

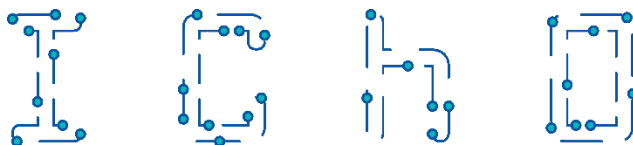


შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო  
ფონდი  
საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების  
სამინისტრო

ქიმიის 52-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს  
ნაკრები გუნდის წევრების შესარჩევი კონკურსი

1 ტური

პასუხები



**52<sup>nd</sup> IChO 2020**  
International Chemistry Olympiad

Istanbul, Turkey

**ამოცანების ავტორები:**

თინათინ ბუთხუზი

ვახტანგ კურცხალია

ელიზბარ ელიზბარაშვილი

12 ივნისი, 2020

### 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.)	$1.661 \times 10^{-27} \text{ კგ}$

შექვევადი 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 ენერჯის 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 ენერჯია	$G = H - TS$
კავშირი წონასწორობის კონსტანტასა და სტანდარტულ ჯიბსის ენერჯიას შორის	$K = \exp\left(-\frac{\Delta G^\circ}{RT}\right)$
რეაქციის ჯიბსის ენერჯის 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 ენერჯის 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 სიჩქარი 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 B	VIII B	VIII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA		
1	<b>H</b> წყობილი 1.008	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>პირველი სერიის <b>სიმბოლო</b> შეკადრება დასაშუალო პირველი მასა</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>არაშეტალები</b></p> </div> </div>																2	<b>He</b> ჰელიუმი 4.003	
2	<b>Li</b> ლითიუმი 6.94	<b>Be</b> ბერილიუმი 9.01	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>შეტალები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>არაშეტალები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>კალუმანები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>კატიონოვანი გაზები</b></p> </div> </div>																10	<b>Ne</b> ნეონი 20.18
3	<b>Na</b> ნატრიუმი 22.99	<b>Mg</b> მაგნიუმი 24.30	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ტუტა შეტალები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ტანდემი შეტალები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ლათანოიდები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>პარადოქსული შეტალები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>პოსტ- პარადოქსული შეტალები</b></p> </div> </div>																18	<b>Ar</b> არგონი 39.95
4	<b>K</b> პოტაშუმი 39.10	<b>Ca</b> კალციუმი 40.08	<b>Sc</b> სკანდიუმი 44.96	<b>Ti</b> ტიტანიუმი 47.87	<b>V</b> ვანადიუმი 50.94	<b>Cr</b> კრომიუმი 52.00	<b>Mn</b> მანგანუმი 54.94	<b>Fe</b> ჰაიზნი 55.85	<b>Co</b> კობალტი 58.93	<b>Ni</b> ნიკელი 58.69	<b>Cu</b> სპირიტი 63.55	<b>Zn</b> ცინკი 65.38	<b>Ga</b> გალიუმი 69.72	<b>Ge</b> გერმანიუმი 72.63	<b>As</b> არსენი 74.92	<b>Se</b> სელენი 78.97	<b>Br</b> ბრომი 79.90	<b>Kr</b> კრიპტონი 83.80		
5	<b>Rb</b> რუბიდიუმი 85.48	<b>Sr</b> სტრონციუმი 87.62	<b>Y</b> იტრიუმი 88.91	<b>Zr</b> ზირკონიუმი 91.22	<b>Nb</b> ნიობიუმი 92.91	<b>Mo</b> მოლიბდენი 95.95	<b>Tc</b> ტექნიციუმი 97.91	<b>Ru</b> რუთენიუმი 101.07	<b>Rh</b> როდინიუმი 102.91	<b>Pd</b> პალადიუმი 106.42	<b>Ag</b> აგნიუმი 107.87	<b>Cd</b> კადმიუმი 112.41	<b>In</b> ინდიუმი 114.82	<b>Sn</b> სტინი 118.71	<b>Sb</b> ანტიმონი 121.76	<b>Te</b> ტელური 127.60	<b>I</b> იოდი 126.90	<b>Xe</b> ქსენონი 131.29		
6	<b>Cs</b> ცეზიუმი 132.91	<b>Ba</b> ბარიუმი 137.33	<b>La-Lu</b> ლანთანოიდები	<b>Hf</b> ჰაფნიუმი 178.49	<b>Ta</b> ტანტალი 180.96	<b>W</b> ვოლფრამი 183.84	<b>Rn</b> რადონი 186.21	<b>Os</b> ოსმიუმი 190.23	<b>Ir</b> ირიდიუმი 192.22	<b>Pt</b> პლატინა 195.08	<b>Au</b> აუროსი 196.97	<b>Hg</b> მერკური 200.59	<b>Tl</b> თალიუმი 204.38	<b>Pb</b> პლუმბი 207.2	<b>Bi</b> ბისმუტი 208.98	<b>Po</b> პოლონიუმი 209	<b>At</b> ასტატი 209	<b>Rn</b> რადონი 222.02		
7	<b>Fr</b> ფრანსიუმი 223	<b>Ra</b> რადიუმი 226	<b>Ac-Lr</b> აქტინოიდები	<b>Rf</b> რეფრენიუმი 261	<b>Db</b> დუბნიუმი 262	<b>Sg</b> სეგნიუმი 263	<b>Bh</b> ბერკელიუმი 264	<b>Hs</b> ჰასიუმი 265	<b>Mt</b> მითნიუმი 266	<b>Ds</b> დარშაუმი 267	<b>Rg</b> რეგენიუმი 268	<b>Cn</b> კოპერნიციუმი 269	<b>Nh</b> ნიჰონიუმი 270	<b>Fl</b> ფლოროვიუმი 271	<b>Mc</b> მოსკოვიუმი 272	<b>Lv</b> ლუვენიუმი 273	<b>Ts</b> ტენესი 274	<b>Og</b> ოგანესონი 275		
			<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>ლათანოიდები</b></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>აქტინოიდები</b></p> </div> </div>																	



