



საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების  
სამინისტრო

ქიმიის 51-ე საერთაშორისო ოლიმპიადისთვის საქართველოს ნაკრები  
გუნდის წევრების შესარჩევი კონკურსი

I ტური  
ამოცანები



11 მაისი, 2019

## ძვირფასო მონაწილეებო

ამოცანების ამოხსნისას გთხოვთ გახსოვდეთ:

- ტურის ხანგრძლივობა შეადგენს 5 (ხუთ) ასტრონომიულ საათს.
- ტესტის მაქსიმალურ ქულათა ჯამია 100.
- თითოეული ამოცანის მაქსიმალური ქულა მოცემულია შესაბამისი ამოცანის მარჯვენა კიდეში.
- პასუხები უნდა ჩაიწეროს მხოლოდ პასუხების ფურცელში მოცემულ შესაბამის უჯრებში.
- პასუხი, რომელიც კითხვების ფურცელში იქნება შეტანილი, არ შეფასდება.
- პასუხები დაწერეთ გარკვევით.
- ქიმიური რეაქციის ტოლობებში სტექიომეტრიული კოეფიციენტები გაასწორეთ ორგანული ქიმიის ამოცანების გარდა, თუ ამ უკანასკნელ შემთხვევაში არ არის მითითებული სტექიომეტრიული კოეფიციენტების გასწორების ვალდებულება.
- 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.

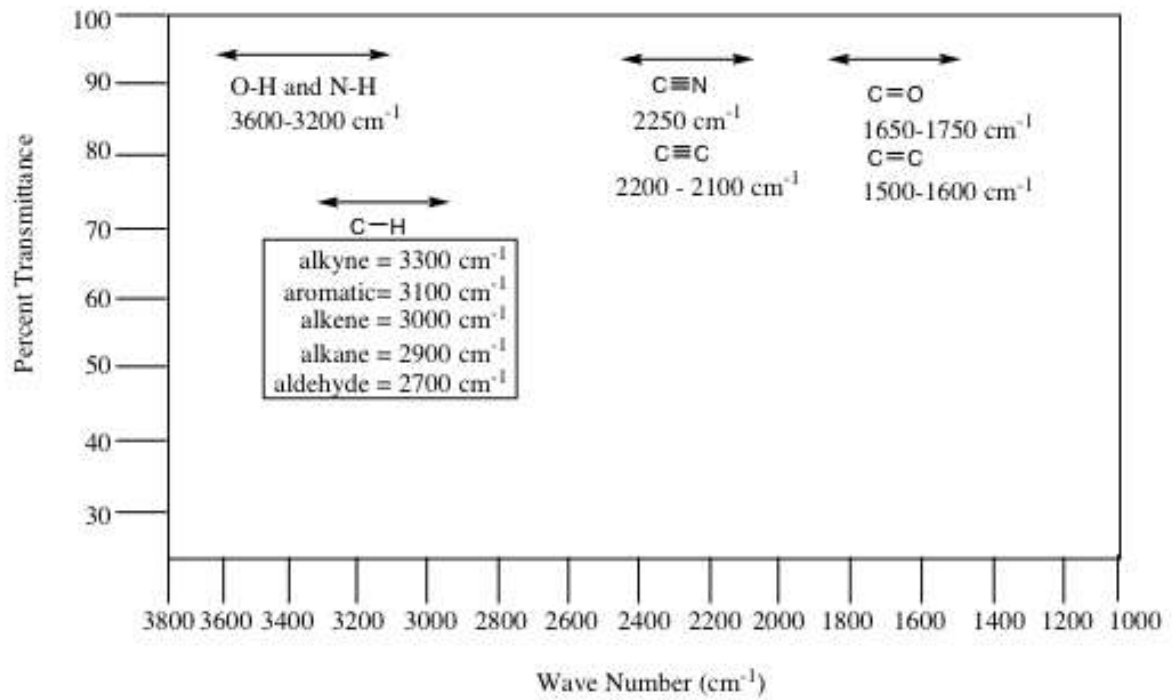
გისურვებთ წარმატებას!

**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  |

|  |  |
|--|--|
| 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 ენერჯიის 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 ენერჯიის დამოკიდებულება კონცენტრაციასა და წნევაზე  | $\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln \frac{a_{\text{prod}}}{a_{\text{reag}}}$<br>$a = c / (1 \text{ mol/L})$ ხსნარის სუბსტანციებისათვის, $a = p / (1 \text{ bar})$ გაზებისათვის |
| ჯიბსის ენერჯიის ცვლილება დროში ერთეულ მოცულობაში სისტემისათვის, რომელიც მოიცავს ორ ქიმიურ რეაქციას 1 და 2 შესაბამისი რეაქციის სიჩქარეებით $r_1$ და $r_2$ | $\frac{\Delta G_{\text{Syst}}}{\Delta t} = \Delta G_1 r_1 + \Delta G_2 r_2$  |

