

# პრაქტიკული თური



51st — International  
Chemistry Olympiad  
France — Paris — 2019

Making science together!

2019-07-24



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE ET  
DE LA JEUNESSE

MINISTÈRE  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,  
DE LA RECHERCHE  
ET DE L'INNOVATION

## ზოგადი ინსტრუქცია

- წინამდებარე პრაქტიკული ტურის ბუკლეტი მოიცავს 32 გვერდს.
- პრაქტიკული ტურის დაწყების წინ გაიცემა შესაბამისი ბრძანება „წაკითხვა“. თქვენ გექნებათ 15 წუთი, რომ წაკითხოთ ეს ბუკლეტი. მოცემულ პერიოდში თქვენ მხოლოდ წაკითხვის უფლება გაქვთ. **არ დაწეროთ არაფერი და არ გამოიყენოთ კალკულატორი.**
- თქვენ შეგიძლიათ დაიწყოთ ამოცანის შესრულება დაუყოვნებლივ „სტარტის“ ბრძანების შემდეგ და გექნებათ 5 საათი სამუშაოს დასამთავრებლად.
- ამოცანები შეგიძლიათ შეასრულოთ ნებისმიერი თანმიმდევრობით, თუმცა ჩვენი რჩევაა დაიწყოთ ამოცანა P1-ით.
- ყველა შედეგი და პასუხი გარკვევით ჩაწერეთ კალმით საგამოცდო ფურცლის სპეციალურად გამოყოფილ არეში. შედეგები, რომელიც ჩაწერილ იქნება პასუხის უჯრების გარეთ, არ შეფასდება.
- თუ სავარჯიშოდ გჭირდებათ შავი ფურცლები, გამოიყენეთ საგამოცდო ფურცლის უკანა მხარე. **გახსოვდეთ, რომ პასუხის უჯრების გარეთ დაწერილი მასალა არ ფასდება.**
- ბუკლეტის ოფიციალური ინგლისური ვერსია შეგიძლიათ მოითხოვოთ მხოლოდ დაზუსტების მიზნით.
- თუ გესაჭიროებათ ლაბორატორიის დატოვება (ტუალეტისათვის, დასალევად ან წასახემსებლად), ასწიეთ შესაბამისი ბარათი. ლაბორატორიის ასისტენტი გაგაცილებთ.
- მაგიდის ზემოთ არსებული თაროების გამოყენების უფლება არ გაქვთ სტუდენტების თანაბარი პირობების დაცვიდან გამომდინარე.
- უნდა დაიცვათ IChO-ს რეგლამენტში მოცემული უსაფრთხოების წესები. თუ დაარღვევთ უსაფრთხოების წესებს, მიიღებთ მხოლოდ ერთ გაფრთხილებას ლაბორატორიის ასისტენტისგან. ლაბორატორიის უსაფრთხოების წესების შემდგომი დარღვევა გამოიწვევს თქვენს მოხსნას გამოცდიდან და მიღებული შედეგები გაგინულდებათ.
- რეაქტივები და ლაბორატორიული მოწყობილობა, თუ სპეციალურად არ არის მითითებული, საჭიროების შემთხვევაში მოგეცემათ დამატებითი რაოდენობით ან შეიცვლება საჯარიმო ქულის გარეშე მხოლოდ ერთხელ. ყოველი შემდგომი ინციდენტისთვის დაგაკლდებათ 1 ქულა 40-დან.
- ლაბორატორიის სუპერვაიზერი შეგახსენებთ დროს **სდექ (Stop)** სიგნალამდე 30 წუთით ადრე.
- მუშაობა უნდა დაამთავროთ დაუყოვნებლივ **სდექ (Stop)** სიგნალის გაცემის შემდეგ. ერთი წუთი ან მეტი დროით გადაცილება გამოიწვევს შედეგების განულებას.
- **სდექ (Stop)** სიგნალის გაცემის შემდეგ ლაბორატორიის ასისტენტი მოვა თქვენთან და ხელს მოაწერს თქვენს ნაშრომს.
- როდესაც თქვენ და თქვენი ასისტენტი ორივე მოაწერთ ხელს ნაშრომს, ჩადეთ კონვერტში საგამოცდო ბუკლეტი და ჩააბარეთ შეფასებისათვის თქვენს მიერ მიღებულ პროდუქტთან და თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის ფირფიტებთან (თფქ, TLC) ერთად.

## ლაბორატორიული უსაფრთხოების წესები

- უნდა გეცვათ ხალათი შეკრულ მდგომარეობაში. ფეხსაცმელი სრულად უნდა ფარავდეს ტერფს და ქუსლს.
- ყოველთვის ატარეთ უსაფრთხოების ან მხედველობის სათვალე ლაბორატორიაში მუშაობისას. არ გამოიყენოთ კონტაქტური ლინზები.

- არ მიიღოთ საკვები და წყალი ლაბორატორიაში. სადეჰი რეზინის ღეჭვა არ არის დაშვებული.
- იმუშავეთ მხოლოდ გამოყოფილ ადგილას. დაცავით სისუფთავე როგორც თქვენს სამუშაო ადგილზე, ისე გამოყოფილ საერთო მოხმარების ადგილას.
- არაავტორიზებული ექსპერიმენტების ჩატარება არ არის დაშვებული. მოცემული ექსპერიმენტების მოდიფიკაცია დაუშვებელია.
- არ ამოწოვოთ პიპეტი პირით. ყოველთვის გამოიყენეთ პიპეტის შესავსები რეზინის ბუშტი (bulb).
- მოწმინდეთ დაღვრილი მასალები და აკრიფეთ გატეხილი ჭურჭელი დაუყოვნებლივ როგორც მაგიდიდან, ისე იატაკიდან.
- ნარჩენები უნდა იქნას შეგროვებული წესების დაცვით კონტამინაციისა და დაზიანების თავიდან ასაცილებლად. წყალხსნარები შეიძლება ჩაიღვაროს ნიჟარაში. ორგანული ნარჩენები უნდა შეგროვდეს შესაბამის თავდახურულ ჭურჭელში. .

## ფიზიკური კონსტანტები და ფორმულები

In these tasks, we assume the activities of all aqueous species to be well approximated by their respective concentration in mol L<sup>-1</sup>. To further simplify formulae and expressions, the standard concentration  $c^\circ = 1 \text{ mol L}^{-1}$  is omitted.

Avogadro's constant:	$N_A = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Universal gas constant:	$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Standard pressure:	$p^\circ = 1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Atmospheric pressure:	$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 1.013 \text{ bar} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$
Zero of the Celsius scale:	273.15 K
Faraday constant:	$F = 9.649 \cdot 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Watt:	$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$
Kilowatt hour:	$1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$
Planck constant:	$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Speed of light in vacuum:	$c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Elementary charge:	$e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Electrical power:	$P = \Delta E \times I$
Power efficiency:	$\eta = P_{\text{obtained}} / P_{\text{applied}}$
Planck-Einstein relation:	$E = hc / \lambda$
Ideal gas equation:	$pV = nRT$
Gibbs free energy:	$G = H - TS$

Reaction quotient  $Q$  for a reaction  
 $a \text{ A(aq)} + b \text{ B(aq)} = c \text{ C(aq)} + d \text{ D(aq)}$ :

$$Q = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$

Henderson–Hasselbalch equation:

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$$

Nernst–Peterson equation:

$$E = E^\circ - \frac{RT}{zF} \ln Q$$

where  $Q$  is the reaction quotient of the reduction half-reaction

$$\text{at } T = 298 \text{ K}, \frac{RT}{F} \ln 10 \approx 0.059 \text{ V}$$

Beer–Lambert law:

$$A = \epsilon lc$$

Rate laws in integrated form:

- Zero order:

$$[\text{A}] = [\text{A}]_0 - kt$$

- First order:

$$\ln[\text{A}] = \ln[\text{A}]_0 - kt$$

- Second order:

$$1/[\text{A}] = 1/[\text{A}]_0 + kt$$

Half-life for a first order process:

$$t_{1/2} = \ln 2 / k$$

Number average molar mass  $M_n$ :

$$M_n = \frac{\sum_i N_i M_i}{\sum_i N_i}$$

Mass average molar mass  $M_w$ :

$$M_w = \frac{\sum_i N_i M_i^2}{\sum_i N_i M_i}$$

Polydispersity index  $I_p$ :

$$I_p = \frac{M_w}{M_n}$$

**Note**

The unit of molar concentration is either “M” or “mol L<sup>-1</sup>”:

$$1 \text{ M} = 1 \text{ mol L}^{-1} \quad 1 \text{ mM} = 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \quad 1 \text{ }\mu\text{M} = 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

## Periodic table

1 H 1.008																	18 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -



## Definition of GHS statements

The GHS hazard statements (H-phrases) associated with the materials used are indicated in the problems. Their meanings are as follows.

