5} \text{ mol} = 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{H}^+) = n(\text{OH}^-)$$

$$\frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H}^+)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{H}^+) = \frac{1}{2} \cdot 6,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{V(\text{ot.})} = \frac{3,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,050 \text{ dm}^3} = 0,0067 \text{ mol/dm}^3$$

/1

/1

/1

/1

/1

/1

6

5. Produkt topljivosti srebrova kromata pri 25 °C je 2,5 · 10⁻¹² mol³ dm⁻⁹. Izračunajte:

- a) množinsku koncentraciju iona soli u otopini
b) masu iona srebra, Ag⁺, u 250 mL otopine

a) Jednadžba disocijacije:



$$[\text{CrO}_4^{2-}] = x$$

$$[\text{Ag}^+] = 2x$$

$$K_{\text{top}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = (2x)^2 \cdot x = 4x^3$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{K_{\text{top}}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{2,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3 \text{ dm}^{-9}}{4}} = 8,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = x = 8,55 \cdot 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$[\text{Ag}^+] = 2x = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\text{b) } m(\text{Ag}^+) = c(\text{Ag}^+) \cdot V(\text{ot.}) \cdot M(\text{Ag}^+) = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 \cdot 107,9 \text{ g mol}^{-1} = 0,00461 \text{ g} = 4,61 \text{ mg}$$

/1

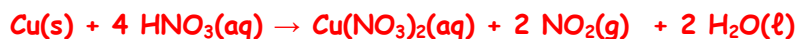
/1

/1

/1

4

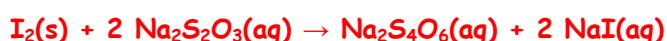
6. Dva grama legure bakra otopljeno je u koncentriranoj dušičnoj kiselini, sadržaj je prelijevan u odmjernu tikvicu od 100 cm³ i dopunjen destiliranom vodom do oznake. Od tako pripremljene otopine otpipetirano je 20 cm³ i dodan čvrsti kalijev jodid. Nastali jod titriran je otopinom natrijeva tiosulfata koncentracije 0,1015 mol/dm³ i pritom je utrošeno 40,25 cm³ otopine. Natrijev tiosulfat oksidira se u natrijev tetrationat (Na₂S₄O₆). Koliki je maseni udio bakra u ispitivanoj leguri? Prikažite jednažbama kemijskih reakcija opisane promjene i naznačite agregacijska stanja.



/1



/1



(Tolerira se ako uz CuI ne piše agregacijsko stanje ili čak pogrešno (aq).
Naravno mora biti sve dobro izjednačeno.)

/1

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{ot}) = 0,1015 \text{ mol/dm}^3 \cdot 40,25 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = \frac{1}{2}$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} \cdot 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

/1

$$\frac{n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2]}{n(\text{I}_2)} = \frac{2}{1}$$

$$n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] = 2 \cdot n(\text{I}_2) = 2 \cdot 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = n(\text{Cu})$$

$$n(\text{Cu}) = 0,00408 \text{ mol u } 20 \text{ cm}^3, \text{ a u } 100 \text{ cm}^3 \text{ je } n(\text{Cu}) = 0,00408 \cdot 5 = 0,0204 \text{ mol}$$

/1

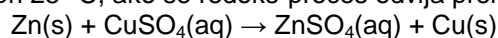
$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot M(\text{Cu}) = 0,0204 \text{ mol} \cdot 63,54 \text{ g/mol} = 1,296 \text{ g}$$

$$w(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{m(\text{legura})} = \frac{1,296 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 0,6481 = 64,81 \%$$

/1

6

7. Kolike su standardna Gibbsova energija i konstanta ravnoteže reakcije Daniellova članka pri 25 °C, ako se redoks-proces odvija prema jednadžbi:



Standardni elektrodni potencijali iznose:

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,340 \text{ V}, \quad E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,763 \text{ V}$$



$$z = 2$$

$$E^\circ(\text{čl.}) = E^\circ_{\text{K}} - E^\circ_{\text{A}} = 0,340 \text{ V} - (-0,763 \text{ V}) = 1,103 \text{ V}$$

$$\Delta_r G^\circ = -z \cdot F \cdot E^\circ(\text{čl.}) = -2 \cdot 96\,480 \text{ C mol}^{-1} \cdot 1,103 \text{ V} = -212,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r G^\circ = -212,8 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1} = -212,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_r G^\circ = -RT \ln K^\circ \Rightarrow$$

$$\ln K^\circ = -\frac{\Delta_r G^\circ}{RT} = -\frac{-212,8 \cdot 10^3 \text{ J mol}^{-1}}{8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 85,89$$

$$K^\circ = e^{85,89} = 2,0 \cdot 10^{37}$$

/1

/2

/2

5

8. Zaokružite slovo ispred točnog predviđanja rezultata pokusa. Električna provodnost otopine kalcijeva hidroksida, kroz koju se propušta ugljikov(IV) oksid mijenja se na sljedeće načine:

- a) stalno se smanjuje
b) stalno se povećava
c) povećava se pa se smanjuje
d) smanjuje se pa se povećava

Svako predviđanje potkrijepite jednadžbom kemijske reakcije. Pazite na agregacijska stanja!

