



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო

ქიმიის 53-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს
ნაკრები გუნდის წევრების შესარჩევი კონკურსი

II ტური

ამოცანები



ამოცანების შემდგენლები:

გიორგი პეტრიაშვილი

ლაშა ხუციშვილი

თინათინ ბუთხუზი

ვახტანგ კურცხალია

სოფიკო ფაცაცია

ელიზბარ ელიზბარაშვილი

23 მაისი, 2021

ძვირფასო მონაწილეებო

ამოცანების ამოხსნისას გთხოვთ გახსოვდეთ:

- ტურის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 (ხუთ) ასტრონომიულ საათს.
- ტესტის მაქსიმალურ ქულათა ჯამია 100 ქულა
- თითოეული ამოცანის მაქსიმალური ქულა მოცემულია შესაბამის ამოცანები მარჯვენა კიდეში
- პასუხების ფურცელზე აუცილებლად დააწერეთ თქვენი გვარი, სახელი და სკოლა.
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ პასუხების ფურცელში მოცემულ შესაბამის უჯრებში.
- პასუხი, რომელიც შესაბამისი უჯრის გარეთ იქნება შეტანილი, არ შეფასდება.
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით
- ქიმიური რეაქციის ტოლობებში სტექიომეტრიული კოეფიციენტები გაასწორეთ
- აუცილებლად მიუთითეთ სიდიდეების განზომილებები, სადაც არის შესაძლებელი
- შეწყვიტეთ პასუხების გაცემა და დადეთ თქვენი კალამი დროის ამოწურვისთანავე.
- პასუხების ფურცელი და თეორიული ტესტების ფურცელი შეგროვდება წერის დასრულებისას.

გისურვებთ წარმატებებს!

ფიზიკური კონსტანტები, ერთეულები, ფორმულები და განტოლებები

გაზის უნივერსალური კონსტანტა	$R = 8.3145 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
სტანდარტული წნევა	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 750 \text{ mmHg}$
ატმოსფერული წნევა	$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$
ცელსიუსის შკალის ნულ წერტილი	273.15 K
1 მასის ატომური ერთეული (მ.ა.ე.)	$1.661 \times 10^{-27} \text{ კგ}$

შექცევადი ადიაბატური პროცესი იდეალური გაზისათვის	$pV^{1+R/C_V} = \text{const}$
იდეალური გაზის მიერ შესრულებული მუშაობა ადიაბატურ პროცესში	$W = nC_V(T_2 - T_1)$
შინაგანი ენერგიის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე	$U(T_2) = U(T_1) + C_V(T_2 - T_1)$
კავშირი მოლურ იზობარულ და იზოქორულ თბოტევადობას შორის იდეალური გაზებისათვის	$C_p = C_V + R$
ჯიბსის ენერგია	$G = H - TS$
კავშირი წონასწორობის კონსტანტასა და სტანდარტულ ჯიბსის ენერგიას შორის	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right)$
რეაქციის ჯიბსის ენერგიის დამოკიდებულება კონცენტრაციასა და წნევაზე $a = c / (1 \text{ mol/L})$ ხსნარის სუბსტანციებისათვის, $a = p / (1 \text{ bar})$ გაზებისათვის	$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{a_{\text{prod}}}{a_{\text{reag}}}$
ჯიბსის ენერგიის ცვლილება დროში ერთეულ მოცულობაში სისტემისათვის, რომელიც მოიცავს ორ ქიმიურ რეაქციას 1 და 2 შესაბამისი რეაქციის სიჩქარეებით r_1 და r_2	$\frac{\Delta G_{\text{Syst}}}{\Delta t} = \Delta G_1 r_1 + \Delta G_2 r_2$
არენიუსის განტოლება რეაქციის სიჩქარე მუდმივისთვის	$k = A \exp(-E_a/RT)$
პლანკის დამოკიდებულება $[h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ ჯ} \cdot \text{წმ}]$	$E = h\nu = hc/\lambda$

ელემენტების პერიოდულობის ცხრილი

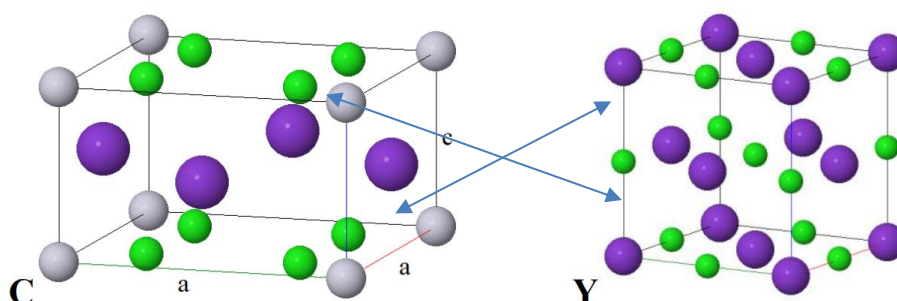
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII	VIII	VIII	VIII	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	1 H წყალბადი 1.008	ატომური ნომერი სიმბოლო უპირატესო ატომური მასა																2 He ჰელიუმი 4.003	
2	3 Li ლითიუმი 6.94	4 Be ბერილიუმი 9.01	გატაკობრივი პარამეტრები კალკულაციები კომპლექსური																10 Ne ნეონი 20.18
3	11 Na ნატრიუმი 22.99	12 Mg მაგნიუმი 24.30	ბაზი მჟარი სითხა																18 Ar არგონი 39.95
4	19 K პოტასიუმი 39.10	20 Ca კალციუმი 40.08	21 Sc სკანდიუმი 44.96	22 Ti ტიტანიუმი 47.87	23 V ვანადიუმი 50.94	24 Cr კრომიუმი 52.00	25 Mn მანგანუმი 54.94	26 Fe ჰაიდა 55.85	27 Co კობალტი 58.93	28 Ni ნიკელი 58.69	29 Cu სპილენძი 63.55	30 Zn ცინკი 65.38	31 Ga გალიუმი 69.72	32 Ge გერმანიუმი 72.63	33 As არსენი 74.92	34 Se სელენი 78.97	35 Br ბრომი 79.90	36 Kr კრიპტონი 83.80	
5	37 Rb რუბიდიუმი 85.48	38 Sr სტრონტიუმი 87.62	39 Y იტრიუმი 88.91	40 Zr ზირკონიუმი 91.22	41 Nb ნიობიუმი 92.91	42 Mo მოლიბდენი 95.95	43 Tc ტექნიციუმი 97.91	44 Ru რუთენიუმი 101.07	45 Rh რინდიუმი 102.91	46 Pd პალადიუმი 106.42	47 Ag ვერცხვი 107.87	48 Cd კადმიუმი 112.41	49 In ინდიუმი 114.82	50 Sn პლუმი 118.71	51 Sb ანტიმონი 121.76	52 Te ტელურიუმი 127.60	53 I იოდი 126.90	54 Xe ქსენონი 131.29	
6	55 Cs ცეზიუმი 132.91	56 Ba ბარიუმი 137.33	57-71 La-Lu ლანთანიდები	72 Hf ჰაფნიუმი 178.49	73 Ta ტანტალი 180.96	74 W ვოლფრამი 183.84	75 Rn რადონი 186.21	76 Os ოსმიუმი 190.23	77 Ir ირიდიუმი 192.22	78 Pt პლტინა 195.08	79 Au გოგირდი 196.97	80 Hg მერკური 200.59	81 Tl თალიუმი 204.38	82 Pb ბირთვი 207.2	83 Bi ბისმუტი 208.98	84 Po პოლონიუმი 209	85 At ასტატინი 209.99	86 Rn რადონი 222.02	
7	87 Fr ფრანსიუმი 223.02	88 Ra რადიუმი 226.03	89-103 Ac-Lr აქტინიდი	104 Rf რეფერიუმი 261.12	105 Db დუბნიუმი 270.13	106 Sg სიგმატუმი 266.13	107 Bh ბერკელიუმი 270.13	108 Hs ჰასიუმი 269.13	109 Mt მითენიუმი 278.16	110 Ds დუბნიუმი 281.17	111 Rg რეგენიუმი 281.17	112 Cn კოპერნიციუმი 285.18	113 Nh ნიჰონიუმი 286.18	114 Fl ფლორიდინი 289.19	115 Mc მცხენიუმი 289.20	116 Lv ლუვენიუმი 293.20	117 Ts ტენესი 293.21	118 Og ოგანესონი 294.21	
ლანთანიდები			57 La ლანთანი 138.91	58 Ce ცერეზი 140.12	59 Pr პრომიტიუმი 140.91	60 Nd ნეოდიმუმი 144.24	61 Pm პრომიტიუმი 144.91	62 Sm სამარიუმი 150.36	63 Eu ევროპიუმი 151.96	64 Gd გადოლინიუმი 157.25	65 Tb თერბიუმი 158.93	66 Dy დისპროსიუმი 162.50	67 Ho ჰოლიმიუმი 164.93	68 Er ერბიუმი 167.26	69 Tm თულამი 168.93	70 Yb იბერიუმი 173.05	71 Lu ლუთეციუმი 175.0		
აქტინიდი			89 Ac აქტინიუმი 227.03	90 Th თორიუმი 232.04	91 Pa პროტაქტინიუმი 231.04	92 U ურანი 238.03	93 Np ნეპტუნიუმი 237.05	94 Pu პლუტონიუმი 244.06	95 Am ამერიკიუმი 243.06	96 Cm კურნიუმი 247.07	97 Bk ბერკელიუმი 247.07	98 Cf კალეფორნიუმი 251.08	99 Es ეისენსტეინი 252.08	100 Fm ფერმიუმი 257.10	101 Md მადონიუმი 258.10	102 No ნობელიუმი 259.10	103 Lr ლუთეციუმი 262		

ამოცანა 1. კომპლექსური მარილი (16%)

1.1	1.2	1.3	1.4	სულ
17	3	1	1	22

მეტალი **X** არ იხსნება განზავებულ მჟავებში. მისი გახსნით სამეფო წყალში მიიღება **A** ნაერთი. მიღებულ ხსნარში გოგირდის დიოქსიდის გატარებისას კი მიიღება **B** ნივთიერება. **B**-ს ხსნარზე **Y** მარილის ნაჯერი ხსნარის დამატებისას გამოილექება **C** მარილი ნარინჯისფერ-წითელი ფერის ნალექის სახით, რომელიც არის კომპლექსური ნაერთი. გაცხელებით **C** ურთიერთქმედებს წყალბადთან და ამ რეაქციის შედეგად მიიღება ისევ თავდაპირველი **X** მეტალი. როცა **C**-ს ხსნარი ურთიერთქმედებს ტოქსიკურ მარილთან **Z**, **C**-ს ხსნარი უფერულდება (ოთახის ტემპერატურაზე **Z**-ის ელემენტარული უჯრედის აგებულება არის იგივე რაც **Y**-ის). მიღებული ხსნარის გაცივებისას გამოილექება მკრთალი ყვითელი ნალექი **D**, რომელიც შეერთების რეაქციაში შედის ქლორთან, ამ რეაქციის დროს მიიღება ბრინჯაოსფერი **E** ნივთიერება, რომელიც დენს ატარებს. 1.00 გ **D** შედის რეაქციაში 8.91 მლ (ნ.პ.) ქლორთან, რის შედეგადაც მიიღება მხოლოდ ერთი პროდუქტი - **E** ნივთიერება.

