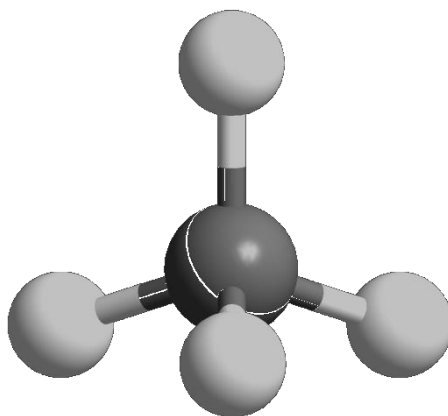




ZVEZA ZA TEHNIČNO KULTURO SLOVENIJE

DRŽAVNO TEKMOVANJE IZ ZNANJA KEMIJE ZA

SREBRNE IN ZLATE PREGLOVE PLAKETE



**Tekmovalna pola za 4. letnik
11. maj 2019**

Pred vami je deset tekmovalnih nalog, ki so različnega tipa. Pri reševanju lahko uporabljajte le priložen periodni sistem in žepno računalo. 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) |

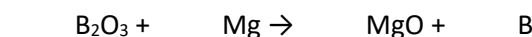
1. Element X ima dva naravna izotopa, ki smo ju navedli z oznakama X1 in X2. Element Z ima tri naravne izotope, ki smo jih navedli z oznakami Z1, Z2 in Z3. Dane so relativne atomske mase teh izotopov:

$$A_r(X1) = 34,969; A_r(X2) = 36,966$$

$$A_r(Z1) = 15,995; A_r(Z2) = 16,999; A_r(Z3) = 17,999.$$

- 1.1 Napišite imeni obeh elementov.
 1.2 Napišite masno število izotopa elementa Z, ki je v naravi najbolj razširjen.
 1.3 Elementa X in Z tvorita spojino s formulo XZ₂. Koliko nevtronov je v najtežji molekuli XZ₂? Upoštevajte navedene naravne izotope.
 1.4 Molekula XZ₂ ima kotno obliko. Na centralni atom X sta vezana oba atoma Z. Obe vezi v molekuli sta enako dolgi in močni. Med atomoma Z ni vezi. Koliko je možnih različnih molekul XZ₂? Upoštevajte navedene naravne izotope.

2. Boraks je mineral, ki vsebuje spojino s formulo Na₂B₄O₇. Iz te spojine lahko dobimo elementarni bor v večstopenjskem procesu, ki ga opisujejo dane (še neurejene) enačbe kemijskih reakcij.



- 2.1 Uredite vse tri kemijske enačbe. Na ocenjevalni list napišite samo koeficiente prve enačbe.
 2.2 Kolikšno množino Na₂B₄O₇ potrebujemo za nastanek 6,00 mol atomov bora?
 2.3 Izračunajte maso magnezija, ki ga potrebujemo za nastanek 6,00 mol atomov bora.
 2.4 V danih reakcijah sodeluje tudi voda. Dopolnite trditev. Obkrožite enega od dveh glagolov v oklepaju in na črto vpišite ustrezno številko. Upoštevajte vse tri reakcije opisanega večstopenjskega procesa.
 Pri pretvorbi 1 mol Na₂B₄O₇ v elementarni bor (se porabi / nastane) _____ mol vode.

3. Splošna plinska enačba velja natančno le za idealne pline. Realne pline bolje opiše van der Waalsova enačba. Dana je van der Waalsova enačba. V tej enačbi sta »a« in »b« konstanti, značilni za določen plin.

