



IJSO 2019

DOHA, QATAR

16th International Junior Science Olympiad

Експеримент

December 9th, 2019

**Не окрећите страну пре
сигнала за СТАРТ.**

ВАЖНЕ НАПОМЕНЕ И СИГУРНОСНЕ МЕРЕ

1. Увек пратите упутства.
2. Од свих такмичара се очекује да раде безбедно, понашају се одговорно и одржавају радно окружење чистим. Приликом разговора са члановима тима, молимо вас да причате тихо да не би узнемиравали друге.
3. Заштитне наочаре и лабораторијски мантил се морају стално носити. Можда ћете требати да користите маску за лице у задацима 1 и 3.
4. У случају да вам се хемикалија пролије или разбије стакло, подигните руку и потражите помоћ од лабораторијског помоћника.
5. Конзумирање хране и пића у лабораторији није дозвољено. Ако је потребно, и само из медицинских разлога, можете тражити помоћ од лабораторијског помоћника да направите паузу за ужину у близини сале за рад.
6. Не напуштајте салу за рад док за то немате дозволу. Питајте лабораторијског помоћника ако треба да идете у тоалет.
7. **Можете почети да радите експерименте тек када је дат сигнал за почетак.**
8. Имате **4 сата** да:
 - a. завршите све експерименталне задатке,
 - b. извршите прорачуне,
 - c. нацртате графике,
 - d. запишите своје резултате на датим **ЖУТИМ** листовима за одговоре
 Морате престати са радом одмах након давања наредбе за прекид рада.
9. Проверите да ли ваш тим има **три** копије комплекта практичног задатка. **Оцењивање се само жути листови за одговоре.**
10. Користите само приложену хемијску оловку, графитну оловку и калкулатор. **Користите само хемијску оловку за писање прорачуна.**

11. Код тима и шифре ученика морају бити написани на првој и последњој страници листе са коначним одговорима. **Сваки члан тима мора се потписати на првој страни жутих листова са одговорима.**
12. Сви резултати морају бити записани на одговарајућем месту у задацима. Подаци писани на другом месту неће бити оцењени.
13. **Након што је дата наредба за прекид рада, ставите жуте листове са одговорима на врх коверте на вашем столу. Причекајте да их лабораторијски помоћник прегледа и прикупи.** Преостала два комплета задатака треба оставити: НЕ узимајте их са собом.

Радни сто има уграђену јединицу за
одлагање течног отпада - Баците сав
течни отпад у судоперу.

ПРАВИЛА

1. Сви такмичари морају бити присутни на улазу у испитну салу **десет минута** пре почетка испита.
2. Ниједан такмичар неће имати могућност да донесе било шта, осим личног лека или личне медицинске опреме.
3. Сваки тим мора сести за свој сто.
4. Сваки такмичар мора проверити комплет задатака тек након што звоно зазвони.
5. Такмичарима није дозвољено да ометају такмичаре из других тимова нити да ометају само такмичење. У случају да је потребна помоћ, такмичар може подићи руку и најближи лабораторијски помоћник ће доћи да му помогне.
6. Тим мора остати за својим столом све док задато време за израду експеримента не истекне, чак и ако је претходно завршио рад или не жели да настави са радом.
7. Након истека времена за рад чуће се сигнал. Није дозвољено да пишете ништа више након датог сигнала. Сви такмичари морају напустити просторију мирно након што се прикупе листе за одговоре свих такмичара и добије сигнал да се може напустити просторија.

ОПШТЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

Constant	
Гравитационо убрзање	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Универзална гасна константа	$R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$
	$R = 0.08206 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$
Индекс преламања ваздуха	$n = 1$
Авогадров број	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Брзина светлости	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$
Планкова константа	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Специфични топлотни капацитет воде	$c_w = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$
Притисак	$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$
Густина воде	1 g/mL
Стандардна девијација	$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$

IUPAC Periodic Table of the Elements

IUPAC Periodic Table of the Elements

1																	18	
1 H hydrogen [1.0078, 1.0082]																	2 He helium 4.0026	
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]	2																	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]																	17 F fluorine 18.998
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)	
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29	
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids		72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids		104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium	113 Nh nihonium	114 Fl flerovium	115 Mc moscovium	116 Lv livermorium	117 Ts tennessine	118 Og oganesson

Key:

atomic number
Symbol
name
conventional atomic weight
standard atomic weight



INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium 227.03	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium

УВОД

Због географског положаја Катара и пустињске климе, он нема директан приступ десалинизованој води или води из речних система, те је морска вода најважнији извор воде за становнике Катара, и представља око половину воде која се користи.