ნახაზზე მოცემულია **C** (მარცხნივ) და **Y** (მარჯვნივ) ნაერთების ელემენტარული უჯრედები. ერთნაირი ატომები **C**-სა და **Y**-ში ნაჩვენებია ორმაგი ისრებით. **C**-ს სტრუქტურაში, ყველა ატომი განლაგებულია მართკუთხა პარალელეპიპედის წვეროებში ან წახნაგებზე. კრისტალური მესრის პარამეტრებია $a = 7.024 \text{ \AA}$, $c = 4.147 \text{ \AA}$, ხოლო **C**-ს სიმკვრივეა 3.369 გ/სმ³. მარილი **Y** წარმოქმნის სუფრის მარილის ტიპის სტრუქტურას (მისი ელემენტარული უჯრედი კუბია), რომლის პარამეტრია $a = 6.292 \text{ \AA}$, ხოლო სიმკვრივე 1.987 გ/სმ³.



მინიშნებები:

- მარილი **Z** შეიცავს იგივე კატიონს, რასაც **Y**, მაგრამ ანიონი განსხვავებულია და **Z**-ში ეს ანიონი ასიმეტრიულია. ეს გამოიხატება იმაში რომ, როცა **Z** მარილს ძლიერად აცივებენ, იგი აღარ არის **Y**-ის ელემენტარული სტრუქტურის მქონე, მთლიანი კრისტალური მესრის სიმეტრია ირღვევა. მარილი **Z** ჰიდროლიზდება და ამ მარილის ცხელ ხსნარს აქვს მწარე ნუშის (Bitter almond) სუნი.
- გოგირდის დიოქსიდი ამ ამოცანაში არის აღმდგენი.
- **E** არ არის სტექიომეტრიული ნაერთი (შეიძლება ფორმულაში ინდექსი არ იყოს მთელი რიცხვი).

1.1. დაადგინეთ ყველა ნივთიერება და დაწერეთ შესაბამისი რეაქციების ტოლობები. სადაც შესაძლებელია, პასუხები დაადასტურეთ გამოთვლებით.

ყველაზე მოსახერხებელია Y-ით დაწყება. 8 დიდი ბურთი არის უჯრედის წვეროებში და 6 ცალი თითო წახნაგზე, ანუ დიდი ბურთით აღნიშნული ატომების რაოდენობა ერთ უჯრედში არის $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$. 12 პატარა ბურთი არის თითო გვერდზე და 1 პატარა ბურთი კი უჯრედის ცენტრშია, ანუ პატარა ბურთით აღნიშნული ატომების რაოდენობაა $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$. რადგანაც ეს მესერი არის NaCl-ის მესრის მსგავსი, Y-ის მარილის ფორმულაც უნდა იყოს მისი მსგავსი. ამის გათვალისწინებით, Y-ის ერთ უჯრედში არის Y-ის 4 ერთეული ფორმულა. $\rho = \frac{FU \times M}{N_A \times V}$, $M = \frac{\rho \times V \times N_A}{FU} = \frac{1.987 \text{ გ/სმ}^3 \times (6.292 \text{ Å})^3 \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10^8 \text{ Å}}\right)^3 \times 6 \times 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}}{4} = 74.5 \text{ გ/მოლი}$, რაც შეესაბამება KCl-ის მოლურ მასას.

(სულ 4 ქულა)

C-ში დავთვალოთ ერთეული ფორმულების რიცხვი.

8 საშუალო ბურთი არის წვეროებში, შესაბამისად ამ ატომის რაოდენობაა $8 \times \frac{1}{8} = 1$, ამიტომ ეს უჯრედი უნდა შეიცავდეს ერთ ერთეულ ფორმულას. წინა ნაწილიდან, დიდი ბურთი კალიუმია, პატარა კი ქლორი. კალიუმის რაოდენობაა $4 \times \frac{1}{2} = 2$, ქლორის $8 \times \frac{1}{2} = 4$, C-ს ფორმულაა K_2XCl_4 . ანალოგიურად როგორც წინაში, $M = \frac{\rho \times V \times N_A}{FU} = \frac{3.369 \text{ გ/სმ}^3 \times (7.024 \text{ Å})^2 \times 4.147 \text{ Å} \times \left(\frac{1 \text{ cm}}{10^8 \text{ Å}}\right)^3 \times 6 \times 10^{23} \text{ მოლი}^{-1}}{1} = 415.2 \text{ გ/მოლი}$, აქედან კი X-ის მოლური მასა შეგვიღია გავიგოთ $M(X) = 195.2 \text{ გ/მოლი}$, ესაა პლატინა. C – $K_2[PtCl_4]$, B უნდა იყოს $H_2[PtCl_4]$ და A – $H_2[PtCl_6]$.

(სულ 5 ქულა)

Z-ის აღწერიდან გამომდინარე, ესაა KCN. KCN-ს შეუღია ქლორიდის იონების ჩანაცვლება კომპლექსში და მიიღება D – $K_2[Pt(CN)_4]$. E-ს დასადგენად გამოვთვალოთ რეაგენტების მოლელების თანაფარდობა $\frac{\nu_{K_2[Pt(CN)_4]}}{\nu_{Cl_2}} = \frac{1/377}{8.91/22.4} = \frac{1}{0.15}$, ერთი მოლი D შეიერთებს 0.15 მოლ Cl_2 -ს. E-ს ფორმულაა $K_2[PtCl_4Cl_{0.3}]$.

(სულ 2 ქულა)

- 1) $Pt + 6HCl + 4HNO_3 \rightarrow H_2[PtCl_6] + 4NO_2 \uparrow + 4H_2O$
- 2) $H_2[PtCl_6] + SO_2 + 2H_2O \rightarrow H_2[PtCl_4] + 2HCl + H_2SO_4$
- 3) $H_2[PtCl_4] + 2KCl \rightarrow K_2[PtCl_4] + 2HCl$
- 4) $K_2[PtCl_4] + H_2 \rightarrow Pt + 2KCl + 2HCl$
- 5) $K_2[PtCl_4] + 4KCN \rightarrow K_2[Pt(CN)_4] + 4KCl$
- 6) $K_2[Pt(CN)_4] + 0.15Cl_2 \rightarrow K_2[Pt(CN)_4Cl_{0.3}]$

(სულ 6 ქულა)

(სულ 17 ქულა)

1.2. დაადგინეთ კატიონების კოორდინაციული რიცხვი C და Y-ში.

C-ში პლატინის კოორდინაციული რიცხვია 4, კალიუმის 8. Y-ში კალიუმის კოორდინაციული რიცხვია 6.

(3 ქულა)

1.3. დაადგინეთ X-ის ჟანგვის რიცხვი E ნაერთში.

$K_2[Pt(CN)_4Cl_{0.3}]$, K-ს ჟანგვის რიცხვია +1, CN და Cl მუხტებია -1, რაც შეგვილია ჟანგვის რიცხვის გამოთვლაში გამოვიყენოთ. ჯამში ყველაფრის ჟანგვის რიცხვი უნდა იყოს 0. ამიტომ $2 \times (+1) + x + 4 \times (-1) + 0.3 \times (-1) = 0, x = 2.3$

(1 ქულა)

1.4. რატომ არის Z Y-ის სტრუქტურული ანალოგი ოთახის ტემპერატურაზე, მაგრამ არა უფრო დაბალ ტემპერატურაზე?

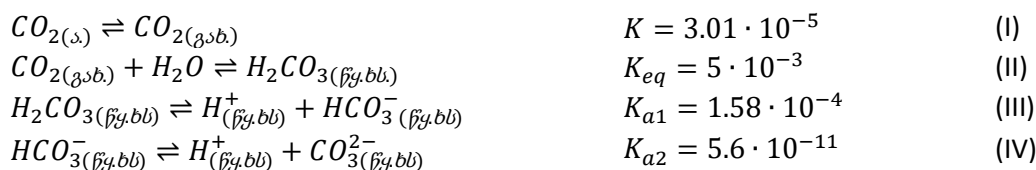
CN ანიონს ახასიათებს ბრუნვითი მოძრაობა. როცა ეს ბრუნვითი მოძრაობა სწრაფია, როგორც მაგალითად ოთახის ტემპერატურაზე, ეს ანიონი ემსგავსება სიმეტრიულ სფეროს. ხოლო როცა ბრუნვითი მოძრაობა ნელია, ეს მსგავსება ისპობა და ანიონი აღარაა სიმეტრიული, შესაბამისად ირღვევა მთელი მესრის სიმეტრია და Z აღარ იღებს Y-ის სტრუქტურას.

(1 ქულა)

ამოცანა 2. ნახშირორჟანგი *in vivo* სისტემაში (20%)

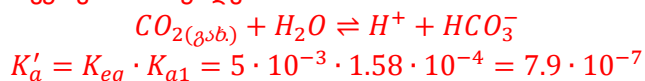
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	სულ
1	3	3	3	2	3	2	2	2	21

სისხლის უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა აირების ტრანსპორტი. ორგანიზმში ბიოქიმიური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი CO_2 იხსნება სისხლში და იმყოფება წონასწორობაში აირად CO_2 -თან. ადამიანის სორგანიზმში არსებული ნახშირორჟანგის ბუფერული სისტემის სრული აღწერა ქვემოთაა მოცემული (ტემპერატურა: $37^\circ C$, ხოლო P_{CO_2} -ის ერთეული: mmHg):



2.1. გამოთვალეთ წონასწორობის მუდმივა K'_a , რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს შემდეგ კონცენტრაციებს: $[H^+]_{(fy.bl)}$, $[HCO_3^-]_{(fy.bl)}$ და $[CO_{2(gab.)}]$.

(II) და (III) რეაქციების შეკრებით მივიღებთ:



1 ქულა

In vivo, ანუ ცოცხალ ორგანიზმში HCO_3^-/CO_2 არის ღია სისტემა, რომელშიც $[CO_{2(gab.)}]$ ნარჩუნდება და ჭარბი ნახშირორჟანგი, რომელიც მიიღება რეაქციით: $H^+ + HCO_3^- \rightarrow CO_{2(gab.)} + H_2O$, ორგანიზმიდან ფილტვების საშუალებით გამოდის გარეთ. ეს რეაქცია სისხლის pH-ის შენარჩუნებაზეა პასუხისმგებელი. აღნიშნული ღია სისტემის ეფექტურობზე ამ ამოცანის ამოხსნის შემდეგ დარწმუნდებით.

ჯამური კარბონატის მაჩვენებელი (ძირითადად $[HCO_3^-] + [CO_{2(gab.)}]$) სისხლის პლაზმაში არის $2.52 \cdot 10^{-2} M$.

2.2. ადამიანის ორგანიზმში სისხლის pH 7.4-ის ფარგლებში ნარჩუნდება. გამოთვალეთ თანაფარდობა $[HCO_3^-]/[CO_{2(gab.)}]$ და თითოეული ფორმის კონცენტრაცია, თუ pH = 7.4.

$$K'_a = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[CO_{2(gab.)}]} \quad \text{საიდანაც} \quad \frac{[HCO_3^-]}{[CO_{2(gab.)}]} = \frac{K'_a}{[H^+]} = \frac{7.9 \cdot 10^{-7}}{10^{-7.4}} = 19.844$$

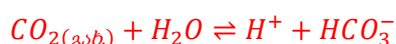
თითოეული ფორმის კონცენტრაციის გამოსათვლელად საკმარისია ამოიხსნას სისტემა:

$$\begin{cases} \frac{[HCO_3^-]}{[CO_{2(gab.)}]} = 19.844 \\ [HCO_3^-] + [CO_{2(gab.)}] = 2.52 \cdot 10^{-2} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} [HCO_3^-] = 2.4 \cdot 10^{-2} M \\ [CO_{2(gab.)}] = 1.21 \cdot 10^{-3} M \end{cases}$$

3 ქულა

- 2.3. გამოთვალეთ სისტემის pH, თუ წყალბადის კატიონების კონცენტრაცია გაიზრდება $5 \cdot 10^{-3} M$ -ით. ამ შემთხვევაში ჩათვალეთ, რომ მომატებული ნახშირორჟანგი გარეთ არ გამოდის.

