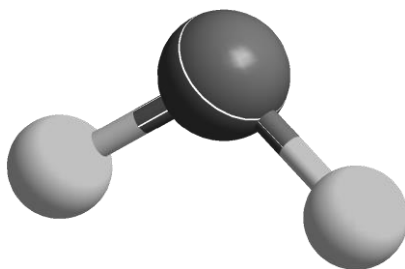




ZVEZA ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE

DRŽAVNO TEKMOVANJE IZ ZNANJA KEMIJE ZA

SREBRNE IN ZLATE PREGLOVE PLAKETE



**Tekmovalna pola za 2. letnik
7. maj 2022**

Pred vami je deset tekmovalnih nalog, ki so različnega tipa. Pri reševanju lahko uporabljate le priložen periodni sistem in žepno računalno. Naloge rešujte po vrsti. Če vam posamezna naloga dela težave, jo prihranite za konec.

To polo odnesete s seboj, vse odgovore vnesite na ocenjevalno polo, ki jo oddate.

Pri reševanju ne smete uporabljati svinčnika in sredstev za brisanje.

Če se zmotite, napako prečrtajte in jasno označite odgovor, ki naj ga komisija upošteva.

Pri računskih nalogah mora biti jasno in korektno predstavljena pot do rezultata z vsemi vmesnimi računi in sklepi.

Za reševanje tekmovalnih nalog imate na voljo 90 minut.

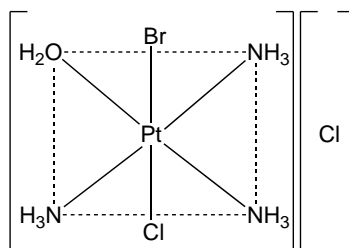
Veliko uspeha pri reševanju.

PERIODNI SISTEM ELEMENTOV

	I 1																VIII 18		
1	1 H 1,008	II 2										III 13	IV 14	V 15	VI 16	VII 17	2 He 4,0026	1	
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122										5 B 10,81	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180	2	
3	11 Na 22,993	12 Mg 24,305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,982	14 Si 28,085	15 P 30,974	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,948	3
4	19 K 39,093	20 Ca 40,078	21 Sc 44,956	22 Ti 47,867	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,38	31 Ga 69,723	32 Ge 72,63	33 As 74,922	34 Se 78,95	35 Br 79,904	36 Kr 83,798	4
5	37 Rb 85,463	38 Sr 87,62	39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,96	43 Tc (98)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	5
6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57-71 *	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	6
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89-103 #	104 Rf (265)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Mc (288)	116 Lv (293)	117 Ts (294)	118 Og (294)	7

* Lantanoidi	57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
# Aktinoidi	89 Ac (227)	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

1. Spodnja struktura prikazuje neko nedavno sintetizirano spojino, ki trenutno prestaja klinične študije za tarčno zdravljenje nekaterih celičnih obolenj. Znanstveniki poročajo, da je ključnega pomena pri številnih kompleksnih spojinah število nesparjenih elektronov v d -orbitalah centralnega iona, saj to vpliva na lastnosti koordinacijske kompleksne spojine.