### Physical hazards

H225 Highly flammable liquid and vapor.  
H226 Flammable liquid and vapor.  
H228 Flammable solid.  
H271 May cause fire or explosion; strong oxidizer.  
H272 May intensify fire; oxidizer.  
H290 May be corrosive to metals.

### Health hazards

H301 Toxic if swallowed.  
H302 Harmful if swallowed.  
H304 May be fatal if swallowed and enters airways.  
H311 Toxic in contact with skin.  
H312 Harmful in contact with skin.  
H314 Causes severe skin burns and eye damage.  
H315 Causes skin irritation.  
H317 May cause an allergic skin reaction.  
H318 Causes serious eye damage.  
H319 Causes serious eye irritation.  
H331 Toxic if inhaled.  
H332 Harmful if inhaled.  
H333 May be harmful if inhaled.  
H334 May cause allergy or asthma symptoms or breathing difficulties if inhaled.  
H335 May cause respiratory irritation.  
H336 May cause drowsiness or dizziness.  
H351 Suspected of causing cancer.  
H361 Suspected of damaging fertility or the unborn child.  
H371 May cause damage to organs.  
H372 Causes damage to organs through prolonged or repeated exposure.  
H373 May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure.

### Environmental hazards

H400 Very toxic to aquatic life.  
H402 Harmful to aquatic life.  
H410 Very toxic to aquatic life with long-lasting effects.  
H411 Toxic to aquatic life with long-lasting effects.  
H412 Harmful to aquatic life with long-lasting effects.

## ქიმიური რეაგენტები

## ყველა ამოცანისათვის

ქიმიური რეაგენტები	აღნიშვნა ბოთლზე	GHS hazard statements
დეინიზირებული წყალი: - ჩამრეცხი ბოთლი (მაგიდა) - პლასტმასის ბოთლი (მაგიდა) - პლასტმასის დიდი ჭურჭელი (ამწოვი)	<b>Deionized Water</b>	Not hazardous
ეთანოლი, ჩამრეცხ ბოთლში	<b>Ethanol</b>	H225, H319
თეთრი ღვინის ნიმუში, 300 მლ ყავისფერ პლასტმასის ბოთლში	<b>Wine sample</b>	H225, H319

## P1 ამოცანისათვის

ქიმიური რეაგენტები	აღნიშვნა ბოთლზე	GHS hazard statements
4-ნიტრობენზალდეჰიდი, 1.51 გ ყავისფერ მინის ბოთლში	<b>4-nitrobenzaldehyde</b>	H317, H319
ელუენტი A, 20 მლ მინის ბოთლში	<b>Eluent A</b>	H225, H290, H304, H314, H319, H336, H410
ელუენტი B, 20 მლ მინის ბოთლში	<b>Eluent B</b>	H225, H290, H304, H314, H319, H336, H410
ოქსონი® (კალიუმის პეროქსომონოსულფატის მარილი), 7.87 გ პლასტმასის ბოთლში	<b>Oxone®</b>	H314
4-ნიტრობენზალდეჰიდის ნიმუში თფქ-ისათვის	<b>TLC standard</b>	H317, H319

## P2 ამოცანისათვის

ქიმიური რეაგენტები	აღნიშვნა ბოთლზე	GHS hazard statements
1 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარი, 20 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>KSCN 1 M</b>	H302+H312+H332, H412
0.00200 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარი, 60 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>KSCN 0.00200 M</b>	Not hazardous
1 M პერქლორის მჟავას ხსნარი, 10 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>HClO<sub>4</sub></b>	H290, H315, H319
0.00200 M რკინა (III)-ის ხსნარი, 80 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>Fe(III) 0.00200 M</b>	Not hazardous
0.000200 M რკინა (III)-ის ხსნარი, 80 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>Fe(III) 0.000200 M</b>	Not hazardous

0.3% წყალბადის ზეჟანგის ხსნარი, 3 მლ ყავისფერი მინის ბოთლში	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Not hazardous
-------------------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------

### P3 ამოცანისათვის

ქიმიური რეაგენტები	აღნიშვნა ბოთლზე	GHS hazard statements
0.01 M იოდის ხსნარი, 200 მლ ყავისფერ მინის ბოთლში	<b>I<sub>2</sub></b>	H372
0.03 M ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი, 200 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	Not hazardous
1 M NaOH-ს ხსნარი, 55 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>NaOH</b>	H290, H314
2.5 M გოგირდმჟავას ხსნარი, 80 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	H290, H315, H319
0.5 M კალიუმის იოდიდის ხსნარი, 25 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>KI</b>	H372
კალიუმის იოდატი, დაახ. 100 მგ (ზუსტი მასა მითითებულია ეტიკეტზე), მინის ჭურჭელში	<b>KIO<sub>3</sub></b>	H272, H315, H319, H335
სახამებლის ხსნარი, 25 მლ პლასტმასის ბოთლში	<b>Starch</b>	Not hazardous



## მოწყობილობები ყველა ამოცანისათვის

პერსონალური მოწყობილობა	რაოდენობა
პიპეტის შესავსები ბუშტი (bulb)	1
უსაფრთხოების სათვალე	1
1 ლ პლასტმასის ბოთლი ორგანული ნარჩენებისთვის, დასახელება ბოთლზე „ორგანული ნარჩენები“ (Organic waste)	1
ქაღალდის ხელსახოცი	15 ცალი
თხელი (პატარა) ხელსახოცი	30 ცალი
შპატელი (დიდი)	1
შპატელი (პატარა)	1
წამზომი	1
ფანქარი	1
საშლელი	1
შავი პასტა	1
მინაზე საწერი ფლომასტერი	1
სახაზავი	1

საერთო მოწყობილობები	რაოდენობა
უი (UV) ნათურა თფქ-ს ვიზუალიზაციისთვის	2 ც ლაბორატორიაში
კოლორიმეტრი	5 ც ლაბორატორიაში
ხელთათმანები	ყველა ზომა (S, M, L, XL) ხელმისაწვდომია ლაბ ასისტენტთან მოთხოვნის შემდეგ
ცინულის აბაზანა	1 ც ლაბორატორიაში

## პირველი ამოცანისათვის P1

პერსონალური მოწყობილობა	რაოდენობა
შტატივი:	1
- დამჭერი პატარა თათით	2
- დამჭერი დიდი თათით	1
ერლენმეიერის კოლბა მიხეხილი ყელით, 100 მლ	1
ერლენმეიერის კოლბა მიხეხილი ყელით, 50 მლ	1
უკუმაცივარი	1
მაგნიტური სარევი გამაცხელებლით	1
კრისტალიზატორი	1
მაგნიტური სარევი (Magnetic stirring bar)	1
ბუნზენის კოლბა	1
ბიუხნერის ძაბრი რეზინის ადაპტორით	1
ჩამკეტისანი პოლიმერული პარკი 3 ცალი ფილტრის ქაღალდით	1
პეტრის ჯამი	1

ჭიქა თფქ-ს ელუენტისათვის წარწერით “ <b>TLC elution chamber</b> ”	1
ჩამკეტისანი პოლიმერული პარკი 3 ც თფქ-ს ფირფიტით (ფლუორესცენტური ინდიკატორით), წარწერით <b>Student Code</b>	1
თფქ-ს კაპილარი (პეტრის ჯამში)	4
პლასტმასის პიპეტი	1
მინის წკირი	1
დანაყოფებიანი ცილინდრი, 25 მლ	1
ჭიქა, 150 მლ	2
პლასტმასის ძაბრი ფხვნილებისთვის	1
ერთჯერადი პლასტმასის პიპეტი	2
ყავისფერი მინის ბოთლი საცობით თფქ-ს ნიმუშისათვის, 1.5 მლ, წარწერა ბოთლზე <b>C</b> და <b>R</b>	2
წინასწარ აწონილი ყავისფერი მინის ბოთლი, 10 მლ, საცობით, წარწერით <b>Student Code</b>	1
მაგნიტის მაგნიტური ამოსაღები	1

### მეორე ამოცანისათვის P2

პერსონალური მოწყობილობა	რაოდენობა
მზომი კოლბა, 10 მლ	1
დანაყოფებიანი პიპეტი, 10 მლ	3
დანაყოფებიანი პიპეტი, 5 მლ	3
სინჯარის შტატივი	1
სინჯარა	15
სინჯარის საცობი	7
კოლორიმეტრის კიუვეტა, სხივის გავლის მანძილი (კიუვეტას სიგანე) 1.0 სმ	2
ჭიქა, 100 მლ	2
ერთჯერადი პლასტმასის პიპეტი	15