რადგან ბუფერული სისტემაა, ხსნარში წყალბადის კატიონების დამატებისას, წონასწორობა:



გადაიხრება მარცხნივ. ამ პროცესში $[CO_{2(g)}]$ მოიმატებს, რა თქმა უნდა, $5 \cdot 10^{-3} M$ -ით, ხოლო $[HCO_3^-]$ დაიკლებს $5 \cdot 10^{-3} M$ -ით. შესაბამისად, ახალი კონცენტრაციები:

$$[CO_{2(g)}]_1 = 1.21 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} = 6.21 \cdot 10^{-3} M$$

$$[HCO_3^-]_1 = 2.4 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3} = 1.9 \cdot 10^{-2} M$$

რადგან მომატებული ნახშირორჟანგის გარეთ გამოსვლა არ ხდება, შესაბამისად:

$$[H^+] = \frac{K'_a [CO_{2(g)}]_1}{[HCO_3^-]_1} = \frac{7.9 \cdot 10^{-7} \cdot 6.21 \cdot 10^{-3}}{1.9 \cdot 10^{-2}} = 2.582 \cdot 10^{-7} M$$

$$pH = 6.588$$

3 ქულა

- 2.4. გამოთვალეთ სისტემის pH, თუ წყალბადის კატიონების კონცენტრაცია გაიზრდება $5 \cdot 10^{-3} M$ -ით. ამ შემთხვევაში კი ჩათვალეთ, რომ მომატებული ნახშირორჟანგი გარეთ გამოდის (მაშასადამე, თავდაპირველი $[CO_{2(g)}]$ არ იცვლება).

წინა კითხვაში მოცემული მსჯელობა იგივეა ერთი ცვლილებით: მომატებული ნახშირორჟანგი გარეთ გამოდის, რის გამოც ამ პირობებში კონცენტრაციები იქნება:

$$[CO_{2(g)}] = 1.21 \cdot 10^{-3} M$$

$$[HCO_3^-]_1 = 2.4 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10^{-3} = 1.9 \cdot 10^{-2} M$$

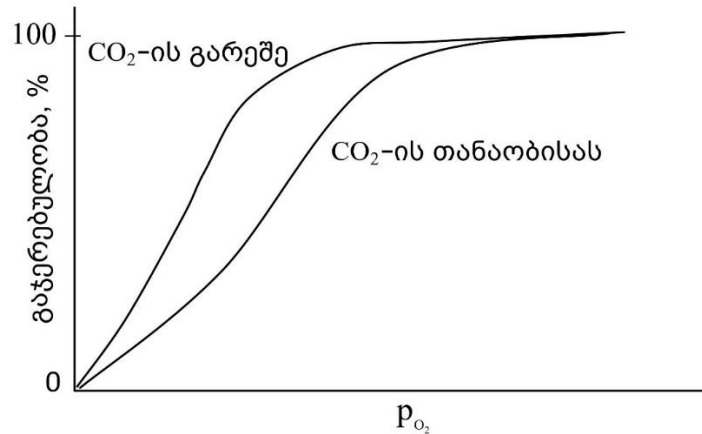
შესაბამისად:

$$[H^+] = \frac{K'_a [CO_{2(g)}]}{[HCO_3^-]_1} = \frac{7.9 \cdot 10^{-7} \cdot 1.21 \cdot 10^{-3}}{1.9 \cdot 10^{-2}} = 5.031 \cdot 10^{-8} M$$

$$pH = 7.298$$

3 ქულა

ორგანიზმში ჰემოგლობინი უკავშირდება O_2 -ს. ჰემოგლობინთან ჟანგბადის შეკავშირების მრუდები CO_2 -ის თანაობისას და მის გარეშე მოცემულია ქვედა გრაფიკზე, სადაც წარმოდგენილია ჰემოგლობინის ჟანგბადით გაჯერებულობის ხარისხის (%-ში) დამოკიდებულება ჟანგბადის პარციალურ წნევაზე.



2.5. მოცემული 2 მრუდისთვის მონიშნეთ სწორი დებულება/დებულებები:

- 1) მოცემული გაჯერებულობისთვის CO_2 -ის თანაობისას საჭიროა უფრო მაღალი P_{O_2} ;
- 2) მოცემული გაჯერებულობისთვის CO_2 -ის თანაობისას საჭიროა უფრო დაბალი P_{O_2} ;
- 3) ჰემოგლობინის მაქსიმალური გაჯერება ნახშირორჟანგის არარსებობის პირობებში უფრო დაბალი P_{O_2} -ის დროს ხდება;
- 4) ნახშირორჟანგის არარსებობის პირობებში ჰემოგლობინის გაჯერებულობის ნებისმიერ ხარისხზე უფრო მაღალი P_{O_2} არის საჭირო

☒ 1

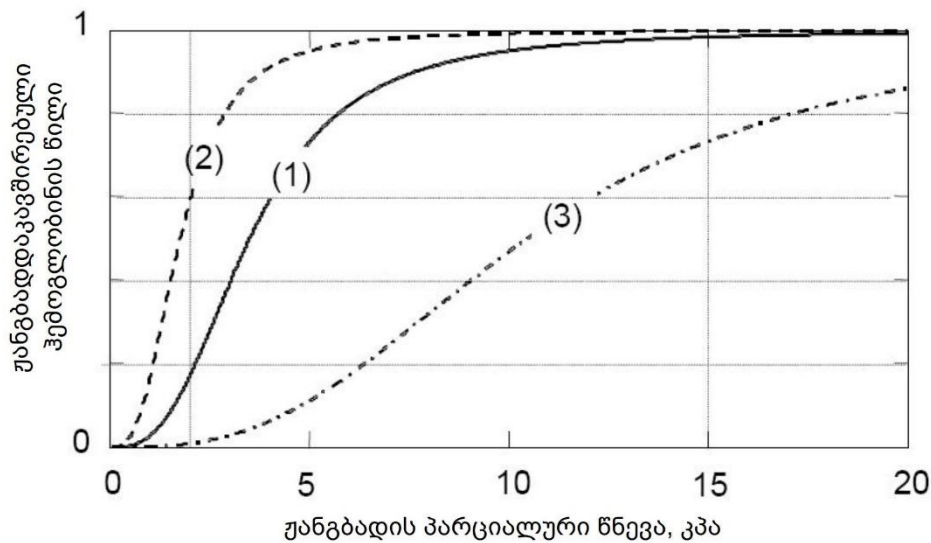
☐ 2

☒ 3

☐ 4

(სულ 2 ქულა)

თითოეული ჰემოგლობინის (Hb) მოლეკულას შეუძლია მაქსიმუმ ოთხი მოლეკულა ჟანგბადის დაკავშირება. გრაფიკზე მოცემულია ჟანგბადდაკავშირებული ჰემოგლობინის წილის (%) დამოკიდებულება ჟანგბადის პარციალურ წნევაზე (კპა). მოცემული მრუდები შეესაბამება სამი სხვადასხვა ტიპის ჰემოგლობინს, კერძოდ: ნორმალურს (მრუდი 1) და ნორმიდან გადახრილებს (მრუდები 2 და 3). გაითვალისწინეთ, რომ ფილტვებსა და კუნთებში ჟანგბადის პარციალური წნევა შესაბამისად არის 15 კპა და 2 კპა.



- 2.6.** ზემოთ მოცემული გრაფიკის მიხედვით, გამოთვალეთ ჟანგბადის რაოდენობა (მოლი), რომელიც მიიღო კუნთოვანმა ქსოვილებმა, როდესაც ერთი მოლი ჰემოგლობინი (Hb) ფილტვებიდან კუნთებში და შემდეგ უკან ტრანსპორტირდა. გამოთვლები სამივე ტიპის ჰემოგლობინზე ჩაატარეთ.

ნორმალური ჰემოგლობინი - მრუდი 1: $(0.98 - 0.17) \cdot 4 = 3.2$ მოლი

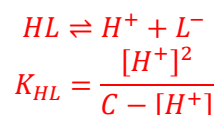
ანომალიური ჰემოგლობინი - მრუდი 2: $(1 - 0.6) \cdot 4 = 1.6$ მოლი

ანომალიური ჰემოგლობინი - მრუდი 3: $(0.73 - 0.01) \cdot 4 = 2.9$ მოლი

3 ქულა

ინტენსიური ფიზიკური აქტივობის დროს ადგილი აქვს ანაერობულ მეტაბოლიზმს, რაც გამოიხატება კუნთებში რძემჟავას დაგროვებით. მაღალი რძემჟავა/ლაქტატის ($[HL]/[L^-]$) დონე კუნთებში განაპირობებს მაღალ მჟავიანობასა და სხვა მეტაბოლიტების დაშლას. სისხლში რძემჟავას ($K_{HL} = 1.4 \cdot 10^{-4}$) განეიტრალება ჰიდროკარბონატით მიმდინარეობს.

- 2.7.** გამოთვალეთ კუნთებში არსებული სისხლის pH როდესაც რძემჟავას კონცენტრაციაა $2.7 \cdot 10^{-3} M$.



მნიშვნელობების ჩასმით:

$$1.4 \cdot 10^{-4} = \frac{[H^+]^2}{2.7 \cdot 10^{-3} - [H^+]}$$

$$[H^+] = 5.49 \cdot 10^{-4}$$

$$pH = 3.26$$

2 ქულა

- 2.8. გამოთვალეთ რქმჟავასა და ჰიდროკარბონატის იონს შორის მიმდინარე რეაქციის წონასწორობის მუდმივა. დაწერეთ ამ პროცესის შესაბამისი ტოლბა (გამოთვლების დროს ჩათვალეთ, რომ H_2CO_3 -ის დისოციაციის მუდმივა $K_{a1} = 4.5 \cdot 10^{-7}$ და $K_{a2} = 4.7 \cdot 10^{-11}$).



მაშასადამე:

$$K = \frac{K_{HL}}{K_{a1}} = \frac{1.4 \cdot 10^{-4}}{4.5 \cdot 10^{-7}} = 311.11$$

2 ქულა

- 2.9. სისხლი, აგრეთვე, შეიცავს Ca^{2+} იონებს. გამოთვალეთ კალციუმის იონების მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომელიც სისხლში შეიძლება იყოს, როდესაც $pH = 7.4$ (აღნიშნულ pH -ზე $[HCO_3^-] = 0.022 M$, სიმარტივისთვის ჩათვალეთ, რომ კალციუმი მხოლოდ კალციუმის კარბონატის სახით გამოილექება. $K_{sp}(CaCO_3) = 4.9 \cdot 10^{-9}$).

გამოთვალეთ კარბონატის იონების კონცენტრაცია K_{a2} -დან:

$$[CO_3^{2-}] = \frac{K_{a2}[HCO_3^-]}{[H^+]} = \frac{4.7 \cdot 10^{-11} \cdot 0.022}{10^{-7.4}} = 2.6 \cdot 10^{-5} M$$

კალციუმის იონების მაქსიმალური კონცენტრაცია:

$$[Ca^{2+}] = \frac{K_{sp}(CaCO_3)}{[CO_3^{2-}]} = 1.88 \cdot 10^{-4} M$$

2 ქულა

ამოცანა 3. იზოტოპები (20%)

3.1	3.2	3.3.	3.4	3.5	3.6	სულ
4.5	2	2	1.5	4	6	20

ბუნებაში მრავალი ელემენტი არსებობს როგორც მდგარდი, ასევე რადიოაქტიური იზოტოპური ნარევის სახით. წყალბადს აქვს ორი მდგარდი ბუნებრივი იზოტოპი: პროთიუმი (^1H) და დეიტერიუმი (^2H), წყალბადის დანარჩენი იზოტოპები კი რადიოაქტიურები არიან. ბუნებრივი ჟანგბადი ასევე შედგება ორი სტაბილური იზოტოპისგან ატომური მასებით 12 და 13. ამასთან დაკავშირებით ბუნებრივი ნაერთებიც კი, რომლებიც მიღებული არიან ბუნებრივი ნედლეულიდან, შეიცავენ სხვადასხვა სახის მოლეკულებს-იზოტოპოლოგებს (ერთნაირი აღნაგობისა და ქიმიური თვისებების მოლეკულები, რომლებიც შედგებიან სხვადასხვა იზოტოპებისგან).