Будући да је одрживост воде у првом плану, Катар се данас првенствено ослања на конвенционалне технологије термалне десалинизације, које производе огромне количине десалинозоване воде годишње.

Три главна постројења за десалинизацију у Катару су:

Ras Abu Fontas B-1

Ras Laffan-A

Ras Laffan-B

Квалитет воде је очигледно од важности за људе, као и за животиње. Један од фактора који утиче на квалитет воде је садржај соли. Нека истраживања показују да слана вода може резултирати смањеном производњом камиљег млека. С друге стране, нека друга истраживања показују да садржај соли у води нема ефекта.

Могу ли наши научници са IJSO искористити своје знање из физике, хемије и биологије да би разликовали морску и десалинизовану воду?

На почетку ће вам бити дата четири различита узорка воде.

Будући да вам се дају различити узорци за анализу, **НЕ МОЖЕТЕ** користити укус као методу за откривање разлике између морске и десалинизоване воде. Можда ћете пробати узорак који може бити штетан!

Дакле, користите једноставне (и сигурне!) методе физике, хемије и биологије да вам помогну у задацима.

Задатак 1:

Идентификација узорака загађене воде биолошким методама

Претпоставимо да се налазите у лабораторији постројења за десалинизацију и да је узорак десалинизоване воде случајно помешан са другим узорцима. Један од тих узорака је морска вода. Друга два узорка садрже воду загађену биолошким материјалима: албумином (протеином) и скробом.

Напомена:

- i. **Протеини (= полипептиди):** се састоје од аминокиселина. Амино група (NH_2) једне аминокиселине је повезана са карбоксилном групом (COOH) суседне аминокиселине пептидном везом. Јони бакра у биуретским реагентским комплексима са најмање две пептидне везе узрокују промену боје раствора.
- ii. **Угљени хидрати:** имају различите облике попут моносахарида, дисахарида и полисахарида (нпр. гликоген, скроб и целулоза). Скроб у интеракцији са јодом у Луголовом раствору доводи до промене боје.
- iii. **Осмоза:** је дифузија молекула воде преко селективно пропусне мембране. Вода се слободно креће преко плазма мембране. Слани раствори су хипертонични. Због тога, мешање живих ћелија са морском водом вода ће излазити из ћелија.

Опрема и материјали:

Непознати узорак	Добићете <i>четири</i> узорка за овај задатак означена као: BIOL-A, BIOL-B, BIOL-C, BIOL-D.
Стаклени и пластични прибор	Десет епрувета, два постоља за епрувете, три држача епрувета, пет пластичних пипета за једнократну употребу од 3 ml, једна мензура од 10 ml, једна пипета од 10 ml и једна аутоматска пипета, етикете у боји.
Хемикалије и реагенси	Луголов раствор, биуретски раствор.

Део А: Луголова метода

Поступак:

1. Нежно протресите непознате растворе и пренесите 2 ml сваког узорка у чисте епрувете;
2. Додајте три капи Луголовог раствора у сваку епрувету;
3. Забележите уочену боју у табели на жутим листовима за одговоре (табела 1) тако што ћете у одговарајућа поља ставити квачицу (✓).

Табела 1. Подаци добије и Луголовим тестом. Сви одговори требају бити записани на жутим листовима за одговоре.

Уочена боја	Узорак (BIOL-A)	Узорак (BIOL-B)	Узорак (BIOL-C)	Узорак (BIOL-D)
Жуто смеђа				
Плавкасто црна				

Део В: Биуретска метода

Поступак:

1. Нежно протресите непознате растворе и пренесите по 4 ml сваког узорка у чисте епрувете;
2. Додајте 4 ml раствора биурета у сваку епрувету и помешајте;
Забележите уочену боју у табели на жутим листовима за одговоре (табела 2) тако што ћете у одговарајућа поља ставити квачицу (✓)

Табела 2. Подаци добијени Биуретском методом. Сви одговори требају бити записани на жутим листовима за одговоре.