### მესამე ამოცანისათვის P3

პერსონალური მოწყობილობა	რაოდენობა
შტატივი ბიურეტის დამჭერი თათით	1
ბიურეტი, 25 მლ	1
მინის ძაბრი	1
ერლენმეიერის კოლბა, 100 მლ	3
ერლენმეიერის კოლბა 25 მლ	3
ჭიქა, 150 მლ	1
ჭიქა, 100 მლ	2
მზომი კოლბა საცობით, 100 მლ	1
მზომი (მორის) პიპეტი, 50 მლ	1
მზომი (მორის) პიპეტი, 25 მლ	1

მზომი (მორის) პიპეტი, 20 მლ	1
დანაყოფებიანი ცილინდრი, 25 მლ	1
დანაყოფებიანი ცილინდრი, 10 მლ	1
დანაყოფებიანი ცილინდრი, 5 მლ	1
ერთჯერადი პლასტმასის პიპეტი	3
პარაფილმი	20 ცალი

Problem P1	Question	Yield	Purity	TLC	P1.1	P1.2	Total
13% of total	Points	12	12	8	2	3	37
	Score						

### ამოცანა P1. 4-ნიტრობენზალჰიდის ჟანგვის მეთოდის მოდიფიცირება

მომწამველი ნარჩენების თავიდან აცილების მიზნით უკანასკნელ დეკადაში ქიმიკოსებმა მოახერხეს ჟანგვის პროცესების მავნე რეაგენტების შეცვლა. წინამდებარე ამოცანაში დამჟანგველ აგენტად აღებულია კალიუმის პეროქსომონოსულფატი, ვინაიდან იგი წარმოქმნის მხოლოდ არა-ტოქსიკურ და არა-დამაბინძურებელ სულფატის მარილებს. მოცემულ შემთხვევაში დამჟანგველად აღებულია ოქსონი (Oxone®).

გარდა ამისა, რეაქცია ტარდება წყალი/ეთანოლის არეში, რომელიც თავის მხრივ ასევე მიეკუთვნება „მწვანე“ გამხსნელების რიგს.

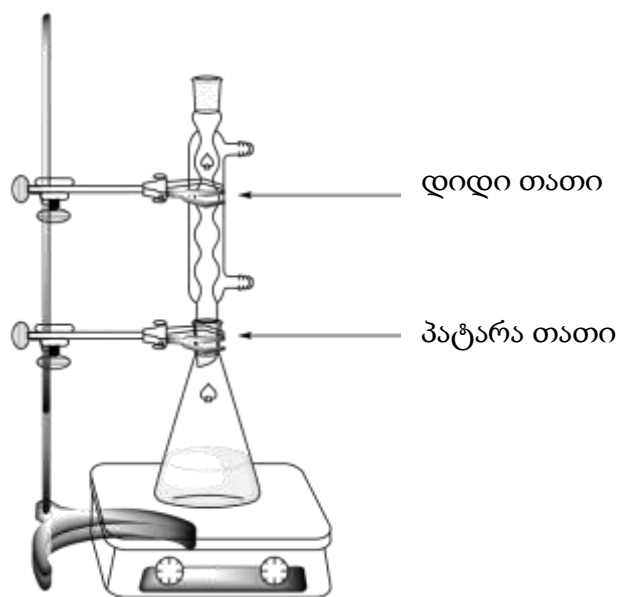
თქვენი ამოცანაა განახორციელოთ 4-ნიტრობენზალდეჰიდის დაჟანგვა, მიღებული პროდუქტის გადაკრისტალება, თფქ (TLC) ელუენტების შედარება და თფქ-ს გამოყენებით პროდუქტის სისუფთავის განსაზღვრა.

შენიშვნა: ეთანოლისა და ელუენტის ნარჩენი უნდა მოათავსოთ შესაბამის ნარჩენების ბოთლში წარწერით “Organic waste”.

### ცდის მსვლელობა

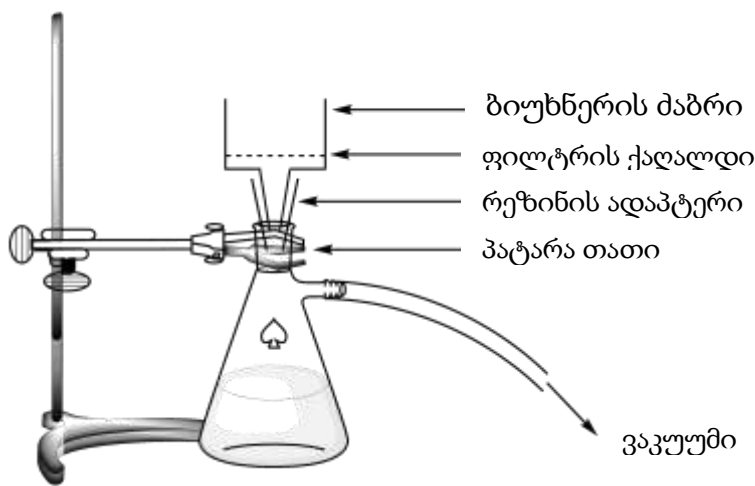
#### I. 4-ნიტრობენზალდეჰიდის დაჟანგვა

- შეურიეთ 20 მლ წყალი და 5 მლ ეთანოლი.**
- მოათავსეთ** მაგნიტური სარევის მაგნიტი (magnetic bar) 100 მლ-იან მიხეხილ ყელიან ერლენმეიერის კოლბაში.
- გადაიტანეთ** წინასწარ აწონილი 1.51 გ 4-ნიტრობენზალდეჰიდი ერლენმეიერის კოლბაში. **დაამატეთ** წყალი/ეთანოლის ზევით მომზადებული ნარევი მთლიანად. ერლენმეიერის კოლბა **თათით დაამაგრეთ** შტატივზე. დაიწყეთ ნარევის **მორევა** და შემდეგ **დაამატეთ** წინასწარ აწონილი 7.87 გ ოქსონი.
- მთარგეთ** უკუმაცივარი კოლბას. ამისთვის დაუშვით დიდი ზომის თათი და მაცივარი ჩამოაცურეთ ქვემოთ (იხ. სურათი 1.) აწიეთ დახმარების (HELP) ბარათი. ლაბორატორიის ასისტენტი მოვა თქვენთან, გაუშვებს წყალს მაცივარში და მაგნიტურ სარევეზე ჩართავს გაცხელებას.
- ფრთხილად **გაცხელეთ** სარეაქციო ნარევი სუსტი დუღილის პირობებში (**დაახლოებით** 1 წვეთი კონდენსატი ერთ წამში) 45 წუთის განმავლობაში. აღნიშვნა გამახურებელზე შეესამაბამება ფრთხილი დუღილის შესამაბის სიმძლავრეს.



სურათი 1. დუღილის პირობებში სარეაქციო ნარევის გაცხელების მოწყობილობა

- 6. შემდეგ **გამორთეთ** გახურება მაგნიტურ სარევეზე. **მოაცილეთ** მაგნიტური სარევი კოლბას და სარეაქციო ნარევი 10 წუთით **დააყოვნეთ** გასაცივებლად. გადაიტანეთ იგი კრისტალიზატორში, რომელშიც მოთავსებულია ცინკისა და წყლის ნარევი. **დააყოვნეთ** 10 წუთი.
- 7. **აწყვეთ** ვაკუუმ-გაფილტვრის მოწყობილობა (იხ სურათი 2) ბიუხნერის ძაბრის, ფილტრის ქაღალდის და ბუნზენის კოლბის გამოყენებით და დაამაგრეთ შტატივზე პატარა თათის საშუალებით. აწიეთ დახმარების (HELP) ბარათი. ლაბორატორიის ასისტენტი მოვა თქვენთან და გაჩვენებთ, თუ როგორ უნდა შეაერთოთ ვაკუუმ-გაფილტვრის დანადგარი ვაკუუმის წყაროსთან.