[WWW.CHEMISTRY.GE](http://WWW.CHEMISTRY.GE)  
[WWW.CHEMCLUB.EDU.GE](http://WWW.CHEMCLUB.EDU.GE)



ამოცანა 1. X ელემენტი (16%)

1.1	1.2	სულ
1x7=7	1x12=12	19

**1.1.** ამოიცანით ლათინური სიმბოლოებით აღნიშნული ნივთიერებები და დაწერეთ შესაბამისი რეაქციის ტოლობები:

ცნობილია რომ ნივთიერებები, რომელიც აღნიშნულია A-F სიმბოლოებით შეიცავს უცნობ ელემენტს X, ამასთან ეს ნივთიერებები მონაწილეობენ შემდეგ გარდაქმნებში:

- 1.1.1)  $A + HCl \rightarrow B + H_2O$
- 1.1.2)  $B + C \rightarrow D$
- 1.1.3)  $D + NaOH \rightarrow E + NaCl + H_2O$
- 1.1.4)  $E + Cl_2 \rightarrow B + A$
- 1.1.5)  $B + NaOH \rightarrow F + NaCl$
- 1.1.6)  $F \rightarrow A + H_2O$
- 1.1.7)  $A + H_2 \rightarrow C + H_2O$

პასუხი	
X ელემენტი - სპილენძი - Cu	1 ქულა
1.1.1. $CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$	1 ქულა
1.1.2. $CuCl_2 + Cu \rightarrow 2CuCl$	1 ქულა
1.1.3. $2CuCl + 2NaOH \rightarrow Cu_2O + 2NaCl + H_2O$	1 ქულა
1.1.4. $Cu_2O + Cl_2 \rightarrow CuCl_2 + CuO$	1 ქულა
1.1.5. $CuCl_2 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + 2NaCl$	1 ქულა
1.1.6. $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$	1 ქულა
1.1.7. $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$	1 ქულა



1.2.8.	$K_2S_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow S + SO_2 + K_2SO_4$	1 ქულა
1.2.9.	I: $H_2S$ $H_2 + S \rightarrow H_2S$	1 ქულა
1.2.10.	J: $K_2S$ $H_2S + 2KOH \rightarrow K_2S + H_2O$	1 ქულა
1.2.11.	K: $K_2S_2$ ან $K_2S_x$ $K_2S + S \rightarrow K_2S_2$	1 ქულა
1.2.12.	$K_2S_2 + H_2SO_4 \rightarrow S + K_2SO_4 + H_2S$	1 ქულა

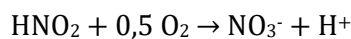
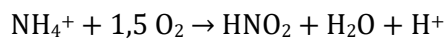
2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	სულ
3	1	1	1	2	1	1	1	5	16

## ამოცანა 2. ჩამდინარე წყლების გასუფთავება (20%)

გამწმენდი მცენარის ძირითადი დანიშნულებაა ჩამდინარე წყლების მექანიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური გასუფთავება. ამ პროცესში ძალიან მნიშვნელოვანია აზოტის მოცილება ნიტრიფიკაციით ან დენიტრიფიკაციით. ნიტრიფიკაციის დროს  $\text{NH}_4^+$  იჟანგება ორ საფეხურად ჰაერის ჟანგბადით.