**Major Areas of Study for Organic Chemists in IR Spectroscopy:**



# 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                                      | VIIIB                                   | VIIIB                                   | VIIIB                                   | VIIIB                                  | IB                                      | IIB                                       | IIIA                                     | IVA                                    | VA                                       | VIA                                     | VIIA                                  | VIIIA                                   |
| 1<br><b>H</b><br>წყალბადი<br>1.008     | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ატომური მონაცემი<br/><b>სიმბოლო</b><br/>მასობრივი მუდმივი ატომური მასა</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>არაშეატლები</b></p> <p>მეტალურ-რიდები    არაშეატლები    კალკალები    ქაითილუმინი ბაზები</p> </div> </div> |   |  |  |  |   |   |   |  |   |   |  |  |  |   |                                       | 2<br><b>He</b><br>ჰელიუმი<br>4.003      |
| 3<br><b>Li</b><br>ლითიუმი<br>6.94      | 4<br><b>Be</b><br>ბერილიუმი<br>9.01   | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>H</b> ბაზი<br/><b>Li</b> მყარი<br/><b>Br</b> სითხე</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>მეტალები</b></p> <p>ტუბე მატლები    ტუბემინა მატლები    ლანთანოიდები    აქტივოიდები    ტრანზიტული მატლები    კოსტ-ბარკანკალი მატლები</p> </div> </div> |  |  |  |   |   |   |  |   |   | 5<br><b>B</b><br>ბორი<br>10.81           | 6<br><b>C</b><br>ახსნაბაზი<br>12.01    | 7<br><b>N</b><br>აზოტი<br>14.00          | 8<br><b>O</b><br>ბაზაბი<br>15.99        | 9<br><b>F</b><br>ფორი<br>19.00        | 10<br><b>Ne</b><br>ნეონი<br>20.18       |
| 11<br><b>Na</b><br>ნატრიუმი<br>22.99   | 12<br><b>Mg</b><br>მაგნიუმი<br>24.30  | 13<br><b>Al</b><br>ალუმინი<br>26.98   | 14<br><b>Si</b><br>სილიციუმი<br>28.08    | 15<br><b>P</b><br>ფოსფორი<br>30.97         | 16<br><b>S</b><br>ბაზიბი<br>32.06        | 17<br><b>Cl</b><br>კლორი<br>35.45       | 18<br><b>Ar</b><br>არგონი<br>39.95      |   |  |   |   |  |  |  |   |                                       |   |
| 19<br><b>K</b><br>კალიუმი<br>39.10     | 20<br><b>Ca</b><br>კალციუმი<br>40.08  | 21<br><b>Sc</b><br>სკანდიუმი<br>44.96   | 22<br><b>Ti</b><br>ტიტანი<br>47.87       | 23<br><b>V</b><br>ვანადიუმი<br>50.94       | 24<br><b>Cr</b><br>კრომი<br>52.00        | 25<br><b>Mn</b><br>მანგანუმი<br>54.94   | 26<br><b>Fe</b><br>ჰაზი<br>55.85        | 27<br><b>Co</b><br>კობალტი<br>58.93     | 28<br><b>Ni</b><br>ნიკელი<br>58.69     | 29<br><b>Cu</b><br>საბრევი<br>63.55     | 30<br><b>Zn</b><br>ცინკი<br>65.38         | 31<br><b>Ga</b><br>გალიუმი<br>69.72      | 32<br><b>Ge</b><br>გერმანიუმი<br>72.63 | 33<br><b>As</b><br>ბაზიბი<br>74.92       | 34<br><b>Se</b><br>სელენი<br>78.97      | 35<br><b>Br</b><br>ბრომი<br>79.90     | 36<br><b>Kr</b><br>კრიპტონი<br>83.80    |
| 37<br><b>Rb</b><br>რუბიდიუმი<br>85.48  | 38<br><b>Sr</b><br>სტრონციუმი<br>87.62  | 39<br><b>Y</b><br>იტრიუმი<br>88.91  | 40<br><b>Zr</b><br>ზირკონიუმი<br>91.22   | 41<br><b>Nb</b><br>ნიობიუმი<br>92.91       | 42<br><b>Mo</b><br>მოლიბდენი<br>95.95    | 43<br><b>Tc</b><br>ტექნიციუმი<br>97.91  | 44<br><b>Ru</b><br>რუთენიუმი<br>101.07  | 45<br><b>Rh</b><br>როდუმი<br>102.91     | 46<br><b>Pd</b><br>პალადიუმი<br>106.42 | 47<br><b>Ag</b><br>აგონი<br>107.87      | 48<br><b>Cd</b><br>კადმიუმი<br>112.41     | 49<br><b>In</b><br>ინდიუმი<br>114.82     | 50<br><b>Sn</b><br>სპინი<br>118.71     | 51<br><b>Sb</b><br>საბიუმი<br>121.76     | 52<br><b>Te</b><br>ტელური<br>127.60     | 53<br><b>I</b><br>იოდი<br>126.90      | 54<br><b>Xe</b><br>ქსენონი<br>131.29    |
| 55<br><b>Cs</b><br>ცეზიუმი<br>132.91   | 56<br><b>Ba</b><br>ბარიუმი<br>137.33  | 57-71<br><b>La-Lu</b><br>ლანთანოიდები   | 72<br><b>Hf</b><br>ჰაფნიუმი<br>178.49    | 73<br><b>Ta</b><br>ტანტალი<br>180.95       | 74<br><b>W</b><br>ვოლფრამი<br>183.84     | 75<br><b>Rn</b><br>რენიუმი<br>186.21    | 76<br><b>Os</b><br>ოსმიუმი<br>190.23    | 77<br><b>Ir</b><br>ირიდიუმი<br>192.22   | 78<br><b>Pt</b><br>პლატინა<br>195.08   | 79<br><b>Au</b><br>ჩაქი<br>196.97       | 80<br><b>Hg</b><br>ბაზიბი<br>200.59       | 81<br><b>Tl</b><br>თალიუმი<br>204.38     | 82<br><b>Pb</b><br>ბაზი<br>207.2       | 83<br><b>Bi</b><br>ბისმუტი<br>208.98     | 84<br><b>Po</b><br>პოლონიუმი<br>209     | 85<br><b>At</b><br>ასტატი<br>209      | 86<br><b>Rn</b><br>რადონი<br>222.03     |
| 87<br><b>Fr</b><br>ფრანციუმი<br>223.02 | 88<br><b>Ra</b><br>რადიუმი<br>226.03  | 89-103<br><b>Ac-Lr</b><br>აქტივოიდები   | 104<br><b>Rf</b><br>რეფრენიუმი<br>261.12 | 105<br><b>Db</b><br>დუბნიუმი<br>262.13     | 106<br><b>Sg</b><br>სიგმატაუმი<br>263.13 | 107<br><b>Bh</b><br>ბორიუმი<br>264.13   | 108<br><b>Hs</b><br>ჰასიუმი<br>265.13   | 109<br><b>Mt</b><br>მითნიუმი<br>268.16  | 110<br><b>Ds</b><br>დისტიუმი<br>269.17 | 111<br><b>Rg</b><br>რეგენიუმი<br>269.17 | 112<br><b>Cn</b><br>კუნდუნიუმი<br>269.18  | 113<br><b>Nh</b><br>ნიჰონიუმი<br>269.18  | 114<br><b>Fl</b><br>ფლორიუმი<br>269.19 | 115<br><b>Mc</b><br>მოსკოვიუმი<br>269.20 | 116<br><b>Lv</b><br>ლუვენიუმი<br>269.20 | 117<br><b>Ts</b><br>ტენესი<br>269.21  | 118<br><b>Og</b><br>ოგანესონი<br>269.21 |
| <b>ლანთანოიდები</b>                    |   | 57<br><b>La</b><br>ლანთანი<br>138.91  | 58<br><b>Ce</b><br>ცერიუმი<br>140.12     | 59<br><b>Pr</b><br>პრომიტიუმი<br>140.91    | 60<br><b>Nd</b><br>ნედიმიუმი<br>144.24   | 61<br><b>Pm</b><br>პრომიტიუმი<br>144.91 | 62<br><b>Sm</b><br>სამარიუმი<br>150.36  | 63<br><b>Eu</b><br>ევროპიუმი<br>151.96  | 64<br><b>Gd</b><br>გადოლიუმი<br>157.25 | 65<br><b>Tb</b><br>თერბიუმი<br>158.93   | 66<br><b>Dy</b><br>დისპროსიუმი<br>162.50  | 67<br><b>Ho</b><br>ჰოლიუმი<br>164.93     | 68<br><b>Er</b><br>ერიუმი<br>167.26    | 69<br><b>Tm</b><br>თერმიუმი<br>168.93    | 70<br><b>Yb</b><br>იბერიუმი<br>173.06   | 71<br><b>Lu</b><br>ლუთეციუმი<br>175.0 |   |
| <b>აქტივოიდები</b>                     |   | 89<br><b>Ac</b><br>აქტინიუმი<br>227.03  | 90<br><b>Th</b><br>თორიუმი<br>232.04     | 91<br><b>Pa</b><br>პროტაქტინიუმი<br>231.04 | 92<br><b>U</b><br>ურანი<br>238.03        | 93<br><b>Np</b><br>ნეპტუნიუმი<br>237.05 | 94<br><b>Pu</b><br>პლუტონიუმი<br>244.06 | 95<br><b>Am</b><br>ამერიკიუმი<br>243.06 | 96<br><b>Cm</b><br>კურნიუმი<br>247.07  | 97<br><b>Bk</b><br>ბერილიუმი<br>247.07  | 98<br><b>Cf</b><br>კალიფორნიუმი<br>251.08 | 99<br><b>Es</b><br>ეისენსტაინი<br>252.08 | 100<br><b>Fm</b><br>ფერმიუმი<br>257.10 | 101<br><b>Md</b><br>მადონიუმი<br>258.10  | 102<br><b>No</b><br>ნობელიუმი<br>259.10 | 103<br><b>Lr</b><br>ლორენსიუმი<br>262 |   |