სურათი 2. ვაკუუმ გაფილტვრის დანადგარი

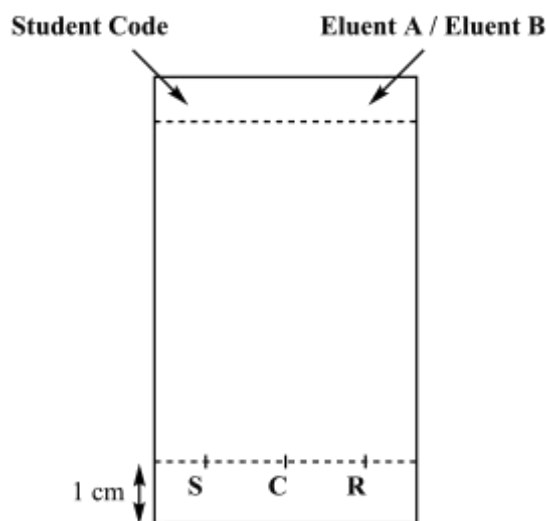
8. **შეასველეთ** ფილტრის ქალაღი და დარწმუნდით, რომ იგი ფარავს ბიუხნერის ძაბრის ყველა ნასვრეტს.
9. **ჩაასხით** ნედლი პროდუქტის სუსპენზია ბიუხნერის ძაბრში და **ჩართეთ** ვაკუუმი. ჩარეცხეთ ნალექი დეიონიზირებული წყლით (სულ მცირე 4×20 მლ).
10. **დააყოვნეთ** ნალექი კიდევ 5 წუთის განმავლობაში ვაკუუმზე გამავალი ჰაერის ნაკადის ქვეშ ნალექის წინასწარი გამოშრობის მიზნით. **მოხსენით** ვაკუუმის მილი. პატარა შპატელის საშუალებით პროდუქტის მცირე რაოდენობა (one tip) სინჯის სახით გადაიტანეთ 1.5 მლ-იან ყავისფერი მინის ქილაში **წარწერით C**. დაახურეთ საცობი ქილას და **შეინახეთ** ნაწილი III-თვის.
11. **გადაიტანეთ** დარჩენილი მყარი პროდუქტის მთელი რაოდენობა 50 მლ მიხეხილ ყელიან ერლენმეიერის კოლბაში.
12. ფილტრატი **ჩაასხით** ორგანული ნარჩენების (“Organic waste”) ბოთლში და ბიუხნერის ძაბრი და ბუნზენის კოლბა გარეცხეთ წყლით და ეთანოლით. გამოყენებული ეთანოლი ჩაასხით ორგანული ნარჩენების (“Organic waste”) ბოთლში.

## II. პროდუქტის გადაკრისტალდება

1. **შეურიეთ** 9 მლ წყალი და 21 მლ ეთანოლი.
2. **ჩაატარეთ** ნედლი პროდუქტის გადაკრისტალდება, რომელიც მოთავსებულია 50 მლ-იან მიხეხილყელიან ერლენმეიერის კოლბაში ეთანოლ/წყლის ნარევის საჭირო რაოდენობით. გადაკრისტალდებისას გამოიყენეთ იგივე ტიპის მოწყობილობა, როგორც მოცემულია სურათზე 1. **აწიეთ** დახმარების (HELP) ბარათი. ლაბორატორიის ასისტენტი მოვა თქვენთან, გაუშვებს წყალს უკუმაცივარში და ჩართავს გამახურებელს. გამხსნელი **დაამატეთ** უკუმაცივრის ზედა ყელიდან საჭიროებისამებრ.
3. როდესაც პროდუქტი დაკრისტალდება, ნალექის შესაგროვებლად გამოიყენეთ იგივე პროცედურები, რომელიც აღწერილი იყო I.7-დან I.10-მდე პუნქტებში. პატარა შპატელის გამოყენებით გადაკრისტალდებული პროდუქტის მცირე რაოდენობა სინჯის სახით **გადაიტანეთ** 1.5 მლ-იან პატარა ყავისფერ მინის ბოთლში **წარწერით R**. დაახურეთ თავსახურავი ბოთლს და **შეინახეთ** ნაწილი III-თვის.
4. **გადაიტანეთ** გასუფთავებული მყარი მასა წინასწარ აწონილ ბოთლში, რომელსაც აწერია სტუდენტის კოდი. სახურავი **დაახურეთ** ბოთლს.
5. ფილტრატი **გადაიტანეთ** ორგანული ნარჩენების (“Organic waste”) ბოთლში და **აწიეთ** დახმარების (HELP) ბარათი. ლაბორატორიის ასისტენტი მოვა თქვენთან და დაკეტავს წყალს უკუმაცივარში.

### III. თფქ (TLC) ანალიზი

- მომზადეთ ელუირების ჭიქა (chamber).** ჩაასხით ელუენტი A დაახლოებით 0.5 სმ სიმაღლეზე და დაახურეთ პეტრის ჯამი. დაელოდეთ რამდენიმე ხანს რათა ელუენტის ორთქლმა შეავსოს ელუირების ჭიქის მთელი მოცულობა.
- მომზადეთ თქვენი სინჯები.** თქვენ გაქვთ 4-ნიტრობენზალდეჰიდის სტანდარტი ყავისფერი პატარა მინი ბოთლით წარწერით **TLC standard** (თფქ ფირფიტაზე აღნიშნება სიმბოლოთი S). თქვენ გაქვთ ასევე შენახული ნედლი პროდუქტის სინჯი (ბოთლი C) და გადაკრისტალებული პროდუქტის სინჯი ბოთლი (R). დაამატეთ დაახლოებით 1 მლ ეთანოლი თითოეულ ბოთლს და გახსენით სრულად.
- მომზადეთ თფქ ფირფიტა.** ფანქრის საშუალებით ფრთხილად გახაზეთ ფირფიტა 1 სმ სიმაღლეზე ძირიდან და აღნიშნეთ 3 სინჯის დატანის ადგილები. აღნიშნეთ (დააწერეთ) **S** (სტანდარტული სინჯი), **C** (ნედლი პროდუქტი) და **R** (გადაკრისტალებული პროდუქტი), როგორც ნაჩვენებია სურათზე 3. ზედა მარცხენა კუთხეში დააწერეთ სტუდენტის კოდი. ზედა მარჯვენა კუთხეში დააწერეთ გამოყენებული ელუენტი (პირველად **Eluent A**, შემდეგ **Eluent B**). დაიტანეთ სინჯები ფირფიტაზე კაპილარების საშუალებით..

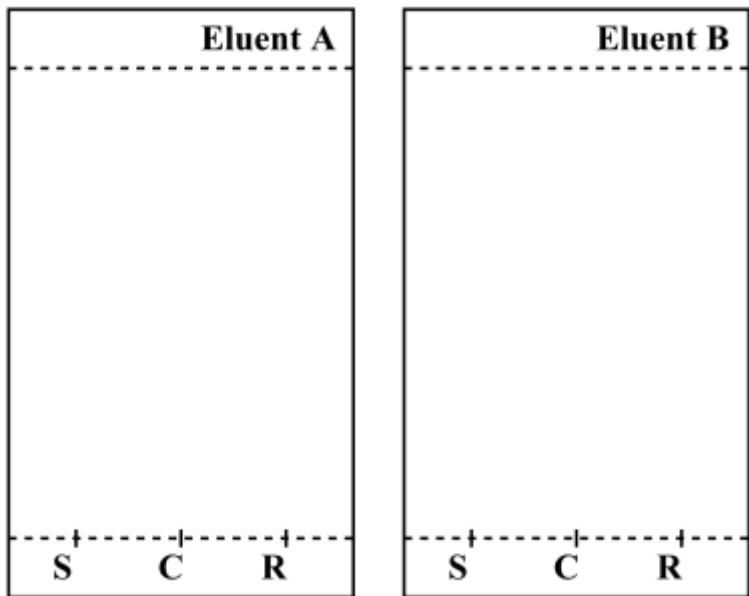


სურათი 3. თფქ ფირფიტის მომზადება

- ჩაატარეთ თფქ ანალიზი.** პინცეტის გამოყენებით თფქ ფირფიტა ჩაუშვით ელუირების ჭიქაში და დაახურეთ პეტრის ჯამი. დაელოდეთ ელუენტის ასვლას. როდესაც ელუენტი მიაღწევს დაახლოებით 1 სმ ზედა კიდედან, ამოიღეთ ფირფიტა ჭიქიდან პინცეტის საშუალებით. ფანქრით აღნიშნეთ ელუენტის ფრონტის ხაზი და დაელოდეთ გამრობას.
- თფქ ფირფიტის გამჟღავნება.** მოათავსეთ თფქ ფირფიტა უი ნათურის ქვეშ საერთო მაგიდაზე. ფანქრით შემოხაზეთ ხილული ლაქები.
- ჩაასხით ელუენტი ორგანული ნარჩენების (“Organic waste”) ბოთლში.**
- გაიმეორეთ** 1, 3, 4, 5, და 6 საფეხურები ელუენტისათვის **B**.

8. **მოთავსეთ** ფირფიტები შესაკრავიან პოლიმერის პარკში, რომელსაც აწერია სტუდენტის კოდი.

თქვენ ანალიზის შედეგები (**შეასეთ** სქემები თქვენი შედეგებით). თქვენ შეგიძლიათ ეს ნახაზები გამოიყენოთ შემდეგ კითხვებზე პასუხის გასაცემად. ეს სქემები არ შეფასდება.