Уочена боја	Узорак (BIOL-A)	Узорак (BIOL-B)	Узорак (BIOL-C)	Узорак (BIOL-D)
Љубичаста				
Плава				

У овој фази моћи ћете да идентификујете и раздвојите узорке загађене воде. Два преостала узорка су или десалинизирана вода или морска вода. Ако и даље нисте сигурни, поновите део А и/или део В користећи чисте епрувете.

Део С:

Сада ћете користити експерименте засноване на биологији да бисте идентификовали који је од ова два узорка морска вода.

Опрема и материјали:

Стаклени предмети	Предметна стакла, покривна стакалца.
Апаратура	Микроскоп, штоперица.
Остало	Папирни убрис, једнократне пластичне пипете, пинцета, љубичасти лук, рукавице, скалпел, маска за лице, заштитне наочаре, даска за сечење, кеса за отпад.

СИГУРНОСНЕ МЕРЕ:

1. Лук може надражити очи неких ученика до мере нелагодности.
2. Можете да користите маску за лице и наочаре како бисте избегли ову нелагодност.
3. Будите пажљиви са предметним стаклима и покривним стакалцима јер могу лако да се разбију.

Одлагање отпада:

Отпатке од лука ставите у одговарајућу пластичну кесу са затварачем.

Поступак:

1. Одсеците отприлике 1 cm² од меснатог (централног) дела лука, а затим пажљиво пинцетом огулите епидермис ћелије љубичастог лука (љубичаста покорица);
2. Припремите два тракаста узорка епидермиса и пажљиво их пинцетом ставите на свако предметно стакло. Додајте 1-2 капи једног узорка воде на једно предметно стакло и обележите га са именом узорка;
3. Додајте 1-2 капи другог узорка воде на друго предметно стакло и обележите га са именом узорка;

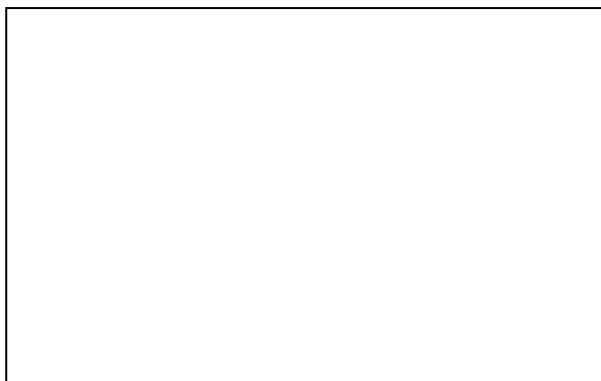
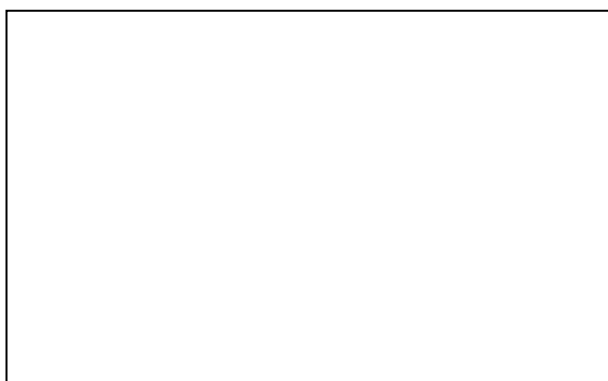
4. На свако предметно стакло додајте покровно стакалце, пажљиво уклоните вишак течности помоћу папирног убруса;
5. Сачекајте **најмање 4 минута**, затим помоћу микроскопа посматрајте ћелије на сваком предметном стаклу. Започните са најмањим увећањем микроскопа.

Анализа и питања: Све одговоре треба записати на жутим листовима за одговоре.

- 1- Посматрајте предметна стакла помоћу микроскопа; нацртајте једну ћелију по узорку коју видите на сваком покровном стаклу, а сваки цртеж обележите одговарајућим називом узорка.

Приложите потпуно обележен биолошки цртеж, укључујући увећање микроскопа (за оба предметна стакла) као и обележене све делове користећи следеће ознаке:

W	Ћелијски зид
X	Једро
Y	Централна вакуола
Z	Плазма мембрана



На основу забележених посматрања одговорите на следећа питања (сви одговори се записују на жутим листовима за одговоре):

- 2- Идентификујте узорке воде тако што ћете у одговарајуће поље испред одговарајућег назива узорка ставити квачицу (✓).