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



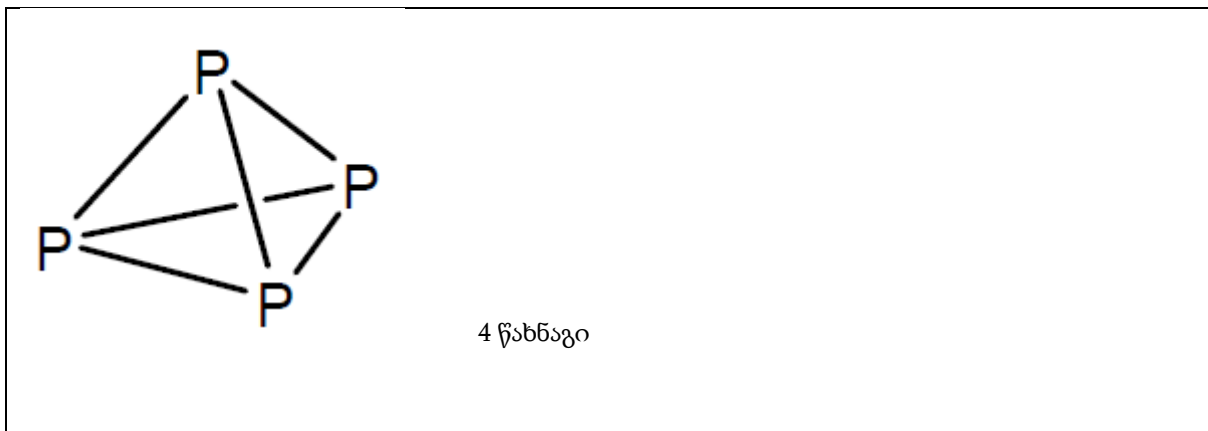
დაბეჭდილია კოალიციის „კანათლება ყველასათვის - საქართველო“ ორგანიზაციული განვითარების მხარდაჭერაზე მიმართული გრანტის ფარგლებში

**ამოცანა 1. ფოსფორი (15%)**

| დავალება | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 1.10 | 1.11 | 1.12 | სულ |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| ქულა     | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1    | 1    | 1    | 17  |