3.1. რამდენ მხოლოდ ბუნებრივი იზოტოპებისგან შემდგარ სხვადასხვა იზოტოპოლოგებს შეიცავს: ა) მეთანი, ბ) ეთილენი

ა) მეთანში (CH_4) არსებობს იზოტოპოლოგის 5 სახე: $^{12}\text{CH}_4$ -n, და კიდევ ხუთი ^{13}C -სთვის. სულ, ჯამში 10 იზოტოპოლოგი.

ბ) ეთილენის ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$) შემთხვევაში დათვლა ცოტათი უფრო რთულია $^{12}\text{C}_2\text{H}_4$ -n მოლეკულის ბრუტო-ფორმულები არსებობს 5 სხვადასხვა სახით. განვიხილოთ ისინი: თითოეული მათგანისთვის ნახშირბადის ატომის მიხედვით გვაქვს შემდეგი იზოტოპოლოგები: $^{12}\text{C}-^{12}\text{C}$, $^{13}\text{C}-^{13}\text{C}$, $^{12}\text{C}-^{13}\text{C}$, დამატებითი ფაქტორების გათვალისწინების გარეშე არის $5 \cdot 3 = 15$ იზოტოპოლოგი. მაგრამ არის დამატებითი ფაქტორები:

1) $\text{C}_2\text{H}_2\text{D}_2$ შემთხვევაში (ჩვენი მარტივი დათვლის შემთხვევაში-სულ სამი მოლეკულა) არსებობს სტრუქტურული იზომერები $\text{HDC}=\text{CDH}$ და $\text{H}_2\text{C}=\text{CD}_2$, ამიტომ იზომერების რიცხვი ორმაგდება: აუცილებელია 15 დამატოს კიდევ 3, ე.ი. $15 + 3 = 18$
 2) $\text{HDC}=\text{CDH}$ -ის-ტრანს იზომერიის შემთხვევაში: ესეთი მოლეკულები გეომეტრიული იზომერიის გარეშე არის 3 (ნახშირბადის იზოტოპების სხვადასხვა შეხამების მიხედვით), ემატება კიდევ ისევ იმდენივე ამ მდგომარეობის გათვალისწინებით, ე.ი. $18 + 3 = 21$
 3) არასიმეტრიულ მოლეკულებში $\text{H}_2\text{C}=\text{CD}_2$, $\text{HDC}=\text{CD}_2$ и $\text{HDC}=\text{CH}_2$ ნახშირბადის სხვადასხვა იზოტოპების შემთხვევაში ნახშირბადის ატომების ^{12}C и ^{13}C გადანაცვლება იძლევა ახალ იზომერებს (მოლეკულის არასიმეტრიულობის გამო), და ამიტომ ემატება კიდევ 3 იზოტოპოლოგი. და სულ: $21 + 3 = 24$ იზოტოპოლოგი

ა) 1,5 ქულა

ბ) იზოტოპოლოგების სწორი რაოდენობა-3 ქულა

სამი დამატებითი ფაქტორიდან გაანგარიშება ერთი დამატებითი ფაქტორის გარეშე (პასუხი-21)-2 ქულა

სამი დამატებითი ფაქტორიდან გაანგარიშება ორი დამატებითი ფაქტორის გარეშე (პასუხი-18)-1 ქულა

სამი დამატებითი ფაქტორის გარეშე გაანგარიშება-0 ქულა

სულ 4.5 ქულა

- 3.2.** რამდენი განსხვავებული მნიშვნელობა შეიძლება მიიღოს ბუტანის იზოტოპოლოგების ფარდობითმა მოლეკულურმა მასამ, თუ თითოეული იზოტოპის ფარდობითი ატომური მასა ითვლება, რომ არის მთელი რიცხვი?

C_4H_{10} – ის შემთხვევაში ნაკლები მნიშვნელობა $^{12}C\ 4^1H_{10}$, $M_{min} = 58$ ფარდობით მოლეკულურ მასას. უფრო დიდი მნიშვნელობა აქვს $^{13}C\ 4^1H_{10}$, $= 72$ მოლეკულურ მასას. მოლეკულურმა მასამ შეიძლება მიიღოს მნიშვნელობა 58-დან 72-მდე, რადგან, ბუტანის შემადგენლობაში შემავალი იზოტოპების მასები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ერთით. საბოლოოდ მიიღება $72 - 58 + 1 = 15$ მოლეკულური მასების 15 განსხვავებული მნიშვნელობა.

(მოლეკულური მასის მნიშვნელობის სწორი რიცხვი - 2 ქულა)

მოლეკულებს შორის შესაძლებელია წარიმართოს იზოტოპების გაცვლის პროცესი. მარტივი მაგალითია-წყალბადსა და (H_2) და დეიტერიუმს (D_2) შორის ქიმიური რეაქცია, რომლის დროსაც წარმოიქმნება (HD). ეს რეაქცია შექცევადია და განსაზღვრულ პირობებში სარეაქციო ნარევიში მყარდება წონასწორობა.

ნარევიში, სადაც თავდაპირველი წნევა H_2 , D_2 , HD ტოლია 1 ატმ, რეაქცია ოთახის ტემპერატურაზე მიმდინარეობს HD წარმოქმნით, მაგრამ ძალიან დაბალი ტემპერატურის პირობებში, როდესაც წყალბადის კონდენსაციის ტემპერატურას ამცირებენ რამდენიმე ათეული გრადუსით, რეაქცია მიმდინარეობს H_2 , D_2 წარმოქმნის მხარეს.

- 3.3.** განსაზღვრეთ ნიშანი $H_2 + D_2 = 2HD$ რეაქციის ენთალპიისა და ენტროპიისა.

პირობის თანახმად, პროდუქტების წარმოქმნის მხარეს რეაქცია მიმდინარეობს მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ხოლო რეაგენტების წარმოქმნის პირობებში რეაქცია მიმდინარეობს დაბალი ტემპერატურის პირობებში.

გავანალიზოთ პირდაპირი რეაქციის მიმდინარეობისას $\Delta_r H$ და $\Delta_r S$ ნიშნებს შორის თანაფარდობის სხვადასხვა შემთხვევა: ვიპოვოთ ტემპერატურული ინტერვალი, რომლის დროსაც $\Delta_r G < 0$, ე.ი. რეაქცია მიმდინარეობს მარჯვნივ.

1. $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S > 0$. ამ შემთხვევაში $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S < 0$ როცა $\Delta_r H < T\Delta_r S$, ე.ი. $T > T_0 = \Delta_r H / \Delta_r S$. როცა $T > T_0$, რეაქცია მიმდინარეობს მარჯვნივ, როცა $T < T_0$ – მარცხნივ

2. $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S < 0$. ამ შემთხვევაში $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S < 0$ როცა $\Delta_r H < T\Delta_r S$, ე.ი. $T < T_0 = \Delta_r H / \Delta_r S < 0$. ამ შემთხვევაში რეაქცია შეიძლება წავიდეს მხოლოდ არარსებული უარყოფითი აბსოლუტური ტემპერატურების დროს (ამრიგად, რეაქცია არ მიდის არანაირ ტემპერატურაზე).

3. $\Delta_r H < 0$, $\Delta_r S > 0$. ამ შემთხვევაში $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S < 0$ როცა $\Delta_r H < T\Delta_r S$, ე.ი. $T > T_0 = \Delta_r H / \Delta_r S < 0$. რეაქცია მიმდინარეობს ნებისმიერი ტემპერატურის პირობებში მარჯვნივ

4. $\Delta_r H < 0$, $\Delta_r S < 0$. ამ შემთხვევაში $\Delta_r G = \Delta_r H - T\Delta_r S < 0$ როცა $\Delta_r H < T\Delta_r S$, ე.ი. $T < T_0 = \Delta_r H / \Delta_r S$. როცა $T > T_0$ რეაქცია მიდის მარცხნივ, როცა $T < T_0$ – მარჯვნივ.

როგორც ვხედავთ, ამოცანის პირობა პასუხობს მხოლოდ შემთხვევას (1), რას ნიშნავს $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S > 0$.

(სწორი ნიშნები $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S > 0$, (თუ ორი ნიშნიდან სწორია მხოლოდ ერთი—1 ქულა
სულ = 2 ქულა)

მიითითება:

$$\Delta_r G = \Delta_r H - T \cdot \Delta_r S,$$

რეაქცია მიდის მიმართულებით, რომლისთვისაც $\Delta_r G < 0$. ჩათვალოთ, რომ $\Delta_r H$ და $\Delta_r S$ მნიშვნელობები არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე.

- 3.4.** შექცევადი აირადი რეაქციის წონასწორობის გადახრას აკვირდებიან მუდმივი წნევის პირობებში ჭურჭელში აირადი ნარევის სიმკვრივის ცვლილების მიხედვით. აღნიშნული მეთოდი არ გამოიყენება მოცემული რეაქციისთვის. რატომ?

აირად ფაზაში რეაქცია მიმდინარეობს მოლეკულის ცვლილების გარეშე, რაც ნიშნავს, რომ მუდმივი წნევის პირობებში არ იცვლება ასევე აირების მოცულობა. ვინაიდან ჭურჭელში ნივთიერებების საერთო მასა მუდმივია, ასევე სიმკვრივეც მუდმივია, მიუხედავად პროდუქტებისა და რეაგენტების გარდაქმნის ხარისხისა. ამიტომ ამ რეაქციის მიმდინარეობის დროს სიმკვრივის ცვლილებაზე დაკვირვება შეუძლებელია.

(სწორი ახსნა - 1.5 ქულა)

$H_2 + D_2 = 2HD$ რეაქციის წონასწორობის კონსტანტა 670 K ტემპერატურის დროს 3.78-ის ტოლია. 2 ლიტრის მოცულობის ჭურჭელში წყალბადისა და დეიტერიუმის ნარევი ისეთი თანაფარდობითაა, რომ საწყისი წნევები და სიმკვრივები მიითითებულ ტემპერატურაზე შეადგენს 2.785 ბარს და 0.161 გ/ლ.

3.5. გამოითვალეთ ჭურჭელში შეყვანილი წყალბადისა და დეიტერიუმის რაოდენობა (მოლი)

აირების საერთო რაოდენობა:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{2.785 \times 10^5 \times 2.00 \times 10^{-3}}{8.314 \times 670} = 0.1 \text{ მოლი}$$

ნარევის საშუალო მოლეკულური მასა:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{\rho V}{n} = 3.22 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}} = \frac{n(H_2) \times 2 + (0.1 - n(H_2)) \times 4}{0.1}$$

განტოლების ამოხსნის შემდეგ ვპოულობთ

$n(H_2) = 0.039$ მოლი, $n(D_2) = 0.10 - 0.039 = 0.061$ მოლი.

(წყალბადის და დეიტერიუმის რაოდენობის სწორი მნიშვნელობა—თითოეულის 2 ქულა (დასაშვებია რიცხვით მნიშვნელობებში ცდომილება-3 %, სულ 4 ქულა)

3.6. გამოითვალეთ ნარევის წონასწორული შედგენილობა (მოლი) მოლეკულის სამი სახეობისთვის.

