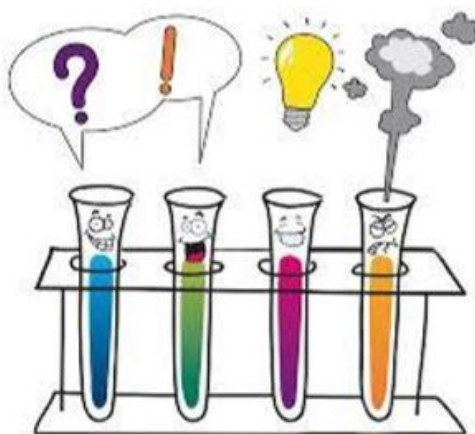




KEMIJA S VJEŽBAMA

Interna skripta za drugi razred prirodoslovne gimnazije



Autor: Vedran Vulić

TABLICA SADRŽAJA

PISANJE LABORATORIJSKOG DNEVNIKA.....	2
Grafički i tablični prikaz podataka	3
PRAVILA REDA I RADA – MJERE SIGURNOSTI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU .	6
PRUŽANJE PRVE POMOĆI U KEMIJSKOM LABORATORIJU	6
ZADATCI ZA VJEŽBE	9
Otopine	10
Priprema otopine poznate množinske koncentracije	11
Masena koncentracija	11
Množinska koncentracija	11
Razrjeđenje	13
Doseg reakcije	14
Dulong-Petitovo pravilo	20
Molarna entalpija isparavanja vode	21
Entalpija neutralizacije	22
Reakcijska entalpija	24
Entalpija otapanja soli	25
Određivanje molarne mase metala	27
Gustoća	29
Oksidi i sulfati zemnoalkalijskih metala	31
Određivanje debljine aluminijske folije	32
Određivanje empirijske formule spoja	34
Dobivanje vodika	35
Molarna masa kisika	37
Molarna masa ugljikova dioksida	39
Volumetrijska analiza	41
Koligativna svojstva otopina	43
Koligativna svojstva otopina	45
Napetost površine	47
Kvalitativna analiza sastava organskog spoja	49
Nezasićeni ugljikovodici	51
Molarna masa lako hlapljive tekućine	53
Brzina kemijske reakcije – Utjecaj koncentracije	53
Brzina kemijske reakcije – utjecaj temperature	56
Brzina kemijske reakcije – utjecaj katalizatora	58
Autokataliza	61
Dodatak	63
Rashladne smjese	64
Literatura:	65

PISANJE LABORATORIJSKOG DNEVNIKA

Svaka vježba u laboratorijskom dnevniku treba sadržavati sljedeće sastavnice napisane **točno ovim redoslijedom**:

- 1.) **NAZIV VJEŽBE** – naziv vježbe koji jasno daje naslutiti o čemu će biti riječ
 - 2.) **RADNI ZADATAK** – radni zadatak vrlo kratko i pobliže opisuje naziv vježbe, odnosno pokazuje cilj vježbe
 - 3.) **PRIBOR I KEMIČALIJE** – potrebno je navesti sav stakleni, metalni, porculanski i ostali pribor koji se koristio tijekom vježbe; također, potrebno je navesti i sve kemikalije (naziv i kemijsku formulu) te njihova agregacijska stanja kao i koncentraciju
 - 4.) **OPIS POSTUPKA** – kratko opisati postupak koji se koristio tijekom rada. Opis postupka mora biti svakome tko ga čita jasan do te mjere da ga može izvesti bez poteškoća.
 - 5.) **SKICA APARATURE** – skica aparature crta se rukom, **NAŠILJENOM** grafitnom olovkom ili tehničkom olovkom uz pomoć **PRIBORA ZA CRTANJE** (ravnalo, trokut); na crtežu je potrebno naznačiti što se nalazi u pojedinom dijelu aparature; crteži trebaju biti uredni i pregledni te treba paziti na omjere. Aparatura se sastoji od minimalno **DVA DIJELA**. Npr. Ako se cijela vježba izvodila u jednoj ili više čaša i/ili epruvetama to NIJE aparatura.
 - 6.) **OPAŽANJA** – kratkim rečenicama ili natuknicama potrebno je navesti sva bitna opažanja, tj. sve ono što ste **VIDJELI, OSJETILI MIRISOM, OPIPOM** ili **SLUHOM**. Npr.: Miješanjem plave otopine A i zelene otopine B nastaje žuti talog. Dodatak bezbojne otopine C nastalom žutom talogu, uzrokuje pojavu mjehurića i nestanak taloga.
 - 7.) **JEDNADŽBA KEMIJSKE REAKCIJE** – opis promjene simbolički je prikaz (zapis) promjene koja se dogodila u vježbi bilo da se radi o kemijskoj ili fizikalnoj promjeni; sve kemijske promjene opisuju se jednadžbama kemijske reakcije u kojima se **OBAVEZNO** naznačuje **AGREGACIJSKO STANJE** svakog sudionika reakcije, a piše se u ravnini s kemijskim simbolima (NE u INDEKSU); za opis fizikalnih promjena i hodograma pokusa koristiti sheme i **dijagrame tijeka**.
 - 8.) **REZULTATI MJERENJA** – kod rezultata mjerenja ili eksperimentalnih podataka potrebno je zapisati sve odmjerene volumene tekućine ili odvagane mase tvari; ukoliko ima puno podataka, podaci se mogu organizirati tablično radi bolje preglednosti; **TABLICA IMA SVOJ NAZIV KOJI SE PIŠE IZNAD SAME TABLICE! IZA BROJA SLIJEDI KRATAK OPIS ŠTO TABLICA PRIKAZUJE!**
 - 9.) **RAČUN** – izračun mora sadržavati sve izraze i formule, pravilne oznake fizikalnih veličina (m , V , p , ...) i mjerne jedinice **u svakom koraku računa**
 - 10.) **GRAFIČKI PRIKAZ** – grafovi se crtaju **NAŠILJENOM** grafitnom olovkom ili tehničkom olovkom na **milimetarskom papiru** koji treba zalijepiti u dnevnik rada; **SVAKI GRAF IMA SVOJ NAZIV KOJI SE PIŠE ISPOD SLIKE, A U NASTAVKU SLIJEDI KRATAK OPIS ŠTO PRIKAZUJE GRAF**; u prvom polugodištu grafove crtate rukom, a u drugom možete koristiti alat MS Excel – vidjeti **Grafički i tablični prikaz podataka**
 - 11.) **ZAKLJUČAK** – u zaključku treba kratko objasniti uočene promjene, iznijeti i komentirati najvažnije rezultate pokusa; zaključak se uvijek i prije **svega iznosi na temelju opažanja, jednadžbe kemijske reakcije odnosno promjene do koje je došlo**; osim toga, treba navesti načine kako bi se moglo postići bolje rezultate i objasniti gdje su eventualni nedostaci eksperimenta; također, u zaključku se **MORA u jednoj rečenici odgovoriti na RADNI ZADATAK**; primjerice ako je radni zadatak: odrediti gustoću uzorka metala, onda u zaključku jedna rečenica mora biti: gustoća uzorka metala iznosi g/mL te se prema literaturnim podacima može zaključiti da je uzorak metala olovo;
- LABORATORIJSKI DNEVNIK DIO JE PRIBORA I UVIJEK GA MORATE IMATI NA VJEŽBAMA! NASTAVNIK MOŽE BEZ PRETHODNE NAJAVE OD UČENIKA ZATRAŽITI LABORATORIJSKI DNEVNIK NA PREGLED TE GA OCIJENITI!**

Grafički i tablični prikaz podataka

Grafički prikaz – prikaz podataka u koordinatnom sustavu

Eksperimentalno dobiveni podatci, radi što zornijeg prikaza, predložuju se tabelarno ili grafički. Kod izrade grafičkog prikaza za niz eksperimentalno dobivenih podataka treba voditi računa o nekim jednostavnim pravilima:

- Ispravno navesti što graf prikazuje, primjerice, Ovisnost topljivosti bakrova(II) sulfata o temperaturi.
- Na apscisu (x-os) nanosimo nezavisno promjenljivu veličinu (nezavisna varijabla), a na ordinatu (y-os) zavisno promjenljivu veličinu (zavisna varijabla).
- Naznačiti značenja osi s pomoću omjera simbola **odgovarajuće fizikalne veličine i mjerne jedinice.**
- Odrediti veličinu dijelova skale na pojedinim osima tako da se točno definira vrijednost između dviju podjela na osi, što ovisi o veličini zadanog dijagrama i rasponu dobivenih vrijednosti. Ako bi u dijagramu ostala velika praznina, **ishodište koordinatnog sustava ne mora imati vrijednost nula, već vrijednosti treba odabrati tako da iskoristimo veći dio površine predloženog grafa.** Veličina dijelova skale na pojedinim osima ne mora biti jednaka.
- Eksperimentalno dobivene podatke treba jasno naznačiti kao **točke** u grafu. Točke se mogu **zaokružiti kružićem (•)** ili prikazati u **obliku križića (x)**.
- Kod crtanja eksperimentalne krivulje ili pravca **NE spajamo točke ravnom crtom**, od točke do točke, već nastojimo pogoditi matematičku ovisnost te krivulje ili pravca povlačeći je tako da ona prolazi kroz veći broj točaka, ali i da podjednak broj točaka bude iznad ili ispod krivulje. **Dobivena krivulja ili pravac NE MORA prolaziti kroz SVE točke** jer je moguće da su pojedina mjerenja izvedena s određenom eksperimentalnom pogreškom.

Grafički prikaz u MS Excel (2010)

Prilikom obrade podataka na vježbama iz fizikalne kemije, često puta je potrebno podatke prikazati grafički u čemu može poslužiti MS Excel

Osnovne upute za prikazivanje grafova u MS Excelu:

- 1.) U ćelije se uvijek prvo unosi nezavisna varijabla (vrijednosti koje će se nalaziti na x osi), a tek onda zavisna varijabla (vrijednosti koje će se nalaziti na y osi) – **OVO JE NAJVAŽNIJI KORAK I NIKAKO SE VRIJEDNOSTI X I Y NE SMIJU ZAMIJENITI!**
- 2.) Nakon unosa svih x i svih y vrijednosti, držanjem lijevog klika miša označe se oba stupca i iz gornjeg izbornika odabere **INSERT (UMETNI) → SCATTER (GRAF)** i to prvi koji nema nikakve linije ili crte.
- 3.) Nako toga, odmah se pojavljuje prikaz pri čemu još nema oznaka osi. Sada je potrebno obrisati sve pomoćne linije, kao i oznaku Series 1 (klikom na linije i Series 1 i tipka Delete).
- 4.) S obzirom da su točke označene s rombovima, to treba promijeniti ili u **•** ili **x**, a veličinu treba postaviti na 4; DESNI klik na oznake (romb) → **FORMAT DATA SERIES → MARKER OPTIONS → BUILT-IN → TYPE (• ili x) → SIZE (4)**
- 5.) Sada je potrebno prilagoditi x i y os, tj. početne vrijednosti na grafu tako da bude ispunjena cijela površina grafa – **GRAF NE MORA I NE TREBA POČINJATI OD ISHODIŠTA (0,0);** najprije lijevi, a potom desni klik na vrijednosti x os – **FORMAT AXIS → MINIMUM** (upisati vrijednost koja bi najbolje odgovarala) – isti postupak je i za y os. Također, nije loše upisati i podjelu osi (MAJOR UNIT) – upisati vrijednost koja bi najbolje odgovarala (bolje je upisati manju vrijednost od one koju je Excel odredio, jer je kasnije lakše iščitavati graf)

6.) Nakon toga, nije loše dodati oznake. Ponovno, lijevi, a potom desni klik na vrijednosti x osi; **FORMAT AXIS** → **MAJOR TICK MARK TYPE** → **INSIDE**; **MINOR TICK MARK TYPE** → **INSIDE**

7.) Nakon toga, potrebno je dodati liniju koja najbolje opisuje dobivenu krivulju – najčešće pravac; desni klik na točku na grafu (sve točke moraju biti označene) → **ADD TRENDLINE (dodaj crtu trenda)** → **LINEAR** → **DISPLAY EQUATION ON CHART (prikaži jednadžbu na grafu)**

8.) **OVO JOŠ UVIJEK NIJE GRAF!** Naime, još nema oznaka osi. S gornje alatne trake, odabere se LAYOUT (Poredak) → **AXIS TITLE (naziv osi)** → **PRIMARY HORIZONTAL AXIS TITLE** → **TITLE BELOW AXIS**; sada je prikazan mali prozor ispod grafa u koji se upisuje fizikalna veličina i mjerna jedinica.

9.) **FIZIKALNA VELIČINA SE UVIJEK PIŠE U NAKOSO (ITALIC)**: V , m , p ... osim pH. Nakon fizikalne veličine se stavlja kosa crta (/) i onda ide mjerna jedinica. Ako je mjerna jedinica složena treba je pisati kao umnožak. **Npr.: $c / mol\ dm^{-3}$, a NE $c / mol/dm^3$ jer je zbunjujuće.** Eksponent ili indeks se dodaju tako da se prvo sve upiše normalno u jednom redu, a potom se označi držeći lijevi klik i kod gornjeg izbornika odabere FONT te potom SUPERSCRIPT (eksponent) (ili SUBSCRIPT (indeks)).

10.) Graf je gotov. Graf se može normalno kopirati u, npr. Wordov dokument i ispisati te zalijepiti u dnevnik. Graf je slika i ispod nalijepljenog grafa mora pisati: Slika 1. (ili već koji broj slike je po redu) i naziv, tj. opis što graf prikazuje.

11.) Ako je potrebno nešto računati, naravno da je apsolutno dozvoljeno koristiti jednadžbu pravca koju je Excel odredio i iz nje računati nepoznatu vrijednost. Također, i na samom ispisanom grafu, može se ucrtati tražena vrijednost.

Tablični prikaz

Obrati pozornost pri definiranju zaglavlja tablice. Kao i u grafičkom prikazu, simbol odgovarajuće fizikalne veličine također treba podijeliti mjernom jedinicom.

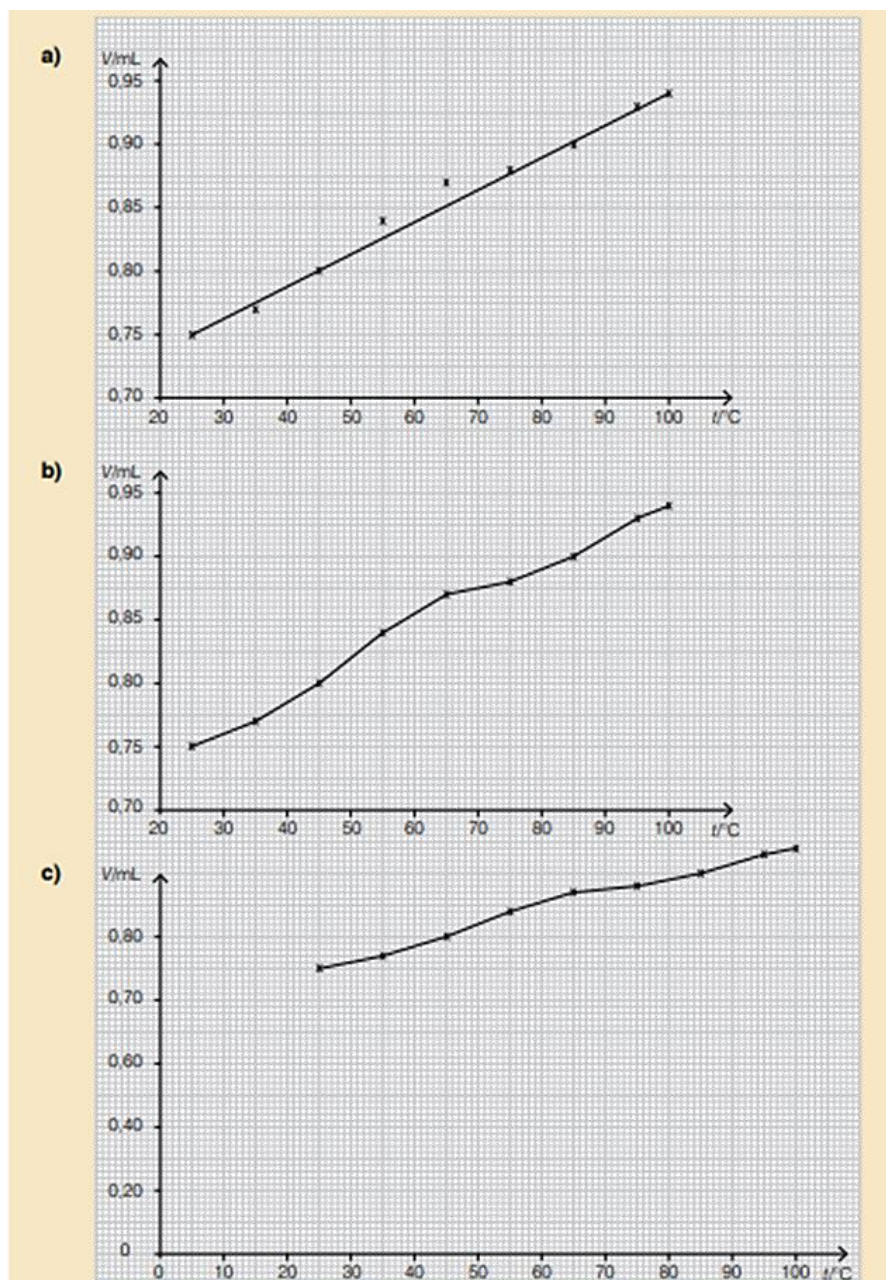
U tablici su navedeni podatci mjerenja promjene volumena plina s temperaturom pri konstantnom tlaku. Prikaži grafički **ovisnost volumena plina o temperaturi** pri konstantnom tlaku.