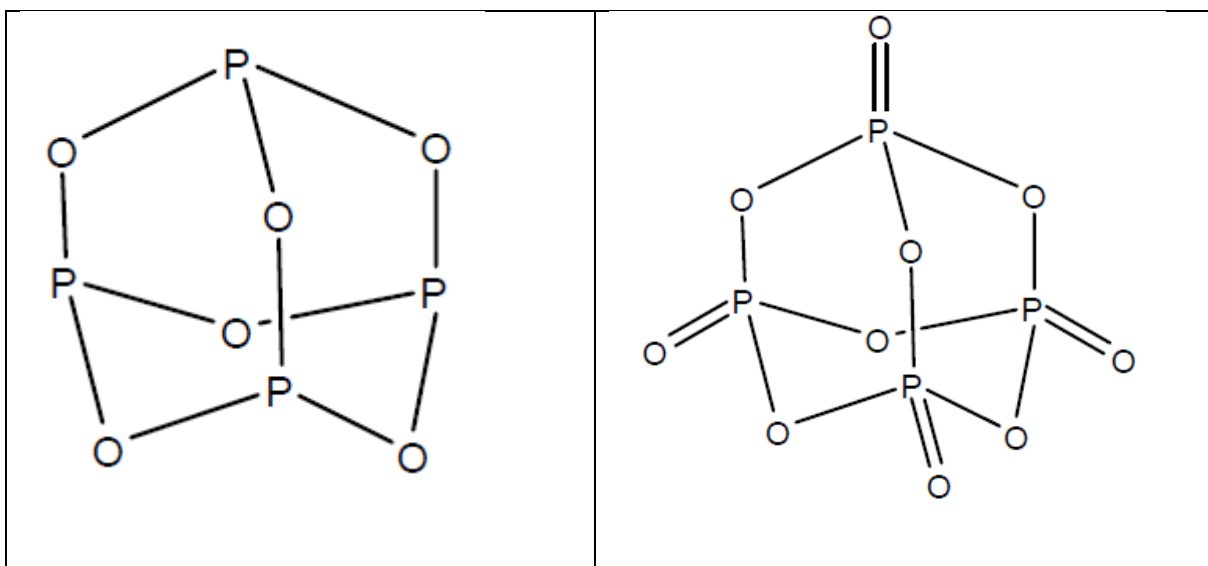
ფოსფორი არსებობს რამოდენიმე ალოტროპის სახით, რომელთაგანაც ყველაზე რეაქციისუნარიანია თეთრი ფოსფორი. ის პირველად მიიღეს მე-17 საუკუნეში შარდში არსებული ფოსფატების აღდგენით. მყარი თეთრი ფორფორი შეიცავს P<sub>4</sub> მოლეკულებს, რომელშიც თითოეული ფოსფორის ატომი განლაგებულია ტეტრაედრის წვეროებში.

1.1. დახაზეთ P<sub>4</sub> მოლეკულის სტრუქტურული ფორმულა, ყველა ბმის ჩვენებით. სულ რამდენი წახნაგი აქვს ტეტრაედრის მოლეკულას.



თეთრი ფოსფორი სპონტანურად ააღდება და წარმოქმნის ფოსფორ (III)-ის ოქსიდის და ფოსფორ (V)-ის ოქსიდის ნარევს. თითოეული ამ ოქსიდის სტრუქტურა ასევე ეფუძნება ტეტრაედრულ ფორმას. ფოსფორის ატომები რჩება წვეროებში, მაგრამ აღარ არის დაკავშირებული ერთმანეთთან. ნაცვლად ამისა P-ს ატომები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჟანგბადატომების ხიდებით.

1.2. დახაზეთ ორივე ოქსიდის სტრუქტურული ფორმულები.



ფოსფორ (V)-ის ოქსიდი წყალთან რეაქციის შედეგად წარმოქმნის ფოსფორმჟავას.



- 1.7. ცნობილია რომ ამონიუმის მოლიბდოფოსფატის წარმოქმნისას არცერთი ატომი არ იცვლის ჟანგვის ხარისხს. დაადგინეთ მოლიბდოფოსფატის იონის მუხტი და ამონიუმის მოლიბდოფოსფატის ფორმულა.

იონის მუხტი: - 3

ამონიუმის მოლიბდოფოსფატი:  $(\text{NH}_4)_3 \text{Mo}_{12}\text{O}_{40}\text{P}$

ფოსფატების ჭარბი რაოდენობა არ არის სასურველი ბუნებრივ წყლებში, რადგან ხელს უწყობს წყალმცენარეების გამრავლებას. ასევე სისხლში ფოსფატების მაღალი დონე (ჰიპერფოსფატემია) გამოწვეულია თირკმლის ფუნქციის დარღვევით, რაც გამოიხატება იმაში რომ თირკმელი ვეღარ ფილტრავს ჭარბ ფოსფატებს, რომელიც ორგანიზმში ხვდება საჭმლიდან. ეს იწვევს ძვლების დაავადებებს. სისხლის შრატში ფოსფატების უსაფრთხო დონე არის  $<1.8$  მმოლი/ლ.

ხსნარში ფოსფატიონების განსაზღვრის მიზნით ამონიუმის მოლიბდატის საშუალებით დალეკილი ამონიუმის მოლიბდოფოსფატი იტიტრება NaOH-ით ფენოლფტალეინის ინდიკატორის თანაობისას. ერთი მოლი ამონიუმის მოლიბდოფოსფატი შეიცავს ერთ მოლ ფოსფატიონს და ესაჭიროება 23 მოლი NaOH ეკვივალენტობის წერტილის მისაღწევად.

- 1.8. 10 მლ სისხლის შრატს დაამატეს ჭარბად ამონიუმის მოლიბდატი და წარმოქმნილი ამონიუმმოლიბდოფოსფატის გატიტრებაზე დაიხარჯა 17.25 მლ 0.01 მოლი/ლ NaOH. გამოთვალეთ ფოსფატის კონცენტრაცია სისხლის შრატში.

$7.5 \times 10^{-4}$  მოლი/ლ

- 1.9. წყალხსნარში ფოსფატ-იონების პროტონირების ხარისხი დამოკიდებულია ხსნარის pH-ზე. ქვემოთ ნაჩვენები მონაცემების მიხედვით დაადგინეთ რომელი ფორმა უპირატესი სისხლის შრატში, როცა  $\text{pH}=7.4$ .



$\text{HPO}_4^{2-}$

ლანთანის კარბონატი ამ ეტაპზე გამოიყენება ჰიპერფოსფატემიის სამკურნალოდ; ალუმინის სულფატის საშუალებით კი ხდება ბუნებრივი წყლებიდან ფოსფატების მოცილება.  $\text{LaPO}_4$  და  $\text{AlPO}_4$  წყალში უხსნადია და გამოიყოფა ნალექის სახით.