თუ H_2 და D_2 რაოდენობა შემცირდა x მოლით, მაშინ წონასწორული ნარევი შეიცავს $(0.039 - x)$ მოლ H_2 , $(0.061 - x)$ მოლ D_2 და $2x$ მოლ HD .

დავწეროთ წონასწორული კონსტანტის გამოსახულება:

$$K = \frac{p_{HD}^2}{p_{H_2} p_{D_2}} = \frac{n_{HD}^2}{n_{H_2} n_{D_2}} = \frac{4x^2}{(0.039 - x)(0.061 - x)} = 3.78$$

საიდანაც $x=0.0235$ მოლი. მაშინ წონასწორული შედგენილობა იქნება:

$n(HD) = 2 \times 0.0235 = 0.0470$ მოლი

$n(H_2) = 0.039 - 0.0235 = 0.0155$ მოლი

$n(D_2) = 0.061 - 0.0235 = 0.0375$ მოლი

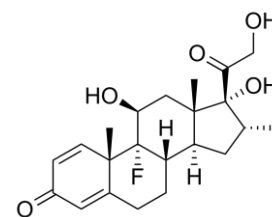
(ნივთიერების რაოდენობა თითოეული კომპონენტის შემთხვევაში – 2-2 ქულით ან თითოეულის-2 ქულით, (სწორი გაანგარიშებისთვის, რომელიც შესრულებულია არასწორად განხორციელებული 5 პუნქტის საფუძველზე, იწერება სრული ქულა სულ = 6 ქულა)

ამოცანა 4. დექსამეტაზონი. (22%)

4.1.	სულ
18	18

(8S,9R,10S,11S,13S,14S,16R,17R)-9-ფთორო-11,17-დიჰიდროქსი-17-(2-ჰიდროქსიაცეტილ)-10,13,16-ტრიმეთილ-6,7,8,11,12,14,15,16-ოქტაჰიდროციკლოპენტა[ა]ფენანტრენ-3-ონი, იგივე დექსამეტაზონი, არის კორტიკოსტეროიდული პრეპარატი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში უამრავი დაავადების/გართულების სამკურნალოდ: რევმატული პრობლემების, კანის ბევრი დაავადების, მაღალი ხარისხის ალერგიების, ასთმის და ა.შ.

2020 წლის ივნისში ცდების შედეგად დადგინდა, რომ დექსამეტაზონი ზრდის გადარჩენის ალბათობას ჰოსპიტალიზირებულ, კრიტიკულ პაციენტებში, რომლებსაც COVID-19-ის ინფექცია აქვთ და ჟანგბადზე არიან შეერთებულნი ან ვენტილაცია სჭირდებათ. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ (WHO) ექსპერიმენტული შედეგების გამოქვეყნებიდან მალევე დაადასტურა ეს წინადადება.

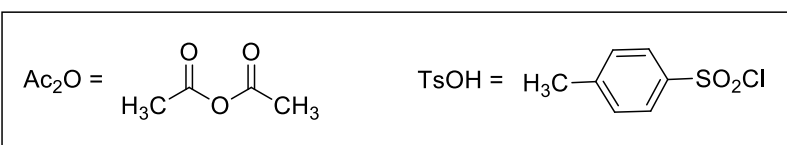
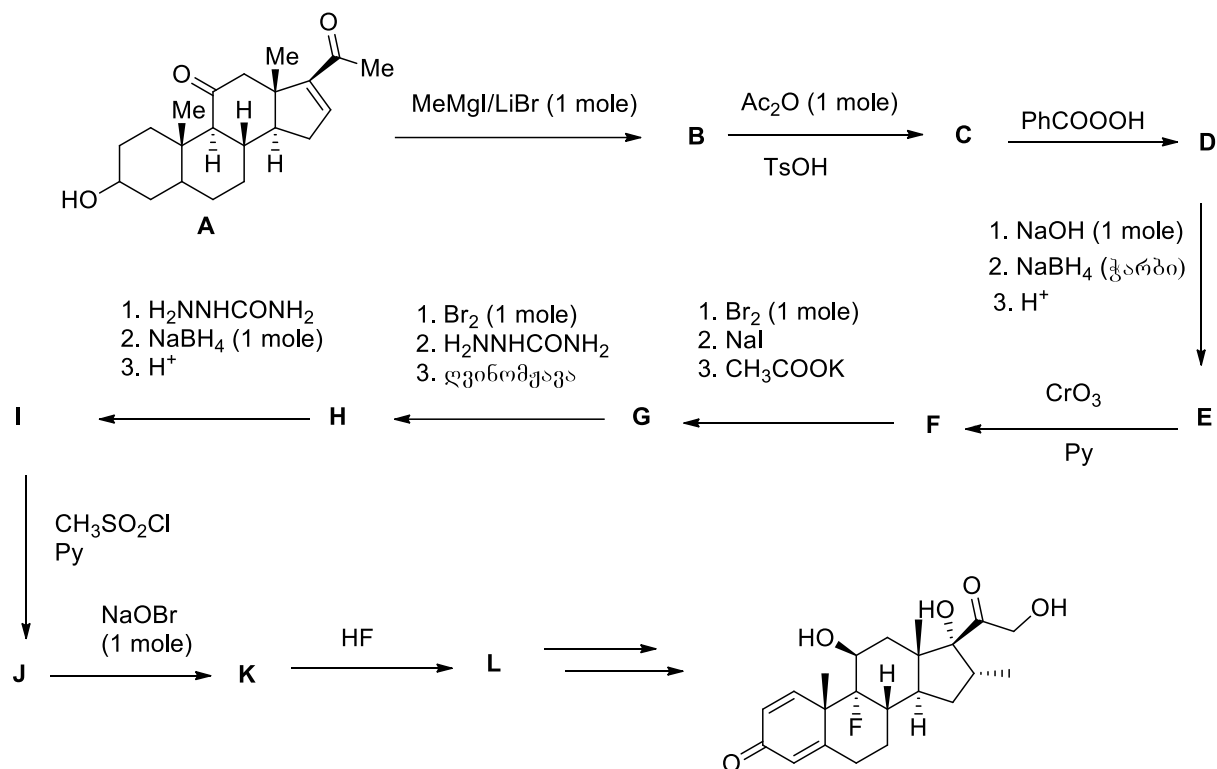


დექსამეტაზონი

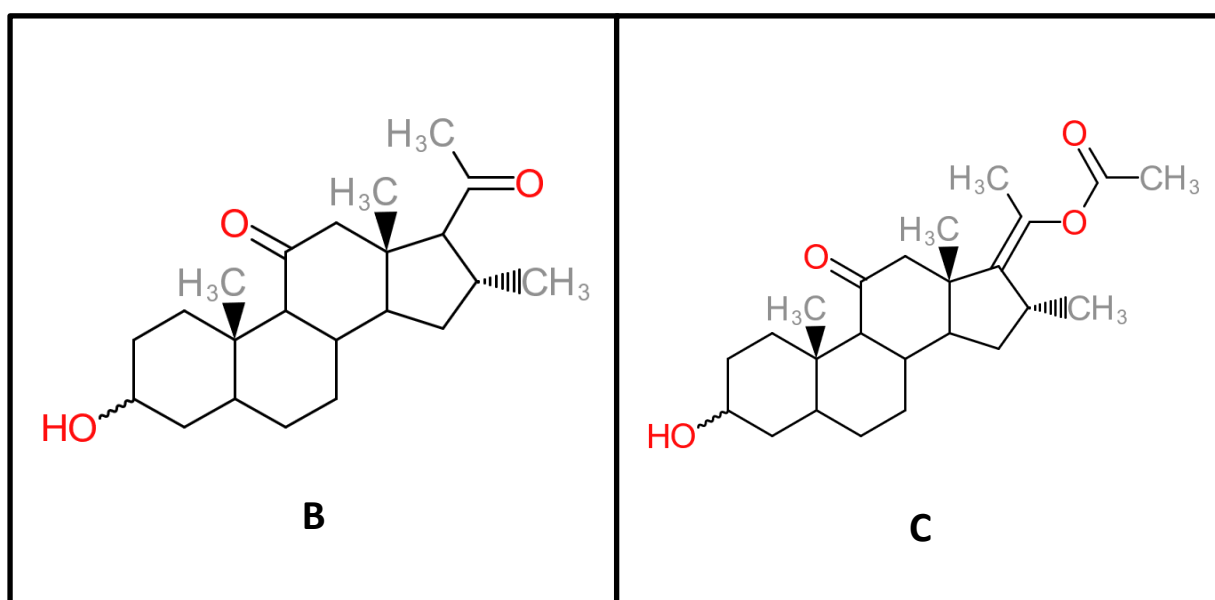
დექსამეტაზონს 8 ქირალური ცენტრი აქვს, რომელთაგან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია ფთორის ატომისა და ჰიდროქსიდის ჯგუფთა მდებარეობა. დექსამეტაზონის სინთეზის რამდენიმე გზა არსებობს. ერთ-ერთი მათგანი მოცემულია ქვემოთ.

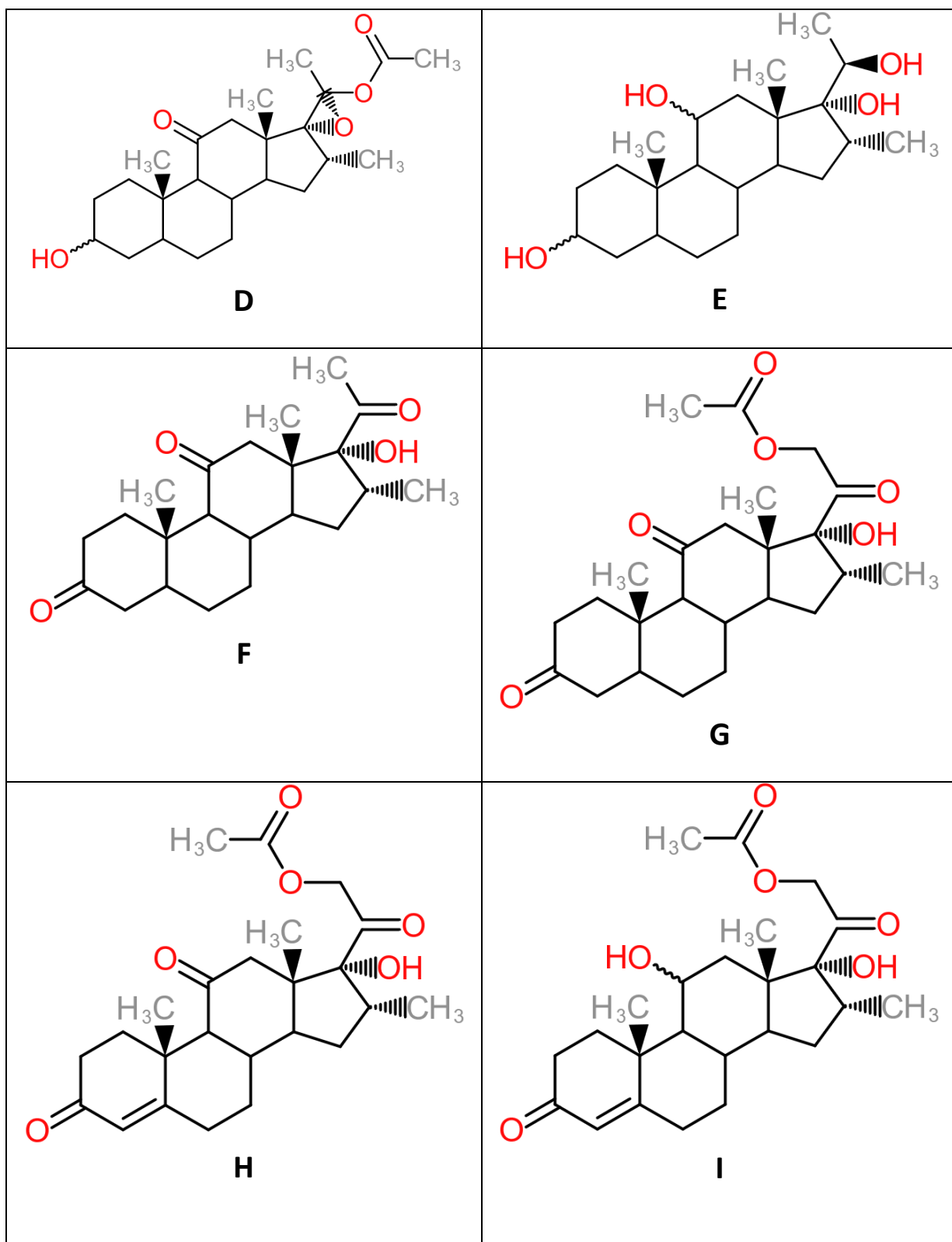
ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენეთ შემდეგი მინიშნებები:

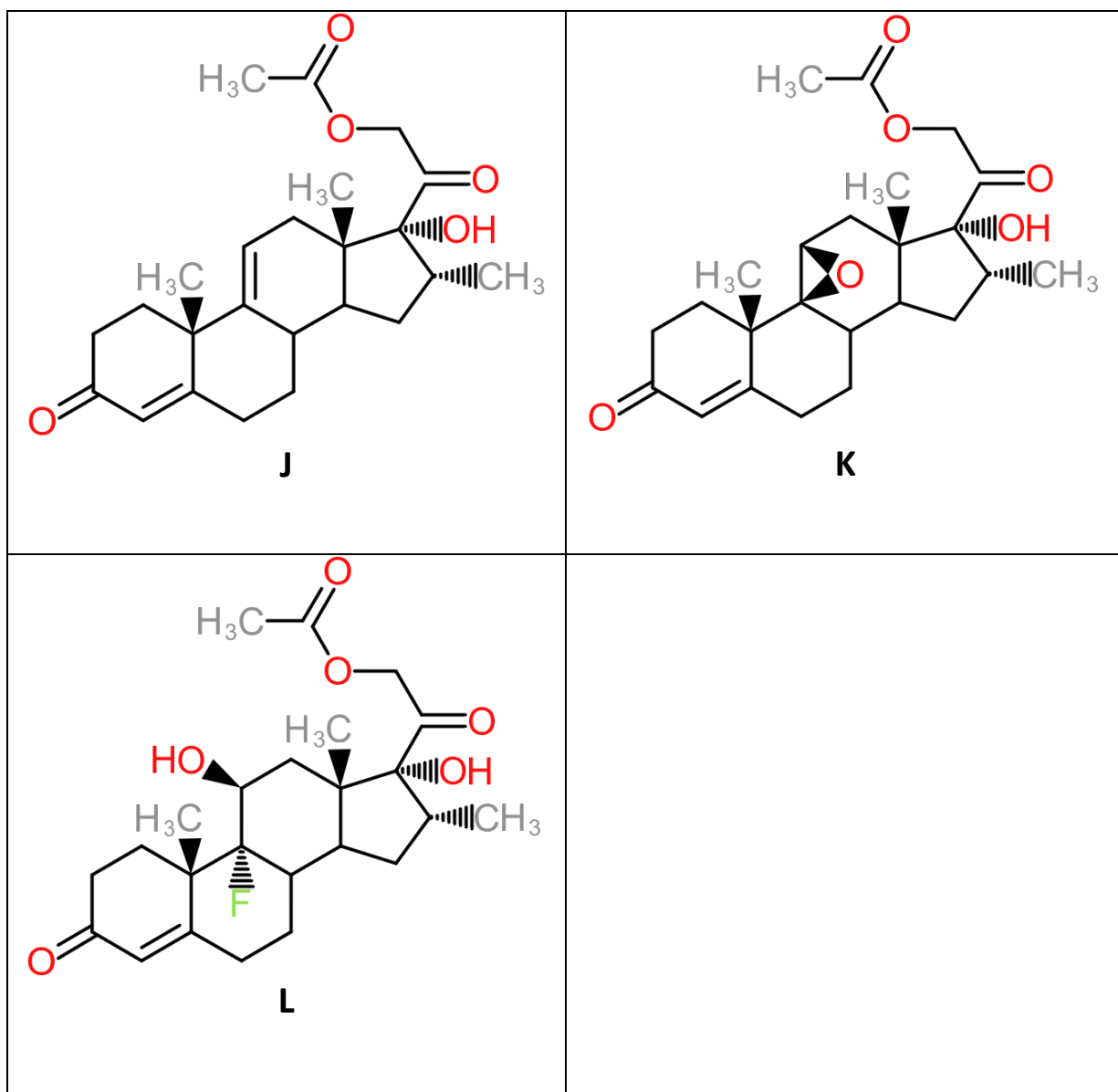
- $A \rightarrow B$ საფეხური მიმდინარეობს S_N2' რეაქციის მექანიზმით;
- $B \rightarrow C$ საფეხურის რეაქციას წინ უსწრებს ენოლის წარმოქმნა;
- სემიკარბაზიდი, $H_2NNHCONH_2$, ფუძე და დამცველი ჯგუფია, რომელიც სპეციფიკურად ჯერ იცავს შეუღლებული კეტონის ჯგუფს. მისი მოცილება მჟავით შეიძლება;
- G ნივთიერების ფორმულაა: $C_{24}H_{34}O_6$.



4.1. დაწერეთ B-L ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები:







(თითოეული სტრუქტურა ფასდება 2 ქულით, სულ= 18 ქულა)

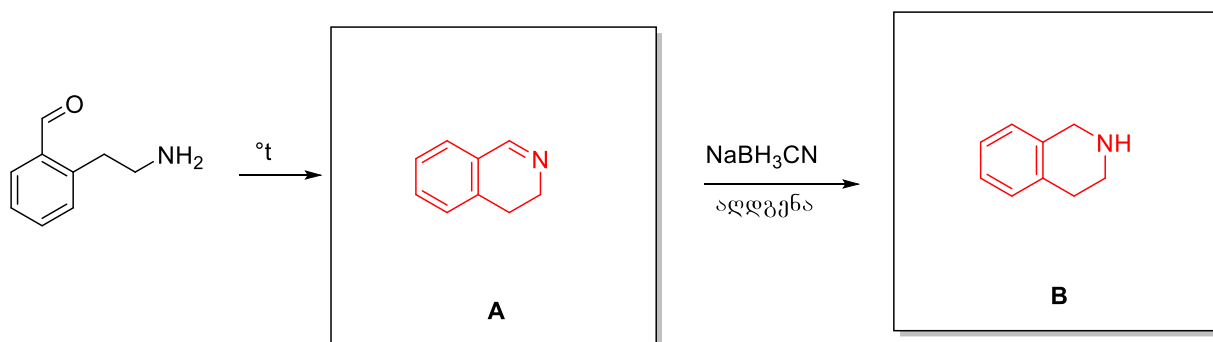
ამოცანა 5. ალკალოიდები (22%)

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11	5.12	5.13	5.14	სულ
2	1.5	1	3	2	1	6	1	1	0.5	1	0.5	2	3	25.5

მცენარეებისა და სოკოების ქიმიურ შემადგენლობაში შემავალი ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც აქტიურ ბიოლოგიურ გავლენას ახდენენ ადამიანებზე ხშირად წარმოადგენენ აზოტ-შემცველ ფუძეებს. ისინი ასევე ალკალოიდების სახელითაა ცნობილი და წარმოადგენენ მედიკამენტების, საღებავებისა და სასოფლო-სამეურნეო ქიმიკატების კომპონენტს.

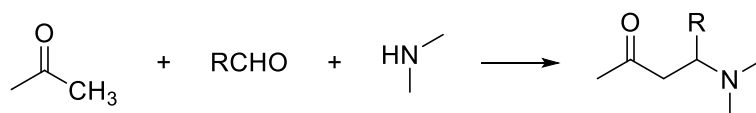
ასეთი ტიპის აზოტშემცველი ფუძეების სინთეზის რამდენიმე მეთოდი არსებობს. ერთ-ერთი მათგანია აღდგენადი ამინირება, სადაც კარბონილური ნაერთი რეაგირებს პირველად ან მეორეულ ამინთან და შუალედური პროდუქტი აღდგება.

5.1. დაწერეთ A და B ნივთიერებები შემდეგ რეაქციაში:

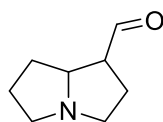


(სულ 2 ქულა)

მანიხის რეაქცია წარმოადგენს β-ამინო კარბონილური ნაერთების სინთეზის მეთოდს. აღდგენადი ან კეტონი, რომელიც შეიძლება გადავიდეს ენოლურ ფორმაში, რეაგირებს სხვა აღდგენადი და პირველად ან მეორეული ამინთან მჟავა არეში β-ამინო კარბონილური ნაერთის წარმოქმნით.

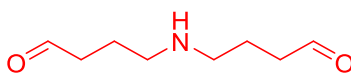


D ნივთიერების ნახშირბადოვანი ჩონჩხი გვხვდება ზოგიერთ ბუჩქოვან მცენარეში არსებულ ალკალოიდებში და იწვევს ღვიძლის დაზიანებას იმ ცხოველებში, რომლებიც ამ ბუჩქით იკვებებიან.



D

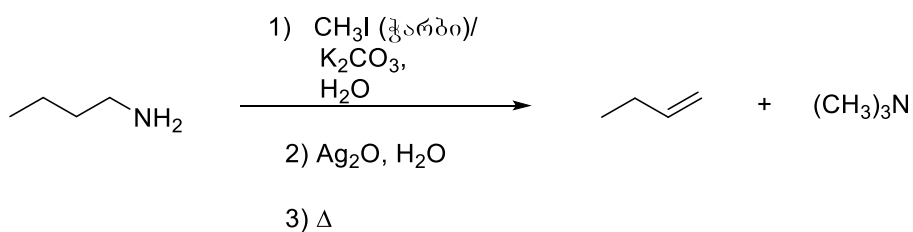
5.2. დაწერეთ საწყისი ნივთიერება **C** ($C_8H_{15}NO_2$), რომელიც გვაძლევს **D** ნაერთს მანიხის რეაქციით.



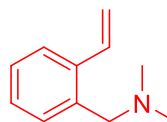
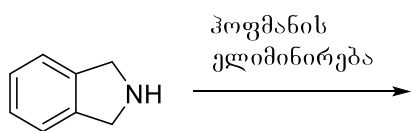
C

(1.5 ქულა)

ალკალოიდების სტრუქტურის განსაზღვრის ერთ-ერთი მეთოდი არის ჰოფმანის ელიმინირება, რომლის დროსაც ალკალოიდი გარდაიქმნება მეოთხეულ ამონიუმის ჰიდროქსიდად, რომელიც გახურებით იძლევა ოლეფინსა (ალკენს) და მესამეულ ამინს.