	BIOL-A	BIOL-B	BIOL-C	BIOL-D
Дестилована вода				
Морска вода				
Вода загађена албумином				
Вода загађена скробом				

- 3- Ћелије лука у десалинизованој води могу се описати као
- набубреле
 - увенуле
 - плазмолизиране
 - ништа од горе набројаног није тачно
- 4- Крвне ћелије немају исту структуру као биљне ћелије. Шта мислите, што би се могло догодити крвној ћелији у узорку десалинизоване воде након 30 минута?
- Постаје плазмолизирана
 - Згушњава се
 - Остаје иста
 - Подвргава се хемолизи

Задатак 2:

Провера салинитета воде физичким методама

Претпоставимо да два узорка, које сте идентификовали у задатку 1 нису правилно обележена. Сада не знате који је који. Пошто располажете физичким знањима и алатима, урадите задатак 2 да бисте поново идентификовали ова два узорка (разликовали десалинирану од морске воде).

Прва метода (оптика):

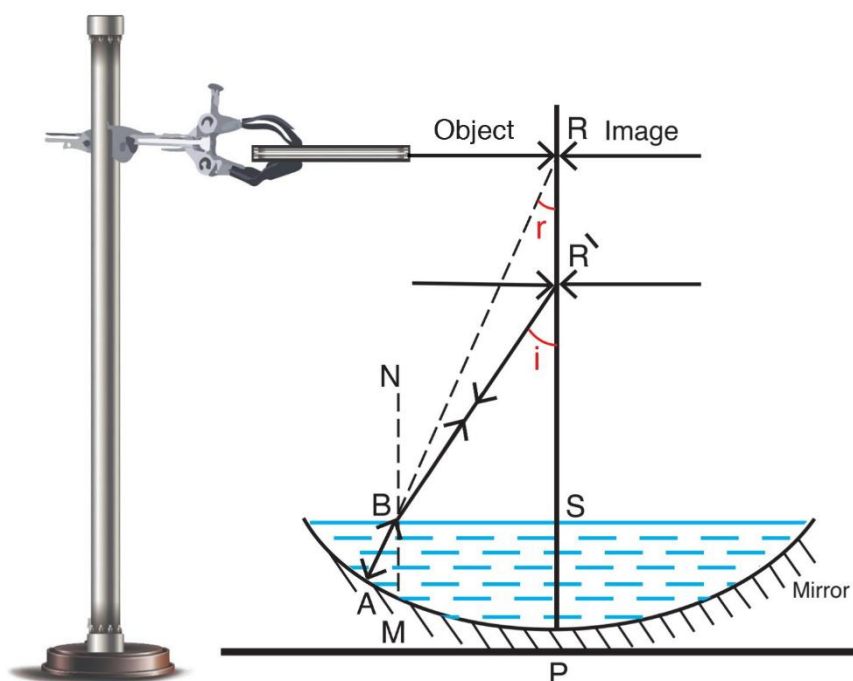
Индекс преламања је важно оптичко својство било којег медија, па и воде. Мерење индекса преламања често се користи за проверу чистоће течности и за процену концентрација могућих нечистоћа. У вашем случају, "нечистоћа" је со. Додавањем соли повећава се индекса преламања воде.

Постоји неколико метода за мерење промене индекса преламања са променом концентрације соли у води. Такве промене индекса преламања су обично изузетно мале (на другој децимали). Ипак, оне се могу мерити ако следећи експеримент радите са великом пажњом и великом прецизношћу. У овом делу експеримента израчунаћете индексе преламања узорка воде користећи релативно једноставну, али ефикасну методу.

Напомена:

Када се предмет (стрелица у овом експерименту) постави испред рефлектујуће површине удубљеног огледала на удаљености једнакој његовом радијусу кривине (PR), реалан, обрнут и исте величине лик стрелицеће се формирати у центру кривине огледала.

Када ставите течност попут воде на рефлектујућу површину конкавног огледала и поновите исти експеримент, видећете да се слика сада налази на удаљености PR^1 (слика доле). У вашем експерименту предмет је прорез стрелице угравиран у дрвену плочу.



Слика 1. Шема експеримента (није у размери).