$$(P + a \cdot n^2/V^2) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$$

- 3.1 Izračunajte tlak (v kPa), ki ga v posodi s prostornino 20,0 L pri temperaturi 27 °C povzroča 3,20 mol amonijaka. Uporabite van der Waalsovo enačbo. Konstanti v van der Waalsovi enačbi imata za amonijak vrednosti: a = 0,4225 Pa m⁶ mol⁻²; b = 3,71 · 10⁻⁵ m³ mol⁻¹.
 3.2 Pri kakšnih pogojih bo člen »a · n²/V²« v van der Waalsovi enačbi zanemarljiv glede na tlak?
 A Pri visoki temperaturi in visokem tlaku.
 B Pri visoki temperaturi in nizkem tlaku.
 C Pri nizki temperaturi in nizkem tlaku.
 Č Pri nizki temperaturi in visokem tlaku.
 3.3 Preoblikujte dano van der Waalsovo enačbo tako, da v njej namesto prostornine in množine uporabite molsko prostornino plina V_m. Preoblikovana enačba naj bo smiselno poenostavljena in zapisana podobno kot enačba v besedilu naloge.

4. Nitrozil klorid NOCl razpada na dušikov(II) oksid in neki element. Časovno odvisnost koncentracije nitrozil klorida pri tej reakciji lahko opišemo z naslednjo matematično enačbo:

$$\frac{1}{c(t)} = k \cdot t + \frac{1}{c_0}$$

Legenda: $c(t)$ – množinska koncentracija reaktanta v določenem času t
 c_0 – začetna množinska koncentracija reaktanta (v času 0 s)
 k – konstanta reakcijske hitrosti

- 4.1 Napišite enačbo kemijske reakcije razpada nitrozil klorida.
- 4.2 Napišite strukturno formulo nitrozil klorida. V formuli prikažite vezi in nevezne elektronske pare. Upoštevajte tudi prostorsko razporeditev atomov v molekuli. Podatek: med atomoma kisika in klora ni vezi.
- 4.3 Na začetku je bilo v posodi $0,0500 \text{ mol L}^{-1}$ NOCl. Kolikšna je množinska koncentracija NOCl po 250 sekundah, če je bila v tem času povprečna hitrost reakcije $4,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ glede na NOCl?
- 4.4 V 515 sekundah se je koncentracija NOCl zmanjšala iz $0,0500 \text{ mol L}^{-1}$ na $0,0330 \text{ mol L}^{-1}$. Izračunajte konstanto reakcijske hitrosti k .
- 4.5 Na začetku reakcije, ko je bil v posodi samo nitrozil klorid, je bil tlak v posodi 160 kPa. Kolikšen je tlak v posodi, ko razpade polovica nitrozil klorida? Vse snovi, ki sodelujejo v reakciji, so plini. Prostornina posode in temperatura sta konstantni.

5. Dana sta standardna elektrodna potenciala dveh redoks parov. Standardni elektrodni potenciali ostalih treh redoks parov niso znani.

$$E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Al}^{3+}/\text{Al}) = -1,66 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = ?$$

$$E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = ?$$

$$E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = ?$$

Izvedli smo vrsto eksperimentov. Pri tem smo ugotovili:

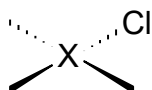
- Reakcija med bakrovimi(2+) ioni in srebrom ne poteče.
- Reakcija med kositrovimi(2+) ioni in cinkom poteče.
- Kositer lahko raztopimo v klorovodikovi kislini.
- Reakcija med aluminijevimi ioni in cinkom ne poteče.

- 5.1 Razporedite vseh pet kovin (Cu, Al, Sn, Ag, Zn) v elektrokemijsko napetostno vrsto po naraščajočih standardnih elektrodnih potencialih. Pišite zgolj simbole kovin, ne pišite redoks parov.
- 5.2 Napišite enačbo reakcije med aluminijem in bakrovimi(2+) ioni.
- 5.3 Kako se obarva raztopina, če v raztopino AgNO_3 vstavimo bakreno žico?
- 5.4 Kateri med danimi desetimi delci (kovinami in njihovimi ioni) je najmočnejši oksidant in kateri je najmočnejši reducent? Napišite kemijska simbola obeh delcev.
- 5.5 Galvanski člen, sestavljen iz aluminijevega in kositrovega polčlena, ima standardno napetost 1,52 V. Kolikšen je standardni elektrodni potencial $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn})$?