**2.1.** დაწერეთ გათანაბრებული რეაქციების ტოლობები თითოეული საფეხურისთვის და ნიტრიფიკაციის შეჯამებული ტოლობა.



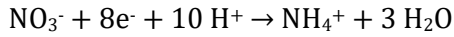
**2.2.** გამოთვალეთ სტანდარტული პოტენციალი სისტემისთვის  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$

$$E^0 = \frac{6 \cdot 0.866 + 2 \cdot 0.94}{8} = \mathbf{0.885 \text{ V}}$$



2.3. რას უდრის  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  ნახევარ-რეაქციის (2.2.კითხვიდან) პოტენციალი, თუ სისტემის pH მიყვანილი იქნება 7.0-ზე, ხოლო ყველა სხვა კონცენტრაცია იქნება უცვლელი.  $T=298\text{K}$ . აჩვენეთ გამოთვლის გზა.

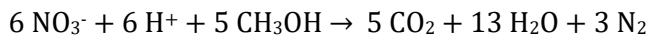
გამოთვლები:



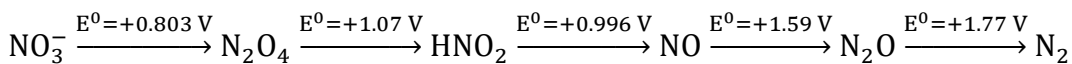
$$E = E^0 - \frac{RT}{zF} \ln \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NO}_3^-][\text{H}^+]^{10}} = 0.885 - \frac{8.314 \cdot 298}{8 \cdot 96485} \ln(10^{-7})^{-10} = 0.368 \text{ V}$$

დენიტრიფიკაციის საფეხურზე ნიტრატი აღდგება აზოტამდე ანაერობულ პირობებში ბაქტერიების თანაობისას ორგანული ნაერთების გამოყენებით. ორგანული ნივთიერება სისტემას შეიძლება დაემატოს ხელოვნურად (მაგ. მეთანოლი). რეაქციის შედეგად ასევე გამოიყოფა  $\text{CO}_2$ .

2.4. დაწერეთ რეაქციის ტოლობა იონური სახით ნიტრატი-მეთანოლს შორის რეაქციისათვის.



მოცემულია აზოტის ჟანგვა-აღდგენითი ჯაჭვი (სტანდარტული პოტენციალები, როცა  $\text{pH}=0$ ) ჟანგვის ხარისხებისთვის +5 -დან 0-მდე.



2.5. გამოთვლებით აჩვენეთ, რომ NO შეიძლება დისპროპორციონირებდეს  $N_2$ -ში და  $NO_3^-$ -ში.

$$E^0(NO_3^-/NO) = \frac{0.996+1.07+0.803}{3} = 0.956 \text{ V}$$

$$E^0(NO/N_2) = \frac{1.59+1.77}{2} = 1.68 \text{ V}$$

$NO \rightarrow N_2$ : 1.68 V და  $NO \rightarrow NO_3^-$ : -0.956 V  
 $NO \rightarrow N_2 + NO_3^-$ : 0.724 V  
 NO დისპროპორციონირებს

ძირითად შემთხვევაში სისტემიდან მეტალთა იონებს აცილებენ მათი დალექვით სულფიდების ან ჰიდროქსიდების სახით.

2.6. რას უდრის მინიმალური pH, რომელზეც დაიწყებს დალექვას რკინა (III)-ის ჰიდროქსიდი, თუ ხსნარი შეიცავს 10 მგ/ლ  $Fe^{3+}$ ?

აჩვენეთ გამოთვლები.  $pK_{sp}(Fe(OH)_3) = 38.7$

$$10 \text{ მგ/ლ} \Rightarrow 0.179 \text{ მმოლი/ლ } Fe^{3+}$$

$$K_{sp} = [Fe^{3+}][OH^-]^3 \Rightarrow [OH^-] = \sqrt[3]{\frac{10^{-38.7}}{0.179 \cdot 10^{-3}}} = 2.23 \cdot 10^{-12} \text{ მოლი/ლ}$$

$$pOH = 11.65 \Rightarrow pH = 2.35$$

ფოსფატ-იონები, რომელიც სისტემაში ხვდება სარეცხი საშუალებებიდან, ასევე უნდა მოცილდეს. ეს შესაძლებელია  $Fe^{3+}$  ან  $Al^{3+}$  –ის საშუალებით, ამასთანავე წარმოიქმნება უხსნადი ფოსფატები, რომელშიც სტექიომეტრიიდან გამომდინარე Fe: P = 1: 1. პრაქტიკაში აღნიშნული თანაფარდობის ნაცვლად გამოიყენება Fe: P = (1.1 – 1.4) : 1 თანაფარდობა.