У експерименту треба узети неколико геометијских апроксимација:

- (1) Ако се на рефлектирајућу површину огледала стави само мало воде, удаљеност PS може се потпуно занемарити због великог радијуса кривине огледала.
- (2) Будући да ваше огледало мало и да има велики полупречник кривине, углови i и r су веома мали, а растојања BR and BR' могу се апроксимирати као растојања SR and SR', по реду.

Са водом на огледалу, упадани зрак од предмета на месту R' се прелама на граници вода-ваздух дуж правца (BA) тако да пада окомито на закривљену површину огледала у тачки A. Одбијени зрак се враћа по истом правцу AB кроз воду, чији продужетак пресеца осу огледала у R. Стварни преломљени зрак у ваздуху путује дуж правца BR'. Зато се реалан, непромењене величине и обрнут лик формира у R'. Према томе, удаљеност SR' (занемарена удаљеност PS) би била привидни полупречник кривине конкавног огледала испуњеног водом.

Упадни угао је означен са i , а преломни са r . Узимајући да је индекс преламања ваздуха 1.00 и индекс преламања воде n_w може се написати:

$$n_w = \frac{\sin i}{\sin r}$$

Узимајући горе споменуте апроксимације може се написати:

$\sin i \approx \tan i$, $\sin r \approx \tan r$ и

$$n_w = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\tan i}{\tan r} = \frac{BS/SR'}{BS/SR} = \frac{SR'}{SR}$$

Стога, постављањем узорка воде на рефлектирајућу површину конкавног огледала и мерењем SR' , можете одредити индекс преламања сваког узорка, знајући SR .

Опрема:

Непознати узорци

Добићете два узорка воде за овај задатак, означена као: **PHYS-A, PHYS-B.**

Опрема

Танко удубљено огледало, лампа (извор светлости), лабораторијски статив са чврстим постољем, дрвена плоча са прорезом у виду стрелице, метар, канап, пластичне капаљке за једнократну употребу.

Поступак:

1. Поставите дато конкавно огледало на подножје сталка, тако да рефлектирајућа површина буде окренута према горе. Проверите да ли је равнина на којој се огледало налази хоризонтална да би главна оса огледала била вертикална.
2. Подесите дрвеуе плочу с прорезом стрелице (предмет) водоравно изнад огледала. Проверите да ли је обележена страна дрвене плоче (плава тачка у углу) окренута према огледалу.
3. Држите лампу (извор светлости) окомито изнад стрелице прореза. Подесите да прорез (стрелица) буде равномерно осветљена.
4. Мењајте положај дрвене плоче све док не добијете јасну слику врха стрелице на њеној доњој површини (означеној плавом тачком). На доњој површини дрвене плоче требате да добијете реалну, обрнуту и једнаке величине слику стрелице.
5. Измерите вертикално растојање између врха стрелице или њеног лика и основе постоља (темена Р огледала). То растојање (PR) је

- стварни полупречник кривине огледала. Поновите корак 5 још два пута. Запишите ваша мерења у Табелу 3 у листу за одговоре.
6. Одредите вредност жижне удаљености конкавног огледала.
 7. Помоћу капаљке пажљиво сипајте узорак „PHYS-A“ на рефлектирајућу страну огледала. Додајте довољно воде да прекрије површину огледала.
 8. Полако померајте дрвену плочу горе-доле све док не добијете реалан, обрнут и једнаке величине лик стрелице на доњој површини дрвене плоче.
 9. Измерите вертикално растојање између врха стрелице или њеног лика и основе постоља (темена Р огледала). Та удаљеност је привидни полупречник кривине огледала испуњеног водом $SR^{\backslash}$. Поновите експеримент још два пута Забележите своја мерења у Табелу 3 у листу за одговоре.
 10. Очистите и осушите огледало помоћу папирних убруса.
 11. Поновите исти експеримент (кораца 7 до 9) користећи узорак PHYS-B и забележите своја мерења у Табелу 3.
 12. Процените грешку мерења из грешке мерног инструмента (грешка мерења метра је једнака половини вредности најмањег подеока).

Табела 3. Подаци и рачун. Сви одговори требају бити записани у жутом листу за одговоре.