Na početku električna provodljivost se smanjuje jer se smanjuje broj električni nabijenih čestica, a nastali CaCO_3 gotovo nije topljiv.



Nakon potpune neutralizacije hidroksida, CaCO_3 će reagirati s CO_2 pri čemu nastaje kalcijev hidrogenkarbonat, sol topljiva u vodi pa se provodljivost povećava.



(Ne mora biti objašnjenje, samo napisane jednadžbe k.r. 1 bod, a za agregacijsko stanje 0,5 boda.)

/1

/1,5

/1,5

4

9. U reakcijsku posudu volumena $14,00 \text{ dm}^3$ pri određenoj temperaturi, stavljeno je 448 g kisika i 896 g sumporova(IV) oksida pri čemu nastaje sumporov(VI) oksid. Ravnoteža je postignuta kad je utrošeno 10 % kisika. Odredite vrijednost konstante ravnoteže(K_c) pri temperaturi eksperimenta za ovu reakciju?



Polazno stanje:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)} = \frac{448 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 14 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = \frac{896 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 14 \text{ mol}$$

Utrošeni kisik: $n(\text{O}_2) = 14 \text{ mol} \cdot 0,10 = 1,4 \text{ mol}$

Ravnotežno stanje:

$$n(\text{O}_2) = 14 \text{ mol} - 1,4 \text{ mol} = 12,6 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_2) = 14 \text{ mol} - 2 \cdot 1,4 \text{ mol} = 11,2 \text{ mol}$$

$$n(\text{SO}_3) = 2 \cdot 1,4 \text{ mol} = 2,8 \text{ mol}$$

Ravnotežne koncentracije:

$$[\text{O}_2] = \frac{12,6 \text{ mol}}{14 \text{ dm}^3} = 0,9 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_2] = \frac{11,2 \text{ mol}}{14 \text{ dm}^3} = 0,8 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_3] = \frac{2,8 \text{ mol}}{14 \text{ dm}^3} = 0,20 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$K_c = \frac{(0,2 \text{ mol/dm}^3)^2}{(0,8 \text{ mol/dm}^3)^2 \cdot 0,9 \text{ mol/dm}^3} = 6,94 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3 / \text{mol}$$

(Priznati ako je riješeno na drugi način.
Priznati samo potpuno točna rješenja, brojčano s jedinicom.)

/1

/1

/1

/1

/1

5

10. U otopini $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, uz prisustvo sumporne kiseline, dvovalentno željezo se oksidira dušičnom kiselinom pri čemu nastaje trovalentno željezo. Dodatkom amonijeva hidroksida, točnije amonijaka otopljenog u vodi, istaloži se pripadajući hidroksid koji se nakon toga žari. Masa izarenog taloga željezova(III) oksida iznosila je 0,43899 g. Napišite jednadžbe kemijskih reakcija i izračunajte masu u ishodnoj otopini a) Fe^{2+} i b) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.



(Jednadžba može biti i u molekulskom obliku, agregacijska stanja moraju biti navedena.)



$$\text{a) } n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Fe}_2\text{O}_3)}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{0,43899 \text{ g}}{159,7 \text{ g/mol}} = 2,749 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 2,749 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol} =$$

$$n(\text{Fe}^{3+}) = n(\text{Fe}^{2+})$$

$$m(\text{Fe}^{2+}) = n(\text{Fe}^{2+}) \cdot M(\text{Fe}^{2+}) = 5,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 55,85 \text{ g/mol} = 0,307 \text{ g}$$

$$\text{b) } m(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) = n(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 5,497 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 277,85 \text{ g/mol} = 1,527 \text{ g}$$

/1

/1

/1

/1

/1

/1

6

1. stranica

+

2. stranica

+

3. stranica

+

4. stranica

5. stranica

+

6. stranica

+

7. stranica

=

ukupno bodova

	50
--	----

UKUPNO BODOVA NA STRANICI 7:

6