ყოველდღიურად 22 000 მ<sup>3</sup> ჩამდინარე წყლისთვის გამოიყენება 250 კგ Fe. წყალში ფოსფორის შემცველობა არის 5.0 მგ/ლ

2.7. გამოთვალეთ Fe: P რაოდენობებს შორის თანაფარდობა ზემოთ მოცემულ შემთხვევაში.

$$P: 22 \cdot 10^6 \cdot 0.005 = 1.1 \cdot 10^5 \text{ გ} \Rightarrow 3.552 \cdot 10^3 \text{ მოლი}$$

$$Fe: 250 \text{ კგ} \Rightarrow 4.476 \cdot 10^3 \text{ მოლი}$$

$$Fe:P = 1.26:1$$

როცა  $pH=7.0$ , მაშინ  $AlPO_4$  ხსნადობა უდრის  $96.4 \mu\text{გ}/\text{მ}^3$ .

2.8. გამოთვალეთ  $AlPO_4$ -ის ხსნადობის ნამრავლი. ჩათვალეთ რომ ავტოპროტოლიზი არ მიმდინარეობს.

$$s^* = 96.4 \mu\text{გ}/\text{მ}^3 = 9.64 \cdot 10^{-8} \text{ გ}/\text{ლ} \quad M(AlPO_4) = 122 \text{ გ}/\text{მოლი}$$

$$s = 7.9 \cdot 10^{-10} \text{ მოლი}/\text{ლ}$$

$$K_{sp} = s^2 = 6.24 \cdot 10^{-19}$$

დაბინძურებული წყლის  $pH$  შესაძლოა იყოს 5.0-ის ტოლი.  $pH$ -ის ეს მნიშვნელობა გასუფთავების პროცესში იწვევს სირთულეებს, რომელთაგან ერთ-ერთია ის რომ აღნიშნულ  $pH$ -ზე  $AlPO_4$ -ის ხსნადობა იზრდება.

2.9. გამოთვალეთ  $AlPO_4$ -ის ხსნადობა, როცა  $pH=5.0$ .

მინიშნება: გამოთვლები შეგიძლია განახორციელო ძალიან ზუსტად ან გამოიყენო მისაღები დაშვებები. თუ 2.8 კითხვაში პასუხი ვერ მიიღე, მაშინ გამოიყენე ხსნადობის ნამრავლის მოცემული მნიშვნელობა:  $K_{sp} = 9.0 \cdot 10^{-19}$ .

$H_3PO_4$  – სთვის  $pK_{a1} = 2.15$ ;  $pK_{a2} = 7.20$ ;  $pK_{a3} = 12.4$

$$[Al^{3+}] = s \quad [PO_4^{3-}] = a \quad [HPO_4^{2-}] = b \quad [H_2PO_4^-] = c \quad [H_3PO_4] = d$$

$$s = a + b + c + d \text{ თუმცა } a + d \ll b + c \text{ ამიტომ } s \approx b + c$$

$$K_{sp} = a \cdot (b + c)$$

$$K_{A2} = [H_3O^+] \cdot \frac{b}{c} \Rightarrow c = [H_3O^+] \cdot \frac{b}{K_{A2}} = [H_3O^{+2}] \cdot \frac{a}{K_{A1}K_{A2}}$$

$$K_{A3} = [H_3O^+] \cdot \frac{a}{b} \Rightarrow b = [H_3O^+] \cdot \frac{a}{K_{A3}}$$

$$K_{sp} = a \cdot \left( [H_3O^+] \cdot \frac{a}{K_{A3}} + [H_3O^{+2}] \cdot \frac{a}{K_{A1}K_{A2}} \right) \Rightarrow K_{sp} = a^2 \cdot \left( [H_3O^+] \cdot \frac{1}{K_{A3}} + [H_3O^{+2}] \cdot \frac{1}{K_{A1}K_{A2}} \right)$$

$$a = \sqrt{K_{sp} \cdot \left( \frac{[H_3O^+]}{K_{A3}} + \frac{[H_3O^{+2}]}{K_{A3}K_{A2}} \right)^{-1}} = \sqrt{6.24 \cdot 10^{-19} \cdot \left( \frac{10^{-5}}{10^{-12.4}} + \frac{10^{-10}}{10^{-12.4} \cdot 10^{-7.20}} \right)^{-1}} = 1.248 \cdot 10^{-14}$$