- 1.10. დაწერეთ ლანთანის კარბონატის კუჭში არსებულ მარილმჟავასთან ურთიერთქმედების ტოლობა.



- ლანთანის და ალუმინის ფოსფატების ხსნადობის ნამრავლია:

$$K_{sp}(\text{LaPO}_4) = 7.08 \times 10^{-27}$$

$$K_{sp}(\text{AlPO}_4) = 9.84 \times 10^{-21}$$

- 1.11. გამოთვალეთ ნაჯერ ხსნარში ლანთანის ფოსფატის კონცენტრაცია.

$$8.41 \times 10^{-14} \text{ მოლი/ლ}$$

- 1.12. თუ ალუმინის და ლანთანის იონების შემცველ ექვიმოლურ ხსნარს ნელ-ნელა დაემატება ფოსფატიონების შემცველი ხსნარი, რომელი ფოსფატი გამოილექება პირველი?



**ამოცანა 2. კობალტის რაოდენობრივი ბანსაზღვრა (20%)**

| დავალება | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | სულ |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ქულა     | 4   | 2   | 2   | 2   | 2   | 12  |

$CoCl_2$ -ის კონცენტრაციის განსაზღვრის მიზნით სტუდენტმა 100 მლ საანალიზო წყალხსნარს დაამატა 5.0 მლ 0.2 M კალიუმის ნიტრატის ხსნარი, შემდეგ დაამატა 2 მლ აცეტატური ბუფერი, გააცხელა ხსნარი ადუღებამდე და დააყოვნა 4 სთ. მიღებული ყვითელი ფერის ნალექი კალიუმის ჰექსანიტროკობალტატი (III)  $K_3[Co(NO_2)_6]$  გაფილტრა მინის ფილტრში და გარეცხა 0.01 M  $KNO_3$ -ის ხსნარით, გახსნა გოგირდმჟავაში და გადაიტანა 100 მლ-იან საზომ კოლბაში. ამ ხსნარის 10.0 მლ ალიქვოტი გატიტრა 0.0500 M კალიუმის პერმანგანატის ხსნარით (ვარდისფერი ფერის გაქრობამდე). გატიტვრაზე დახარჯული ხსნარის მოცულობაა 13.75 მლ.

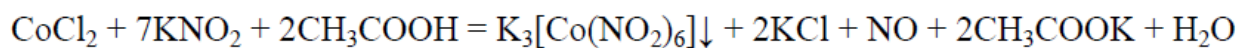
2.1. დაწერეთ რეაქციის ტოლობები შემდეგი რეაქციებისთვის:

ა)  $K_3[Co(NO_2)_6]$ -ის წარმოქმნა

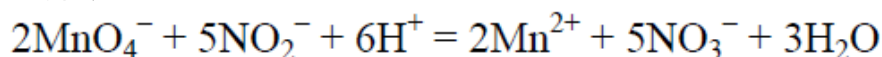
ბ) კალიუმის პერმანგანატის ურთიერთქმედება ნიტრიტ იონთან მჟავა არეში.

გ) კალიუმის პერმანგანატის ურთიერთქმედება  $K_3[Co(NO_2)_6]$ -თან, თუ ცნობილია რომ კობალტი სრულად გარდაიქმნება +2 დაჟანგულობის ხარისხში.

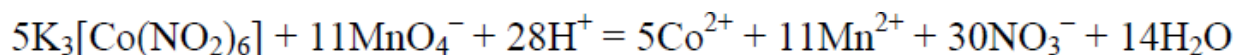
ა) 1 ქულა



ბ) 1 ქულა



გ) 2 ქულა



2.2. გამოთვალეთ კობალტის ქლორიდის კონცენტრაცია საანალიზო ხსნარში გატიტვრის შედეგების მიხედვით.

$n(Co) = 5/11 \times c(MnO_4^-) \times V(MnO_4^-) = 5/11 \times 0.0500 \times 13.75/1000 = 3.125 \times 10^{-4}$  მოლი, საანალიზო ხსნარის 10 მლ ალიქვოტში, 100 მლ-ში იქნება 10-ჯერ მეტი. საწყის ხსნარში კობალტის ქლორიდის კონცენტრაცია იქნება:

$$c(Co(II)) = 3.125 \times 10^{-4} \times 10/0.1 = 3.125 \times 10^{-2} M$$

(2 ქულა)

2.3. რომელი ფაქტორები ახდენს გავლენას  $K_3[Co(NO_2)_6]$ -ის ხსნადობაზე საწყის ხსნარში ნალექის წარმოქმნის შემდეგ?

შეარჩიეთ სწორი პასუხი/პასუხები და მონიშნეთ შესაბამისი უჯრა X-ით.

- ა) კომპლექსური იონის მდგრადობის კონსტანტა
- ბ) ნალექის ხსნადობის ნამრავლი
- გ)  $K^+$ -ის კონცენტრაცია
- დ)  $Co^{2+}$ -ის კონცენტრაცია
- ე)  $NO_2^-$ -ის კონცენტრაცია

| ა | ბ | გ | დ | ე |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |

თითოეული სწორად მონიშნული უჯრა 0.4 ქულა (სულ 2 ქულა)

2.4. გამოთვალეთ კალიუმის ჰექსანიტროკობალტატ (III)-ის ხსნადობა (გ/ლ) საწყის ხსნარში, თუ ხსნადობის ნამრავლი  $K_{sp} = 4.3 \times 10^{-10}$  და კომპლექსური იონის სტაბილურობის კონსტანტა საკმაოდ მაღალია.

კალიუმის იონების კონცენტრაცია:  
 $c(K^+) = 5.0 \times 0.20 / (100 + 2 + 5) = 9.35 \times 10^{-3} \text{ M (0.5 ქულა)}$

კომპლექსური იონის კონცენტრაცია:  
 $c([Co(NO_2)_6]^{3-}) = K_{sp} / [K^+]^3 = 4.3 \times 10^{-10} / (9.35 \times 10^{-3})^3 = 5.3 \times 10^{-4} \text{ M (1 ქულა)}$

ხსნადობა, გ/ლ:  
 $S = [Co(NO_2)_6]^{3-} \times M(K_3[Co(NO_2)_6]) = 5.3 \times 10^{-4} \times 452 \text{ გ/მოლი} = 0.24 \text{ გ/ლ (0.5 ქულა)}$

2.5. დაადგინეთ გატიტრის ცდომილება (%) საწყის ხსნარში ნალექის ხსნადობის გამო (არ გაითვალისწინოთ ნალექის გარეცხვასთან დაკავშირებული დანაკარგი).