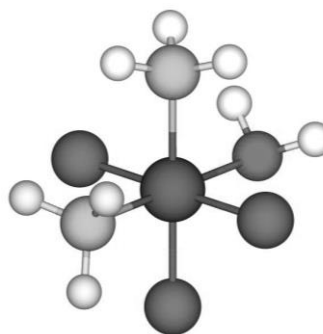
6. Dani sta dve formuli koordinacijske spojine $[\text{CuCl}_2(\text{NH}_3)(\text{OH}_2)]$, v kateri so na centralni kovinski ion tetraedrično vezani ligandi. Odgovorite na vprašanja.



- 6.1 Kakšno je razmerje med prikazanima formulama?
- A Formuli predstavljata isto spojino.
 B Formuli predstavljata dva geometrijska izomera.
 C Formuli predstavljata dva enantiomera.
 Č Formuli predstavljata dva diastereoizomera.
 D Formuli predstavljata dva strukturna izomera.
- 6.2 Kolikšno je koordinacijsko število centralnega bakrovega iona v tej spojini?
- 6.3 Nepopolno ime te spojine je akvaamindikloridobaker(?) – znak ? je neznano oksidacijsko število. Dopolnite ime spojine z zapisom ustrezne rimske številke.
- 6.4 Nekoliko drugačno strukturo ima podobna koordinacijska spojina $[\text{XCl}_2(\text{NH}_3)(\text{OH}_2)]$; simbol X pripada neznani kovini. V tej spojini je pet atomov oz. ionov v isti ravnini. Možna sta dva stereoizomera te spojine. Dano nepopolno formulo dopolnite s formulami ostalih treh ligandov tako, da bo predstavljala stereoizomer s *trans*-konfiguracijo.



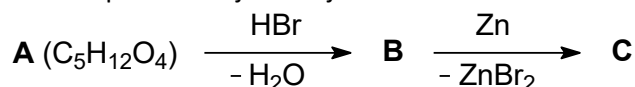
- 6.5 V molekuli spojine $[\text{XCl}_2(\text{NH}_3)(\text{OH}_2)]$ je 132 elektronov. Napišite kemijski simbol kovine X.
- 6.6 Dan je kroglični model neke koordinacijske spojine, ki ima enake ligande kakor spojina v uvodnem besedilu. Centralni ion pripada kovini, ki ima vrstno število 24. Napišite ime dane koordinacijske spojine po Stockovem sistemu imenovanja.



7. Spojina A je aciklični nenasičeni ogljikovodik s centrom kiralnosti. V njeni molekuli je 14 atomov. Pri popolnem katalitskem hidrogeniranju spojine A nastane spojina B, ki nima centra kiralnosti, njena molska masa pa je 86 g mol^{-1} .
- 7.1 Napišite molekulske formule spojin A in B.
- 7.2 Napišite racionalno formulo spojine A.
- 7.3 Napišite ime spojine B po nomenklaturi IUPAC.
- 7.4 Spojino B kloriramo. Koliko monokloriranih organskih produktov nastane pri kloriranju spojine B? Upoštevajte tudi optično izomerijo.
- 7.5 Kateri od monokloriranih organskih produktov, ki nastanejo pri kloriranju spojine B, je optično aktiven? Napišite ime tega monokloriranega organskega produkta po nomenklaturi IUPAC (brez navedbe stereodeskriptorja).
8. V živih bitjih so našli mnoge t.i. spiro-spojine. Spiro-spojina je ciklična spojina, ki vsebuje enega ali več t.i. spiro-atomov. Spiro-atom je atom, preko katerega sta vezani ciklični komponenti spojine. Naloga obravnava preproste spiro-spojine z enim spiro-atomom. Dane so formule štirih spiro-spojin. Za prve tri spojine so napisana tudi njihova imena.

| | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|---------|
| | | | |
| spiro[2.4]heptan | spiro[3.5]nonan | spiro[4.4]nonan | Ime = ? |

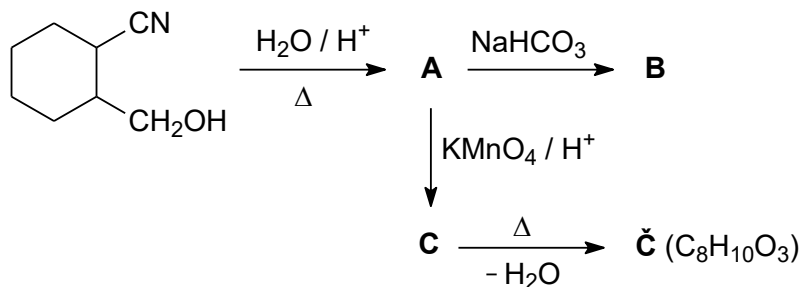
- 8.1. Napišite ime četrte spojine v zgornji preglednici.
- 8.2 Najpreprostejši nasičeni spiro-ogljikovodik (v spodnji reakcijski shemi je označen s črko C) dobimo po naslednji reakcijski shemi:



V spojini A so štiri hidroksilne funkcionalne skupine, vse so vezane na primarne ogljikove atome. Napišite racionalne ali skeletne formule organskih spojin A, B in C.

- 8.3 Opredelite vrsto (mehanizem) reakcije pretvorbe spojine A v spojino B pri nalogi 8.2.
- 8.4 Cikloheksanon in etan-1,2-diol reagirata v množinskem razmerju 1:1. Pri tem se odcepi voda, nastane nasičena heterociklična spiro-spojina, v kateri sta na spiro-atom vezana dva kisikova atoma. Napišite racionalno ali skeletno formulo nastale spiro-spojine. Upoštevajte, da se pri tej reakciji skelet ogljikovih atomov v cikličnem reaktantu ne spremeni.

9. Dana je reakcijska shema.



9.1 Napišite racionalne ali skeletne formule glavnih organskih produktov A, B, C in Č.

9.2 Napišite ime spojine C po nomenklaturi IUPAC.

10. Pri kisli hidrolizi nekega triglicerida (triacilglicerola) smo dobili propan-1,2,3-triol in dve različni karboksilni kislini. V molekuli tega triglicerida je 51 ogljikovih atomov.

10.1 Kakšna je struktura naravnih nenasičenih maščobnih kislin, ki prevladujejo v rastlinskih oljih?

- A Nerazvejana veriga ogljikovih atomov in konjugirane trojne vezi.
- B Razvejana veriga ogljikovih atomov in *trans*-konfiguracija na dvojnih vezeh.
- C Razvejana veriga ogljikovih atomov in *cis*-konfiguracija na dvojnih vezeh.
- Č Nerazvejana veriga ogljikovih atomov in *trans*-konfiguracija na dvojnih vezeh.
- D Nerazvejana veriga ogljikovih atomov in *cis*-konfiguracija na dvojnih vezeh.

10.2 Imenujte kislikovo funkcionalno skupino v opisanem trigliceridu.

10.3 V literaturi pogosto najdemo ime danega alkohola brez navedenih pozicijskih števil (propantriol). Še pogosteje pa srečamo nesistematično (trivialno) ime te spojine. Napišite to nesistematično ime danega alkohola.

10.4 Ena od dobljenih karboksilnih kislin je nasičena, druga je nenasičena, imata pa enako število ogljikovih atomov. Za katalitsko hidrogeniranje 1,0 mol nenasičene maščobne kisline v nasičeno maščobno kislino porabimo 6,0 g vodika. Množinsko razmerje med nasičeno in nenasičeno karboksilno kislino v opisanem trigliceridu je 1:2 (več je nenasičene maščobne kisline). Napišite molekulsko formulo nasičene maščobne kisline in molekulsko formulo opisanega triglicerida.