მოლი/ლ

$$b = 10^{-5} \cdot \frac{1.248 \cdot 10^{-14}}{10^{-12.4}} = 3.13 \cdot 10^{-7} \text{ მოლი/ლ}$$

$$c = 10^{-5} \cdot \frac{3.13 \cdot 10^{-7}}{10^{-7.20}} = 4.97 \cdot 10^{-5} \text{ მოლი/ლ}$$

$$d = [H_3O^+] \cdot \frac{c}{K_{A1}} = 10^{-5} \cdot \frac{4.97 \cdot 10^{-5}}{10^{-2.15}} = 7.02 \cdot 10^{-8} \text{ მოლი/ლ} \Rightarrow a + d \ll b + c$$

$$s = b + c = 3.13 \cdot 10^{-7} + 497 \cdot 10^{-5} = 5.0 \cdot 10^{-5} \text{ მოლი/ლ}$$

3.1	3.2	3.3	3.4	სულ
1x4=4	1x4=4	1x4=4	1x4=4	16

### ამოცანა 3. ნახშირბადის დიოქსიდი (12%)

100 გრ ნახშირბადის დიოქსიდი იმყოფება 0°C და  $1.013 \cdot 10^5$  პა-ზე. განსაზღვრეთ q (სითბო), W (მუშაობა),  $\Delta U$  (შიდა ენერჯია) და  $\Delta H$  (ენთალპია):

3.1. 0.2 მ<sup>3</sup> -მდე იზოთერმულ გაფართოებისას (1x4=4 ქულა)

$$\Delta U = \boxed{0} \quad \Delta H = \boxed{0} \quad q = \boxed{7070 \text{ჯ}} \quad W = \boxed{7070 \text{ჯ}}$$

3.2. იგივე მოცულობამდე იზობარული გაფართოებისას. (1x4=4 ქულა)

$$\Delta U = \boxed{52,4 \text{კჯ}} \quad \Delta H = \boxed{67400 \text{ჯ}} \quad q = \boxed{67400 \text{ჯ}} \quad W = \boxed{15,0 \text{კჯ}}$$

3.3. იზოქორული გაცხელებისას  $2,026 \cdot 10^5$  პა წნევის მიღწევამდე. (1x4=4 ქულა)

$$\Delta U = \boxed{17900} \quad \Delta H = \boxed{23100 \text{ჯ}} \quad q = \boxed{17900 \text{ჯ}} \quad W = \boxed{0}$$

3.4. ადიაბატური კუმშვისას  $2,026 \cdot 10^5$  პა წნევის მიღწევამდე. (1x4=4 ქულა)

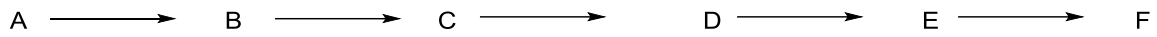
$$\Delta U = \boxed{-2,97 \text{კჯ}} \quad H = \boxed{3830 \text{ჯ}} \quad q = \boxed{0} \quad W = \boxed{-2,97 \text{კჯ}}$$

ჩათვალეთ, რომ ნახშირბადის დიოქსიდი ემორჩილება იდეალური აირის კანონებს, ხოლო მისი მოლური თბოტევადობა მუდმივ წნევაზე მუდმივია და ტოლია 37,1 ჯ/მოლი·გრად.

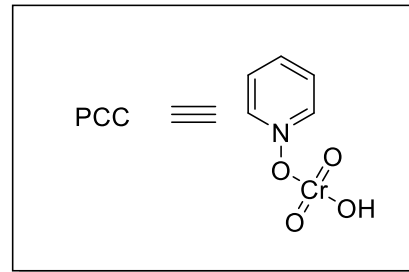
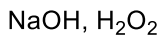
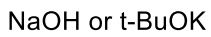
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	სულ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12

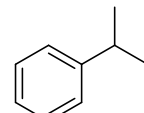
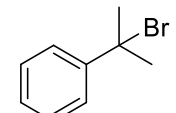
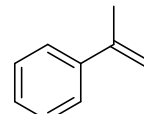
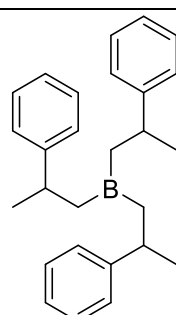
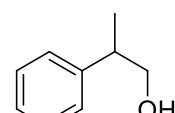
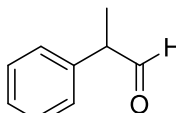
### ამოცანა 4. ორგანული სინთეზი (20%)

4.1. იპოპროპილბენზოლიდან მიიღეთ 2-ფენილპროპანალი მოცემული რეაგენტების სწორი თანმიმდევრობით გამოყენებით.

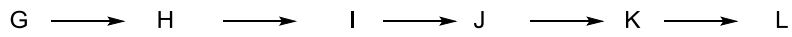


რეაგენტები:



 A	 B
 C	 D
 E	 F

4.2. ციკლოპენტანოლიდან მიიღეთ 2-მერკაპტოციკლოპენტან-2-ონი მოცემული რეაგენტების სწორი თანმიმდევრობით გამოყენებით.