გამოცდის დასრულების შემდეგ ლაბორატორიის სუპერვაიზერი შეაგროვებს შემდეგ მასალებს:

- მიწის ბოთლი წარწერით **Student Code**, რომელშიც მოთავსებულია თქვენი გადაკრისტალებული პროდუქტი;
- თქვენი ფირფიტები A და B, მოთავსებული შესაკრავიან პოლიმერის პარკში წარწერით **Student Code**.

Submitted items	
<b>Recrystallized product</b>	<input type="checkbox"/>
<b>TLC plate A</b>	<input type="checkbox"/>
<b>TLC plate B</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Signatures</b>	
_____	_____
Student	Lab Supervisor



## კითხვები

1. დაწერეთ 4-ნიტრობენზალდეჰიდისა და ოქსონის ურთიერთქმედების პროდუქტის სტრუქტურული ფორმულა. .

2. თვე ანალიზზე დაყრდნობით უპასუხეთ კითხვებს:

- რომელი ელემენტია უკეთესი რეაქციის მიმდინარეობის მონიტორინგისათვის?

A  B

- ნედი პროდუქტი (C) შეიცავს 4-ნიტრობენზალდეჰიდის კვალს.

True  False

- გადაკრისტალეზებული პროდუქტი (R) შეიცავს 4-ნიტრობენზალდეჰიდის კვალს..

True  False

ამოცანა P2	შეკითხვა	კალიბრაცია	რკინის განსაზღვრა	P2.1	P2.2	P2.3	სტექიომეტრიის განსაზღვრა	P2.4	P2.5	სულ
14% of total	Points	10	6	3	4	3	9	3	2	40
	Score									

### ამოცანა P2. ღვინის ასაკი რკინის მიხედვით

რკინა არის ელემენტი, რომელიც შეიძლება ბუნებრივად არსებობდეს ღვინოში. როცა მისი კონცენტრაცია გადააჭარბებს 10-15 მგ-ს ლიტრში, რკინა (II) შეიძლება დაიჟანგოს რკინა (III)-ში, რასაც მოყვება ნალექის წარმოქმნა და ღვინის ხარისხის დაკარგვა. ამიტომ ღვინის წარმოების დროს აუცილებელია მასში რკინის შემცველობის შეფასება.

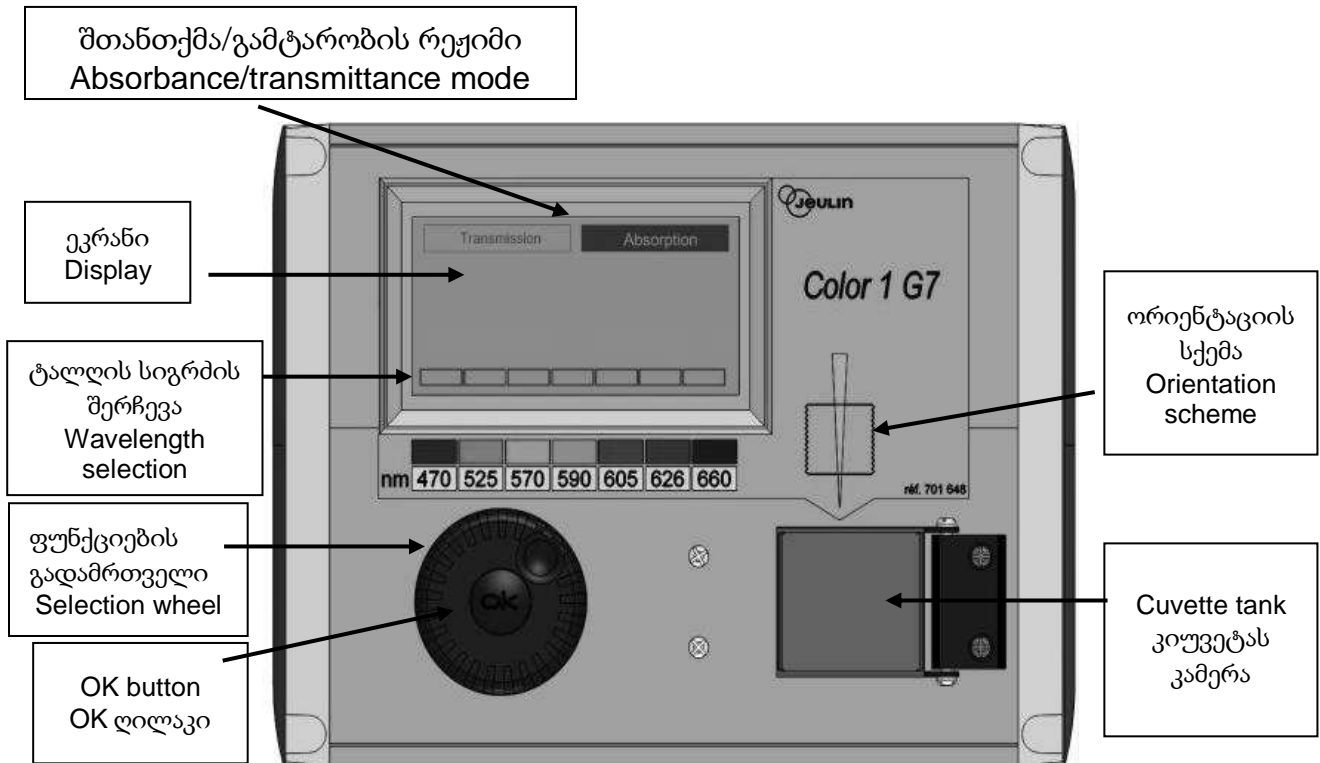
რკინის ძალიან დაბალი შემცველობის დროს რკინის განსაზღვრისათვის გამოიყენება თიოციანატის  $SCN^-$  ლიგანდთან რკინა (III)-ის შეფერილი კომპლექსის ფერის სპექტროფოტომეტრული გაზომვა.

თქვენი ამოცანაა განსაზღვროთ რკინის საერთო კონცენტრაცია მოწოდებულ თეთრ ღვინოში სპექტროფოტომეტრიის გამოყენებით და განსაზღვროთ თიოციანატი-რკინა(III)-ის კომპლექსის სტექიომეტრია.

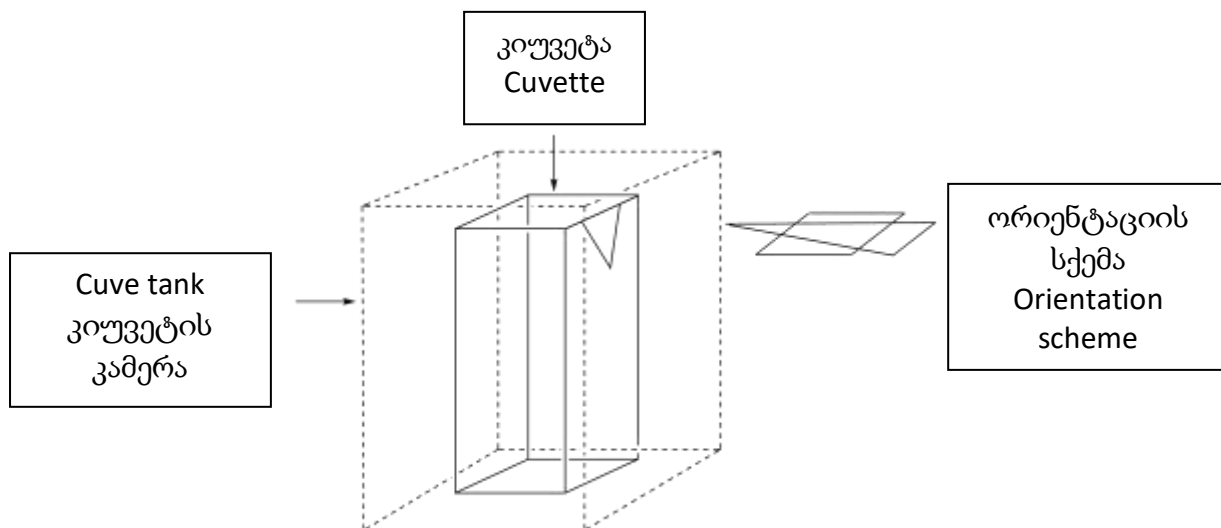
### გაფრთხილება

- ამ ამოცანაში, თქვენ გაქვთ ორი რკინა (III)-ის ხსნარი და ორი კალიუმის თიოციანატის ხსნარი სხვადასხვა კონცენტრაციით. იყავით ძალიან ფრთხილად, რომ არ აგერიოთ ეს ხსნარები.
- როგორც კი ხსნარებს მოამზადებთ სპექტროფოტომეტრული გაზომვებისთვის, ჩაწერეთ შთანთქმა არა უგვიანეს ერთი საათისა თიოციანატის დამატების შემდეგ.
- როცა დაგჭირდებათ კოლორიმეტრი, აწიეთ თქვენი HELP ბარათი. ლაბორატორიის ასისტენტი მოგცემთ ნიშანდებულ კოლორიმეტრს. თქვენ გაქვთ ამ კოლორიმეტრის გამოყენების საშუალება მაქსიმუმ 15 წუთი. ლაბორატორიის ასისტენტი წაიღებს მას, როგორც კი დაამთავრებთ ან როგორც კი ამოიწურება 15 წუთი. თუ იმ მომენტისთვის არ არის კოლორიმეტრი ხელმისაწვდომი, თქვენ იქნებით ლოდინის რიგში.
- კოლორიმეტრის ინსტრუქცია მოცემულია შემდეგ გვერდზე.
- ამ დავალებისთვის შეგიძლია მოითხოვო კოლორიმეტრი მხოლოდ სამჯერ.