Мерена растојања (cm)	Мерење 1	Мерење 2	Мерење 3	Средња вредност $\pm$ грешка
За празно конкавно огледало (PR)				
За PHYS-A- пуњено огледало ($SR^{\backslash}$)				
За PHYS-B- пуњено огледало ($SR^{\backslash}$)				

Анализа и питања:

A. Одреди жижну даљину (f) коришћеног удубљеног огледала.

$$f \pm \Delta f =$$

B. Одреди индекс преламања узорка PHYS-A у односу на ваздух и напиши у облику (n_A), где n_A представља индекс преламања узорка PHYS-A. Прикажите ваш рачун на листу за одговоре.

C. Одреди индекс преламања узорка PHYS-B у односу на ваздух и напиши у облику (n_A), где n_A представља индекс преламања узорка PHYS-B. Прикажите ваш рачун на листу за одговоре.

D. На основу ваших налаза претходном методом (оптика), идентификујте узорке PHYS-A и PHYS-B (заокружите тачан одговор у листу за одговоре).

PHYS-A: Морска вода / десалинирана вода

PHYS-B: Морска вода / десалинирана вода

Друга метода (Термодинамика):

Пратићете пораст температуре десалиниране и морске воде до тачке кључања. Те податке ћете употребити за мерење специфичног топлотног капацитета десалиниране и морске воде.

Напомене:

Специфични топлотни капацитет материјала представља количину топлоте које је потребна за повећање температуре 1 g супстанције за 1 степен Целзијуса. Одговарајућа формула се обично пише као:

$$Q = m c \Delta T.$$

Прибор:

Непознати узорци

Добићете *два узорка воде* за овај задатак, означена као: **PHYS-A, PHYS-B.**

Прибор и опрема

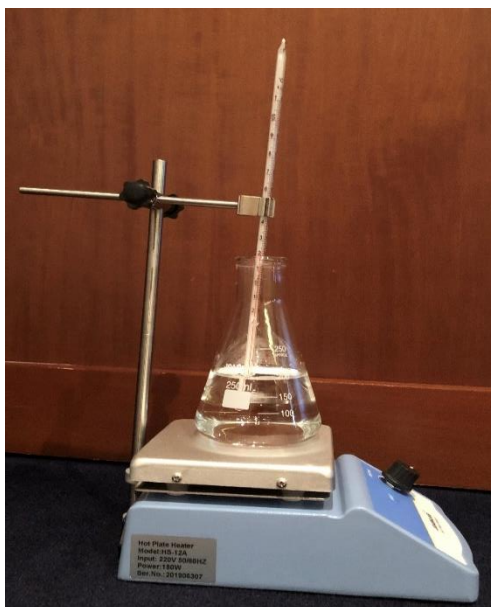
Електрични грејач, решо, снаге 180 W, алкохолни термометар, штоперица, рукавице као топлотни изолатори, две ерленмајер посуде од 250 mL, дигитална вага.

СИГУРНОСНЕ МЕРЕ:

Пажљиво поступајте са решоом да се не опечете.

Поступак:

1. Напуните ерленмајер са 200 mL узорка PHYS-A и одредите му масу (m).
2. Поставите опрему као што је приказано на слици 2, водећи рачуна да термометар поставите тако да мери температуру воде, а не Ерленмајера - термометар га не сме додиривати.
3. Забележите почетну температуру узорка. Поставите ерленмајер на грејач, решо. Укључите решо на максимум - БУДИТЕ ОПРЕЗНИ;
4. Бележите измерену температуру сваких 60 секунди, све док узорак не почне да кључа. Након што узорак прокључа извршите још *пет* читавања;
5. Поновите претходне кораке користећи узорак PHYS-B и нови ерленмајер;
6. За сваки тренутак у вашим мерењима израчунајте одговарајућу количину топлоте (Q) пренету на узорак претпостављајући да 50 % топлоте иде на загревање воде.



Слика 2. Експериментални комплет.

Табела 4. Подаци. Сви одговори требају бити записани у жутом листу за одговоре.

[illegible]



Анализа и питања:

A. Нацртајте (на истом графику) зависност мерене температуре (T) од времена (t) за оба узорка.

B. Са графика одредите нагибе (кефицијенте правца) и одсечке почетне праве линије на T -оси.

Нагиб_A =

Нагиб_B =

Одсечак_A =

Одсечак_B =

Напомена: A означава узорак PHYS-A и B означава узорак PHYS-B.