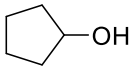

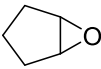
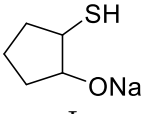
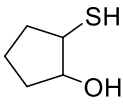
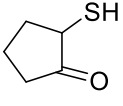


POCl<sub>3</sub>, Pyridine or H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, heat

NaSH

PCC

RCOOH

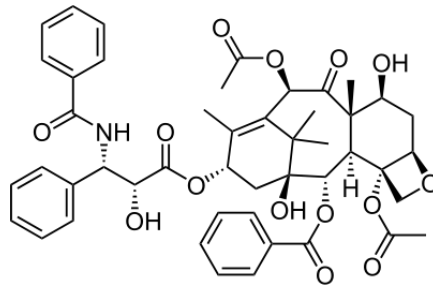
 G	 H
 I	 J
 K	 L

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	S	T	სულ
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19

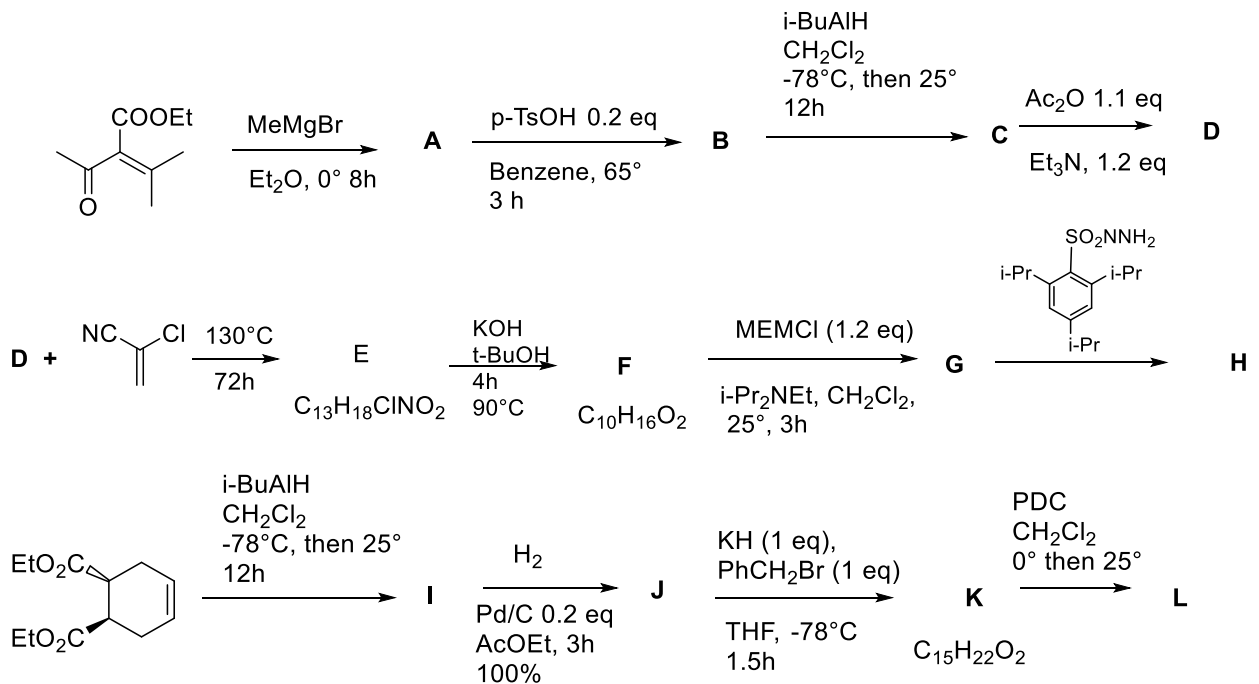
### ამოცანა 5. ტაქსოლი (32%)

საშიშ და ლეტალურ დაავადებების ნუსხაში ერთ-ერთი მოწინავე ადგილი უკავია სიმსივნოვან დაავადებებს. სამწუხაროდ, დიდი მცდელობის მიუხედავად, ეფექტური სამკურნალო პრეპარატის მიღება ჯერ ვერ მოხერხდა, თუმცა შექმნილია არაერთი ბუნებრივი თუ სინთეზური სამკურნალო საშუალება, რომლებიც აფერხებენ დაავადების გავრცელებას.