## კოლორიმეტრის გამოყენების ინსტრუქცია



- ჩართეთ კოლორიმეტრი.
- შეამოწმეთ რომ “Absorbance” ანთებულია. თუ არა, მაშინ დაატრიალეთ ფუნქციების გადამრთველი (wheel) სანამ წყვეტილი ხაზი გამოჩნდება “Absorbance” -ის გარშემო და შემდეგ დააწეეთ OK ღილაკს.
- დაატრიალეთ ფუნქციების გადამრთველი (wheel) სანამ წყვეტილი ხაზი გამოჩნდება სასურველი ტალღის სიგრძის (470 ნმ) გარშემო. დააჭირეთ OK ღილაკს.
- მოათავსეთ დაახ. 3 სმ სიმაღლის კიუვეტა შესადარებელი (blank) ხსნარით კიუვეტის კამერაში. იყავით ფრთხილად, რომ შეარჩიოთ სწორი ორიენტაცია (შეხედეთ ორიენტაციის სქემას კოლორიმეტრზე, სხივი გამოდის ყვითელი ისრის მიმართულებით, იხილეთ ნახაზი ქვემოთ), და დააწეეთ კიუვეტას იმისათვის რომ ჩავიდეს ბოლომდე. დააფარეთ სახურავი.
- დაატრიალეთ ფუნქციების გადამრთველი (wheel) სანამ წყვეტილი ხაზი გამოჩნდება “Absorbance” -ის გარშემო და შემდეგ დააწეეთ OK ღილაკს. ფუნქციების გადამრთველის (wheel) გამოყენებით აირჩიეთ კალიბრირება “Calibration” და დააწეეთ OK ღილაკს.
- დაელოდეთ სანამ ეკრანზე დაეწერება 0.00 (ან -0.00).
- მოათავსეთ დაახ. 3 სმ სიმაღლის კიუვეტა საანალიზო ხსნარით კიუვეტის კამერაში. დაახურეთ სახურავი.
- ჩაიწერეთ შთანთქმის მნიშვნელობა.



**I. რკინის შემცველობის განსაზღვრა ღვინოში**

ამ ნაწილში თქვენ დაგჭირდებათ 0.000200 M რკინა (III)-ის ხსნარი და 1 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარი.

**ცდის მსვლელობა**

1. მოამზადეთ 6 სინჯარა, თითოეულში შეიტანეთ მოცემული ხსნარების საჭირო რაოდენობები ისე, როგორც მოცემულია ქვემოთ მოცემულ ცხრილში.

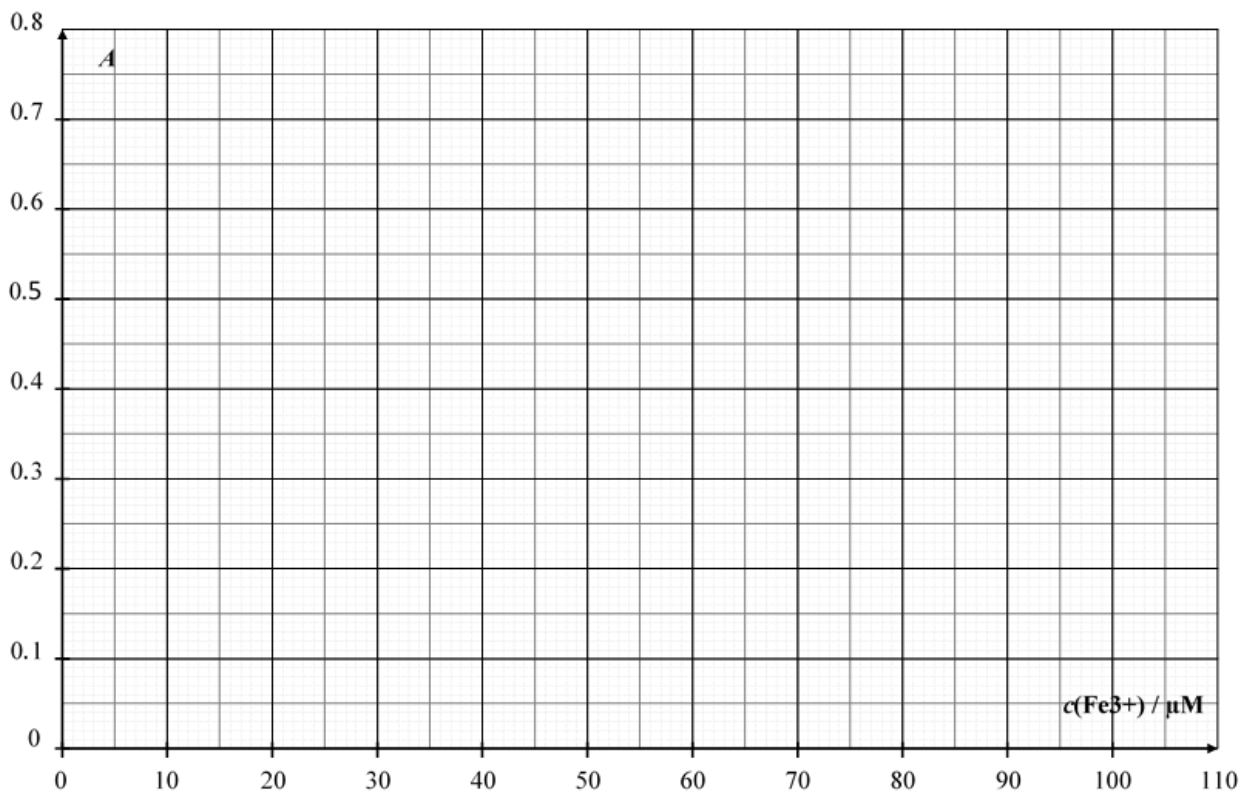
სინჯარა #	1	2	3	4	5	6
0.000200 M რკინა(III)-ის ხსნარი	1.0 მლ	2.0 მლ	4.0 მლ	6.0 მლ	X	X
1 M პერქლორის მჟავას ხსნარი	1.0 მლ	1.0 მლ	1.0 მლ	1.0 მლ	1.0 მლ	1.0 მლ
ღვინო	X	X	X	X	10.0 მლ	10.0 მლ
წყალბადის პეროქსიდის ხსნარი	X	X	X	X	0.5 მლ	0.5 მლ
დეიონიზირებული წყალი	9.5 მლ	8.5 მლ	6.5 მლ	4.5 მლ	X	1.0 მლ

2. დააფარეთ სინჯარებს და შეანჯღრიეთ.
3. დაამატეთ 1.0 მლ 1 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარი სინჯარებში 1, 2, 3, 4 და 5. არ დაამატოთ სინჯარაში 6. დაახურეთ და შეანჯღრიეთ.
4. როცა ყველა სინჯარა მზად გექნებათ, აწიეთ თქვენი HELP ბარათი ლაბორატორიის ასისტენტისგან კოლორიმეტრის მისაღებად.
5. მოამზადეთ კოლორიმეტრი მანამდე აღწერილი პროცედურის მიხედვით (იხილეთ გვერდი 19). დააყენეთ ტალღის სიგრძე 470 ნმ-ზე. გამოიყენეთ დეიონიზირებული წყალი შესადარებლად (blank).
6. ჩაწერეთ თითოეული სინჯარის შთანთქმა (absorbance) (1 დან 6-მდე) ამ ტალღის სიგრძეზე. შეიტანეთ შედეგები მოცემულ ცხრილში. აწიეთ თქვენი HELP ბარათი იმისათვის რომ დააბრუნოთ კოლორიმეტრი.

სინჯარა #	1	2	3	4	5	6
შთანთქმა (Absorbance) (470 ნმ-ზე)						
Fe <sup>3+</sup> ანალიზური კონცენტრაცია სინჯარაში $c(\text{Fe}^{3+}) / \mu\text{M}$	16	32	64	96	X	X
Colorimeter code კოლორიმეტრის კოდი						

**კითხვები**

1. დაიტანეთ ნახაზზე შთანთქმა (absorbance)  $A$  სინჯარებისთვის 1-დან 4-მდე, როგორც სინჯარაში  $Fe^{3+}$ -ის ანალიზური კონცენტრაციის ფუნქცია.