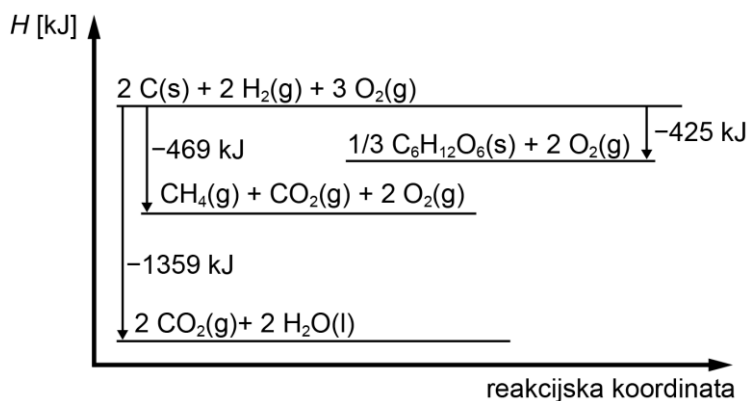
- 1.1 Kolikšen je celokupni naboj kompleksnega koordinacijskega kationa?
- 1.2 Zgornja spojina se dobro raztaplja v destilirani vodi. Koliko mol kloridnih ionov imamo v raztopini, ki jo pripravimo iz 2 mol zgornje kompleksne spojine?
- 1.3 Poimenujte geometrijsko obliko koordinacijskega poliedra, ki ga tvorijo ligandi okoli centralnega iona kompleksne spojine.
- 1.4 Poimenujte kompleksno spojino prikazano na zgornji shemi.
- 1.5 V obranavo so poslali še stehiometrijsko enako spojino, le da centralni ion platine zamenja ion kovine prehoda, ki ima v $3d$ -orbitalah 5 nesparjenih elektronov. Zapišite ime ali kemijski simbol iona te kovine prehoda.
2. Napišite enačbe kemijskih reakcij za opisane spremembe.
- 2.1 Elementarni klor uvajamo v raztopino kalijevega jodida.
- 2.2 Če utekočinimo čisti amonijak, ta delno avtoprotolizira.
- 2.3 Bakrov(2+) sulfat pentahidrat segrevamo pri temperaturi $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vzorec segrevamo toliko časa, da se masa trdnega preostanka ustali. Po koncu reakcije določimo masni odstotek bakra v trdnem preostanku; ta znaša 36 %.
3. Spojina $\text{B}(\text{OH})_3$ se v industriji veliko uporablja pri ojačitvi steklenih vlaken za izdelavo tankih zaslonov. Pri sobni temperaturi je v trdnem agregatnem stanju, se dobro raztaplja v vodi in sodi med zelo šibke monoprotonske kisline ($K_a = 5,8 \cdot 10^{-10}$). Je sorazmerno hidroskopska spojina, saj v trdnem nase veže vodo iz zraka. V 10,0 mL bučko smo kvantitativno prenesli 120,4 mg $\text{B}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ in bučko z destilirano vodo dopolnili do oznake. Vsebino bučke smo prenesli v erlenmajerico, dodali tri kapljice indikatorja in raztopino titrirali z $0,1\text{ mol L}^{-1}$ raztopino NH_3 ($K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$). V ekvivalentni točki je poraba baze znašala 12,3 mL.
- 3.1 Narišite strukturo brezvodne spojine $\text{B}(\text{OH})_3$ z vsemi neveznimi elektronskimi pari in poimenujte obliko molekule te spojine.
- 3.2 Na razpolago sta dva indikatorja. Metil rdeče z barvnim preskokom iz rdeče v rumeno v območju 4,4 – 6,2 in bromtimol modro z barvnim preskokom iz rumene v modro v območju 6,4 – 7,8. Kateri indikator je bolj primeren za zgornjo titracijo in kakšne barve bo raztopina v ekvivalentni točki?
- 3.3 Poimenujte sol, ki nastane pri izvedeni nevtralizacijski titraciji.
- 3.4 Določite celoštevilski koeficient x v molekuli kristalohidrata $\text{B}(\text{OH})_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.
- 3.5 Kolikšen je pH raztopine titranta pri $25\text{ }^{\circ}\text{C}$?

4. V erlenmajerici **A** je 50,0 mL raztopine žveplove kisline, v čaši **B** pa 50,0 mL raztopine natrijevega klorida. Koncentraciji topljenca sta v obeh raztopinah enaki. Temperatura obeh raztopin je 35 °C. Pri tej temperaturi poznamo naslednji vrednosti konstant:

$$K_a(\text{HSO}_4^-) = 7,9 \cdot 10^{-3} \quad K_w = 2,9 \cdot 10^{-14}$$

- 4.1 Ocenite, katera izmed raztopin bolje prevaja električni tok.
- 4.2 Napišite formulo delca, ki je konjugirana baza kislini HSO_4^- , in navedite pripadajočo vrednost konstante baze K_b . Odgovor podajte na dve zanesljivi mesti natančno.
- 4.3 Raztopino v erlenmajerici **A** titriramo z 0,10 M raztopino NaOH. Poraba titranta je 100,0 mL. Kolikšna je množinska koncentracija raztopine v erlenmajerici **A**?
- 4.4 Izračunajte pH raztopine v čaši **B**. Odgovor podajte na eno decimalno mesto natančno.

5. Opazujemo entalpijski diagram spremembe nekaterih entalpij kemijskih reakcij pri standardnih pogojih. Rešite naloge, ki se nanašajo na reakcije znotraj prikazane reakcijske sheme.