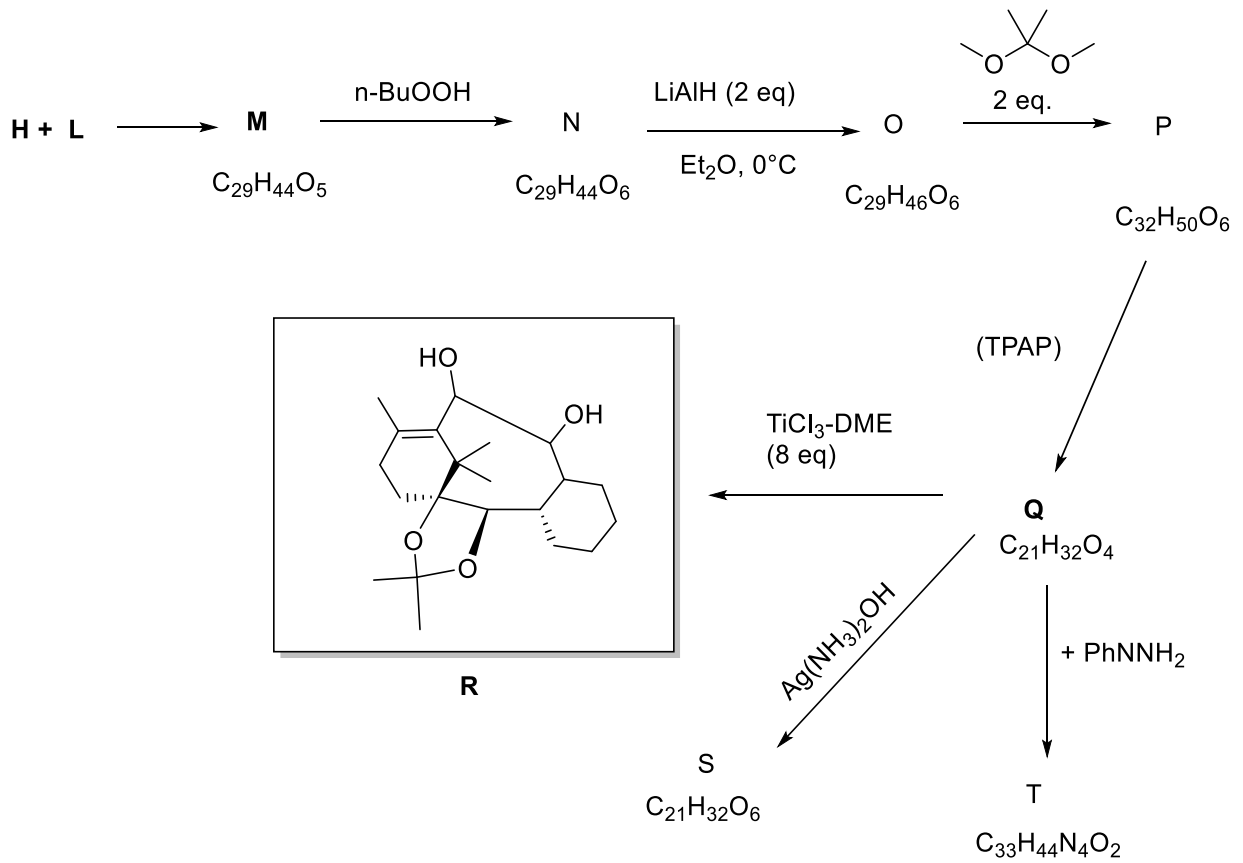
ერთ-ერთ ასეთ პრეპარატს წარმოადგენს ტაქსოლი (იგივე პაქსიტაქსელი), რომელიც მიეკუთვნება მცენარეულ ალკალოიდების ჯგუფს.



მისი სინთეზური გზით მიღების რამდენიმე მეთოდია შემუშავებული. ერთ-ერთი მეთოდის თანახმად იგი მიიღება შაპირო-მაკმერის სტრატეგიის მიხედვით, რომლის დროსაც საკვანძო ნაერთს წარმოადგენს დიოლი R.