Iz zadnje navedene rečenice slijedi kako je **volumen plina zavisno promjenljiva veličina (zavisna varijabla)** te se vrijednosti volumena plina ucrtavaju na ordinatu (y-os), a temperatura je **nezavisno promjenljiva veličina (nezavisna varijabla)** te se vrijednosti temperature ucrtavaju na apscisu (x-os)

Grafički prikaz ovisnosti volumena plina o temperaturi pri konstantnom tlaku.

a) ispravno crtanje grafa; b) i c) neispravno crtanje grafa

V/mL	t/°C
0,75	25
0,77	35
0,80	45
0,84	55
0,87	65
0,88	75
0,90	85
0,93	95
0,94	100



Napomena: Umjesto izraza *konstantni tlak* može i treba se navesti koliki je bio taj konstantni tlak u uvjetima izvođenja eksperimenta (npr. 1 bar, 1 atm, 101,3 kPa...). Također, nije naodmet navesti i o kojem je plinu riječ (npr. vodik, dušik, kisik, helij...).

PRAVILA REDA I RADA – MJERE SIGURNOSTI PRI RADU U KEMIJSKOM LABORATORIJU

Zbog mnogih opasnosti koje prijete u laboratoriju, treba ponoviti način rada, mjere sigurnosti i opreza. Neoprezan i nepromišljen pristup radu u kemijskom laboratoriju može lako izazvati nezgodu. Zbog toga svaki član laboratorijskog kolektiva mora biti potpuno i ozbiljno svjestan svojih dužnosti:

- proučiti dobro propis za rad, raditi pažljivo, te se pridržavati svih uputstava,
- za vrijeme boravka u laboratoriju i tijekom izvođenja vježbi potrebno je nositi **ZAKOPČANU** pamučnu ili lanenu **KUTU** i **zaštitne naočale**,
- osobe koje imaju dužu kosu, obavezno povezuju kosu,
- prilikom rada s koncentriranim kiselinama i/ili lužinama, uz prethodno navedenu zaštitnu opremu, obavezno je i nošenje zaštitnih rukavica,
- zaštitne rukavice se nikada ne nose pri radu s plinskim plamenikom,
- pripremiti sve što je potrebno za rad i sve što bi moglo zatrebati tijekom izvođenja vježbe,
- posuđe kojim se služite pri izvođenju vježbe mora biti čisto, a svi ostaci po završetku vježbe, moraju se baciti u za to određenu posudu,
- kemikalije iz laboratorija ne uzimati niti odnositi, za bilo kakvu upotrebu, izvan laboratorija,
- apsolutno svaku kemikaliju smatrati otrovom i tako se odnositi prema njoj,
- kemikalije se ne pipetiraju ustima, već korištenjem propipete,
- otvor epruvete (posude) pri zagrijavanju držati okrenut od sebe, ali paziti na kolegu/icu,
- pri sastavljanju aparatura uvijek ispitati sve cijevi na aparaturi (da nije neka slučajno začepljena) jer može doći do eksplozije,
- ne nositi u laboratorij ukrasne predmete (posebno one vrijedne), jer u slučaju štete škola ne odgovara - nastojati da laboratorij uvijek bude dobro proventiliran,
- prati ruke nakon izvedene vježbe, **NE jesti i NE piti u laboratoriju**,
- ne ostavljati aparaturu bez nadzora dok se reakcija odvija,
- nikada ne raditi sam/a u laboratoriju,
- voditi brigu o urednosti i organiziranosti radnog mjesta u laboratoriju,
- oprezno postupati pri radu s lako hlapljivim i lakozapaljivim tvarima (npr. eter, aceton, alkohol, benzin i sl.). Ove tekućine ne smiju se držati u otvorenim bocama ili posudama koje se ne mogu potpuno zatvoriti (pare ovih tvari u smjesi sa zrakom su lakozapaljive i eksplozivne smjese),
- lako hlapljive i lako zapaljive tvari ne grijati otvorenim plamenom (ne paliti plamenik u blizini ovih tvari), a najbolje je s ovim kemikalijama raditi s posebnim oprezom u digestoru,
 - prije napuštanja radnog mjesta i laboratorija: **ugasiti sve plinske plamenike, zatvoriti dovode plina i vode, isključiti električne grijače i druge uređaje, spremite reagense na svoje mjesto, obrisati sve izljeve i radno mjesto**
- ako se i pored sveg opreza dogodi nezgoda pozvati:

194 - hitna pomoć,

193 - vatrogasci,

112 - poziv za žurnu pomoć.

PRUŽANJE PRVE POMOĆI U KEMIJSKOM LABORATORIJU

GHS PIKTOGRAMI OPASNOSTI

Da bi se olakšala trgovina na svjetskoj razini i istovremeno zaštitilo zdravlje ljudi i okoliš, u okviru Ujedinjenih naroda (UN) su tijekom 12 godina brižljivoga rada izrađeni usklađeni kriteriji za razvrstavanje i označivanje, koji su rezultirali Globalno usklađenim sustavom razvrstavanja i označivanja kemikalija (GHS).

Opasnosti pri upotrebi opasnih tvari i smjesa prikazane su piktogramima u obliku romba s crvenim obrubom.

					
nagrizajuće	eksplozivno	zapaljivo	opasno za vodeni okoliš	oksidirajuće	opasno za zdravlje

		
otrovno	plin pod tlakom	štetno

U kemijskom laboratoriju postoji mogućnost od raznih povreda tijekom rada zato svaka osoba koja radi u kemijskom laboratoriju mora znati osnove prve pomoći, odnosno osnovne postupke kako pomoći sebi ili drugoj povrijeđenoj osobi. U kemijskom laboratoriju povrede možemo svrstati u nekoliko najčešćih kategorija.

1.) OPEKLINE

- najčešće nastaju zbog hvatanja vrućih predmeta golim rukama, ali mogu nastati i zbog polijevanja vrućim tekućinama
- opečeno mjesto potrebno je hladiti pod mlazom hladne vode iz vodovoda (optimalno 15 °C); **NIKAKO koristiti led, masti, kreme, praškove i ostale pripravke te ih stavljati na opečeno mjesto** (Zašto?)
- ako je opekline veća i došlo je do stvaranja plikova na opečeno mjesto potrebno je staviti **ALUPLAST** (flaster za opekline) pri čemu **metalizirana (srebrnosiva) strana ide na opečeno mjesto – HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**

2.) POSJEKOTINE

- najčešće nastaju pri radu sa staklenim priborom, a okarakterizirane su vanjskim krvarenjem
- ako je posjekotina manja, a krvarenje kapilarno ono prestaje samo po sebi ili se zaustavlja stavljanjem manjeg ili većeg flastera ranu koja se prethodno može očistiti antiseptičkim sredstvom za rane, kao što je primjerice *Octenisept* – **NE ČISTITI RANU ALKOHOLOM, MAZATI KREMAMA, MASTIMA ILI BILO KAKVIM DRUGIM PRIPRAVCIMA**
- ukoliko je posjekotina veća, a krvarenje vensko ili arterijsko, potrebno je provjeriti je li u rani ostao komadić stakla i odstraniti ga sterilnom pincetom; napraviti stisak (kompresiju) na žilu koja je blizu posječenog mjesta; u pravilu na ruku (nadlaktica); na ranu se stavlja kompresivni zavoj – **HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**

3.) POVREDE UZROKOVANE KEMIJSKIM DJELOVANJEM REAGENSA

- najčešće su povrede kože i očiju, a nastaju zbog ne nošenja zaštitnih rukavica odnosno zaštitnih naočala – **UVIJEK NOSITI ZAŠTITNE NAOČALE**
- najopasnije kemikalije u laboratoriju su jake i koncentrirane kiseline i lužine - ako kiselina ili lužina dospije na kožu potrebno je poliveno mjesto odmah obrisati krpom i ispirati pod mlazom tekuće vode; **NE NEUTRALIZIRATI KOŽU SLABIM KISELINAMA ILI LUŽINAMA**
- dođe li do vidljivih promjena na koži (u vidu plikova, opekline, mjehura...) potrebno je odmah zatražiti medicinsku pomoć
- ako kiselina ili lužina dospije u oko potrebno je što prije oko dugotrajno ispirati (**minimalno 15 minuta**) pod mlazom vode i **HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**

4.) TROVANJA

- najčešće nastaju uslijed udisanja otrovnih para ili gutanja štetnih kemikalija
- ukoliko je došlo do gutanja treba postupiti ovisno o tome što je progutana tvar; ako je progutana tvar kiselina, lužina, soli teških metala, benzin, petrolej, otapala za boje ili tvar koja uzrokuje pjenjenje - **NIKAKO SE NE IZAZIVA POVRAĆANJE - HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**
- kod ostalih progutanih tvari, popiti 2 – 3 žlice aktivnog ugljena (*carbo medicinalis*) u čaši vode; NE davati aktivni ugljen ako je progutana kiselina ili lužina
- ukoliko je došlo do udisanja štetnih para ili plinova, unesrećenu osobu potrebno je izvesti na svjež zrak, a u slučaju otežanog disanja ili gubitka svijesti, osobu postaviti u **bočni položaj, provjeravati disanje i puls te HITNO ZATRAŽITI MEDICINSKU POMOĆ**
- kontaktirati **Centar za kontrolu otrovanja (CKO) na broj: 01 / 2348 - 342**

5.) POŽARI

- u laboratoriju uzroci požara mogu biti razni
- vrlo je važno **znati što gori** u laboratoriju, tj. što je izazvalo požar (npr. nije svejedno gori li obična tkanina, električna instalacija, organsko otapalo ili je požar izazvao zapaljen natrij)
- u slučaju većih požara obavezno nazvati vatrogasce na broj **193**
- prije napuštanja laboratorija, potrebno je:
 - 1.) zatvoriti sve plinske ventile, uključujući i **GLAVNI** plinski ventil
 - 2.) upaliti svjetlo
 - 3.) zatvoriti sve prozore (onemogućiti dotok zraka)
 - 4.) što brže napustiti laboratorij prateći plan evakuacije (na vratima svih učionica i laboratorija)

SADRŽAJ ORMARIĆA PRVE POMOĆI

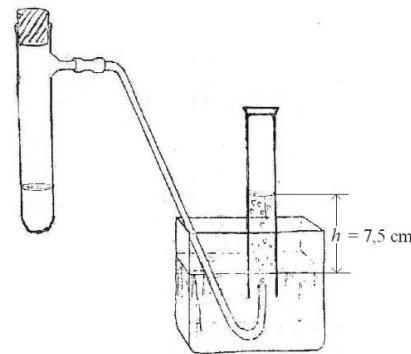
dimenzije: 370 x 300 x 150 mm

- 2 paketa po 25 kompresu sterilne hidrofilne gaze (10 x 10 cm)
- 1 boca dezinfekcijskog sredstva (250 mL)
- 1 boca vodikova peroksida (250 mL)
- 1 vrećica rashladnog sredstva
- 1 gumena vrpca za stezanje
- 1 paket flastera (20 flastera u 4 različite veličine)
- 1 par zaštitnih rukavica
- 1 flaster u kolutu (5 m x 1,25 cm)
- 1 neistkan sterilan pokrov za opekline (60 x 40 cm)
- 2 zavoja (kolut, 4 m x 5 cm)
- 1 zavoj (kolut, 4 m x 7 cm)
- 1 metalne škariće dužine 10 cm s plastičnim ručicama
- 6 sigurnosnih igala („ziherice“)
- 1 sapun od 15 grama
- 4 paketa hidrofilne vate po 50 grama
- 2 plastične udlage (182 x 25 x 3 mm)
- 1 posudica za pod bradu



ZADATCI ZA VJEŽBE

1.) Komadić dvovalentnog metala (X) mase 0,1980 g ubačen je u epruvetu s klorovodičnom kiselinom. Metal se počeo otapati te se razvijao plinoviti vodik. Napiši jednadžbu kemijske reakcije. Vodik je sakupljan u menzuru pod vodom pri tlaku 765 mmHg pri temperaturi 22 °C te je po završetku reakcije volumen skupljenog vodika u menzuri iznosi 75,5 mL. Nakon razvijanja plina, razina vode u menzuri bila je 7,5 cm kako je prikazano na slici. Koliko iznosi parcijalni tlak vodika, ako je tlak vodene pare pri navedenoj temperaturi 2643,4 Pa, a gustoća vode 0,99777 g cm⁻³. Odredi molarnu masu nepoznatog metala i uz pomoć periodnog sustava elemenata odredi o kojem je metalu riječ. Izračunaj apsolutnu pogrešku mjerenja.



2.) Odredi gustoću zraka pri 27 °C i tlaku 745 mmHg i rezultat izrazi u g cm⁻³.

3.) Odredi gustoću **čvrstog uzorka** iz podataka dobivenih mjerenjem:

m_1 (piknometar + metilen-jodid, CH ₂ I ₂)	12,4480 g
m_2 (piknometar + metilen-jodid + čvrsti uzorak pri 20 °C)	15,6820 g
m_3 (čvrsti uzorak na zraku pri 20 °C)	5,6440 g
ρ (metilen-jodid, 20 °C)	3,228 g cm ⁻³
ρ (zrak, 20 °C)	0,0012 g cm ⁻³

Rj: ρ (uzorak) = 7,56 g cm⁻³

4.) Odredi gustoću **tekućeg uzorka** iz podataka dobivenih mjerenjem:

m_1 (suhi piknometar)	10,5450 g
m_2 (piknometar + H ₂ O pri 20 °C)	19,8560 g
m_3 (piknometar + tekućina pri 20 °C)	25,4360 g
ρ (H ₂ O, 20 °C)	0,9982 g cm ⁻³
ρ (zrak, 20 °C)	0,0012 g cm ⁻³

Rj: ρ (uzorak) = 1,596 g cm⁻³

5.) Izračunaj entalpiju otapanja kalcijeva klorida u vodi ako je u 200 mL vode gustoće 0,9982 g cm⁻³ vode dodano 5 g kalcijeva klorida pri čemu je temperatura u sustavu porasla s 20,00 °C na 22,71 °C. ($c_p(\text{H}_2\text{O}, l) = 4,18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$).

a) Do kojih procesa dolazi tijekom otapanja ionskih spojeva u vodi.

b) Je li otapanje kalcijeva klorida u vodi egzoterman ili endoterman proces?

c) Koji proces je onda dominantniji, tj. jače izražen tijekom otapanja kalcijeva klorida u vodi?

d) Prikaži kvalitativni entalpijski dijagram otapanja kalcijeva klorida u vodi te na dijagramu naznači entalpiju kristalne strukture ($\Delta_{\text{ks}}H$), entalpiju hidratacije ($\Delta_{\text{hid}}H$) i ukupnu entalpiju otapanja soli ($\Delta_{\text{sol}}H$)

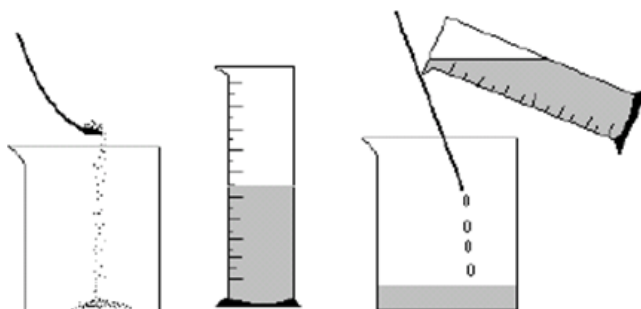
Naziv vježbe: Otopine

Radni zadatak: Pripremiti otopinu _____ masenog udjela _____ %, otapanjem _____ u _____ g vode

Pribor i kemikalije: čaša, žlica, digitalna vaga, destilirana voda, sol (dobro topljivi ionski spoj) i/ili saharoza, limunska kiselina, soda bikarbona...

Opis postupka:

- 1.) Izračunaj masu kuhinjske soli ili kuhinjskog šećera ili limunske kiseline ili neke druge tvari po izboru te masu vode koja je potrebna za pripremu **200 g otopine** masenog udjela 7 %.
- 2.) Opiši postupak kako si pripremio/la otopinu. Ako si koristio još nekakav pribor za pripremu, navedi i taj pribor.



Slika 1. Priprema otopine određenog masenog udjela

Račun:

Opažanja:

Opis promjene:

Zaključak:

Zadatci:

- 1.) Što su otopine?
- 2.) Koja je razlika između zasićene, nezasićene i prezasićene otopine?
- 3.) Do koja dva procesa dolazi tijekom otapanja ionskih spojeva (soli) u vodi? Za koji od ta dva procesa je potrebno uložiti energiju, a kod kojeg se energija oslobađa?
- 4.) Topljivost natrijeva hidroksida u vodi pri 20 °C iznosi 54 g u 100 g vode. Iskaži topljivost natrijeva hidroksida u vodi masenim udjelom NaOH u otopini.
- 5.) Izračunaj masu kalijeva hidroksida koju treba odvagati za pripremu 150 mL vodene otopine masenog udjela 5,0 %. Gustoća te otopine iznosi 1,0419 g/cm³.
- 6.) Otopljeno je 5 grama saharoze u 1 L vode pri 20 °C. Ako gustoća vode pri 20 °C iznosi 0,9982 g/cm³ izračunaj maseni udio saharoze u otopini i izrazi rezultat u % i ‰.
- 7.) U čaši je pomiješano 20 mL benzena ($\rho = 0,8765 \text{ g/cm}^3$) i 35 mL cikloheksana ($\rho = 0,7739 \text{ g/cm}^3$). Iskaži sastav te smjese:
 - a) volumnim udjelima benzena i cikloheksana;
 - b) masenim udjelima benzena i cikloheksana.
- 8.) Koliko grama kristalne sode (natrijeva karbonata dekahidrata) je potrebno otopiti za 70 g otopine u kojoj je maseni udio sode (natrijeva karbonata) 2 %?

Naziv vježbe: Priprema otopine poznate množinske koncentracije

Radni zadatak: Pripremiti _____ mL vodene otopine _____ množinske koncentracije $c(\text{_____}) = \text{_____ mol/L}$

Masena koncentracija

Masena koncentracija, označava se grčkim slovom gama, $\gamma(X)$, iskazuje se omjerom mase otopljene tvari, $m(X)$, i volumena otopine.

SI-jedinica za masenu koncentraciju jest kg m^{-3} , ali češće je u uporabi g dm^{-3} ili g L^{-1} .

$$\gamma(X) = \frac{m(X)}{V(\text{otopine})}$$

Množinska koncentracija

Množinska koncentracija, $c(X)$, iskazuje se omjerom množine otopljene tvari, $n(X)$ i volumena otopine.