- 5.1 Iz diagrama odčitajte vrednost standardne tvorbene entalpije $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$.
- 5.2 Zapišite urejeno kemijsko reakcijo fotosinteze z agregatnimi stanji in jo s pomočjo zgornjega diagrama opredelite kot endotermno ali eksotermno.
- 5.3 V toplotno izolirano čašo nalijemo 1 g deoksigenirane vode in ji dodamo zanemarljivo maso kulture anaerobnih bakterij in nekaj glukoze, ki se popolnoma raztopi v vodi. Čašo zatresemo in povežemo z merilnim valjem, kjer zbiramo mešanico plinov metana in ogljikovega dioksida, ki nastajata pri popolnem anaerobnem razkroju glukoze po reakciji:



Izračunajte, za koliko se segreje voda v čaši, če pri 25 °C in 1029 hPa v merilnem valju ujamejo 23 mL mešanice plinov. Rezultat podajte v stopinjah Celzija. Predpostavite, da zreagira vsa količina glukoze. Specifična toplota vode, na katero vnos bakterij ne vpliva, znaša $c_p(\text{H}_2\text{O}) = 4,2 \text{ J g}^{-1}\text{K}^{-1}$. Specifična toplota je povezana s toploto preko spodnje enčbe:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T$$

6. Ena izmed ključnih pomanjkljivosti uporabe vodika kot potencialno zelenega goriva so izzivi povezani z njegovo hrambo. Eden izmed možnih načinov hrambe je uporaba magnezija za kemijsko shranjevanje vodika v trdnem agregatnem stanju, v obliki magnezijevega hidrida. Počasen razpad magnezijevega hidrida na magnezij in vodik lahko znatno pospešimo z dodatkom 2,00 množinskih % Nb_2O_5 kot katalizatorja. Množinski odstotek je podan glede na množino magnezijevega hidrida.

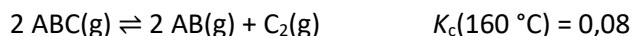
6.1 Imenujte spojino Nb_2O_5 .

6.2 Napišite enačbo reakcije razpada magnezijevega hidrida.

6.3 Aktivacijska energija razpada čistega magnezijevega hidrida je 140 kJ mol^{-1} , standardna reakcijska entalpija pa 75 kJ . Kako bo na ti dve vrednosti vplival dodatek katalizatorja (vrednost se poveča, vrednost se zmanjša, vrednost se ne spremeni) Nb_2O_5 ? Obkrožite pravilna odgovora v ocenjevalni poli.

6.4 Izračunajte prostornino $5,00 \text{ kg}$ vodika pri temperaturi 300 K in tlaku 100 kPa . Molska prostornina plina pri teh pogojih je $24,9 \text{ L mol}^{-1}$. Rezultat podajte v kubičnih metrih.

7. Pri ostrih pogojih opazujemo ravnotežje, kjer **A**, **B** in **C** predstavljajo neznane elemente. Vemo, da sta **A** in **B** zaporedni nekovini, **C** pa sodi med halogene elemente. Molekula triatomne spojine je brezbarven plin, ki vsebuje 32 protonov.



7.1 Poimenujte neznano binarno spojino.

7.2 Glede na zgornjo enačbo kemijske reakcije zapišite izraz za izračun konstante ravnotežja. Izraz lahko zapišete z neznanimi koeficienti A, B in C ali s pravimi simboli elementov.

7.3 Če sistem močno segrejemo, se bo plinska mešanica obarvala močno rumeno-zeleno. Opredelite reakcijo kot endotermno ali eksotermno.

7.4 V litrski posodi smo izvedli poskus spontanega razpada triatomne spojine pri zgoraj opisanih pogojih. Ob vzpostavitvi ravnotežja smo v posodi določili celokupno maso najlažjega atoma, ki je znašala $1,8 \text{ g}$. Koliko gramov triatomne spojine smo v posodi imeli na začetku?

8. Naveden je del redoks vrste: Li Na Mg Al Mn Zn Fe Sn H₂ Cu Ag Hg Pt Au.

V ocenjevalni poli za vsakega izmed navedenih primerov obkrožite, ali bo kemijska reakcija potekla ali ne.