გატიტრის მონაცემების მიხედვით საწყის ხსნარში კობალტ (III)-ის კონცენტრაცია იყო  $3.125 \times 10^{-2}$ . გამოთვლილი ხსნადობა  $[Co(NO_2)_6]^{3-}$ -ის აღმოჩნდა  $5.3 \times 10^{-4}M$ . ამ შედეგების მიხედვით, გატიტრის ცდომილება:

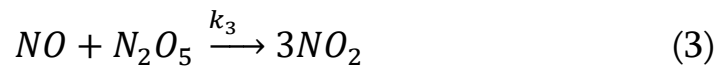
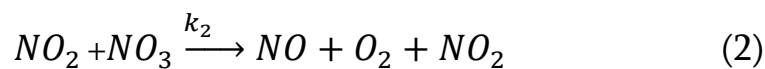
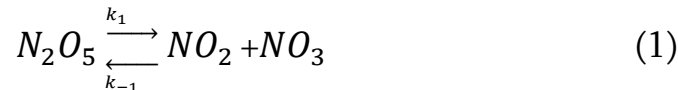
$$\Delta = (S \times V(\text{საბოლოო}) / (C(Co) \times V(\text{საწყისი})) \\ = (5.3 \times 10^{-4} \times 107 \text{ მლ} / (3.125 \times 10^{-2} \times 100 \text{ მლ})) \times 100\% = 1.8\%$$

(2 ქულა)

**ამოცანა 3. (15%)**

| დავალეზა | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 |  | სულ |
|----------|-----|-----|-----|-----|--|-----|
| ქულა     | 2   | 3   | 2   | 3   |  | 10  |

აირადი  $N_2O_5$  -ის თერმულ დაშლას შესწავლიან მუდმივი მოცულობის ჭურჭელში, განიხილავენ პროცესის შემდეგ მექანიზმს:



3.1. ჩაწერეთ  $N_2O_5$ -ის დაშლის ჯამური რეაქცია. გამოსახეთ რეაქციის სიჩქარე რეაქციაში მონაწილე თითოეული ნივთიერების მიხედვით.

1. რეაქციის ჯამური სახე არის:



რეაქციის სიჩქარე გამოსახული თითოეული ნივთიერების კონცენტრაციის მიხედვით:

$$v = \frac{d[O_2]}{dt} = \frac{1}{4} \frac{d[NO_2]}{dt} = -\frac{1}{2} \frac{d[N_2O_5]}{dt} \quad (2)$$

$$v = \frac{d[O_2]}{dt} = k_2 [NO_2][NO_3] \quad (3)$$

3.2. არამდგრად ნაერთებზე  $NO$  და  $NO_3$  -ზე გამოიყენეთ კვაზისტაციონარულ კონცენტრაციათა მეთოდი და აჩვენეთ, რომ მოცემული მექანიზმი შეესაბამება პირველი რიგის რეაქციას.

გამოიყენოთ კვაზისტაციონარულ კონცენტრაციათა მეთოდი  $[NO_3]$  -ის მიმართ:

$$\frac{d[NO_3]}{dt} = k_1[N_2O_5] - (k_{-1} + k_2)[NO_2][NO_3] = 0$$

(4)

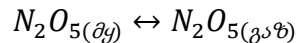
$$[NO_3] = \frac{k_1[N_2O_5]}{(k_{-1} + k_2)[NO_2]} \quad (5)$$

ჩავსვით  $[NO_3]$  ფორმულა (5)-დან გამოსახულება (3)-ში, მივიღებთ:

$$v = \frac{d[O_2]}{dt} = \frac{k_1 k_2 [N_2O_5]}{k_{-1} + k_2} \quad (6)$$

3.3. აჩვენეთ, რომ თუ ჭურჭელში იმყოფება მყარი  $N_2O_5$ , მაშინ რეაქციის რიგი არის ნულის ტოლი.

2. მყარი  $N_2O_5$ -ის თანაობისას, როცა  $T = \text{const}$  მყარდება წონასწორობა:



$P_{N_2O_5} = \text{const}$ ,  $[N_2O_5] = \text{const}$  და რეაქციის რიგი არის ნულის ტოლი

3.4. აღნიშნავენ, რომ  $140^\circ\text{C}$ -ზე ჭურჭელში შეყვანილი აირადი  $N_2O_5$ -ის 50% იშლება 8 წმ-ში, ხოლო  $90^\circ\text{C}$ -ზე იგივე რაოდენობის აირადი  $N_2O_5$  იშლება 9 წთ-ში. გამოთვალეთ ამ რეაქციის სიჩქარის მუდმივა და აქტივაციის ენერგია.

1. პირველი რიგის რეაქციისათვის ვიპოვოთ რეაქციის მუდმივა სხვადასხვა ტემპერატურაზე:

$$t = 90^\circ\text{C} \quad k = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0.693}{9 \cdot 60} = 1.28 \cdot 10^{-3} \text{ წმ}^{-1}$$

$$t = 140^\circ\text{C} \quad k = \frac{0.693}{8} = 8.66 \cdot 10^{-2} \text{ წმ}^{-1}$$

და აქტივაციის ენერგია:

$$E_s = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = 105 \text{ კჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$$