SI-jedinica za množinsku koncentraciju jest mol m^{-3} , ali češće je u uporabi mol dm^{-3} ili mol L^{-1} .

$$c(X) = \frac{n(X)}{V(\text{otopine})}$$

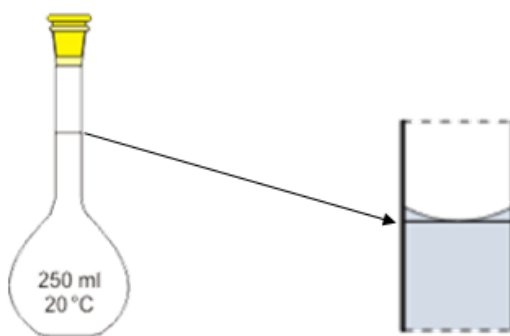
Pribor: Odmjerna tikvica određenog volumena (100 mL, 250 mL....), lijevak, stakleni štapić, posudica za vaganje, vaga, boca štrcaljka

Kemikalije: destilirana voda, NaCl(s) ili već neka druga čvrsta tvar po izboru.

Opis postupka:

Za pripremu otopine potrebna nam je laboratorijska vaga za mjerenje mase uzoraka. Točnost mjerenja mase uzorka ovisi o osjetljivosti vage. Za vaganje u laboratoriju koriste se laboratorijske tehničke vage (preciznost do 0,01 g), i analitičke vage za veću točnost vaganja. Danas se sve češće koriste digitalne vage.

Otopine zadanih koncentracija priprema se u odgovarajućoj odmjernoj tikvici. Tikvica je ispravno napunjena kad se donji rub meniskusa podudara s crtom na vratu tikvice.



Prije nego što se pristupi pripremi otopine poznate koncentracije bilo koje soli, potrebno je napraviti račun.

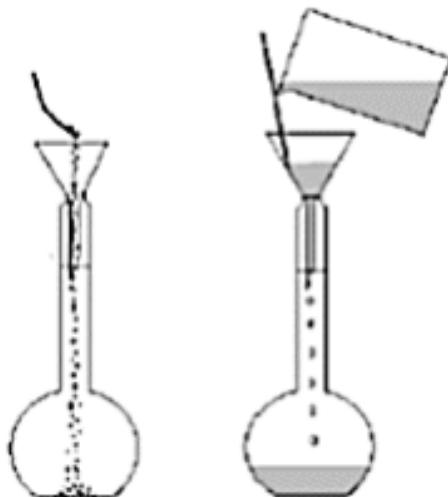
Potrebno je izračunati masu čvrste tvari na slijedeći način:

$$n(X) = c(X) \cdot V(\text{otopine})$$

$$m(X) = n(X) \cdot M(X)$$

Izvaže se izračunata masa i pripremi se odmjerne tikvica od 250 mL. U grlo te tikvice stavi manji lijevak.

Preko lijevka odsipa se **sva** količina (**KVANTITATIVNO**) tvari u odmjernu tikvicu.



Dobro isprati lijevak destiliranom vodom. Uliti u odmjernu tikvicu vodu do polovice volumena, kružnim kretnjama ruku promiješati sadržaj u tikvici. Nadopuniti tikvicu vodom do oznake 250 mL. Sadržaj temeljito izmiješati, na način da tikvicu nekoliko puta okrenemo grlom gore-dolje.

Račun vezan uz radni zadatak:

Zaključak:

Za pripremu _____ mL otopine _____ množinske koncentracije $c(\text{_____}) =$
_____ mol/L bilo je potrebno izvagati _____ g _____.

Naziv vježbe: Razrjeđenje

Radni zadatak: Izračunati i pripremiti otopinu razrjeđivanjem ishodne otopine

Pribor i kemikalije: odmjerne tikvice različitih volumena, trbušaste i graduirane pipete različitih volumena, propipeta, otopine soli ili čvrste soli (najbolje obojane, npr. neke soli bakra), destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Pripremite otopinu poznate množinske koncentracije zadane soli na već opisani način (vidi vježbu *Otopine*). Tu otopinu zovemo **ishodnom otopinom**.
- 2.) Nastavnik će vam reći koncentraciju i volumen razrijeđene otopine koju trebate pripremiti iz ishodne otopine.
- 3.) Izračunajte volumen ishodne otopine koji je potrebno pipetirati u drugu odmjernu tikvicu.
- 4.) Tikvicu s pipetiranom ishodnom otopinom nadopunite pažljivo destiliranom vodom do oznake pazeći na donji meniskus.
- 5.) Tikvicu začepite i sadržaj temeljito izmiješajte, okrećući tikvicu grom gore-dolje. Ukoliko je potrebno dodajte još 1-2 kapi destilirane vode kako biste „poravnali” donji meniskus. Ako ste dodali jednu jedinu kap destilirane vode, ponovno je potrebno sadržaj tikvice temeljito izmiješati.
- 6.) Napišite opažanja i zaključak.

Opažanja:

Opis promjene:

Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Doseg reakcije

Radni zadatak: Reakcija kalcijeva karbonata i klorovodične kiseline

Pribor i kemikalije: dvije čaše 50 mL, menzura, precizna vaga (**točnost barem $\pm 0,001$ g**), zaporni sat, plastična pinceta (ili pinceta s plastičnim vrhom) i papirnati ubrusi, dva komadića kalcijeva karbonata približno iste mase i oblika (1 – 4 g), klorovodična kiselina množinske koncentracije 2 mol/L, etanol (w = 96 %; u čaši od 100 mL)

Opis postupka:

Postupak mjerenja mase potrošenog kalcijeva karbonata

- 1.) Izvažite komadić kalcijeva karbonata i masu zabilježite u tablicu 1. (vidi Rezultate mjerenja).
- 2.) U čašu od 50 mL menzurom odmjerite 15 mL klorovodične kiseline ($c(\text{HCl}) = 2 \text{ mol/L}$) i postavite je pokraj vage.
- 3.) U drugu čašu od 50 mL menzurom odmjerite 15 mL etanola i postavite ga pokraj vage.
- 4.) Pripremite zaporni sat, plastičnu pincetu, čaše s klorovodičnom kiselinom i etanolom i papirnati ubrus.
- 5.) Plastičnom pincetom uronite komad kalcijeva karbonata u klorovodičnu kiselinu i pokrenite mjerenje vremena na zapornom satu (mobitel).
- 6.) Nakon **2 minute** zaustavite mjerenje vremena i plastičnom pincetom izvadite kalcijev karbonat iz čaše, isperite ga kratko u čaši s etanolom i osušite na papirnatom ubrusu.
- 7.) Osušeni kristal, izvažite i zabilježite masu u tablicu 1.
- 8.) Sadržaj čaše s klorovodičnom kiselinom dobro promiješajte kružnim pokretima, kako bi se otopili mogući okrhnuti komadići kalcijeva karbonata.
- 9.) Plastičnom pincetom ponovno uronite kalcijev karbonat u klorovodičnu kiselinu i pokrenite mjerenje vremena..
- 10.) Nakon **2 minute** zaustavite mjerenje vremena i ponovite korake od 5.) do 9.)
- 11.) Ponovi postupak mjerenja 12 puta.

Kada završite s prvim dijelom i popunite tablicu 1., onda krenite na sljedeći dio pokusa

Postupak mjerenja mase nastalog ugljikova(IV) oksida

- 1.) Izvažite komadić kalcijeva karbonata i masu zabilježite u tablicu 2. (vidi Rezultate mjerenja).
- 2.) U čašu od 50 mL menzurom odmjerite 15 mL klorovodične kiseline i postavite je na vagu.
- 3.) Izvažite masu čaše i otopine te zabilježite masu u tablicu 2.
- 4.) Pripremite zaporni sat na mobitelu.
- 5.) Plastičnom pincetom uronite kalcijev karbonat u klorovodičnu kiselinu (**čашica je na vagi**) i pokrenite mjerenje vremena.
- 6.) Očitajte početnu ukupnu masu čaše, otopine klorovodične kiseline i kalcijeva karbonata.
- 7.) **Ne uklanjajte čašu s klorovodičnom kiselinom i kalcijevom karbonatom s vage.**
- 8.) Nakon svake 2 minute očitaj ukupnu masu čaše, otopine i kalcijeva karbonata.
- 9.) Prekinite mjerenje nakon 26 minuta tako što ćete maknuti čašicu s vage i izvaditi komadić neizreagiranog kalcijeva karbonata iz čaše.

10.) Komadić neizreagiranog kalcita isperite etanolom, osušite i vratite u odgovarajuću posudu.

11.) **Etanol NE bacajte** već ga na kraju vratite u istu bočicu (posudu) iz koje ste ga uzeli. Taj etanol služi isključivo za ispiranje i sušenje kalcita u ovom pokusu te se može više puta koristiti.

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Masa i množina neizreagiranog CaCO_3 u reakciji CaCO_3 s HCl(aq) ($c = 2 \text{ mol L}^{-1}$) pri _____ °C i tlaku od _____ hPa.

Mjerenje	t / min	$m(\text{CaCO}_3) / \text{g}$	$n(\text{CaCO}_3)_{\text{neizreagiran}} / \text{mmol}$
1.	0		
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			

Račun:

Množinu neizreagiranog CaCO_3 izračunat ćete korištenjem molarne mase kalcijeva karbonata. Rezultate u tablicu 1. upišite u milimolima (mmol) te rezultate **množina izrazite s dva decimalna mjesta.**

Tablica 2. Masa i množina nastalog CO_2 u reakciji CaCO_3 s HCl(aq) ($c = 2 \text{ mol L}^{-1}$) pri _____ °C i tlaku od _____ hPa.

Početna masa CaCO_3; $m(\text{CaCO}_3)_{\text{početna}} = \text{_____ g}$ Početna masa čaše s HCl; $m(\text{čaša} + \text{HCl} + \text{CaCO}_3)_{\text{početna}} = \text{_____ g}$				
Mjerenje	t / min	$m(\text{čaša} + \text{HCl} + \text{CaCO}_3) / \text{g}$	$m(\text{CO}_2)_{\text{nastao}} / \text{g}$	$n(\text{CO}_2)_{\text{nastao}} / \text{mmol}$
1.	0			
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				

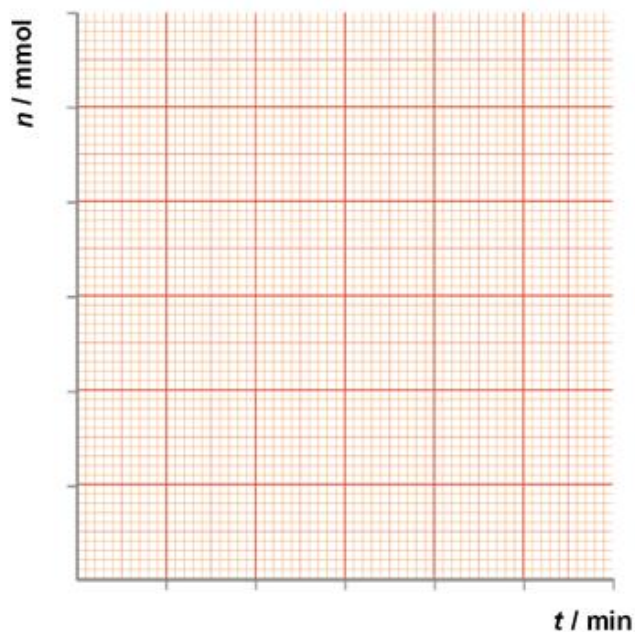
Masu nastalog ugljikova(IV) oksida izračunat ćete oduzimanjem mase čaše ispunjene s HCl i CaCO_3 , u nekom vremenu i početne mase čaše ispunjene HCl (tablica 2.)

$$m(\text{CO}_2)_{\text{nastao}} = m(\text{čaša} + \text{HCl} + \text{CaCO}_3)_{\text{početna}} - m(\text{čaša} + \text{HCl} + \text{CaCO}_3)_{\text{u vremenu } t}$$

Množinu nastalog CO_2 izračunat ćete korištenjem molarne mase ugljikova(IV) oksida. Rezultate u tablicu 2. upišite u milimolima (mmol) te rezultate **množine izrazite s dva decimalna mjesta**.

Graf:

Na **ISTOM grafičkom prikazu na ISTOM milimetarskom papiru** nacrtaj vrijednosti izračunatih množina **neizreagiranog** kalcijeva karbonata i **nastalog** ugljikova(IV) oksida. Vrijednosti množina za kalcijev karbonat možete označiti s (○), a množine nastalog ugljikova(IV) oksida s (•) ili koristite bojice.



Slika 1. Ovisnost množine **neizreagiranog** kalcijeva karbonata i množine **nastalog** ugljikova(IV) oksida u vremenu u reakciji kalcijeva karbonata s klorovodičnom kiselinom množinske koncentracije, $c(\text{HCl}) = 2 \text{ mol/L}$ pri _____ °C i tlaku od _____ hPa.

Zaključak:

- 1.) Usporedi omjere množina potrošenog kalcita (tablica 1.) i nastalog ugljikova dioksida (tablica 2.). Što primjećuješ?
- 2.) Je li omjer množina potrošenog kalcita i nastalog ugljikova dioksida u skladu s jednadžbom kemijske reakcije?
- 3.) Što je stehiometrijski broj?
- 4.) Koliku vrijednost množine klorovodične kiseline očekuješ u zadnjem mjerenju u usporedbi s množinom kalcita? Objasni.

Naziv vježbe: Mjerodavni reaktant

Radni zadatak 1.: Mjerodavni reaktant pri taložnoj reakciji kalcijeva klorida i natrijeva fosfata

Pribor i kemikalije: stalak s 4 epruvete (E1 – E4), 3 kapaljke, čaša od 100 mL, vodena otopina kalcijeva klorida (otopina A; $c = 0,1 \text{ mol/L}$), vodena otopina natrijeva fosfata (otopina B; $c = 0,1 \text{ mol/L}$), destilirana voda

Opis postupka:

1.) Dobro i temeljito operite sve epruvete otopinom deterdženta, isperite vodovodnom i destiliranom vodom. Dobro protresite epruvete kako bi se uklonilo čim više destilirane vode iz epruveta. **NE DRŽITE EPRUVETE U STALKU OTVOROM PREMA DOLJE!**

2.) U svaku od epruveta nakapajte 16 kapi destilirane vode.

3.) U epruvetu 1 (E1) nakapajte 32 kapi otopine A te 8 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

4.) U epruvetu 2 (E2) nakapajte 24 kapi otopine A te 16 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

5.) U epruvetu 3 (E3) nakapajte 16 kapi otopine A te 24 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

6.) U epruvetu 4 (E4) nakapajte 8 kapi otopine A te 32 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Opažanja pokusa pri reakciji natrijeva fosfata i kalcijeva klorida

	Epruveta	Voda	Otopina A	Otopina B	Opažanje
broj kapi	E1	16	32	8	
	E2	16	24	16	
	E3	16	16	24	
	E4	16	8	32	

Jednadžba kemijske reakcije:

Zaključak:

1.) U kojoj epruveti je nastalo najviše produkta u čvrstom agregacijskom stanju?

2.) Usporedi omjer stehiometrijskih brojeva, omjer dodanih kapi i količinu nastalog taloga. Što primjećuješ?

3.) Pri kojem omjeru broja kapi otopina A i B nastaje najviše taloga?

4.) Pronađi i definiraj **Proustov zakon određenih proporcija** i objasni ga na primjeru vježbe.

Radni zadatak

2.: Mjerodavni reaktant pri taložnoj reakciji kalcijeva klorida i natrijeva oksalata

Pribor i kemikalije: stalak s 5 epruveta (E1 – E5), 3 kapaljke, čaša od 100 mL, vodena otopina kalcijeva klorida (otopina A; $c = 0,1 \text{ mol/L}$), vodena otopina natrijeva oksalata (otopina B; $c(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$), destilirana voda

Opis postupka:

1.) Dobro i temeljito operite sve epruvete otopinom deterdženta, isperite vodovodnom i destiliranom vodom. Dobro protresite epruvete kako bi se uklonilo čim više destilirane vode iz epruveta. **NE DRŽITE EPRUVETE U STALKU OTVOROM PREMA DOLJE!**

2.) U svaku od epruveta nakapajte 16 kapi destilirane vode.

3.) U epruvetu 1 (E1) nakapajte 4 kapi otopine A te 36 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

4.) U epruvetu 2 (E2) nakapajte 12 kapi otopine A te 28 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

5.) U epruvetu 3 (E3) nakapajte 20 kapi otopine A te 20 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

6.) U epruvetu 4 (E4) nakapajte 28 kapi otopine A te 12 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

7.) U epruvetu 5 (E5) nakapajte 36 kapi otopine A te 4 kapi otopine B. Zabilježi Opažanja u tablicu 1.

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Opažanja pokusa pri reakciji natrijeva fosfata i kalcijeva klorida

broj kapi	Epruveta	Voda	Otopina A	Otopina B	Opažanje
	E1	16	4	36	
	E2	16	12	28	
	E3	16	20	20	
	E4	16	28	12	
	E5	16	36	4	

Jednadžba kemijske reakcije:

Zaključak:

- 1.) U kojoj epruveti je nastalo najviše produkta u čvrstom agregacijskom stanju?
- 2.) Usporedi omjer stehiometrijskih brojeva, omjer dodanih kapi i količinu nastalog taloga. Što primjećuješ?
- 3.) Pri kojem omjeru broja kapi otopina A i B nastaje najviše taloga?
- 4.) Pronađi i definiraj **Proustov zakon određenih proporcija** i objasni ga na primjeru vježbe.

Naziv vježbe: Dulong-Petitovo pravilo

Radni zadatak: Odrediti molarnu masu metala primjenom Dulong-Petitova pravila

Pribor i kemikalije: kalorimetar, **2 termometra**, tehnička vaga (s preciznošću na 0,1 g), kuhalo za vodu, tronog, ekološka mrežica, plamenik čaša od 250 mL, menzura od 100 mL, pinceta, uzorak metala (minimalno 10 g ili više), voda

Uvod:

Francuski kemičari P. L. Dulong [Dilon] i A. L. Petti [Peti] otkrili su 1818. da su molarni toplinski kapaciteti elemenata u čvrstom stanju približno jednaki i iznose

$C_{p,m} = 25 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$. Iz toga proizlazi da je molarna masa metala, $M(\text{metal})$:

$$M(\text{metal}) = \frac{C_{p,m}}{c_p(\text{metal})}$$

Opis postupka:

1.) U kuhalu za vodu ugrije se oko 500 mL vodovodne vode do vrenja te u čašu od 250 mL ulijte 150 mL vode i nastavi grijati plamenikom.