C. Напишите једначину која описује како температура зависи од времена пре достизања тачке кључања.

.....

D. Са ваших графика одредите температуре кључања $T_{(boil)}$ узорака PHYS-A и PHYS-B.

$T_{(boil)}$ узорка PHYS-A:

$T_{(boil)}$ узорка PHYS-B:

E. Нацртајте на другом графику зависност мерене температуре (T) од пренете количине топлоте (Q) за оба узорка.

F. Чему је једнак нагиб почетне праве линије на оба графика (нацртане у претходном питању)? Заокружите број који показује тачан одговор:

I. mc

II. $\frac{1}{mc}$

III. c

IV. $\frac{1}{c}$

G. Користећи резултате ваших мерења одредите специфични топлотни капацитет, c , за узорке PHYS-A и PHYS-B. Одговор дајте у одговарајућим јединицама.

- Специфични топлотни капацитет, c , за узорак PHYS-A.

- Специфични топлотни капацитет, c , за узорак PHYS-B.



Н.На основу ваших истраживања горњом методом (термодинамичком), идентификујте узорке PHYS-A и PHYS-B.

PHYS-A: Морска вода / десалинирана вода

PHYS-B: Морска вода / десалинирана вода

Задатак 3:

Одређивање тврдоће воде

Различите врсте вода имају различите количине растворених соли које дају води њен јединствени укус. Понекад вода може да садржи високе концентрације соли која изазива проблеме када се користи за пиће или прање. Можда сте имали такав проблем ако сте се окупали са водом где сапун не може формирати мехуриће. Када се то догоди, за воду се каже да је "тврда". Једна од мера квалитета воде је степен тврдоће.

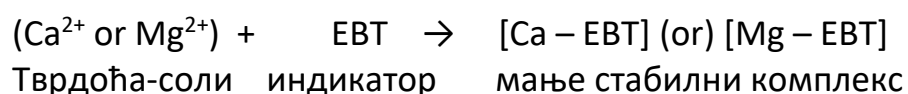
У Катару, тврдоћа воде може бити изнад уобичајених вредности. Узорак воде послат је постројењу на десалинизацију. Након десалинисања, овај узорак (**СНЕМ-А**) је сада код вас. Кроз следећи задатак моћи ћете да проверите да ли је постројење за десалинацију успело да десалинира воду или је потребно њено даље третирање.

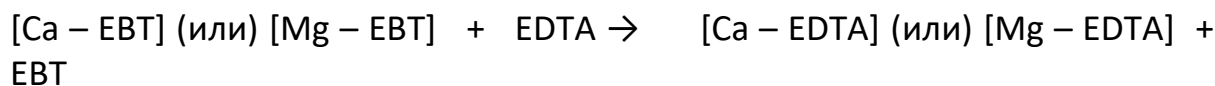
Теорија:

Тврдоћа воде је углавном узрокована присуством карбонатних минералних наслага двовалентних катјона (нпр. Ca^{2+} , Mg^{2+}). Комплексометријска титрација је једна од најчешће коришћених техника за мерење тврдоће воде.

EDTA (етилендиаминотетросирћетна киселина) је хелатно средство које се користи у титрацији. Раствор динатријумове соли EDTA може да формира снажан 1:1 метал-EDTA комплекс са двовалентним катјонима при рН око 10.

Индикатор за титрацију металног јона са EDTA-ом је обично доста обојено средство - Eriochrome Black T (EBT) (раствор плаве боје) - које ствара комплекс различитих боја са титрацијом металног јона. Промена боје током титрације металног јона са EDTA се састоји од две узастопне реакције:





Нестабилни комплекс **тамно љубичаста** стабилни комплекс (безбојан) **плава**

Тврдоћа воде може се одредити доле наведеном формулом (сматрајте густиму воде 1.00 g/mL), а када се утврди концентрација у ppm, она се може повезати са скалом тврдоће приказаном у Табели 5.

$$\text{Тврдоћа воде (ppm CaCO}_3\text{)} = \frac{\text{Запремина EDTA коришћена у титрацији (L)} \times \text{Моларност EDTA (mol/L)} \times \text{Моларна маса CaCO}_3\text{ (g/mol)} \times 1000}{\text{Запремина узорка воде (L)}}$$

Табела 5. Скала тврдоће воде	
Степен тврдоће	Тврдоћа (ppm)
Мека вода	<50
Умерено мека вода	≥50 – <100
Незнатно тврда вода	≥100 – <150
Умерено тврда вода	≥150 – <200
Тврда вода	≥200 – <300
Веома тврда вода	≥300

Задатак: Одредите тврдоћу узорка воде (**CHEM-A**) на основу комплексометријске титрације калцијума и магнезијума воденим раствором EDTA при pH вредности од 10.