- მოცემულ ცხრილში, მონიშნეთ ის უჯრები, რომელი მონაცემიც გამოიყენეთ საკალიბრო მრუდის ასაგებად.

სინჯარა #	1	2	3	4
შთანთქმის ის მნიშვნელობები რომელიც გამოიყენეთ საკალიბრო მრუდისთვის				

2. წინა ნახაზის და შერჩეული მონაცემების გამოყენებით, გაავლეთ საკალიბრო წრფე ნახაზზე და განსაზღვრეთ მე-5 სინჯარაში  $Fe^{3+}$ -ის ანალიზური კონცენტრაცია ( $\mu\text{მოლი ლ}^{-1}$ ).

$$c(Fe^{3+})_{\text{სინჯარა 5}} = \underline{\hspace{2cm}} \mu\text{მოლი ლ}^{-1}$$

თუ ვერ შეძლებთ გამოთვალეთ  $c(Fe^{3+})$ , ამოცანის დარჩენილი ნაწილისთვის გამოიყენეთ მნიშვნელობა  $c(Fe^{3+}) = 50 \mu\text{მოლი ლ}^{-1}$

3. საანალიზო თეთრ ღვინოში გამოთვალეთ რკინის მასური კონცენტრაცია მგ ლიტრებში.

$$c_m(\text{რკინა}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{მგ ლ}^{-1}$$

## II. კომპლექსის სტექიომეტრიის განსაზღვრა

ამ ნაწილში, დაგჭირდებათ 0.00200 M რკინა (III)-ის ხსნარი და 0.00200 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარი.

### ცდის მსვლელობა

ამ ამოცანის I ნაწილში, ჩვენ გამოვიყენებთ რკინა (III)-თიოციანატ კომპლექსის ფერი ღვინის ნიმუშში რკინის კონცენტრაციის განსაზღვრისთვის. ამ ამოცანის II ნაწილის მიზანია  $[Fe_a(SCN)_b]^{(3a-b)+}$  კომპლექსის სტექიომეტრიის შესწავლა (წყლის კომპლექსში არ არის ნაჩვენები), სადაც a და b არის მთელი რიცხვები არა უმეტეს 3-სა.

ამ ნაწილისთვის გეძლევათ შემდეგი ხსნარები:

- 0.00200 M რკინა (III)-ის ხსნარი (უკვე შემჟავებული) (80 მლ)
- 0.00200 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარი (80 მლ)

თქვენ ასევე გაქვს სინჯარები (საცობები შეიძლება გარეცხოთ და გააშროთ), დანაყოფე-ბიანი პიპეტები, სპექტროფოტომეტრის კიუვეტა, კოლორიმეტრი (მოთხოვნით) და სხვა ნებისმიერი ლაბორატორიული ჭურჭელი, რომელიც გაქვთ მაგიდაზე, და ფიქრობთ რომ დაგჭირდებათ.

1. **შეავსე** მოცემული ცხრილის პირველი სამი ხაზი მოცულობების იმ მნიშვნელობებით რომელიც საშუალებას მოგცემს განსაზღვრო კომპლექსის სტექიომეტრია, სპექტროფოტომეტრული გაზომვებით. *არ არის აუცილებელი ყველა სვეტის შევსება. გამოთვალეთ* რკინა (III)-ის მოლური წილი თითოეულ სინჯარაში, შემდეგი ფორმულის გამოყენებით.

$$x(Fe^{3+}) = \frac{V_{Fe(III)}}{V_{Fe(III)} + V_{SCN^-}}$$

სინჯარა #	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.00200 M რკინა (III)-ის ხსნარის მოცულობა $V_{Fe(III)}$ / მლ									
0.00200 M კალიუმის თიოციანატის ხსნარის მოცულობა $V_{SCN^-}$ / მლ									
რკინა (III)-ის მოლური წილი $x(Fe^{3+})$									

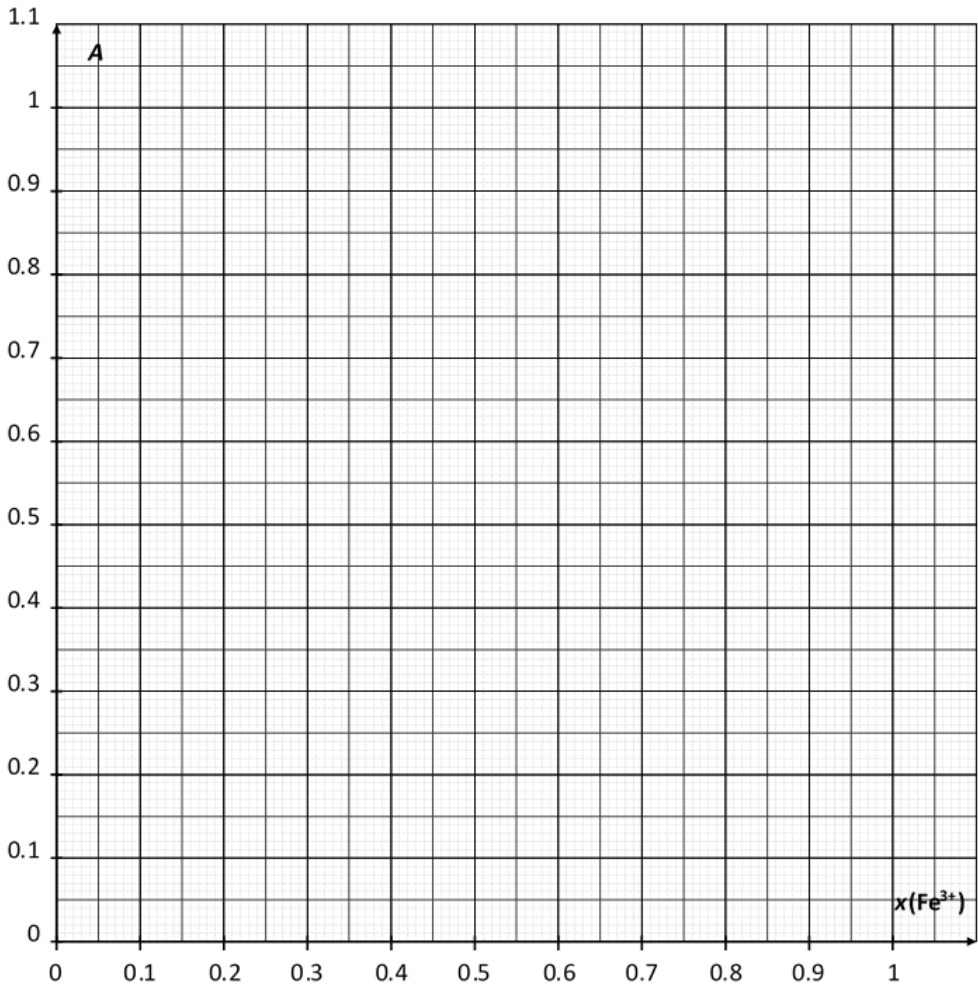


შთანთქმა (Absorbance) (470 ნმ-ზე)									
კოლორიმეტრის კოდი (Colorimeter code)									

- მოამზადეთ სინჯარები. როდესაც ყველაფერი მზად გექნებათ, აწიეთ თქვენი HELP ბარათი, იმისათვის რომ მიიღოთ კოლორიმეტრი ლაბორატორიის ასისტენტისგან.
- მოამზადეთ კოლორიმეტრი მანამდე აღწერილი პროცედურის მიხედვით (იხილეთ გვერდი 19). დააყენეთ ტალღის სიგრძე 470 ნმ-ზე. გამოიყენეთ დეიონიზირებული წყალი შესადარებლად (blank).
- ჩაწერეთ თითოეული სინჯარის შთანთქმა (absorbance) ამ ტალღის სიგრძეზე. შეიტანეთ შედეგები წინა ცხრილში.

#### კითხვები

- დაიტანეთ ნახაზზე სინჯარების შთანთქმა (absorbance)  $A$ , როგორც რკინა (III)-ის  $x(\text{Fe}^{3+})$  მოლური წილის ფუნქცია.



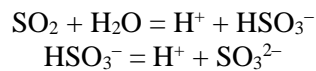
5. ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგების საფუძველზე, განსაზღვრეთ კომპლექსის  $[(Fe)_a(SCN)_b]^{(3a-b)+}$  სტექიომეტრია.