8.1 Zmešamo vodni raztopini barijevega klorida in natrijevega sulfata.

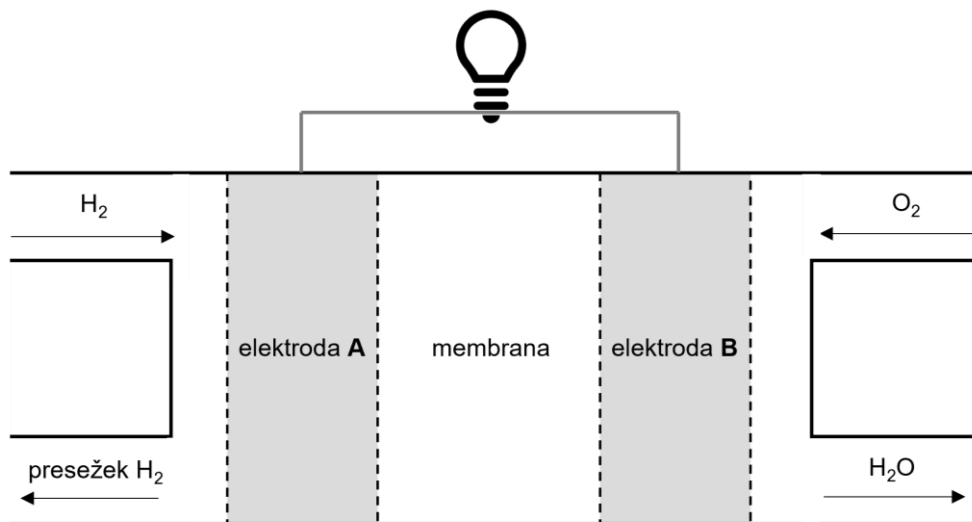
8.2 Cink damo v raztopino klorovodikove kisline.

8.3 Bakrovo ploščico pomočimo v raztopino cinkovih(2+) ionov.

8.4 Kovinski litij damo v vodo.

8.5 Baker damo v koncentrirano žveplovo kislino.

9. Dana je shema delovanja gorivne celice na vodik. Gorivna celica je sestavljena iz dveh elektrod, ki sta pregrajeni z membrano in povezani v zunanji tokokrog. Glavna sestavina elektrod je platina naložena na ogljik. Na elektrodo **A** uvajamo vodik, na elektrodo **B** pa zračni kisik. Med delovanjem gorivne celice nastaja voda.



- 9.1 Katera trditev o elektrodi **A** med delovanjem gorivne celice je pravilna?
- A) Elektroda A je pozitivna anoda.
 B) Elektroda A je pozitivna katoda.
 C) Elektroda A je negativna anoda.
 Č) Elektroda A je negativna katoda.
- 9.2 Katera trditev o membrani je pravilna?
- A) Membrana dobro prevaja elektrone in protone.
 B) Membrana dobro prevaja elektrone, protone pa slabo.
 C) Membrana slabo prevaja elektrone, protone pa dobro.
 Č) Membrana slabo prevaja elektrone in protone.
- 9.3 Napišite celokupno enačbo kemijske reakcije, ki poteka v gorivni celici.
- 9.4 Napišite enačbo kemijske reakcije, ki poteka na elektrodi **B**.
- 9.5 Gorivne celice za stacionarno uporabo so nekoliko drugačne. Obratujejo pri višjih temperaturah, kar omogoča opustitev uporabe platine v elektrodah, namesto membrane pa uporabljajo cirkonijev oksid. Če v takšni gorivni celici na elektrodo **A** uvajamo vodik, na elektrodo **B** pa kisik, bo voda nastajala na elektrodi **A**. Napišite enačbi reakcij, ki potekata na posameznih elektrodah, in celokupno enačbo reakcije v takšni gorivni celici.
10. Odgovorite na vprašanja tako, da obkrožite pravilne odgovore. Pozor, ponekod je možnih več pravih odgovorov.
- 10.1 V zemeljski skorji prevladuje element: O Na Si Ca Fe
- 10.2 Dušikovo(V) kislino industrijsko pridobivajo iz: N_2 NH_3 H_2N_2 N_2O N_2O_2
- 10.3 Kadar gnojimo, prst oskrbujemo z elementi: N F P K I
- 10.4 Bazične lastnosti imajo: Li_2O P_4O_{10} CaO SO_3 Na_2O_2
- 10.5 Pri sobni temperaturi molekulske kristale tvorita: Na N P S K