Опрема:

Непознати узорак Добићете *један* узорак (70 mL) за овај задатак означен као: **CHEM-A**.

Опрема Постоље са чврстом базом и стезаљком, једна бирета од 50.0 mL, две пипете од 10 mL, две полуатоматске пипете за пуњење пипете.
Две ерленмајерове посуде од 250 mL, једна лабораторијска чаша од 500 mL.
Мензура од 10 mL, мензура од 50 mL, лист белог папира.

Хемикалије и реагенси Na₂EDTA 0.0100 M, 129 mL.

Пуферски раствор (pH 10).
Ериохром црно Т индикатор (EBT).
Дејонизована вода.

МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ:

1. Пара из амонијачног пуфера (pH 10) може бити надражујућа. У овом кораку носите приложену маску.
2. На крају практичног испита обавезно темељно опрати руке.

Одлагање отпада:

Сви раствори се морају просути у судоперу (радни део има уграђену јединицу за одлагање течног отпада - судоперу).

Поступак:

1. Исперите чисту бирету, док је на постољу - са неколико милилитара (3 – 9 mL) 0.0100 M EDTA раствора;
2. Напуните бирету средством за титрацију (0.0100 M EDTA);
3. Ставите пипетом 10.0 mL узорка воде (CHEM-A) у 250 mL ерленмајерову посуду;
4. Додајте 30 mL дејонизоване воде користе користећи мензурку;
5. Паре из амонијачног пуфера (pH 10) могу бити надражујуће. У овом кораку носите приложену маску. Додајте 3 mL пуферског раствора. Обавезно затегните поклопац боце након сваке употребе;
6. Додајте 4-5 капи EBT индикаторског раствора;
7. Боја раствора треба да се претвори у тамно љубичасту;
8. Титрирајте са EDTA раствором све док се боја раствора не промени од тамно љубичасте до светло плаве (без наговештаја тамно љубичасте). Прва трајна промена у светло плаву боју је ваша крајња тачка титрације;
9. Запишите запремину EDTA (mL) на два децимална места у Табели 6 у листу за одговоре;
10. Поновите кораке 3 - 8 још два пута (најмање) и запишите резултате онога што сте оценили као **најбоље три** титрације у Табели 6.

Резултати: Сви одговори требају бити записани на жутом листу за одговоре.

Табела 6. Одређивање укупне тврдоће узорка воде # СЕМ-А.			
	Поступак 1	Поступак 2	Поступак 3
Запремина узорка воде (mL)			
Почетна запремина EDTA (V_i , mL)			
Крајња запремина EDTA (V_f , mL)			
Промена запремине (ΔV , mL)			

Питања:

На основу података забележених у Табели 6, одговорите на следећа питања у листу за одговоре:

А. Израчунајте просечну запремину од EDTA (mL) која је коришћена.

Просечна коришћења запремина EDTA (mL)

В. Израчунајте % релативне стандарде девијације (%RSD) за запремину EDTA (mL) забележену у Табели 6, знајући да је $\%RSD = (S \cdot 100) /$ просечна вредност, дато на почетку.

Запишите свој одговор као Просечна вредност $\pm$ %RSD у листу за одговоре.

С. Помоћу просечне запремине EDTA, израчунајте тврдоћу узорка СЕМ-А. Прикажите детаље израчунавања у делу који се налази на листу за одговоре:

C1. Број молова EDTA =

C2. Број молова Ca^{2+} у узорку =

C3. Број молова Ca^{2+} по литру =



C4. Грама CaCO_3 /литру =

C5. Тврдоћа вода (ppt) користећи формулу и делу Теорија =

D. Помоћу скале тврдоће воде у Табели 5 идентификујте (штиклирајући) врсту воде - Узорка CHEM-A на жутом листу за одговоре.