$a =$  \_\_\_\_\_  $b =$  \_\_\_\_\_

ამოცანა P3 13% of total	შეკითხვა	ტიტრაცია I	ტიტრაცია II	ტიტრაცია III	P3.1	P3.2	P3.3	P3.4	P3.5	სულ
	Points	10	10	8	4	4	2	2	2	42
	Score									

### ამოცანა P3. ღვინო შესანახად

გოგირდის დიოქსიდი  $\text{SO}_2$ , გამოიყენება როგორც ღვინის კონსერვანტი. როდესაც  $\text{SO}_2$  ემატება ღვინოს, ის რეაგირებს წყალთან და წარმოქმნის, ჰიდროსულფიტის იონებს,  $\text{HSO}_3^-$  და პროტონებს,  $\text{H}^+$ . ჰიდროსულფიტი შეიძლება გარდაიქმნას სულფიტში,  $\text{SO}_3^{2-}$ , მეორე პროტონის გაცემით.



გოგირდის დიოქსიდის ეს სამი ფორმა წყალში რეაგირებს ღვინოში არსებულ ქიმიურ ნივთიერებებთან, როგორც არის აცეტალდეჰიდი, პიგმენტები, შაქრები და სხვა, პროდუქტი P-ს წარმოქმნით. გოგირდის დიოქსიდის საერთო კონცენტრაცია არის „თავისუფალი“ ფორმების ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{HSO}_3^-$  და  $\text{SO}_3^{2-}$ ) კონცენტრაციების და P-ს ჯამი.

კონსერვანტის კონცენტრაცია რეგულირდება, რადგან სულფიტები და გოგირდის დიოქსიდი შეიძლება იყოს საზიანო ზოგიერთი ადამიანისთვის. EU-ში, გოგირდის დიოქსიდის მაქსიმალური საერთო რაოდენობა უნდა იყოს  $100 \text{ მგ ლ}^{-1}$  წითელი ღვინისთვის და  $150 \text{ მგ ლ}^{-1}$  თეთრი ან ვარდისფერი ღვინისთვის.

თქვენი ამოცანაა განსაზღვროთ საერთო გოგირდის დიოქსიდის კონცენტრაცია მოცემულ თეთრ ღვინოში იოდომეტრული გატიტვრით.

### ცდის მსვლელობა

#### I. ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის სტანდარტიზაცია

1. მოცემული გაქვთ დაახ.  $100 \text{ მგ}$  სუფთა კალიუმის იოდატის  $\text{KIO}_3$  ნიმუში. ზუსტი მასა წერია ბოთლის ეტიკეტზე. **ჩაწერეთ** ქვემოთ მოცემულ ცხრილში.
2. **მოამზადეთ**  $100 \text{ მლ}$  კალიუმის იოდატის ხსნარი  $100 \text{ მლ}$ -იან საზომ კოლბაში, მყარი კალიუმის იოდატის მთლიანი ნიმუშის და დეიონიზირებული წყლის გამოყენებით. ამ ხსნარს ეწოდება S.
3.  $100 \text{ მლ}$ -იან ერლენმეიერის კოლბაში **დაამატეთ**:
  - $20 \text{ მლ}$  ხსნარი S საზომი პიპეტით;
  - $5 \text{ მლ}$  კალიუმის იოდიდის ხსნარი ( $0.5 \text{ M}$ ),  $5 \text{ მლ}$ -იანი დანაყოფებიანი მენზურის გამოყენებით;
  - $10 \text{ მლ}$  გოგირდმჟავას ხსნარი ( $2.5 \text{ M}$ ),  $10 \text{ მლ}$ -იანი დანაყოფებიანი მენზურის საშუალებით.
4. **შეანჯღრიეთ** ერლენმეიერის კოლბა, **გადააფარეთ** პარაფილმის აპკი და **შეინახეთ** კარადაში მინიმუმ  $5$  წუთით.

5. შეავსეთ ბიურეტი მოცემული თიოსულფატის ხსნარით ჭიქის გამოყენებით. გატიტრეთ ერლენმეიერის კოლბის შიგთავსი მუდმივი მორევის პირობებში. როდესაც ხსნარი გახდება ღია ყვითელი, დაამატეთ 10 წვეთი სახამებლის ხსნარი და გააგრძელეთ გატიტვრა ხსნარის გაუფერულდებამდე. ჩაიწერეთ გატიტვრის მოცულობა  $V_1$ .
6. გაიმეორეთ ცდის მსვლელობა (საფეხურები 3-5) საჭიროების მიხედვით.

კალიუმის იოდატის მასა (ეტიკეტზე მოცემული მნიშვნელობა)	
----------------------------------------------------------	--

ანალიზის n°	$V_1$ / მლ
1	
2	
3	
<b>მისაღები მნიშვნელობა <math>V_1</math> / მლ</b>	

**II. იოდის ხსნარის სტანდარტიზაცია**

1. საზომი პიპეტის საშუალებით ბოთლიდან წარწერით  $I_2$  გადაიტანეთ 25 მლ იოდის ხსნარი 100 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში.
2. გატიტრეთ ერლენმეიერის კოლბის შიგთავსი ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით. როდესაც ხსნარი გახდება ღია ყვითელი, დაამატეთ 10 წვეთი სახამებლის ხსნარი და გააგრძელეთ გატიტვრა ხსნარის გაუფერულდებამდე. ჩაიწერეთ ტიტრანტის მოცულობა  $V_2$ .
3. გაიმეორეთ ცდის მსვლელობა (საფეხურები 1-2) საჭიროების მიხედვით.

ანალიზის n°	$V_2$ / მლ
1	
2	
3	
მისაღები მნიშვნელობა $V_2$ / მლ	

### III. საერთო გოგირდის დიოქსიდის განსაზღვრა

- საზომი პიპეტით, გადაიტანეთ 50 მლ თეთრი ღვინო 250 მლ-იან ერლენმეიერის კოლბაში.
- დაამატეთ 12 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (1 M) 25 მლ-იანი დანაყოფებიანი მენზურით. გადააფარეთ პარაფილმის აპკი, მოურიეთ შიგთავსს და დააყოვნეთ მინიმუმ 20 წუთით.
- დაამატეთ 5 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი (2.5 M), და დაახ. 2 მლ სახამებლის ხსნარი დანაყოფებიანი ერთჯერადი პლასტმასის პიპეტის გამოყენებით.
- გატიტრეთ ერლენმეიერის კოლბის შიგთავსი ბიურეტში მოთავსებული იოდის ხსნარით, მუქი ფერის წარმოქმნამდე, რომელიც მდგრადია მინიმუმ 15 წმ. ჩაიწერეთ ტიტრანტის მოცულობა  $V_3$ .
- გაიმეორეთ ცდის მსვლელობა (საფეხურები 1-4) საჭიროების მიხედვით.

ანალიზის n°	$V_3$ / მლ
1	
2	
3	

მისაღები მნიშვნელობა $V_3$ / მლ	

## კითხვები

1. დაწერეთ ყველა იმ რეაქციის გათანაბრებული ტოლობა, რომელიც მიმდინარეობს ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის სტანდარტიზაციის პროცესში.

2. გამოთვალეთ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის კონცენტრაცია. კალიუმის იოდატის მოლური მასაა  $M(\text{KIO}_3) = 214.0$  გ მოლი<sup>-1</sup>.

$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{მოლი ლ}^{-1}$

თუ ვერ გამოთვლით  $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ , ამოცანის დარჩენილი ნაწილისთვის გამოიყენეთ მნიშვნელობა  $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0.0500$  მოლი ლ<sup>-1</sup>

3. გამოთვალეთ იოდის ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

$$c(I_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ მოლი ლ}^{-1}$$

თუ ვერ გამოთვლით  $c(I_2)$ , ამოცანის დარჩენილი ნაწილისთვის გამოიყენეთ მნიშვნელობა  $c(I_2) = 0.00700$  მოლი ლ<sup>-1</sup>

4. დაწერეთ იოდის I<sub>2</sub> და გოგირდის დიოქსიდს SO<sub>2</sub> შორის მიმდინარე რეაქციის ტოლობა, ჩათვალეთ რომ გოგირდის დიოქსიდი იჟანგება სულფატ იონში SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

5. გამოთვალეთ ღვინოში საერთო გოგირდის დიოქსიდის მასური კონცენტრაცია მგ ლიტრში. გოგირდის დიოქსიდის მოლური მასა  $M(SO_2) = 64.1$  გმოლი<sup>-1</sup>.

$$c_m(SO_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ მგ ლ}^{-1}$$

**PENALTIES**

<b>Incident #</b>	<b>Student signature</b>	<b>Lab supervisor signature</b>
<b>1 (no penalty)</b>		
<b>2</b>		
<b>3</b>		
<b>4</b>		
<b>5</b>		