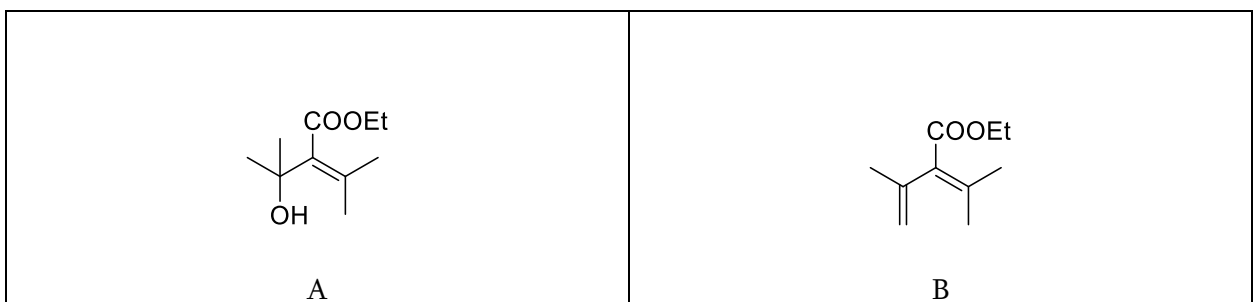


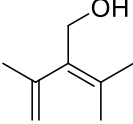
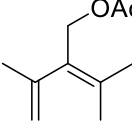
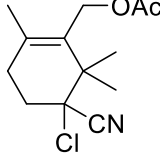
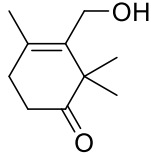
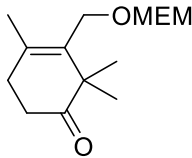
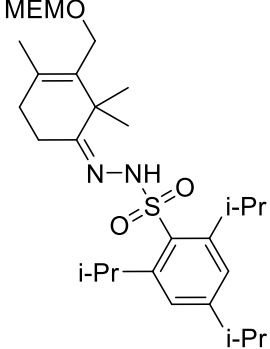
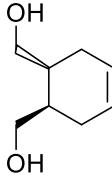
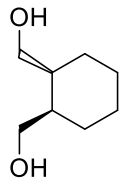
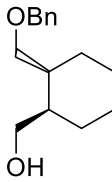
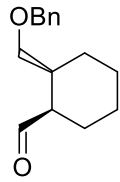


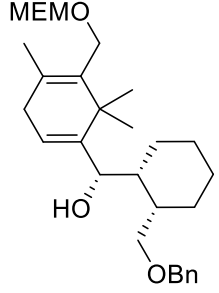
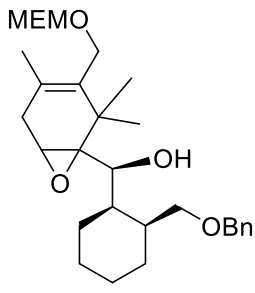
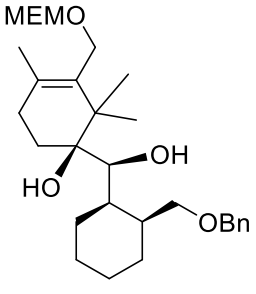
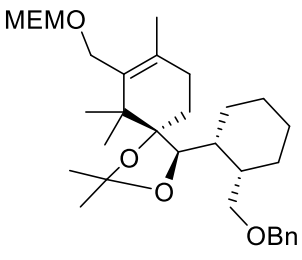
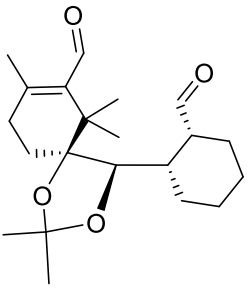
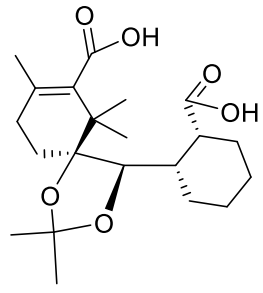
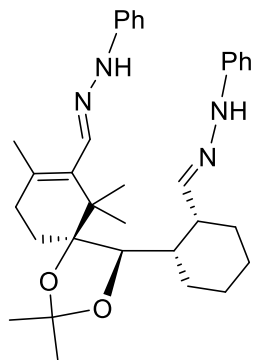


დაწერეთ A – Q მოლეკულების სტრუქტურული ფორმულები:

- ნაერთი M აუფერულებს 2 მოლი სიჭარბით აღებულ ბრომიან წყალს, მეტალურ ნატრიუმთან ურთიერთქმედებით გამოათავისუფლებს წყალბადს ეკვიმოლური რაოდენობით.
- MEMCl – 2-მეთოქსიეთოქსიმეთილ ქლორიდი
- TPAP - ტეტრაპროპილ ამონიუმ პერრუთენატი



 <p style="text-align: center;">C</p>	 <p style="text-align: center;">D</p>
 <p style="text-align: center;">E</p>	 <p style="text-align: center;">F</p>
 <p style="text-align: center;">G</p>	 <p style="text-align: center;">H</p>
 <p style="text-align: center;">I</p>	 <p style="text-align: center;">J</p>
 <p style="text-align: center;">K</p>	 <p style="text-align: center;">L</p>

 <p style="text-align: center;">M</p>	 <p style="text-align: center;">N</p>
 <p style="text-align: center;">O</p>	 <p style="text-align: center;">P</p>
 <p style="text-align: center;">Q</p>	 <p style="text-align: center;">S</p>
 <p style="text-align: center;">T</p>	