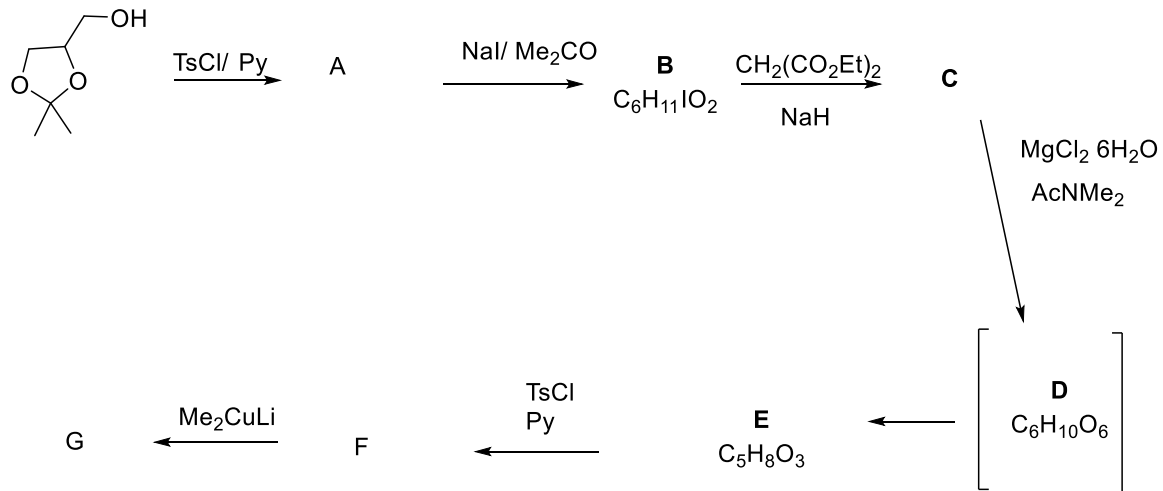
**ამოცანა 4. 4-ჰექსანოლიდი (22%)**

|        |     |  |  |    |
|--------|-----|--|--|----|
| კითხვა | 4.1 |  |  | 18 |
| ქულა   | 18  |  |  |    |

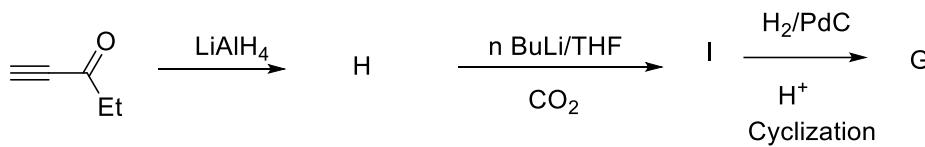


უამრავი ლაქტონი წარმოადგენს ფერომონს. ლაქტონებს შორის უფრო ხშირად  $\gamma$ -ლაქტონებს ვხვდებით. ერთ-ერთი ასეთი ლაქტონი 4-ჰექსანოლიდი გამოყოფილია ხოჭოდან *Trogoderma glabrum*. სინთეზის თვალსაზრისით 4-ჰექსანოლიდის სინთეზი რთული არაა, მაგრამ აღმოჩნდა, რომ მწერი პასუხობს მხოლოდ (+)4-ჰექსანოლიდზე, ხოლო პასიურია როგორც მის ენანტიომერზე, ისე რაცემატულ ნარევეზე.

ქვემოთ მოყვანილ სქემებზე მოცემულია ლაქტონის სინთეზის ორი ალტერნატიული გზა:

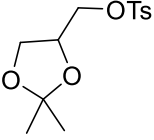
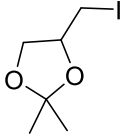
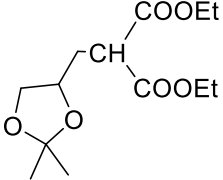
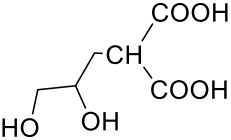
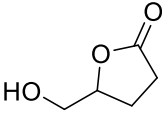
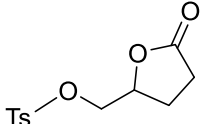
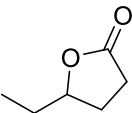
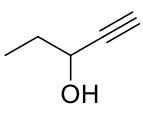
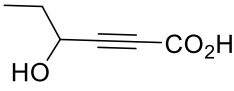


სქემა 1.



სქემა 2.

4.1. დაწერეთ ნაერთების A-I სტრუქტურული ფორმულები

|   |   |   |
|---|---|---|
|  <p>A<br/>2 ქულა</p>   |  <p>B<br/>2 ქულა</p>   |  <p>C<br/>2 ქულა</p>   |
|  <p>D<br/>2 ქულა</p>   |  <p>E<br/>2 ქულა</p>   |  <p>F<br/>2 ქულა</p>   |
|  <p>G<br/>2 ქულა</p> |  <p>H<br/>2 ქულა</p> |  <p>I<br/>2 ქულა</p> |