2.) Uzorak metala izvaže se na **tehničkoj vagi**, $m(\text{metal})$, i postavi u kipuću vodu koja se konstantno i bez prekida grije plamenikom. U vruću vodu postavi se **prvi** termometar.

3.) Dok se uzorak metala zagrijava (oko 5 minuta), kalorimetar se izvaže na istoj tehničkoj vagi. Ulje se u kalorimetar oko 100 mL destilirane vode i ponovno izvaže na istoj tehničkoj vagi. Izračuna se masu vode u kalorimetru, $m(\text{H}_2\text{O})$.

4.) Kalorimetar se poklopi njegovim poklopcem. Kroz otvor na poklopcu provuče se **drugi** termometar te se nakon nekoliko minuta očita i zabilježi početna temperatura vode u kalorimetru, t_1 .

5.) Uzorak metala, ugrijan u kipućoj vodi ($t_3 \approx 100^\circ\text{C}$), brzo se, **pomoću pincete**, prenese u kalorimetar i poklopi njegovim poklopcem **bez vađenja termometra iz vode**. Kružnim pokretima ruke miješa se sadržaj kalorimetrate očita i zabilježi najviša temperatura vode u kalorimetru, t_2 .

6.) Izračuna se specifični toplinski kapacitet uzorka metala, $c_p(\text{metal})$. Zanimari toplinski kapacitet termometra i posude kalorimetra jer je on malen u odnosu na toplinski kapacitet vode u kalorimetru; $c_p(\text{H}_2\text{O}) = 4,18 \text{ J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

7.) Na temelju Dulong-Petitova pravila izračuna se približna molarna masa metala.

Rezultati mjerenja:

$m(\text{metal}) / \text{g}$	
$m(\text{H}_2\text{O}) / \text{g}$	
$t_1(\text{voda u kalorimetru}) / ^\circ\text{C}$	
$t_3(\text{metala u kipućoj vodi}) / ^\circ\text{C}$	
$t_2 / ^\circ\text{C}$	
$c_p(\text{H}_2\text{O}) / \text{J K}^{-1} \text{ g}^{-1}$	4,18
$C_{p,m}(\text{metal}) / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	25
$M(\text{metal}) / \text{g mol}^{-1}$	

Naziv vježbe: Molarna entalpija isparavanja vode

Radni zadatak: Odrediti molarnu entalpiju isparavanja vode

Pribor i kemikalije: vaga, električni grijač vode (kuhalo za vodu), destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) U kuhalo za vodu ulije se oko 500 mL i posuda s vodom se izvaže.
- 2.) Uključite kuhalo u u struju i grijte vodu dok ne zavrije tako da je poklopac kuhala cijelo vrijeme otvoren.
- 3.) Kad iz kuhala počne izlaziti vodena para, pokrenite štopericu. Nakon pet minuta, vrenja i isparavanja vode isključite kuhalo za vodu.
- 4.) Izvažite kuhalo s vodom, ali tek kada se u potpunosti ohladi, tj. postigne sobnu temperaturu. Razlika odvaga daje masu isparene vode
- 5.) Električna energija utrošena za isparavanje vode jednaka je umnošku snage (P) grijača (snagu treba očitati na grijaču/kuhalu) i vremena zagrijavanja ($P = E / t$)
- 6.) U pokusu je uzeta pretpostavka da je sva električna energija pretvorena u toplinsku ($W = \Delta E$). Mjerna jedinica snage je vat (W).

Opažanja:

Opis promjene:

Rezultati mjerenja:

$m_1(\text{kuhalo} + \text{voda})_{\text{prije zagrijavanja}} / \text{g}$	
$m_2(\text{kuhalo} + \text{voda})_{\text{nakon vrenja}} / \text{g}$	
$m_3(\text{isparena voda}) / \text{g}$	
$n(\text{vode}) / \text{mol}$	
$P(\text{grijač}) / \text{W}$	
$t(\text{vrenja vode}) / \text{s}$	
$E = Q(\text{dovedena el. energija/toplina}) / \text{kJ}$	
$\Delta_{\text{vap}}H / \text{kJ mol}^{-1}$	

Zaključak:

Naziv vježbe: Entalpija neutralizacije

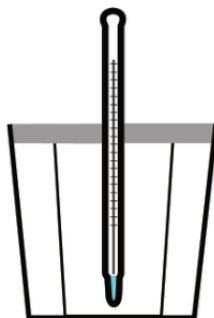
Radni zadatak: Odrediti entalpiju neutralizacije klorovodične kiseline i otopine natrijeva hidroksida mjerenjem temperature reakcije

Pribor i kemikalije: dvije trbušaste pipete od 50,00 cm³, 2 polistirenske čaše, stiroporni poklopac s otvorom za termometar, termometar od 0 do 100 °C, štoperica, propipeta, otopina klorovodične kiseline ili otopina sumporne kiseline, $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$, otopina natrijevog hidroksida, $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$

Opis postupka:

- 1.) Izvažite, na tehničkoj vagi, polistirensku čašu zajedno s manjom plastičnom čašom i poklopcem te zapišite masu (m_1).
- 2.) U manju plastičnu čašu trbušastom pipetom otpipetirajte 50,00 mL otopine natrijeva hidroksida, $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$. Čašu zatvorite stiropornim poklopcem s termometrom.
- 3.) Od ovog trenutka, termometar se niti u jednom trenutku NE SMIJE izvaditi iz otopine tijekom cijelog izvođenja vježbe!
- 4.) Otopinu lagano miješajte i mjerite temperaturu otopine svakih 20 sekundi tijekom 2,5 min. Rezultate bilježite u tablicu.
- 5.) Nakon 3 min trbušastom pipetom dodajte 50,00 mL otopine klorovodične kiseline, $c = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$ (ako se koristi sumporna kiselina, onda pipetirajte 25,00 mL). Miješajte i očitavajte temperatura svakih 20 sekundi sve dok temperatura ne postane konstantna i ne uočavate daljnju promjenu u vrijednosti temperature (otprilike 4 minute od trenutka dodavanja klorovodične kiseline).
- 6.) Rezultate ponovno bilježite u tablicu. NE BACAJTE otopinu iz čaše već ponovno izvažite obje čaše zajedno s otopinama i poklopcem na ISTOJ tehničkoj vagi (m_2). Izračunajte reakcijsku entalpiju.

Skica aparature:



Slika 1. Jednostavni kalorimetar

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja :

Atmosferski tlak: $p =$ _____ Pa

Temperatura laboratorija: $t =$ _____ °C

masa **PRAZNE**, čaše i poklopca: $m_1 =$ _____ g

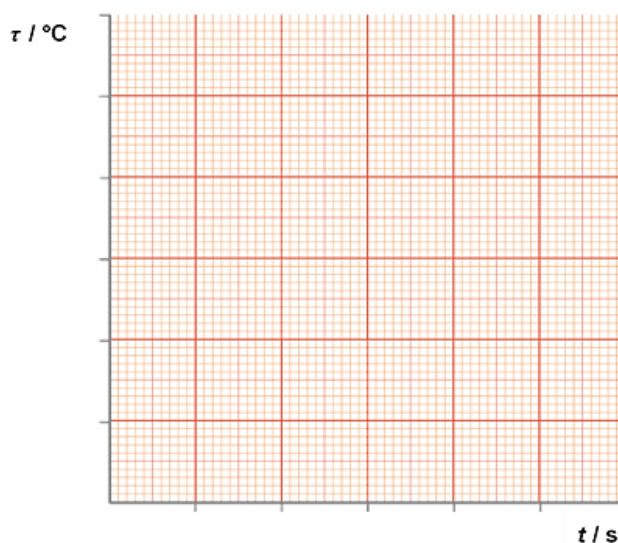
masa čaša, poklopca i otopine: $m_2 =$ _____ g

masa otopine: $m(\text{otopina}) = m_2 - m_1 =$ _____ g

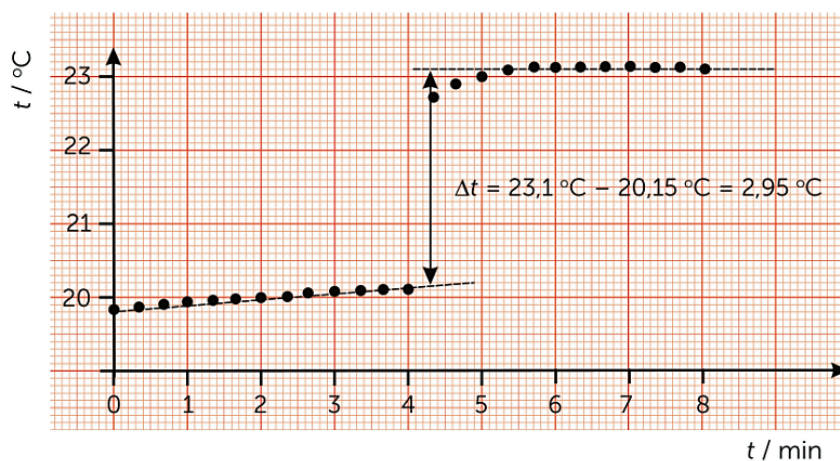
t / s									
$\tau / ^\circ\text{C}$									

Račun:

Grafički prikaz: određivanje korigiranog skoka temperature.



Slika 1. Termogram reakcije neutralizacije natrijeve lužine (50 mL, $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/L}$) klorovodičnom kiselinom (50 mL, $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$)



Slika 2. Određivanje korigiranog skoka temperature – primjer izgleda grafa
Termogram reakcije neutralizacije natrijeve lužine (50 mL, $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/L}$) klorovodičnom kiselinom (50 mL, $c(\text{HCl}) = 1 \text{ mol/L}$)

Zaključak:

Naziv vježbe: Reakcijska entalpija**Radni zadatak:** Odrediti entalpiju taloženja magnezijeva karbonata

Pribor i kemikalije: kalorimetar s termometrom (ili bolje termočlanak s preciznošću 0,1 ili 0,01 °C), dvije menzure ili dvije pipete od 20 mL, otopina natrijeva karbonata ($c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$); $\rho(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,10 \text{ g cm}^{-3}$; otopina magnezijeva klorida ($c(\text{MgCl}_2) = 1 \text{ mol dm}^{-3}$); $\rho(\text{MgCl}_2) = 1,07 \text{ g cm}^{-3}$;

Opis postupka:

1. Odmjerite menzutom ili pipetom 20 mL otopine natrijeva karbonata i ulijte u posudu kalorimetra.
2. Poklopite kalorimetar poklopcem s rupicom kroz koju je provučen termometar (ili termočlanak) i mjerite temperaturu otopine. Miješajte sadržaj kalorimetra pomoću miješalice te svakih 20 sekundi očitajte i bilježite temperaturu tijekom tri minute.
3. Odignite poklopac kalorimetra i brzo dolijte 20 mL prethodno pripremljene otopine magnezijeva klorida. Miješajte reakcijsku smjesu i svakih 20 sekundi očitajte i zabilježite temperaturu i to tijekom sljedeće tri do četiri minute.
4. Rezultate mjerenja prikažite tablično i grafički na milimetarskom papiru (termogram – ovisnost temperature o vremenu). Vidi rezultate mjerenja.

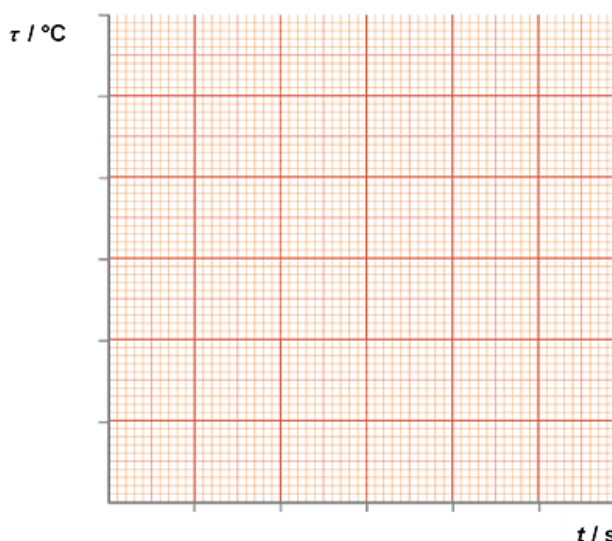
5. Izračunajte reakcijsku entalpiju za reakciju:



6. Nakon provedenog pokusa sadržaj kalorimetra bacite u izljev i isperite kalorimetar vodom.

Rezultati mjerenja:

t / s	$\tau / ^\circ\text{C}$
0	
20	
40	
...	

**Račun:**

$$\Delta_r H = \frac{\Delta H}{\Delta \xi}$$

$$\Delta_r H = \frac{[m(\text{otop. MgCl}_2) + m(\text{otop. Na}_2\text{CO}_3)] \times c_p(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T}{\Delta \xi}$$

$\Delta \xi$ – je doseg reakcije koji se računa preko množine potrošenoga mjerodavnog reaktanta

Naziv vježbe: Entalpija otapanja soli

Radni zadatak: Odrediti molarnu entalpiju otapanja soli mjerenjem temperature reakcije

Pribor i kemikalije: menzura, plastična čaša od 150 mL, čaša od 200 mL, čista i suha plastična čašica za vaganje uzorka, polistirenski poklopac s rupom za termometar, termometar, tehnička vaga, stalak i hvataljka, 0,02 mola uzoraka soli, destilirana voda

Opis postupka:

1.) Izračunajte potrebnu masu uzorka soli ako je množina soli 0,02 mol. U **SUHOJ** plastičnoj posudici (čašici) izvažite izračunatu masu uzorka soli.

2.) U plastičnu čašu od 150 mL otpipetirajte 50,00 mL destilirane vode.

3.) Čašu zatvorite kartonskim ili stiropornim poklopcem s rupicama stavite u plastičnu čašu od 200 mL. Kroz jednu rupicu kartonskog poklopca stavite termometar. Sadržaj lagano miješajte termometrom i **VIŠE NITI U JEDNOM TRENUTKU NE VADITE** termometar iz čaše. Rezervoar termometra mora STALNO biti pod vodom, odnosno u otopini.

4.) Očitavajte temperature svakih 30 sekundi tijekom 2,5 min. Rezultate bilježite u tablicu.

5.) Nakon 3 min dodajte uzorak soli iz epruvete u čašu s vodom, ali tako da samo podignete poklopac i **kvantitativno** dodate svu sol. **Uzorak se NE SMIJE zalijepiti za stijenke plastične posudice u kojoj je vagana sol.**

6.) Nastavite miješati i očitavati temperatura svakih 30 sekundi sve dok se sva sol ne otopi, a vrijednost temperatura ne ustali. Rezultate ponovno bilježite u tablicu.

7.) Iz grafičkog prikaza odredite korigirani skok temperature ($\Delta T/K$). Izračunajte molarnu entalpiju otapanja soli.

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja :

Atmosferski tlak: $p =$ _____ Pa

Temperatura laboratorija: $t =$ _____ °C

masa čvrstog uzorka soli, $m(\text{uzorak}) =$ _____ g

masa **PRAZNE**, čaše i poklopca: $m_1 =$ _____ g

masa čaša, poklopca i otopine: $m_2 =$ _____ g

masa otopine: $m(\text{otopina}) = m_2 - m_1 =$ _____ g

Tablica 1. Mjerenje temperature u vremenu prilikom otapanja soli u vodi

t / s									
$\tau / ^\circ C$									

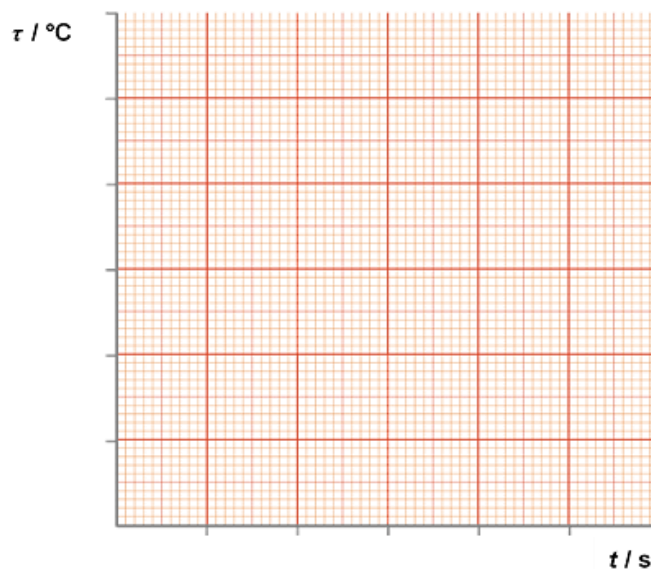
Račun:

$$\Delta_r H = \frac{\Delta H}{\Delta \xi}$$

$$\Delta_r H = \frac{[m(\text{otopine})] \times c_p(\text{H}_2\text{O}) \times \Delta T}{\Delta \xi}$$

$\Delta \xi$ – je doseg reakcije koji se računa preko množine potrošenoga mjerodavnog reaktanta, a to je u ovom slučaju otopljena sol

Grafički prikaz: određivanje korigiranog skoka temperature.



Zaključak:

1.) Koliko iznosi molarna entalpija otapanja soli u vodi? Koliko iznosi maksimalna apsolutna pogreška mjerenja?

1.) Do kojih procesa dolazi tijekom otapanja ionskih spojeva u vodi?

2.) Je li otapanje uzorka soli u vodi egzoterman ili endoterman proces?

3.) Koji proces je onda dominantniji, tj. jače izražen tijekom otapanja uzorka soli u vodi?