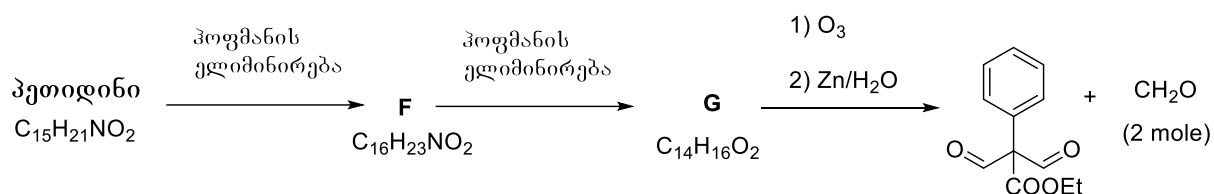
5.3. დაწერეთ პროდუქტის სტრუქტურა, რომელიც მიიღება ჰოფმანის ელიმინირებით შემდეგი ნაერთიდან:



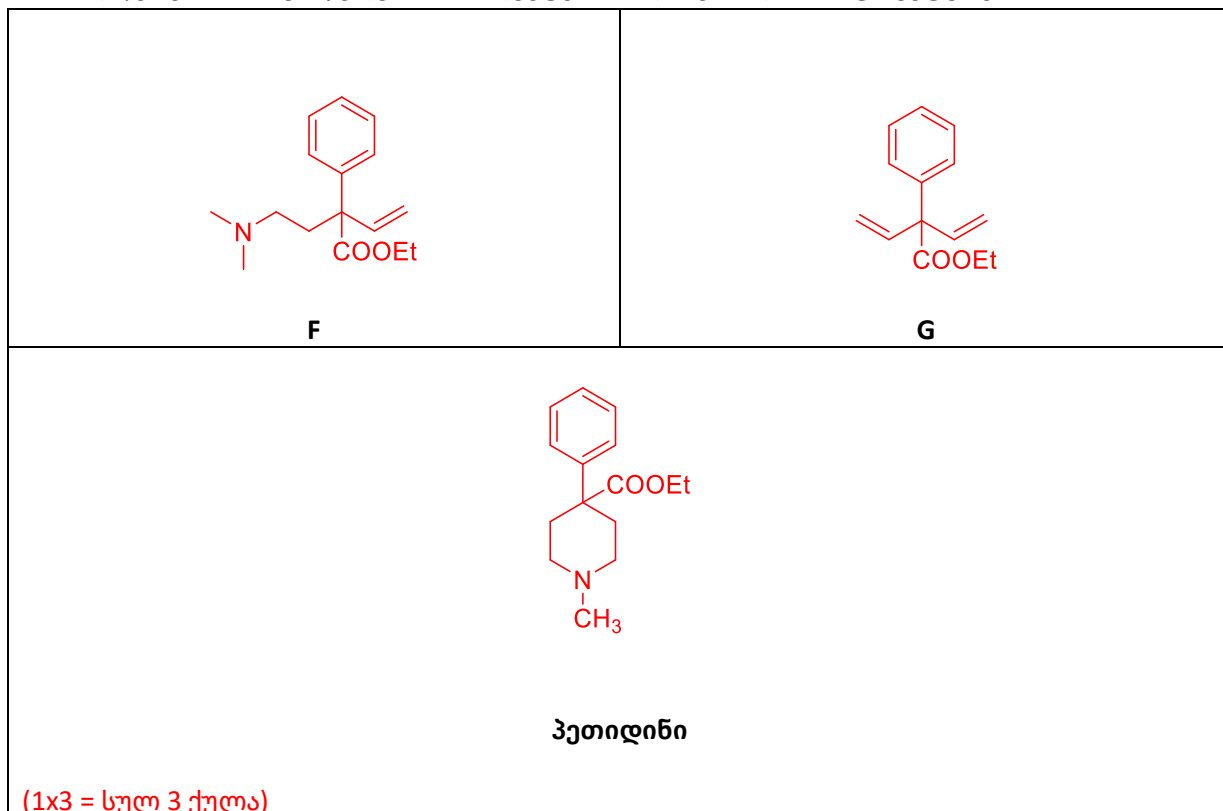
E

1 ქულა

პეტიდინი ($C_{15}H_{21}NO_2$) ნატურალური ალკალოიდის (მორფინის) სინთეზური ანალოგია და გამოიყენება როგორც ტკივილგამაყუჩებელი საშუალება. განვიხილოთ რეაქციების შემდეგი მიმდევრობა:

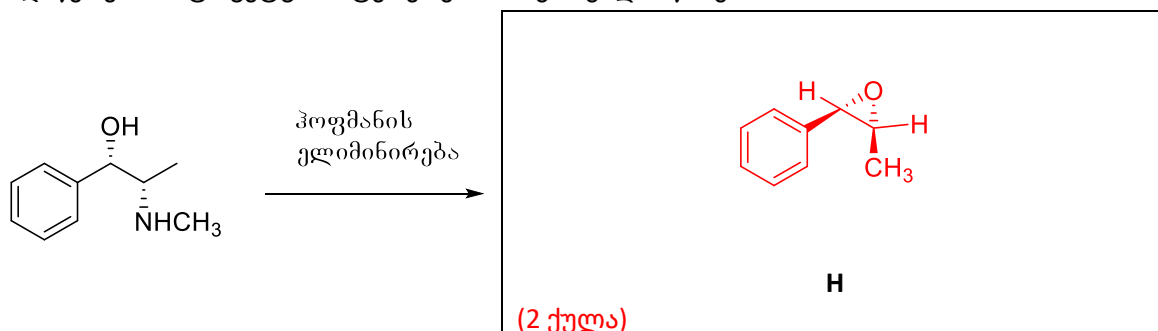


5.4. დაწერეთ **F**, **G** შუალედური პროდუქტებისა და პეტიდინის სტრუქტურები.



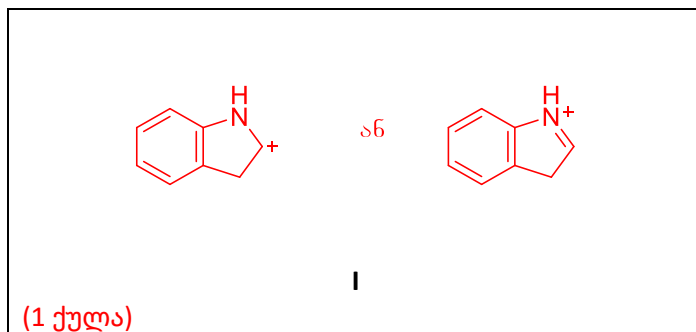
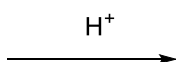
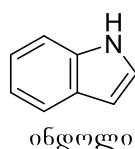
ბუნებრივი ალკალოიდი - ფსევდოფედრინი, რომელიც გამოიყენება ნაზალურ საშუალებად, ჰოფმანის ელიმირებით წარმოქმნის ნაერთს **H** ($C_9H_{10}O$). ნაერთი **H** არ აუფერულებს ბრომიან წყალს და არ წარმოქმნის ოქსიმ წარმოებულს.

5.5. დაწერეთ **H** სტრუქტურა სტერეოქიმიის გათვალისწინებით

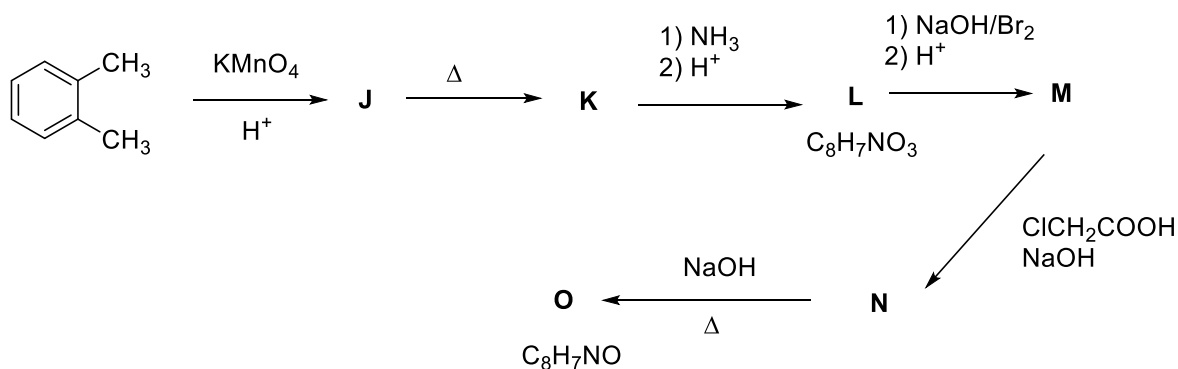


ინდოლი არის აზოტშემცველი ჰეტეროციკლი, რომელიც შედის ბევრი ალკალოიდის შემადგენლობაში. ერთ-ერთი მათგანია ინდოლ-3 - ძმარმჟავა, მცენარის ზრდის რეგულატორი. ინდოლი პროტონირდება პიროლის ბირთვის სხვადასხვა პოზიციაზე.

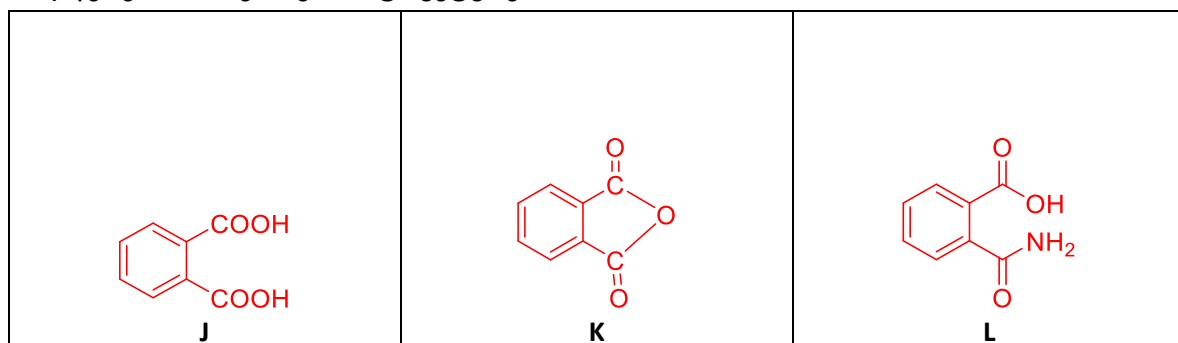
5.6. დაწერეთ ყველაზე მდგრადი კატიონი I, რომელიც მიიღება ინდოლის პროტონირებით.

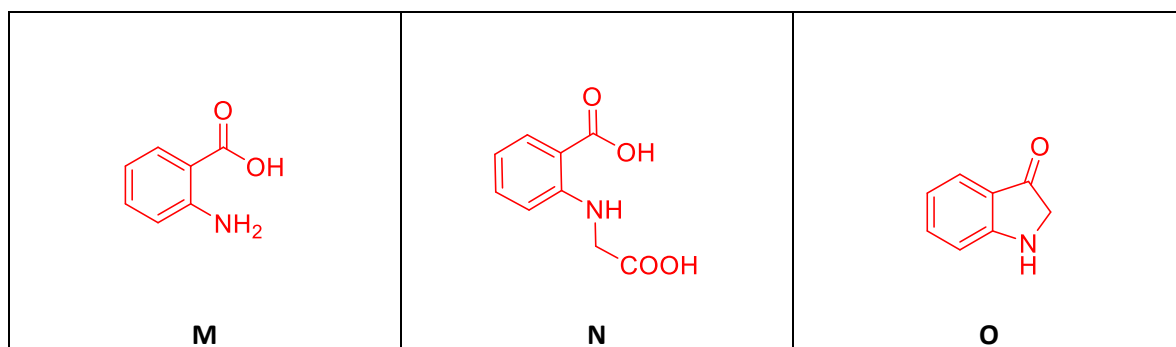


ინდოლები ადვილად იჟანგებიან ჰაერზე და სხვადასხვა მჟანგავებით, წარმოქმნიან ნაერთს O. ნაერთი O შეიძლება სინთეზირდეს ო-ქსილოლიდან შემდეგი გზით:



5.7. დაწერეთ J-O ნაერთების სტრუქტურები

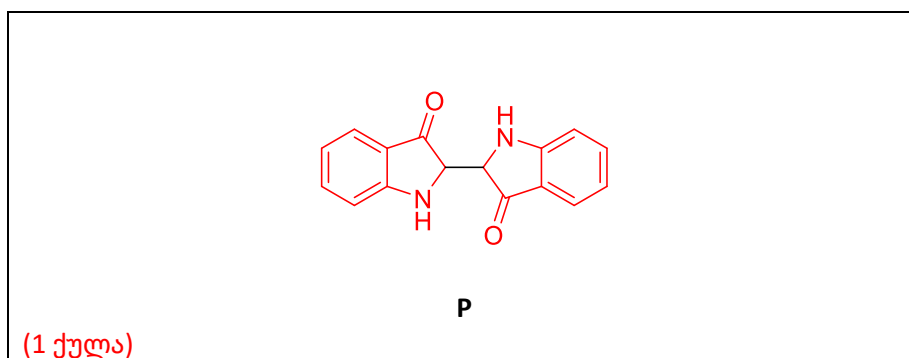




(1x6 = სულ 6 ქულა)

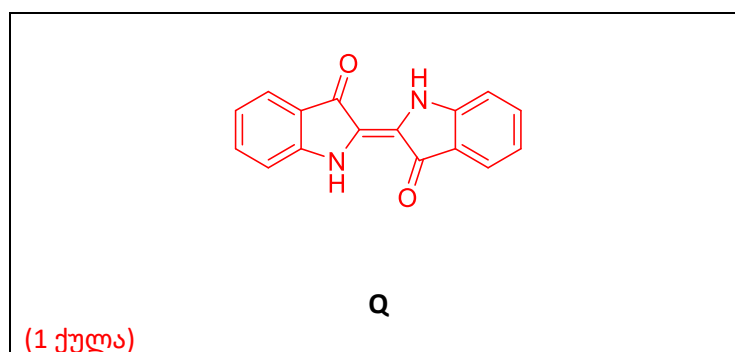
O ნაერთის ჟანგვითი დიმერიზაციით მიიღება **P**, რომელიც თეორიულად წარმოქმნის სამ სტერეოიზომერს.

5.8. დაწერეთ **P** ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა



P ნაერთის დაჟანგვით მიიღება ნაერთი **Q** ($C_{16}H_{10}N_2O_2$), რომელიც მნიშვნელოვანი საღებარია საფეიქრო მრეწველობაში.

5.9. დაწერეთ **Q** ნაერთის სტრუქტურა

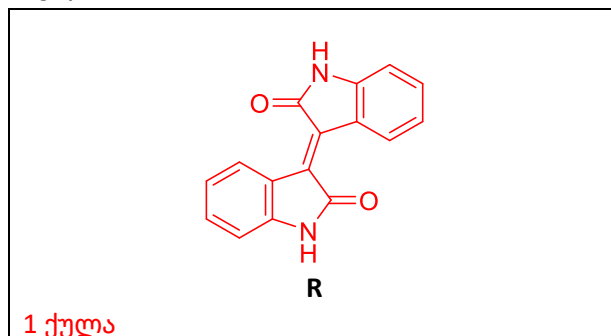
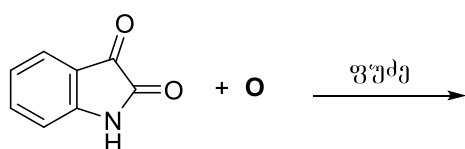


5.10. რამდენი სტერეოიზომერი აქვს **Q** ნაერთს:

2

(0.5 ქულა)

5.11. ბაქტერიული მეტაბოლიზმის თანამდე პროდუქტია **Q** ნაერთის იზომერი ინდირუბინი **R**. დაწერეთ **R** ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა:



იმიდაზოლი წარმოადგენს ჰეტეროციკლს ორი აზოტის ატომით ციკლში



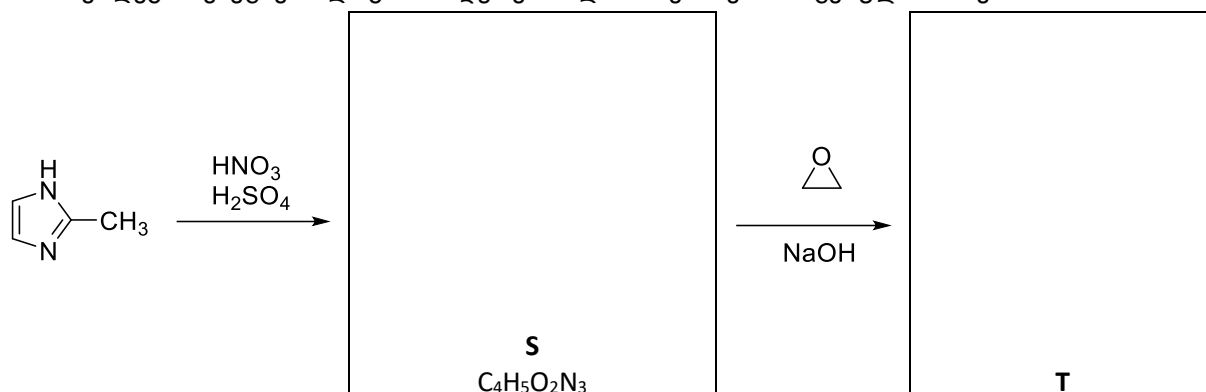
იმიდაზოლი

5.12. ქვემოთ მოყვანილი დებულებებიდან რომელი არის ქეშმარიტი? მონიშნეთ X-ით შესაბამისი უჯრა.

ა) იმიდაზოლი პირიდინზე სუსტი ფუძეა და პიროლზე ძლიერი მჟავა	
ბ) იმიდაზოლი პირიდინზე ძლიერი ფუძეა და პიროლზე სუსტი მჟავა	
გ) იმიდაზოლი პირიდინზე ძლიერი ფუძეა და პიროლზე ძლიერი მჟავა	X
დ) იმიდაზოლი პირიდინზე სუსტი ფუძეა და პიროლზე სუსტი მჟავა	

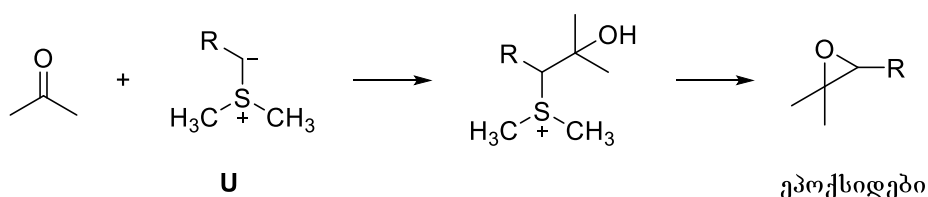
(0.5 ქულა)

5.13. ჰეტეროციკლში ელექტროფილის ორიენტაცია განისაზღვრება არსებული ჩამნაცვლებლით, რომელსაც მსგავსი გავლენა აქვს ბენზოლის ბირთვზეც. დაასრულეთ შემდეგი რეაქციები და განსაზღვრეთ **S** და **T** ნაერთები მოცემულ სინთეზში.

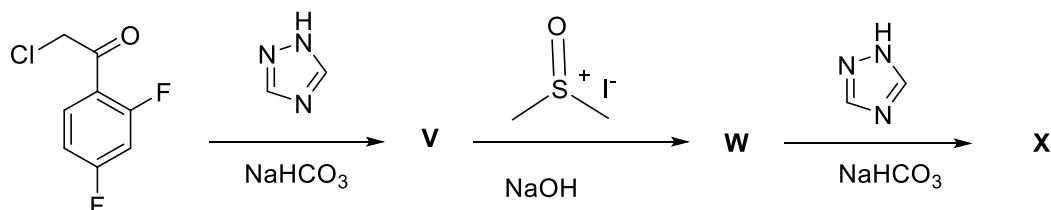


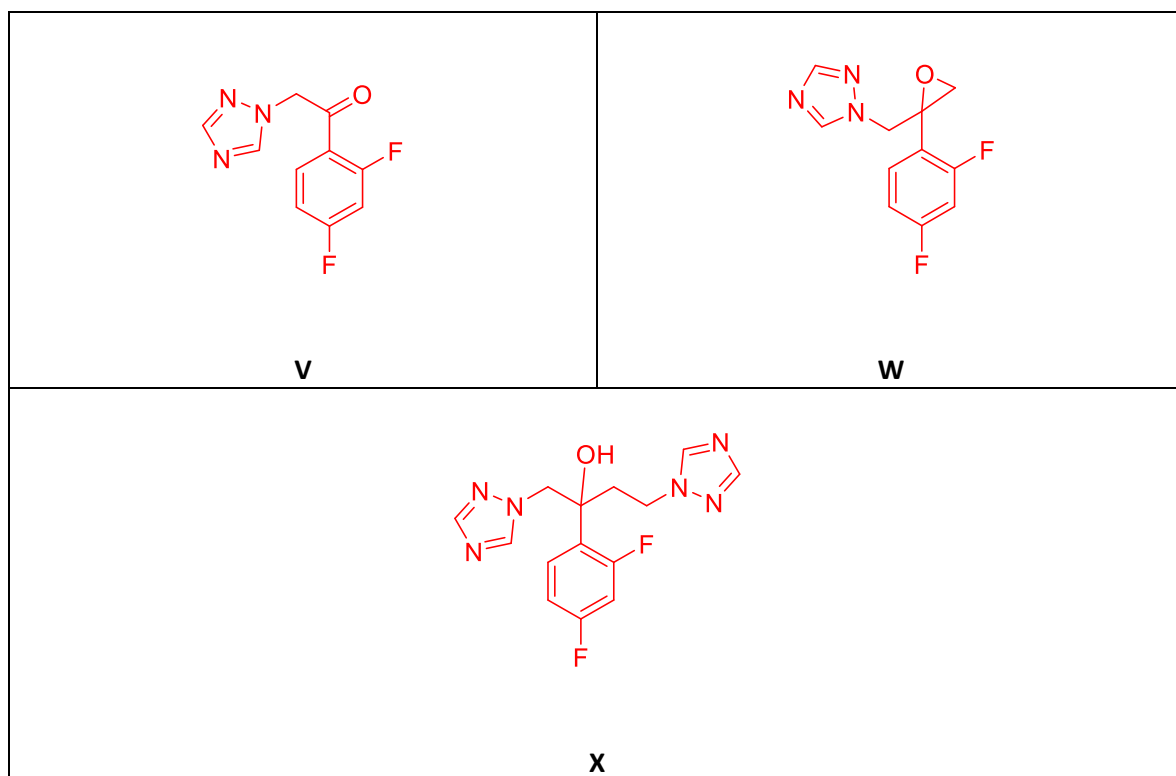
სულ 2 ქულა

გოგირდის ილიდი **U** წარმოადგენს ნაერთს, რომელშიც უარყოფითად დამუხტული ნახშირბადი დაკავშირებულია დადებითად დამუხტულ გოგირდთან. ილიდები ურთიერთქმედებენ კარბონილურ ნაერთებთან და წარმოქმნიან უმარტივეს ჟანგბადშემცველ ჰეტეროციკლს ოქსირანს ან ეპოქსიდს. **U** ნაერთი წარმოიქმნება, როდესაც სულფონიუმის (გოგირდი დადებითი მუხტით) შემცველი ნაერთი α -H -ით რეაგირებს ფუძესთან.



5.14. დაწერეთ **V-X** ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები, რომელიც გამოიყენება პარაზიტული სოკოს საწინააღმდეგო (ფუნგიციდური) ნივთიერების ფლუკონაზოლის **X** ($\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{OF}_2\text{N}_6$) სინთეზში.





სულ 3 ქულა

გამოყენებული ლიტერატურა

HBCSE, 28th January 2017

R.S. Vardanyan, V.J.Hruby, Synthesis of Essential Drugs, 27-corticosteroids, 2006 წ., გვ. 279-284,
<https://doi.org/10.1016/B978-044452166-8/50027-3>