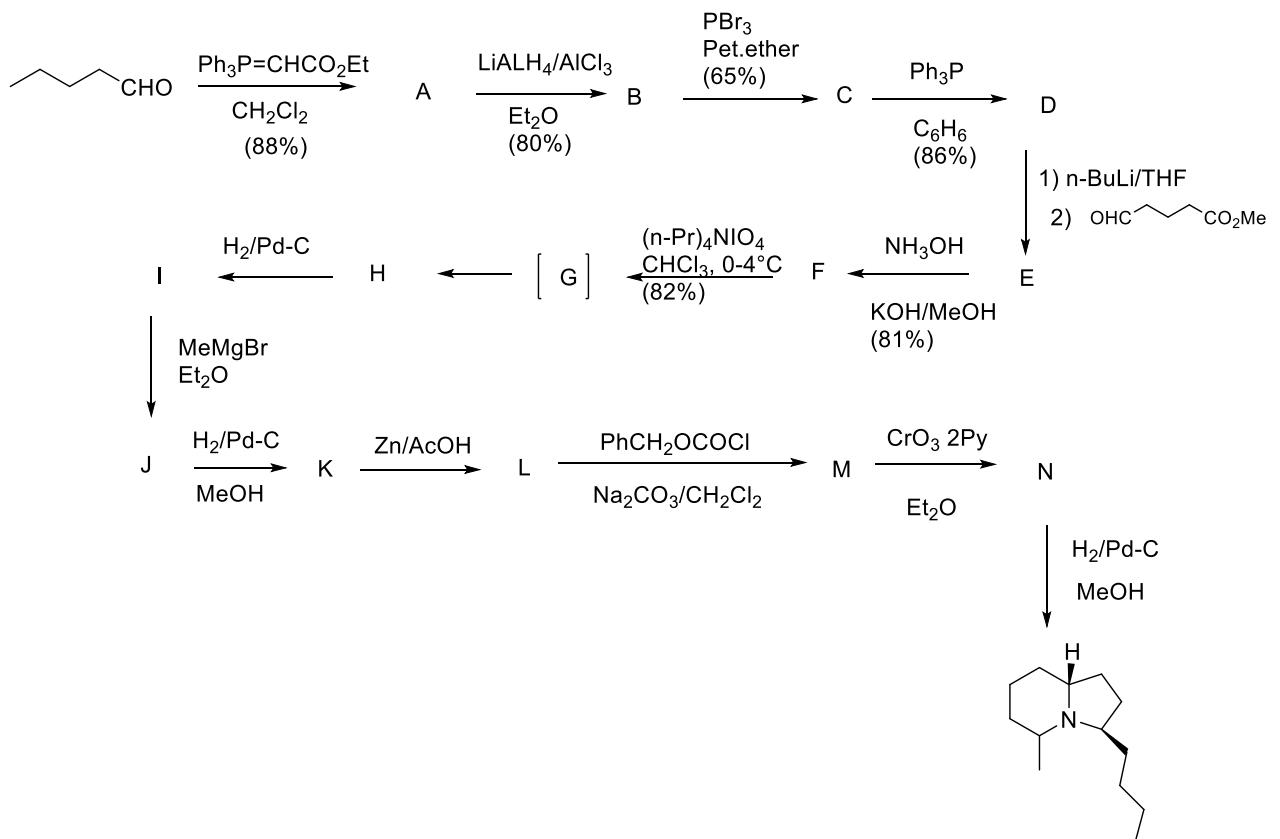
**ამოცანა 5. ჭიანჭველა ფარაონი (28%)**

|        |     |  |  |    |
|--------|-----|--|--|----|
| კითხვა | 5.1 |  |  | 28 |
| ქულა   | 28  |  |  |    |



ჭიანჭველა ფარაონი (*Monomorium pharaonis*) არის მცირე ზომის (2 მმ) ყვითელი ან ღია ყავისფერი გამჭვირვალე მწერი. იგი ძირითადად დახურულ სივრცეში ბინადრობს და მას ხშირად შევხვდებით სახლში, ფარდულებში, თუ საავადმყოფოებში. მისი წარმოშობის არეალი დადგენილი არაა, რადგან გავრცელებულია თითქმის ოთხივე კონტინენტზე.

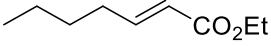
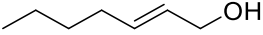
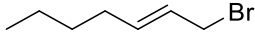
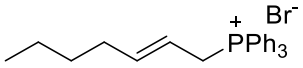
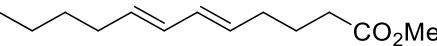
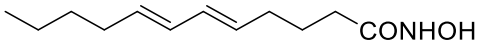
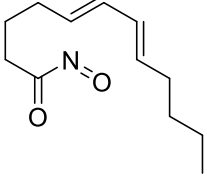
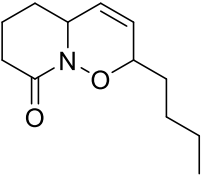
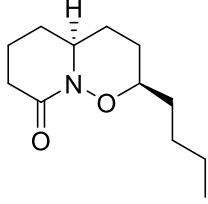
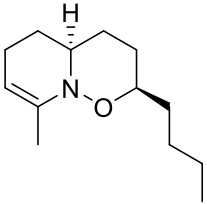
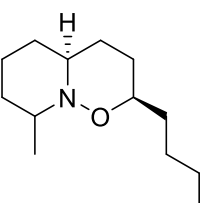
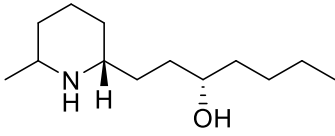
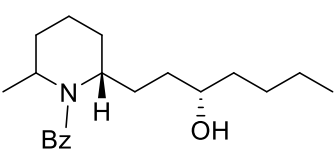
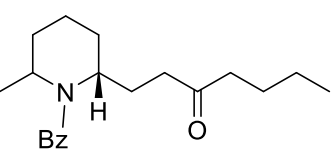
მის წინააღმდეგ ბრძოლისათვის, განსაკუთრებით საავადმყოფოებში გამოიყენება სპეციალური ფერომონი (3R,5S,9S)-მონომორინ I. მონომორინ I-ის რამდენიმე სინთეზის გზა არსებობს. ერთ-ერთი მათგანი მოცემულია ქვემოთ სქემაზე:



ცნობილია, რომ

- ნაერთი H არის ბიციკლური
- ნაერთები L და M მოიცავენ ფართო შთანთქმის ზოლს  $3600\text{-}3200\text{ სმ}^{-1}$  უბანში.

1.1. დაწერეთ ნაერთების A-N სტრუქტურული ფორმულები

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p></p> <p>A<br/>2 ქულა</p>   | <p></p> <p>B<br/>2 ქულა</p>   | <p></p> <p>C<br/>2 ქულა</p>   |
| <p></p> <p>D<br/>2 ქულა</p>   | <p></p> <p>E<br/>2 ქულა</p>  | <p></p> <p>F<br/>2 ქულა</p>   |
| <p></p> <p>G<br/>2 ქულა</p> | <p></p> <p>H<br/>2 ქულა</p> | <p></p> <p>I<br/>2 ქულა</p>  |
| <p></p> <p>J<br/>2 ქულა</p> | <p></p> <p>K<br/>2 ქულა</p> | <p></p> <p>L<br/>2 ქულა</p> |
| <p></p> <p>M<br/>2 ქულა</p> | <p></p> <p>N<br/>2 ქულა</p> |  |