4.) Prikaži **kvalitativni** entalpijski dijagram otapanja uzorka soli u vodi te na dijagramu naznači entalpiju kristalne strukture ($\Delta_{ks}H$), entalpiju hidratacije ($\Delta_{hid}H$) i ukupnu entalpiju otapanja soli ($\Delta_{sol}H$)

Naziv vježbe: Određivanje molarne mase metala

Radni zadatak: Odrediti molarnu masu metala na temelju reakcije metala s kiselinom

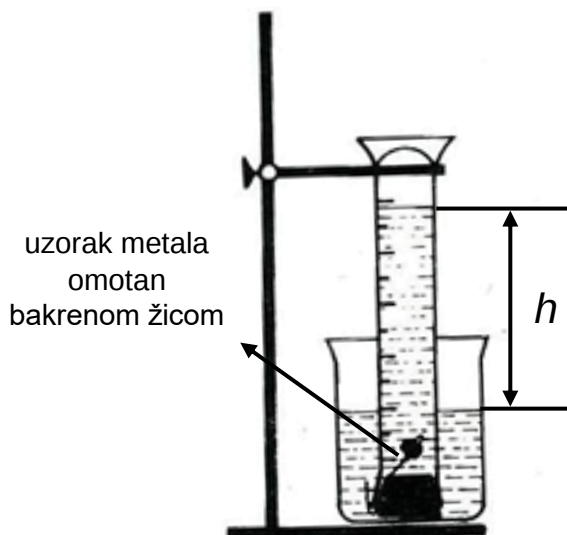
Pribor i kemikalije: menzura od 100 mL, čaša od 600 mL, gumeni čep za menzuru, bakrena žica, uzorak metala, stezaljka i okrugla hvataljka, željezni stalak, termometar, uzorak metala, koncentrirana klorovodična kiselina, destilirana voda, vodovodna voda.

Opis postupka:

NAPOMENA! RAD S KONCENTRIRANOM KISELINOM - OBAVEZNO NOŠENJE ZAŠTITNIH RUKAVICA I RAD U DIGESTORU!

- 1.) Na željezni stalak učvrsti se stezaljka, a u stezaljku okrugla hvataljka te se širina hvataljke namjesti da menzura može stati u nju, odnosno da menzura samo visi na hvataljci u obrnutom položaju (isprobati dok je menzura prazna).
- 2.) Uzorak metala izvaže se na analitičkoj vagi, zapiše masa i omota bakrenom žicom.
- 3.) U **DIGESTORU** se u menzuru ulije 30 mL koncentrirane klorovodične kiseline ($\rho = 1,18 \text{ g cm}^{-3}$) te se nakon toga, **vrlo pažljivo i polako** nalijeva destilirana voda ($\rho \approx 1 \text{ g cm}^{-3}$) uz stijenke menzure (menzura se blago nagne u stranu) pomoću **boce štrcaljke sa suženjem na vrhu** gotovo do vrha menzure (**donji dio kljuna za izlijevanje**). Nakon ulijevanja vode u menzuri se moraju vidjeti dva sloja tekućina – gornji vodeni sloj i donji sloj u kojem je koncentrirana klorovodična kiselina.
- 4.) U čašu od 600 mL ulije se oko 450 mL vodovodne vode. Uzorak metala omotan bakrenom žicom (Zašto je uzorak omotan baš bakrenom žicom?) uroni se u menzuru pri vrhu i začepi gumenim čepom na način da čep pridržava bakrenu žicu kojom je omotan uzorak metala (vidi skicu aparature).
- 5.) Menzura se preokrene, uroni u čašu s vodom i objesi za stalak. Kada uzorak metala u potpunosti izreagira s kiselinom, **očita se volumen razvijenog vodika u menzuri**.
- 6.) Očitaju se vrijednosti atmosferskog tlaka, temperature otopine u čaši, te **ravnalom** izmjeri razlika u razinama vode, h (**vidi skicu aparature**).

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za određivanje molarne mase metala

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

Masa uzorka	$m(\text{metal}) =$
Volumen vodika	$V(\text{H}_2) =$
Temperatura vodika	$t(\text{H}_2) =$
Atmosferski tlak	$p_{\text{atm}} =$
Tlak vodene pare pri temperaturi otopine	$p_{\text{H}_2\text{O}} =$
Gustoća vode pri temperaturi otopine	$\rho(\text{H}_2\text{O}) =$
Razlika u razinama vode	$h =$
Akceleracija sile teže	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Hidrostatski tlak; $p_{\text{hidr.}} = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot g \cdot h$	$p_{\text{hidr.}} =$
Parcijalni tlak vodika; $p(\text{H}_2) = p_{\text{atm}} - p_{\text{H}_2\text{O}} - p_{\text{hidr.}}$	$p(\text{H}_2) =$
Množina molekula vodika	$n(\text{H}_2) =$
Molarna masa metala	$M(\text{metal}) =$

Račun:**Zaključak:**

Naziv vježbe: Gustoća

Radni zadatak: a) Odrediti gustoću zadane tekućine pomoću piknometra pri određenoj temperature

Pribor i kemikalije, piknometar, lijevak, kapaljka, analitička vaga, termometar, mali komadići filter papira, uzorak tekućine za određivanje gustoće, destilirana voda

Opis postupka:

1.) Čist i suh piknometar izvažite na analitičkoj vagi i zapišite masu (m_1).

2.) Piknometar napunite tekućim uzorkom, izvažite i zapišite masu (m_2).

NAPOMENA: Punjenje piknometra tekućinom vrši se u malim obrocima da ne zaostaju mjehurići zraka jer će oni dati pogrešan rezultat. Kad je piknometar do vrha napunjen tekućinom, začepite ga. Pri tom će čep istisnuti višak tekućine kroz kapilaru koja se u njemu nalazi. **Neka se na vrhu čepa (kapilare) formira kapljica- nemojte je brisati.**

3.) Piknometar pažljivo obrišite izvana filter papirom (**piknometar mora biti potpuno suh**).

4.) Postavite piknometar na sredinu analitičke vage i u tom trenutku s malim komadićem filter papira obrišite zaostalu kapljicu na vrhu kapilare. **Vaganje izvedite što brže te što brže zapišite rezultat**, jer tekućine brzo hlape kroz kapilaru što dovodi do pogreške u rezultatu.

5.) Nakon vaganja uzorka piknometar dobro operite i isperite s destiliranom vodom.

6.) Napunite piknometar s destiliranom vodom, na isti način kao kad ste punili piknometar uzorkom. Zapišite masu piknometra s destiliranom vodom (m_3).

7.) Piknometar ispraznite i ostavite da se suši (po završetku vježbe predajte ga nastavniku ili tehničaru/ki).

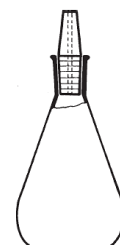
8.) Izračunajte gustoću uzorka i pogrešku mjerenja.

Opažanja:

Rezultati mjerenja:

Atmosferski tlak: $p =$ _____

Temperatura laboratorija: $t =$ _____



Slika 1. Piknometar

Masa praznog piknometra, m_1/g	
Masa piknometra napunjenog uzorkom, m_2/g	
Masa piknometra napunjenog destiliranom vodom, m_3/g	
Temperatura vode, $t / ^\circ C$	
Gustoća vode kod dane temperature $\rho / g\ cm^{-3}$	
Gustoća zraka kod dane temperature $\rho / g\ cm^{-3}$	0,0012

Račun:

Zaključak:

Radni zadatak: b) Odrediti gustoću čvrstog uzorka pomoću piknometra pri određenoj temperaturi

Pribor i kemikalije: piknometar, lijevak, kapaljka, analitička vaga, termometar, mali komadići filter papira, uzorak metala za određivanje gustoće, destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Čist i suh piknometar izvažite na analitičkoj vagi i zapišite masu (m_1).
- 2.) U piknometar pomoću lijeka unesite čvrsti uzorak, izvažite i zapišite masu (m_2).
- 3.) Nakon vaganja na uzorak dodajte destiliranu vodu, povremeno potresajući piknometar da izađu mjehurići zraka, izvažite i zapišite masu (m_3).

NAPOMENA: Punjenje piknometra tekućinom vrši se u malim obrocima da ne zaostaju mjehurići zraka jer će oni dati pogrešan rezultat. Kad je piknometar do vrha napunjen tekućinom, začepite ga. Pri tom će čep istisnuti višak tekućine kroz kapilaru koja se u njemu nalazi. **Neka se na vrhu čepa (kapilare) formira kapljica- nemojte je brisati.**

- 4.) Piknometar pažljivo obrišite izvana filter papirom (**mora biti potpuno suh**).
- 5.) Postavite piknometar na sredinu analitičke vage i u tom trenutku s malim komadićem filter papira obrišite zaostalu kapljicu na vrhu kapilare. **Vaganje izvedite što brže te što brže zapišite rezultat**, jer tekućine brzo hlape kroz kapilaru što dovodi do pogreške u rezultatu.
- 6.) Nakon vaganja uzorka piknometar isperite destiliranom vodom.
- 7.) Napunite piknometar destiliranom vodom, na isti način kao kad ste punili piknometar uzorkom. Zapišite masu piknometra s destiliranom vodom (m_4).
- 8.) Piknometar ispraznite i ostavite da se suši (po završetku vježbe predajte ga nastavniku ili tehničaru/ki). Izračunajte gustoću uzorka i pogrešku mjerenja.
- 9.) Izračunajte gustoću uzorka i pogrešku mjerenja.

Rezultati mjerenja:

Atmosferski tlak: $p =$ _____

Temperatura laboratorija: $t =$ _____

Masa praznog piknometra, m_1/g	
Masa piknometra napunjenog uzorkom, m_2/g	
Masa piknometra napunjenog s uzorkom i destiliranom vodom, m_3/g	
Masa piknometra napunjenog destiliranom vodom, m_4/g	
Temperatura vode, $t/^\circ C$	
Gustoća vode kod dane temperature $\rho / g\ cm^{-3}$	
Gustoća zraka kod dane temperature $\rho / g\ cm^{-3}$	0,0012

Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Oksidi i sulfati zemnoalkalijskih metala

Radni zadatak: Usporediti topljivost oksida i sulfata zemnoalkalijskih metala

Pribor i kemikalije: stalak s 3 epruvete, vaga, 3 lijevka, menzura od 5 mL, (digitalni) termometar, MgO(s), CaO(s), BaO(s), destilirana voda, otopina fenolftaleina, sumporna kiselina ($c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol/L}$)

Opis postupka:

- 1.) U tri **potpuno suhe** epruvete izvažite po 0,1 g oksida zemnoalkalijskih metala: MgO, CaO i BaO.
- 2.) Izmjerite temperaturu vode i zabilježite vrijednost.
- 3.) Menzurom odmjerite 4 mL destilirane vode i ulijte u svaku epruvetu u kojoj se nalaze oksidi, gore navedenih, metala. Izmjerite temperaturu smjese. Što primjećujete?
- 4.) Dodajte 2 – 3 kapi fenolftaleina i dobro protresite sadržaj svake epruvete i ostavite ih na stalku (ili u vruću vodenu kupelj) da se istaloži netopljivi dio. Usporedite količinu taloga u svakoj epruveti i zabilježite opažanja.
- 5.) Istom menzurom odmjerite 2 mL sumporne kiseline i dodajte u svaku epruvetu.
- 6.) Što primjećujete? Što se dogodilo s bojom otopine? Koliko taloga je nastalo u svakoj epruveti?

Opažanja:

Jednadžbe kemijskih reakcija:

Zaključak:

- 1.) Usporedi topljivost oksida, odnosno hidroksida zemnoalkalijskih metala.
- 2.) Utječe li radijus kationa na topljivost hidroksida zemnoalkalijskih metala? Kako? Objasni.
- 3.) Usporedi topljivost sulfata zemnoalkalijskih metala.
- 4.) Usporedi topljivost hidroksida s topljivošću sulfata zemnoalkalijskih metala.
- 5.) Kako entalpija kristalne strukture i hidratacije iona utječe na topljivost oksida, odnosno sulfata zemnoalkalijskih metala?

Naziv vježbe: Određivanje debljine aluminijske folije

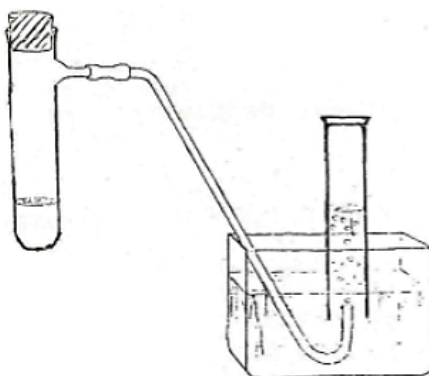
Radni zadatak: Odrediti debljinu aluminijske folije

Pribor i kemikalije menzura od 100 mL, epruveta za odsisavanje, čaša od 600 mL, termometar, metalni stalak, hvataljka, komadić tanke bakrene žice, ravvalo, škare, aluminijska folija za domaćinstvo, otopina klorovodične kiseline (1:1)

Opis postupka:

- 1.) Odrežite pravokutan komadić aluminijske folije (za domaćinstvo) dimenzija 2 cm x 5 cm.
- 2.) Načinite rahli smotuljak od tog komadića folije i omotajte ga tankom bakrenom žicom.
- 3.) Ulijte u epruvetu za odsisavanje 10 mL otopine klorovodične kiseline (1:1) **pazeći pri tome da kiselina NE završi u dijelu za odsisavanje** te pričvrstite epruvetu za odsisavanje na stalak.
- 4.) U čašu od 600 mL ulijte oko 450 mL vodovodne vode. Potom menzuru napunite **do vrha** vodovodnom vodom (u izljevu) i na vrh stavite filter papirić veličine otvora menzure. Menzuru potom preokrenite i uronite u čašu s vodom. Filter papirić će završiti u čaši i ne smeta tijekom pokusa, a menzura će u potpunosti biti ispunjena vodom.
- 5.) Gumenu cijev sa staklenim nastavkom spojite tako da plin iz epruvete ulazi u menzuru pomicanjem menzure i prilagođavanjem visine epruvete na stalku. Pri tome je važno da menzuru ne pomičete više nego što je razina vode u čaši jer će iz nje iscuriti voda i ući zrak!
- 6.) Postavite termometar u čašu s vodom i ostavite je do kraja pokusa te zapišite temperaturu vode, odnosno vodika na kraju pokusa.
- 7.) Smotuljak aluminijske folije ubacite u otopinu klorovodične kiseline i **ODMAH** zatvorite epruvetu za odsisavanje gumenim čepom. **Pazite da smotuljak ne završi u dijelu za odsisavanje!** Razvijeni vodik potiskuje vodu iz menzure u čašu.
- 8.) Kad sav aluminij izreagira, **ravnalom izmjerite razliku u razinama vode u čaši i menzuri** te izračunajte hidrostatski tlak. Dotaknite stijenke epruvete za odsisavanje. Što primjećujete?
- 9.) Očitajte volumen razvijenog vodika na menzuri. Iz tablice očitajte tlak vodene pare i gustoću vode pri očitanoj temperaturi.
- 10.) Iz jednadžbe stanja idealnog plina izračunajte množinu vodika, a iz jednadžbe kemijske reakcije izračunajte množinu aluminija te na kraju odredite debljinu aluminijske folije i **rezultat izrazite u mikrometrima (μm)**. ($1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$)

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za skupljanje plina pod vodom – određivanje debljine aluminijske folije

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

Volumen vodika	$V(\text{H}_2) =$
Temperatura vodika	$t(\text{H}_2) =$
Atmosferski tlak	$p_{\text{atm}} =$
Tlak vodene pare pri danoj temperaturi	$p_{\text{H}_2\text{O}} =$
Gustoća vode pri temperaturi otopine	$\rho(\text{H}_2\text{O}) =$
Razlika u razinama vode	$h =$
Akceleracija sile teže	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Hidrostatski tlak; $p_{\text{hidr.}} = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot g \cdot h$	$p_{\text{hidr.}} =$
Parcijalni tlak vodika; $p(\text{H}_2) = p_{\text{atm}} - p_{\text{H}_2\text{O}} - p_{\text{hidr.}}$	$p(\text{H}_2) =$
Množina molekula vodika	$n(\text{H}_2) =$
Množina aluminija	$n(\text{Al}) =$
Gustoća aluminija pri 25 °C	$\rho(\text{Al}) = 2,7 \text{ g cm}^{-3}$
Površina aluminijske folije	$S = 2 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 10 \text{ cm}^2$
Debljina aluminijske folije	$d =$

Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Određivanje empirijske formule spoja

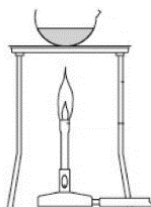
Radni zadatak: Odrediti sadržaj vode u modroj galici

Pribor i kemikalije: porculanska zdjelica, tarionik s tučkom, žlica, tronog, ekološka mrežica, plamenik, tehnička vaga (0,01 g), modra galica ($\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$)

Opis postupka:

- 1.) Usitnite u suhom tarioniku kristale modre galice tako da se dobiju plavi praškasti kristali.
- 2.) Izvažite na tehničkoj vagi porculansku zdjelicu.
- 3.) Manjom plastičnom žlicom stavite 4 – 5 žličica modre galice u zdjelicu i ponovo izvažite na tehničkoj vagi.
- 4.) Zagrijavajte smjesu polušuštećim plamenom dok ne zaostane bijeli talog CuSO_4 .
- 5.) Ohladite zdjelicu i ponovo izvagati.
- 6.) Izračunajte sadržaj vode u modroj galici.
- 7.) Dodajte nekoliko kapi vode na bijeli talog CuSO_4 . Što opažate?
- 8.) Napišite jednadžbu kemijske reakcije i odredite empirijsku formulu modre galice.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za zagrijavanje sadržaja u porculanskoj zdjelici

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

$m_1(\text{porculanska zdjelica}) / \text{g}$	
$m_2(\text{porculanska zdjelica} + \text{modra galica}) / \text{g}$	
$m_3(\text{modra galica}) / \text{g}$	
$m_4(\text{porculanska zdjelica} + \text{CuSO}_4) / \text{g}$	
$m_5(\text{CuSO}_4) / \text{g}$	
$m_6(\text{H}_2\text{O}) / \text{g}$	
$n(\text{CuSO}_4) / \text{mol}$	
$n(\text{H}_2\text{O}) / \text{mol}$	
$N(\text{CuSO}_4) : N(\text{H}_2\text{O}) =$	

Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Dobivanje vodika

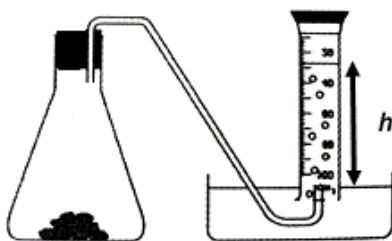
Radni zadatak: Laboratorijski dobiti vodik i izračunati volumen vodika

Pribor i kemikalije: Erlenmeyerova tikvica od 250 mL, plastična menzura od 100 mL, pneumatska kada ili široka čaša (čaša od 600 mL), stalak, stezaljka (mufa) obla hvataljka (klema) komad filter papira, termometar, probušeni gumeni čep za Erlenmeyerovu tikvicu, koljenasto savijena staklena cijev ili gumena cijev, uzorak metala (aluminij, **cink**, željezo...), razrijeđena klorovodična kiselina, HCl(aq, 1 : 1) , vodovodna voda

Opis postupka:

- 1.) Nastavnik će vam dati uzorak metala (cink, aluminij, magnezij...). Izvažite uzorak metala na analitičkoj vagi.
- 2.) Sastavite aparaturu kako je prikazano na slici (vidi Skicu aparature).
- 3.) U čašu od 600 mL dodajte oko 500 mL vodovodne vode.
- 4.) Napunite menzuru do samog vrha vodovodnom vodom (tako da se na vrhu stvori „trbuščić“). Na vrh stavite komadić filter papira tako da je otvor menzure u potpunosti prekriven. Menzuru potom preokrenite i uronite u čašu s vodom. Papirić će završiti u čaši i ne smeta tijekom pokusa, a menzura će u potpunosti biti ispunjena vodom
- 5.) Sada pripojite gumenu cijev s koljenasto savijenim staklenim nastavkom tako da ulazi u menzuru u potpunosti ispunjenu vodom (skica aparature). Pri tome pazite da menzuru iz čaše ne podignete previsoko, tj. iznad razine vode u čaši jer će zrak ući u menzuru.
- 6.) Postavite termometar u čašu s vodom i ostavite ga u čaši tijekom cijelog pokusa.
- 7.) Menzutom odmjerite 20 mL razrijeđene klorovodične kiseline i ulijte u Erlenmeyerovu tikvicu.
- 8.) Ubacite uzorak metala u Erlenmeyerovu tikvicu i odmah **BRZO** začepite tikvicu s čepom kroz koji je provučena koljenasto savijena cjevčica. Promatrajte što se događa.
- 9.) Dodirnite dno tikvice u kojoj se odvija reakcija. Što primjećujete? Kako se zovu takve reakcije?
- 10.) Kada reakcija završi očitajte temperaturu vode koja je jednaka temperaturi skupljenog vodika. Objasni zašto?
- 11.) Također, očitajte na menzuri volumen skupljenog vodika. Iz tablica očitajte gustoću vode pri temperaturi izmjerenoj u čaši te tlak vodene pare pri istoj temperaturi. Očitajte i atmosferski tlak te izmjerite razliku u razinama vode u čaši i menzuri.
- 12.) Izračunajte volumen vodika koji bi se razvio iz izvagane mase uzorka metala te usporedite s eksperimentalno dobivenom vrijednosti.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za dobivanje vodika

Opažanja:**Jednadžba kemijske reakcije:****Rezultati mjerenja:**

Masa uzorka metala	$m(\text{metal}) =$
Temperatura vode u čaši i skupljenog vodika	$t(\text{H}_2) =$
Atmosferski tlak	$p_{\text{atm}} =$
Tlak vodene pare pri temperaturi otopine	$p_{\text{H}_2\text{O}} =$
Gustoća vode pri izmjerenoj temperaturi	$\rho(\text{H}_2\text{O}) =$
Razlika u razinama vode	$h =$
Akceleracija sile teže	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Hidrostatski tlak; $p_{\text{hidr.}} = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot g \cdot h$	$p_{\text{hidr.}} =$
Parcijalni tlak vodika; $p(\text{H}_2) = p_{\text{atm}} - p_{\text{H}_2\text{O}} - p_{\text{hidr.}}$	$p(\text{H}_2) =$
Množina molekula vodika	$n(\text{H}_2) =$
Volumen vodika (eksperimentalno)	$V(\text{H}_2)_{\text{eksperimentalno}} =$
Volumen vodika (teoretski)	$V(\text{H}_2)_{\text{teoretski}} =$

Račun:**Zaključak:**

Osvrnite se na rezultate mjerenja. Dolazi li do odstupanja između eksperimentalne i teoretske vrijednosti volumena vodika?

Zašto je vodik moguće skupljati pod vodom? Može li se na isti način skupljati, primjerice amonijak? Objasnite.

Koliko iznosi molarni volumen vodika pri uvjetima eksperimenta?

Naziv vježbe: Molarna masa kisika

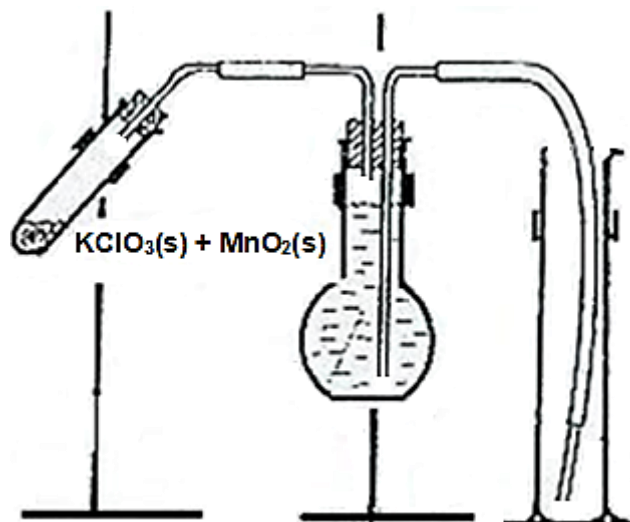
Radni zadatak: Odrediti molarnu masu kisika

Pribor i kemikalije: okrugla tikvica s ravnim dnom od 500 mL ili Erlenmeyerova tikvica, epruveta od teškotaljiva stakla, menzura od 500 mL, termometar, gumeni čep s rupom za epruvetu, gumeni čep za tikvicu s dvije rupe, gumena cijev, plastične žličice, plamenik, čvrsti kalijev klorat, (KClO_3 , s), čvrsti manganov(IV) oksid, (MnO_2 , s)

Opis postupka:

- 1.) Sastavite aparaturu prema skici aparature.
- 2.) U suhu epruvetu od teško taljiva stakla stavite oko 1 g, ali ne više od 1,3 g suhog kalijevog klorata i na vrh plastične žličice manganovog(IV) oksida. Protresite lagano epruvetu, samo toliko da se sadržaj lagano izmiješa.
- 3.) Izvažite epruvetu zajedno s kalijevim kloratom i manganovim(IV) oksidom (m_1).
- 4.) Učvrstite epruvetu u hvataljku i spojite s ostatkom aparature, ali tako da najprije začepite epruvetu, a tek zatim tikvicu s vodom. Pri tome može, ali ne mora, doći do istiskivanja manje količine vode u gumenu cijev i menzuru.
- 5.) Očitajte volumen vode u menzuri (V_1), ukoliko je nešto vode završilo u menzuri. Ukoliko se ništa vode nije istisnulo u menzuru, V_1 iznosi 0 mL.
- 6.) Počnite zagrijavati sadržaj epruvete, u početku lagano, a zatim malo jače, dok se sadržaj ne počne pjeniti. Zabilježite opažanja.
- 7.) Kada se sadržaj prestane pjeniti i više ne nastaju mjehurići te prestane potiskivanje vode u menzuru prekinite zagrijavanje. Pričekajte nekoliko minuta dok se epruveta ne ohladi. **NE RASTAVLJAJTE APARATURU** već samo podignite cijev iz menzure tako da ne bude uronjena u vodu u menzuri.
- 8.) Dok se epruveta hladi očitajte volumen vode istisnute u menzuru (V_2). Volumen razvijenog kisika izračunajte iz razlike volumena vode u menzuri ($V(\text{O}_2) = V_2 - V_1$; $V(\text{O}_2) = V_2$).
- 9.) Izmjerite temperaturu vode u menzuri (temperatura kisika). Očitajte atmosferski tlak.
- 10.) Očitajte iz tablica tlak para vode pri izmjerenoj temperaturi.
- 11.) Izračunajte parcijalni tlak kisika skupljenog iznad vode. Izvažite epruvetu s ostatkom (m_2).
- 12.) Izračunajte masu kisika ($m_1 - m_2$) nastalu termičkom razgradnjom kalijevog klorata.
- 13.) Iz dobivenih podataka, koristeći jednadžbu stanja idealnog plina, izračunajte molarnu masu kisika te apsolutnu pogrešku mjerenja na temelju teoretske molarne mase kisika.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za određivanje molarne mase kisika termičkim raspadom kalijeva klorata uz manganov(IV) oksid kao katalizator

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

Masa epruvete sa sadržajem (epruveta + KClO_3), m_1	
Masa epruvete nakon zagrijavanja, m_2	
Masa razvijenog kisika, $m(\text{O}_2)/\text{g}$	
Volumen vode u menzuri (početni), V_1/mL	
Volumen vode nakon zagrijavanja, V_2/mL	
Volumen razvijenog kisika, $V(\text{O}_2)/\text{mL}$	
Temperatura vode u menzuri, (temperature kisika) $t_1 / ^\circ\text{C}$	
Atmosferski tlak, $p_{\text{atm}} / \text{Pa}$	
Tlak vodene pare pri mjerenoj temperaturi, $p(\text{H}_2\text{O})/\text{Pa}$	
Parcijalni tlak kisika, $p(\text{O}_2)/ \text{Pa}$	
Molarna masa kisika, $M(\text{O}_2)_{\text{eksperimentalno}}$	
Molarna masa kisika, $M(\text{O}_2)_{\text{teoretski}}$	
Pogreška	

Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Molarna masa ugljikova dioksida

Radni zadatak: Odrediti molarnu masu ugljikova dioksida

Pribor i kemikalije: dvogrla srcolika tikvica s ubrušenim čepom i koljenasto savijenom staklenom cjevčicom, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, lijevak za dokapavanje, klor-kalcijeva cjevčica (ili ispiralica), satno staklo, menzura od 200 mL, vata, željezni stalak, stezaljka, uglata hvataljka, 10%-tna klorovodična kiselina (ili 1:1), mramor (CaCO_3 u granulama), kalcijev klorid (CaCl_2 , sicc.)

Opis postupka:

1. Izvažite suhu Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL poklopljenu suhim satnim staklom.

2. U dvogrlu srcoliku tikvicu od 250 mL dodajte granule mramora (toliko da se prekrije dno tikvice. Kroz odgovarajući gumeni čep provucite koljenasto savijenu cjevčicu na koju se nastavlja klor-kalcijeva cjevčica.

Klor-kalcijeva cjevčica je staklena cijev s proširenjem koje je ispunjeno rahlim čepom od vate s obje strane, a između vate nalazi se suhi kalcijev klorid koji služi za vezanje vlage, kako bi skupljeni ugljikov dioksid bio u potpunosti suh.

3. Erlenmeyerovu tikvicu od 250 mL učvrstite za željezni stalak i kroz drugu rupu na čepu provucite lijevak za dokapavanje (vidi Sliku 4.). Ukoliko lijevak teško prolazi kroz čep, namočite donji dio lijevka s malo vode.

4. Na kraju klor kalcijeve cjevčice preko gumene cjevčice spojite drugu staklenu cjevčicu koja će dosezati gotovo do dna tikvice (vidi Sliku 4.). Erlenmeyerovu tikvicu koju ispunjavate ugljikovim dioksidom zaklopite na pola satnim staklom (Slika 1.).

5. Ulijete u lijevak oko 20 mL klorovodične kiseline i lagano otvorite ventil na lijevku tako da kiseline kapa na granule mramora.

6. Nakon otprilike 10 minuta, prinesite otvoru Erlenmeyerove tikvice upaljenu šibicu, ukoliko se šibica gasi, tikvica je ispunjena ugljikovim dioksidom. Zatvorite ventil na lijevku, izvucite staklenu cjevčicu iz tikvice, poklopite je satnim staklom i izvažite.

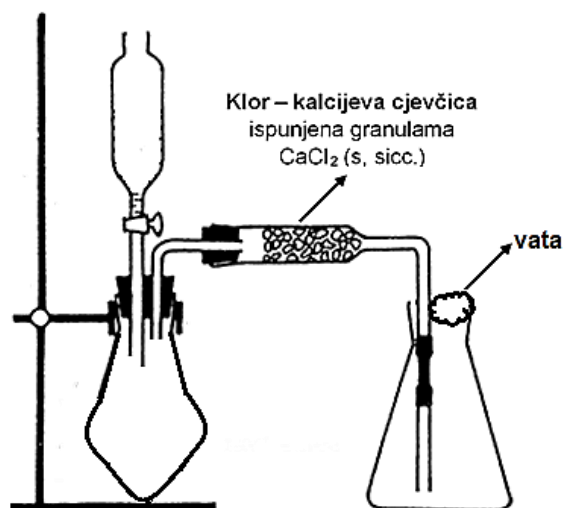
7. Erlenmeyerovu tikvicu ponovno puniti ugljikovim dioksidom. Ukoliko je potrebno, dopunite lijevak za dokapavanje klorovodičnom kiselinom i dodajte granule mramora u srcoliku tikvicu. Postupak punjenja i vaganja ponovite tri puta, a kao masu tikvice ispunjene ugljikovim dioksidom uzmite srednju vrijednost.

8. Na kraju izmjerite volumen Erlenmeyerove tikvice tako da je napunite do samog vrha vodovodnom vodom. Vodu iz tikvice prelijte u menzuru od 200 mL i očitajte njezin volumen koji je jednak volumenu ugljikova dioksida.

9. Očitajte sobnu temperaturu i atmosferski tlak. Na osnovi rezultata mjerenja i jednadžbe stanja idealnog plina izračunajte vrijednosti molarne mase, gustoće pri uvjetima eksperimenta te relativne gustoće ugljikova dioksida prema vodik i prema zraku.

10. Izračunaj teorijsku vrijednost molarne mase ugljikova dioksida, usporedi ih s eksperimentalno dobivenom vrijednošću i izračunaj apsolutnu pogrešku mjerenja.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za dobivanje ugljikova dioksida

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

Masa tikvice sa zrakom + satno staklo	$m_1 =$
Masa tikvice sa CO ₂ + satno staklo	$m_2 =$
	$m_2' =$
	$m_2'' =$
	$\bar{m}_2 =$
Volumen tikvice (volumen CO ₂)	$V(\text{CO}_2) =$
Sobna temperatura	$T / \text{K} = t / ^\circ\text{C} + 273 =$
Atmosferski tlak	$p =$
Molarna masa zraka; Koppov broj	$M \approx 29 \text{ g mol}^{-1}$
Masa zraka u tikvici	$m(\text{zrak}) =$
Masa CO ₂ u tikvici	$m(\text{CO}_2) =$
Molarna masa CO ₂	$M(\text{CO}_2) =$
Gustoća CO ₂	$\rho(\text{CO}_2) =$

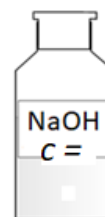
Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Volumetrijska analiza

Radni zadatak: Odrediti množinsku koncentraciju natrijeve lužine titracijom sa sumpornom kiselinom

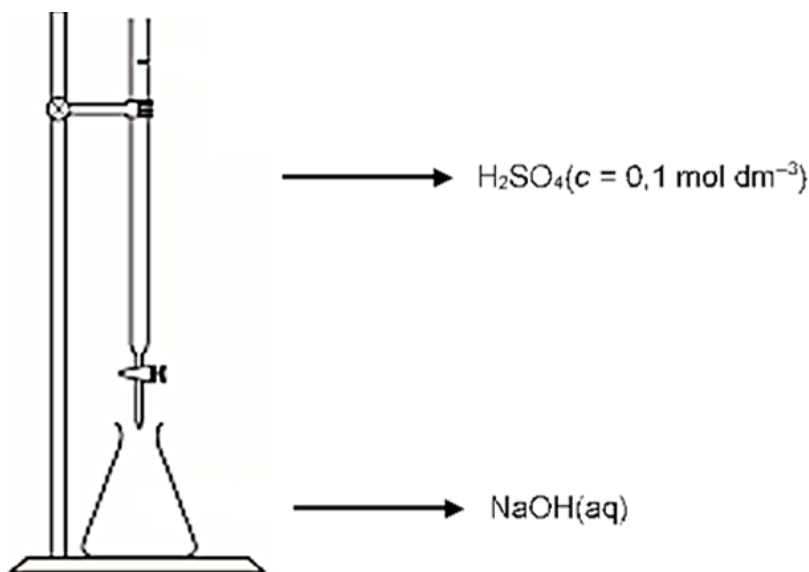
Pribor i kemikalije: bireta od 50 mL, trbušasta pipeta od 10,00 mL, 2 (3) Erlenmeyerove tikvice od 250 mL, lijevak i čaša, sumporna kiselina, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$, otopina metiloranža, otopina fenolftaleina, uzorak natrijeve lužine nepoznate koncentracije



Opis postupka:

- 1.) Biretu napunite otopinom H_2SO_4 poznate koncentracije.
- 2.) U Erlenmeyerovu tikvicu otpipetirajte 10,00 mL uzorka natrijeve lužine (boca na slici) i dodajte 2 do 3 kapi otopine fenolftaleina.
- 3.) Otopini možete dodati još 20 mL destilirane vode. Zašto se ovo smije učiniti? Neće li dodatak vode utjecati na konačan rezultat?
- 4.) Otopinu titrirajte s otopinom H_2SO_4 do nestanka boje, tj. do promjene boje iz ljubičaste u bezbojnu. Otopinu sumporne kiseline dodavajte u početku brže, a potom sporije. Postupak ponovite još dva puta i izračunajte srednju vrijednost volumena utrošene kiseline.
- 5.) Ponovite postupak tako da sada u Erlenmeyerovu tikvicu pipetirate 10 mL uzorka i dodajte 4 do 5 kapi otopine metiloranža. Otopini možete dodati npr. još 20 mL destilirane vode. Zašto se ovo smije učiniti? Neće li dodatak vode utjecati na konačan rezultat? Otopinu titrirajte s otopinom H_2SO_4 do prve promjene boje; **iz žute u žućkasto – narančastu**. Postupak ponovite još dva puta i izračunajte srednju vrijednost volumena utrošene kiseline.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za titraciju

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Rezultati mjerenja:

Titracija uz FENOLFTALEIN kao indikator	Titracija uz METILORANŽ kao indikator
$c(\text{H}_2\text{SO}_4) =$	$c(\text{H}_2\text{SO}_4) =$
$V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) =$	$V_1(\text{H}_2\text{SO}_4) =$
$V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) =$	$V_2(\text{H}_2\text{SO}_4) =$
$V_3(\text{H}_2\text{SO}_4) =$	$V_3(\text{H}_2\text{SO}_4) =$
$\bar{V}(\text{H}_2\text{SO}_4) =$	$\bar{V}(\text{H}_2\text{SO}_4) =$
$V(\text{NaOH}) =$	$V(\text{NaOH}) =$

Napomena: Podatci za volumen se unose uvijek sa dva decimalna mjesta. Primjerice, ako je volumen 20 mL, onda se upisuje 20,00 mL; ili 20,3 mL je 20,30 mL...

Titracija se u pravilu izvodi tri puta. Isto tako, razlike u volumenima utrošene sumporne kiseline se mogu **razlikovati do MAKSIMALNO $\pm 0,05$ mL**. Ukoliko je razlika veća, potrebno je napraviti još jedno dodatno mjernje.

Račun:

Zaključak:

Naziv vježbe: Koligativna svojstva otopina

Radni zadatak 1.: Odrediti molarnu masu tvari ebullioskopskom metodom

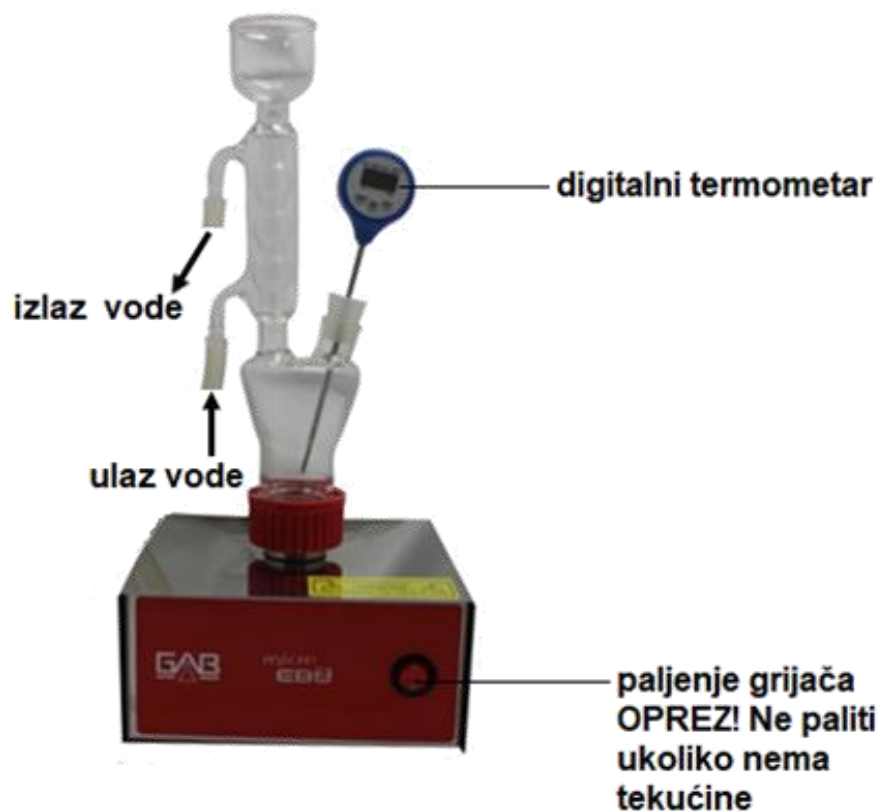
Pribor i kemikalije: ebullioskop, trbušasta pipeta od 50,00 mL, propipeta, Mohrova stezaljka, digitalni termometar ($\pm 0,1$ °C) s probušenim gumenim čepom, vaga ($\pm 0,01$ g), posudica za vaganje (plastična čašica), stakleni lijevak, čvrsti uzorak za određivanje molarne mase, destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Isperite ebullioskop destiliranom vodom. Pomoću Mohrove stezaljke ispuštite vodu kroz gumenu cijev koja je spojena na hladilo ebullioskopa.
- 2.) Odmjerite trbušastom pipetom od 50 mL vodu u ebullioskop tako da vodu iz pipete ulijevate u otvor sa strane na ebullioskopu.
- 3.) Provjerite kako su gumene cijevi spojene na povratno kuglasto hladilo ebullioskopa. Obratite pozornost na **ulaz i izlaz vode** u hladilu (vidi **Sliku 1.**). Otvorite vodu na slavini i namjestite lagani protok vode kroz povratno kuglasto hladilo.
- 4.) Postavite digitalni termometar koji je provučen kroz gumeni čep tako da vrh termometra bude uronjen u vodu.
- 5.) Uključite ebullioskop na tipki za paljenje grijača. Zagrijavajte vodu do vrenja. **Temperatura vrenja mora biti konstantna minimalno 3 – 5 minuta.** Zapišite točno vrelište vode (t_1).
- 6.) Isključite ebullioskop i pričekajte nekoliko minuta da vode prestane vrijeti u ebullioskopu. Pomoću Mohrove stezaljke ispuštite svu vodu iz ebullioskopa.
- 7.) Izvažite oko 5 grama čvrstog uzorka **u plastičnoj čašici** kojoj znate van't Hoffov koeficijent (i). Zapišite točnu masu izvagane soli.
- 8.) Pomoću lijevka prebacite izvagani uzorak u ebullioskop.
- 9.) U ebullioskop trbušastom pipetom odmjerite 50 mL destilirane vode i isperite lijevak tako da se sav uzorak u potpunosti ispere i završi u ebullioskopu.
- 10.) Uključite ebullioskop na tipki za paljenje grijača. Zagrijavajte otopinu do vrenja. **Temperatura vrenja mora biti konstantna minimalno 3 – 5 minuta.** Zapišite točno vrelište otopine (t_2).
- 11.) Isključite ebullioskop i pričekajte nekoliko minuta da otopina prestane vrijeti u ebullioskopu. Pomoću Mohrove stezaljke ispuštite svu otopinu iz ebullioskopa.
- 12.) Isperite ebullioskop destiliranom vodom. Pomoću Mohrove stezaljke ispuštite svu vodu iz ebullioskopa.
- 13.) Izračunajte molarnu masu otopljene tvari.

NAPOMENA – VRLO VAŽNO: Nikad ne palite ebullioskop, ukoliko prvo nema tekućine u ebullioskopu!

Skica aparature:



Slika 1. Ebulioskop

Opažanja:

Rezultati mjerenja:

van't Hoffov koeficijent, i	$i =$
masa uzorka soli	$m(X) =$
volumen otapala (vode)	$V(H_2O) =$
temperatura vode	$t(H_2O) =$
gustoća vode pri temperaturi vode	$\rho(H_2O) =$
vrelište vode, t_1	$t_1 =$
vrelište otopine, t_2	$t_2 =$
povišenje vrelišta, Δt ili ΔT	$\Delta t =$
	$\Delta T =$
ebulioskopska konstanta otapala (vode), K_b	$K_b = 0,52 \text{ K kg mol}^{-1}$
molarna masa tvari X	$M(X) =$

Račun:

Zaključak:

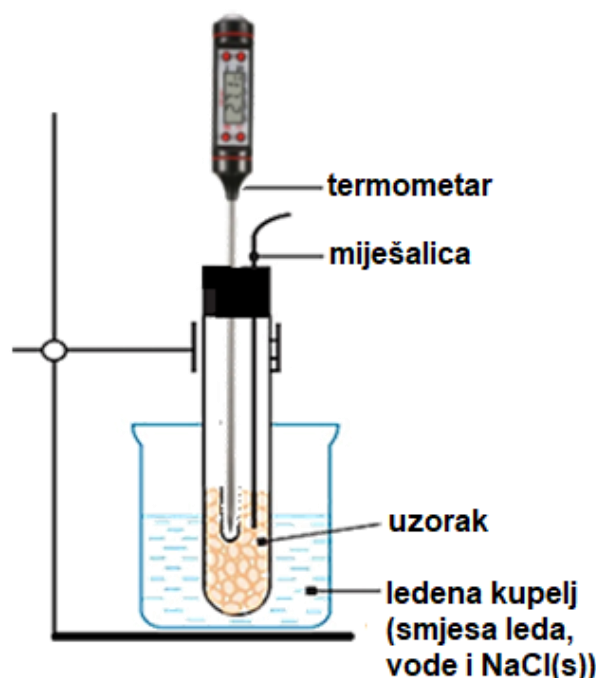
Radni zadatak 2.: Odrediti molarnu masu tvari krioskopskom metodom

Pribor i kemikalije: trbušasta pipeta od 20 mL, dvije čaše od 600 mL, epruveta ($\varnothing = 3$ cm) termometar ili digitalni termometar (termočlanak) s gumenim čepom, miješalica od žice, gumeni čep s dvije rupe, metalni stalak, hvataljka, stezaljka, zadana tvar (uzorak), otapalo (voda), ledena kupelj (led, natrijev klorid, voda)

- 1.) Pripremite ledenu kupelj tako što ćete usitniti led čekićem i dodati ga u čašu od 600 mL. Ledu dodajte natrijev klorid. Omjer leda i natrijeva klorida bi trebao biti otprilike 1 : 3. Dobivenu smjesu promiješajte i postavite ispod epruvete.
- 2.) U epruvetu trbušastom pipetom odmjerite 20 mL destilirane vode. Epruvetu zatvorite čepom s termometrom i žičanom miješalicom. Epruvetu uronite u ledenu kupelj. Sadržaj epruvete pažljivo i snažno miješajte. Kad se otapalo zaledi zabilježite temperaturu tališta vode (t_1).
- 3.) Izvažite oko 4 grama uzorka soli kojoj znate van't Hoffov koeficijent (i). Zapišite točnu masu izvagane soli.
- 4.) Epruvetu s vodom podignite kako bi se se voda odledila (ili uronite u čašu s vrućom vodom).
- 5.) Kada se led odledio **kvantitativno** dodajte izvaganu masu uzorka soli. Kvantitativno znači da apsolutno sva sol mora biti prebačena u epruvetu.
- 6.) Epruvetu s otapalom i uzorkom ponovno stavite u ledenu kupelj. Sadržaj epruvete pažljivo i snažno miješajte.
- 7.) Kad se otopina zaledi zabilježite temperaturu tališta otopine (t_2).

NAPOMENA: Ne očekujte da će se voda i otopina potpuno zalediti, već trebate primijetiti kako se stvaraju kristalići leda; u tom trenutku očitavate temperaturu ledišta.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za određivanje molarne mase krioskopskom metodom

Opažanja:**Rezultati mjerenja:**

van't Hoffov koeficijent, i	$i =$
masa uzorka soli	$m(X) =$
masa otapala (vode)	$m(H_2O) =$
talište vode, t_1	$t_1 =$
talište otopine, t_2	$t_2 =$
sniženje ledišta (tališta), Δt ili ΔT	$\Delta t =$
	$\Delta T =$
krioskopska konstanta otapala (vode), K_f	$K_b = 1,86 \text{ K kg mol}^{-1}$
molarna masa tvari X	$M(X) =$

Račun:**Zaključak:**

Naziv vježbe: Napetost površine

Radni zadatak: Odrediti ovisnost napetosti površine zadanih otopina o koncentraciji pri stalnoj temperaturi

Pribor i kemikalije: propipeta, čaša od 50 ili 100 mL, stalagmometar, stalak, hvataljka, Hoffmannova stezaljka, gumena cjevčica, uzorak za određivanje napetosti površine (etanol, C_2H_5OH , aq), destilirana voda

Opis postupka:

1.) Koristeći propipetu napunite stalagmometar standardnom tekućinom (najčešće vodom) iznad gornje granice, **a**, i pustite da tekućina istječe iz stalagmometra (vidi skicu aparature).

2.) Pomoću Hoffmannove stezaljke regulirajte protok tako da voda iz stalagmometra kapa ujednačeno; 1 kap po sekundi. Stalagmometar mora biti ispunjen tekućinom **BEZ MJEHURICA** zraka.

3.) Brojite kapi od oznake **a** do oznake **b**. Brojenje ponovite tri puta za svaku otopinu i izračunajte srednju vrijednost.

4.) Gustoću ispitivanih uzoraka očitajte iz laboratorijskog priručnika (D. Kolbah, *Priručnik za kemičare*, SKTH, Kemija u industriji, Zagreb).

5.) Izračunajte napetost površine i rezultate prikažite grafički ovisnost napetosti površine o volumnom udjelu.

Skica aparature:



Slika 1. Stalagmometar

Rezultati mjerenja:

Uzorak	φ (C ₂ H ₅ OH) / %	Broj kapi				ρ (C ₂ H ₅ OH) / g cm ⁻³	σ_2 (H ₂ O)/ Nm ⁻¹
		k_1	k_2	k_3	$\bar{k}$		
1.							
2.							
3.							

Uzorak	destilirana voda	Broj kapi				ρ (H ₂ O) / g cm ⁻³	σ_1 (H ₂ O)/ Nm ⁻¹
		k_1	k_2	k_3	$\bar{k}$		
standardna tekućina							$72,8 \cdot 10^{-3}$

Opažanja:

Račun:

Napetost površine računa se prema formuli:

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{k_1 \cdot \rho_2}{k_2 \cdot \rho_1}$$

gdje je:	
σ_1	napetost površine referentne tekućine (voda)
σ_2	napetost površine vode u otopini (etanol + voda)
k_1	broj kapi referentne tekućine (voda)
k_2	broj kapi ispitivane otopine (etanol + voda)
ρ_1	gustoća referentne tekućine (voda) pri temperaturi u laboratoriju
ρ_2	gustoća ispitivane otopine (etanol + voda) pri temperaturi u laboratoriju

Grafički prikaz: Ovisnost napetosti površine o volumnom udjelu etanola u otopini.

Naziv vježbe: Kvalitativna analiza sastava organskog spoja

Radni zadatak: U organskom spoju dokazati ugljik, vodik, dušik, sumpor i halogeni element

Dokazivanje ugljika u svijeći

Pribor i kemikalije: čaša ili Erlenmeyerova tikvica od 250 mL, šibice, svijeća, vodovodna voda

Opis postupka: Erlenmeyerovu tikvicu napunite do polovice hladnom vodom. Zapalite svijeću. Iznad plamena svijeće držite Erlenmeyerovu tikvicu. Zabilježite Opažanja.

Dokazivanje ugljika i vodika u organskom spoju

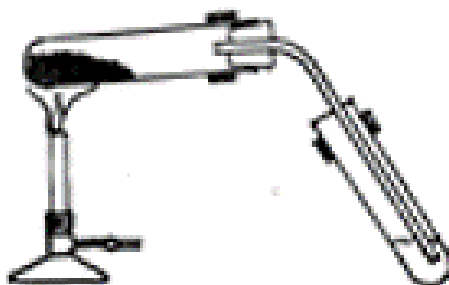
Pribor: dvije epruvete, probušeni gumeni čep, savinuta staklena cijev, plamenik, željezni stalak, hvataljka, gumena cijev, žličica, plamenik.

Kemikalije: uzorak organske tvari (**limunska kiselina – OSTALE KEMIČKE**), bakrov(II) oksid, bistra otopina kalcijeva hidroksida (vapnena voda) ili bistra otopina barijeva hidroksida (baritna voda).

Opis postupka: Sastavite aparaturu prema slici. U suhu epruvetu (ili epruvetu za odsisavanje) stavite **2 žličice limunske kiseline** i bakrova(II) oksida (**na vrh žličice**). Epruvetu začepite čepom kroz koji prolazi savinuta staklena cijev i pričvrstite hvataljkom kako je prikazano na slici. U drugu epruvetu ulijte malo vapnene vode. Plamenikom lagano zagrijavajte smjesu u epruveti i promatrajte promjene. Što primjećujete na gornjem hladnijem dijelu epruvete? Što primjećujete u epruveti s vapnenom vodom?

Napomene: Zagrijavajte lagano, dodajte malo CuO, a umjesto vapnene vode, možete koristiti baritna voda, $\text{Ba}(\text{OH})_2(\text{aq})$.

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za dokazivanje ugljika i vodika

Dokazivanje dušika u organskom spoju

Pribor i kemikalije: epruveta (epruveta sa sadržajem iz prethodnog pokusa - dokazivanja C i H), stakleni štapić, stalak, plamenik, pinceta, tvrdo kuhano jaje, NaOH(s), conc. HCl, crveni lakmus papir.

Opis postupka: Usitnite tvrdo kuhano jaje i pomiješajte s NaOH(s). 1 do 2 g ove smjese stavite u epruvetu u kojoj se nalazi ostatak limunske kiseline od dokazivanja C i H. Smjesu u epruveti lagano promiješajte staklenim štapićem. Epruvetu učvrstite na stalku (pogledati sliku 2.). Smjesu lagano zagrijavajte dok se ne počne razvijati plin. Navlaženim crvenim lakmus papirom provjerite mijenja li se boja lakmus papira. Pokušajte ustanoviti miris nastalog plina. Uronite stakleni štapić u konc. HCl (u digestoru) i prinesite ga otvoru epruvete. Što primjećujete?

Skica aparature:



Slika 2. Aparatura za dokazivanje dušika

Dokazivanje sumpora u organskom spoju

Pribor i kemikalije: epruveta, plamenik, traka filter papira (1 cm x 3 cm), bjelanjak jajeta, otopina NaOH, $w(\text{NaOH}) = 30\%$, otopina CH_3COOH ili otopina HCl , $\text{Pb}(\text{Ac})_2$ (aq). **$(\text{Pb}(\text{Ac})_2$ je oznaka za olovov(II) acetat – $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$**

Opis postupka: Stavite u epruvetu malo bjelanjka jajeta, dodajte otopine NaOH i sadržaj prokuhajte. Zakiselite sadržaj octenom ili klorovodičnom kiselinom. Pokušajte ustanoviti karakterističan miris nastalog plina. **OPREZ!** Nastali plin je otrovan. Ne udišite veće količine. Kapnite nekoliko kapi olovova(II) acetata u epruvetu i pažljivo zagrijte sadržaj. Što primjećujete?

Skica aparature:

Dokazivanje halogenog elementa (klora) u organskom spoju

Pribor: satno staklo, bakrena žica (5 do 10 cm), pluteni čep, plamenik.

Kemikalije: uzorak tvari (PVC žica, kloroform, CHCl_3 , CCl_4).

Opis postupka: Utisnite komad Cu-žice u pluteni čep. Slobodni kraj žice užarite sve dok ne nestane boja plamena, a zatim je malo ohladite. Na satno staklo ulijte malo uzorka. U tu otopinu uronite užareni kraj Cu-žice i ponovno stavite u bezbojni plamen. Drugi način izvođenja pokusa je da se užarenom bakrenom žicom prijeđe preko PVC žice te na taj način skine površinski sloj PVC-a. Nakon toga se žica ponovno unese u plamen plamenika i uoči boja plamena.

Opažanja:

Jednadžbe kemijskih reakcija:

Zaključak:

Naziv vježbe: Nezasićeni ugljikovodici

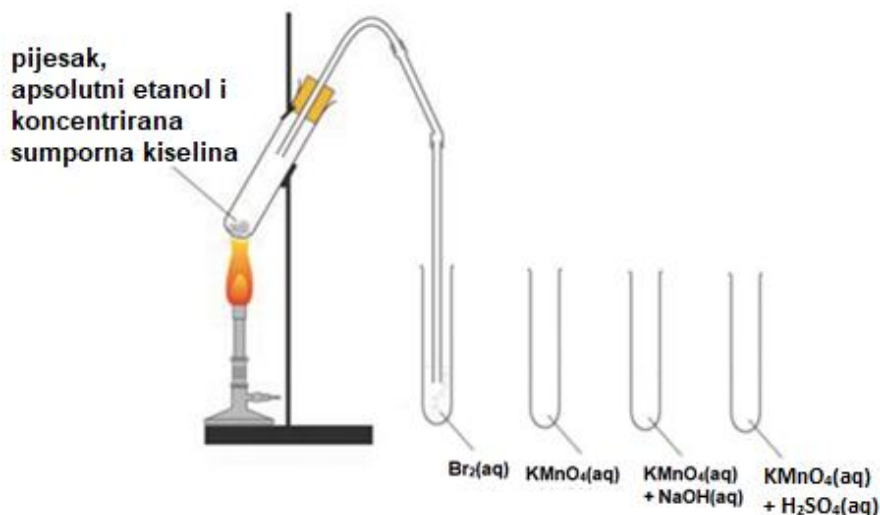
Radni zadatak: Dobivanje i ispitivanje svojstava etena

Pribor i kemikalije: epruvete i stalak za epruvete, epruveta za odsisavanje s gumenom cijevi, gumeni čep za epruvetu, plamenik, etanol ($w = 96 \%$), koncentrirana sumporna kiselina, otopina joda; Lugolova otopina (vrlo razrijeđena; **svijetlo žute boje**), **razrijeđena** otopina kalijeva permanganata (svijetlo ljubičaste boje), sumporna kiselina ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$), natrijeva lužina ($c = 2 \text{ mol dm}^{-3}$)

Opis postupka:

- 1.) U četiri epruvete redom dodajte oko 2 mL sljedećih otopina: bromnu vodu (ili Lugolovu otopinu) u prvu epruvetu te otopinu kalijeva permanganat u drugu, treću i četvrtu epruvetu.
- 2.) U treću epruvetu dodajte još 1 mL natrijeve lužine, a u četvrtu epruvetu dodajte još 1 mL razrijeđene sumporne kiseline. Uočite boje u svim epruvetama.
- 3.) U epruvetu za odsisavanje stavite suhi pijesak tako da je visina pijeska otprilike 3-4 cm. Prilikom stavljanja pijeska potrebno je paziti da pijesak ne završi u gumenoj cijevi koja je spojena na epruvetu.
- 4.) Dodajte apsolutni etanol na pijesak toliko da je sav pijesak natopljen i da je razina etanol još barem 1 mL iznad pijeska.
- 5.) Nakon ovog koraka, pozovite nastavnika da pregleda aparaturu.
- 6.) Nastavnik će doći do vas i dodati nekoliko kapi koncentrirane sumporne kiseline.
- 7.) Stavite gumeni čep na epruvetu i prilagodite visinu aparature tako da gumena cijev može lako doseći do dna epruveta na stalku ispunjenih kemikalijama (vidi skicu aparature).
- 8.) Počnite lagano zagrijavati sadržaj epruvete plamenikom tako da smjesa vrije polako. Smjesu zagrijavajte u početku malim polušuštećim plamenom. Plamenik cijelo vrijeme držite za postolje, a **NE NA STOLU**. Ako niste sigurni, pitajte nastavnika da vam prilagodi visinu plamena.
- 9.) Uronite gumenu cijev u prvu epruvetu na stalku (bromna voda) dok ne dođe do vidljive promjene. Nakon toga, vrlo brzo izvlačite gumenu cijev i uvodite plin u preostale tri epruvete. Pri tome je važno da ste spretni i da niti u jednom trenutku ne prekidate zagrijavanje u epruveti s pijeskom, etanolom i koncentriranom sumpornom kiselinom
- 10.) Kada uočite promjenu u zadnjoj (četvrtoj) epruveti, izvadite gumenu cijev iz epruvete i ostavite je da slobodno stoji u zraku. Ostavite aparaturu da se u potpunosti ohladi.
- 11.) Zapišite opažanja i jednadžbe kemijskih reakcija.

Skica aparature:



Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Zaključak:

Zadatci:

1.) Koristeći podatke u tablici izračunaj reakcijsku entalpiju za reakciju između etena i klorovodika:

veza	C–H	H–Cl	C–Cl	C=C	C–C
$\Delta_b H / \text{kJ mol}^{-1}$	413	427	339	614	347

a) Napiši jednadžbu kemijske reakcije koristeći Lewisovu simboliku. Imenuj nastali produkt prema pravilima IUPAC nomenklature.

b) Kojem tipu organske reakcije pripada opisana kemijska reakcija?

c) Je li opisana reakcija endotermna ili egzotermna? Prikaži opisanu reakciju na entalpijskom dijagramu.

d) Ako u reakciji sudjeluje $1,2 \cdot 10^{23}$ molekula etena i 0,4 mol klorovodika, koliko litara produkta može maksimalno nastati pri normalnim uvjetima?

e) Koliko iznosi iskorištenje reakcije ako je u reakciji nastalo 3,5 L produkta pri normalnim uvjetima?

Naziv vježbe: Molarna masa lako hlapljive tekućine

Radni zadatak: Odrediti molarnu masu lakohlapljive tekućine Dumasovom metodom

Pribor i kemikalije: željezni stalak, uglata hvataljka, mufa, tronog, eko mrežica, plamenik, Erlenmeyerova tikvica od 100 mL, čaša od 400 mL (ili 600 mL), aluminijska folija, tanka bakrena žica, kuhalo za vodu, šibice, menzura od 5 mL ili injekcijska šprica, menzura od 250 mL, termometar, uzorak hlapljive tekućine (vrelišta **do 80 °C**), voda

Opis vježbe:

1.) Izvažite Erlenmeyerovu tikvicu, komad aluminijske folije (koja će služiti kao čep za tikvicu) i bakrenu žicu kojom ćete omotati aluminijski čep – vidi **Sliku 1**. Zapišite masu (m_1) u tablicu. Zapišite temperaturu laboratorija (t_1).

2.) Nastavnik će odmjeriti 5 – 6 mL uzorka hlapljive tekućine i uliti ga u Erlenmeyerovu tikvicu.

3.) Odmah zatvorite Erlenmeyerovu tikvicu aluminijskom folijom, probušite **MALU** rupu na sredini aluminijske folije bakrenom žicom i omotajte bakrenu žicu oko aluminijske folije i vrata tikvice.

4.) Stavite Erlenmeyerovu tikvicu od 100 mL u čašu praznu čašu (400 mL ili 600 mL) tako da je tikvica uronjena do početka vrata.

5.) Zagrijte 1 L vode u kuhalu do vrenja. Kad voda zavrije, ulijte je u čašu (u kojoj se nalazi Erlenmeyerova tikvica s uzorkom) od 400 mL (ili 600 mL) postavljenu na tronog tako da razina vode bude do početka vrata tikvice i nastavite zagrijavati vodu polušuštećim plamenom kako bi voda neprestano ključala.

6.) Držite Erlenmeyerovu tikvicu u vodenoj kupelji **najmanje 10 minuta**. Umetnite termometar u čašu s kipućom vodom i zabilježite temperaturu (t_2) kada se ustali.

7.) Nakon otprilike deset minuta podignite tikvicu iznad razine vode u čaši i ugase plamenik.

8.) Odvojite tikvicu zajedno s uglatom hvataljkom i prenesite je na keramičku podlogu (u blizini izljeva).

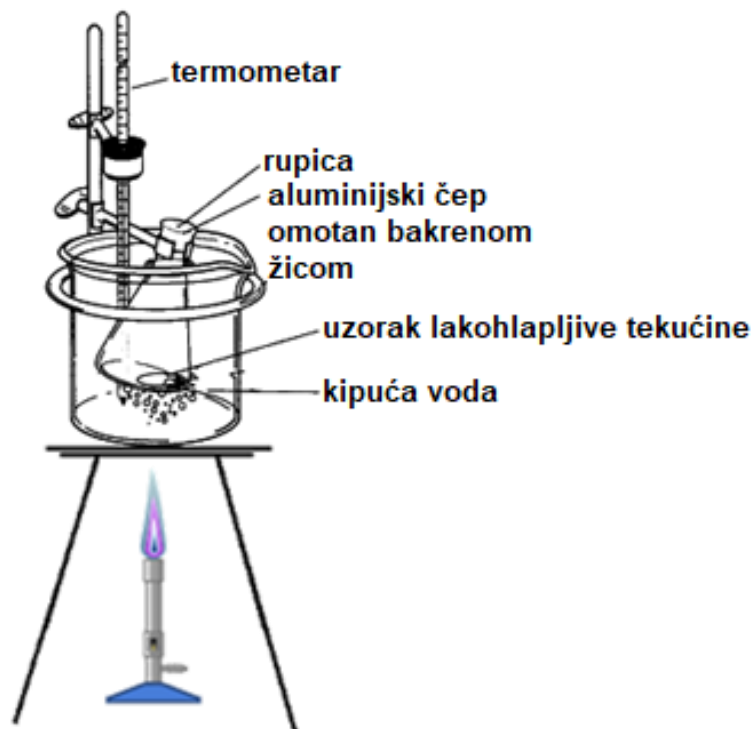
9.) Ostavite tikvicu na stolu da se ohladi do sobne temperature.

10.) Kada se tikvica potpuno ohladi, ponovno izvažite Erlenmeyerovu tikvicu zajedno s aluminijskom folijom oko kojeg je omotana bakrena žica i parama hlapljive tekućine (m_2).

11.) Na kraju odredite volumen Erlenmeyerove tikvice tako da je potpuno napunite vodom, a zatim vodu prelijete u menzuru od 250 mL ($V(X)$).

12.) Očitajte atmosferski tlak (p_{atm}).

Skica aparature:



Slika 1. Aparatura za određivanje molarne mase Dumasovom metodom
Rezultati mjerenja:

masa Erlenmeyerove tikvice, aluminijske folije i bakrene žice	$m_1 =$
masa Erlenmeyerove tikvice, aluminijske folije, bakrene žice i para uzorka	$m_2 =$
masa para uzorka ($m_2 - m_1$)	$m(X) =$
temperatura laboratorija	$t_1 =$
molarna masa zraka	$M(\text{zrak}) = 29 \text{ g mol}^{-1}$
temperatura vodene kupelji	$t_2 =$
volumen Erlenmeyerove tikvice = volumen vode = volumen para uzorka	$V(X) =$
atmosferski tlak	$p_{\text{atm}} =$
eksperimentalna vrijednost molarne mase uzorka	$M(X)_{\text{eksp.}} =$
teoretska vrijednost molarne mase uzorka	$M(X)_{\text{teor.}} =$
pogreška mjerenja	$P =$

Naziv vježbe: Brzina kemijske reakcije – Utjecaj koncentracije

Radni zadatak 1.: Ispitati utjecaj koncentracije natrijeva tiosulfata na brzinu kemijske reakcije između natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline

Pribor i kemikalije: tri menzure od 5 mL, stalak za epruvete, deset epruveta, zaporni sat, papirić(i) s nacrtanim znakom **X**, otopina natrijevog tiosulfata, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,25 \text{ mol/L}$, otopina sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ mol/L}$, destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Na komadiću čistog papira nacrtajte jasno vidljiv znak **X**.
- 2.) U pet epruveta ulijte, otopine natrijeva tiosulfata i destilirane vode kako je prikazano u tablici 1., a u drugih pet epruveta po 1 mL sumporne kiseline.
- 3.) Epruvetu s otopinom natrijeva tiosulfata postavite na pripremljeni papirić s nacrtanim znakom **X**. Otopina je prozirna i znak je jasno vidljiv.
- 4.) Pomiješajte otopine tako da **sumpornu kiselinu ulijete u otopinu natrijeva tiosulfata**. Istovremeno uključite zaporni sat, a otopinu još **jednom kratko protresite** i promatrajte kroz otopinu znak nacrtan na papiru.
- 5.) U trenutku kad znak više ne bude vidljiv zaustavite zaporni sat i zabilježite u tablicu proteklo vrijeme.
- 6.) Ponovite pokus s otopinama različitih koncentracija prema podacima iz tablice 1.

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Priprema otopina i rezultati određivanja vremena do zamućenja uslijed reakcije natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline pri različitim koncentracijama natrijeva tiosulfata

PRIPREMA OTOPINA			MJERENJE			
EPRUVETE 1 – 5		EPRUVETE 6 – 10				
$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) / \text{mL}$	$V_{\text{uk}} / \text{mL}$	$c_{\text{uk}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / \text{mol dm}^{-3}$	t / s	$1/t / \text{s}^{-1}$
1	5	1	7			
2	4	1	7			
3	3	1	7			
4	2	1	7			
5	1	1	7			

Opažanja:

Jednadžba kemijske reakcije:

Graf:

a) Ovisnost vremena zamućenja otopine o koncentraciji natrijeva tiosulfata, $c_{\text{total}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$;

b) Ovisnost brzine kemijske reakcije ($1/t$) o koncentraciji natrijeva tiosulfata, $c_{\text{total}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$

Zaključak:

Radni zadatak 2.: Ispitati utjecaj temperature otopine na brzinu kemijske reakcije između natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline

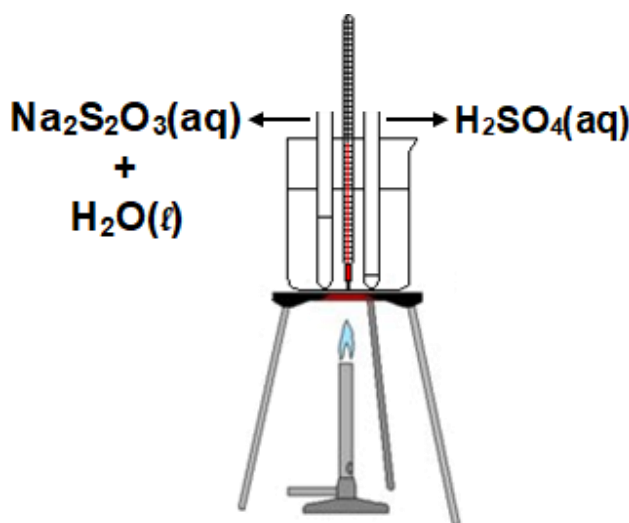
Pribor i kemikalije: tri menzure od 5 mL, stalak za epruvete, deset epruveta, zaporni sat, vodena kupelj (čša s vodom, tronog, ekološka mrežica i plamenik), termometar, papirić(i) s nacrtanim znakom **X**, otopina natrijevog tiosulfata, $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,25 \text{ mol/L}$, otopina sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ mol/L}$, destilirana voda

Opis postupka:

- 1.) Na **komadiću** čistog papira nacrtajte jasno vidljiv znak **X**.
- 2.) U pet epruveta ulijte po 1 mL otopine natrijeva tiosulfata i 4 mL destilirane vode, a u drugih pet epruveta po 1 mL sumporne kiseline (tablica 1.)
- 3.) Epruvetu s otopinom natrijeva tiosulfata postavite na pripremljeni papirić s nacrtanim znakom **X**. Otopina je prozirna i znak je jasno vidljiv. Očitajte temperaturu na termometru (temperatura zraka jednaka je temperaturi otopina)
- 4.) Pomiješajte otopine tako da **sumpornu kiselinu ulijete u otopinu natrijeva tiosulfata**. Istovremeno uključite zaporni sat, a otopinu još **jednom kratko protresite** i promatrajte kroz otopinu znak nacrtan na papiru.
- 5.) U trenutku kad znak više ne bude vidljiv zaustavite zaporni sat i zabilježite u tablicu proteklo vrijeme.
- 6.) Ponovite pokus s otopinama na način da epruvetu s otopinom natrijeva tiosulfata i vode i s otopinom sumporne kiseline stavite u vodenu kupelj. Postavite termometar u vodenu kupelj. **Razina vode u čaši treba biti tolika da prekrije razinu otopina u epruvetama; dakle, ne previše.**
- 7.) Zagrijte **vodovodnu** vodu u čaši toliko da se temperatura svakog sljedećeg mjerenja razlikuje za minimalno 10°C . Temperaturu upišite u tablicu 1.

NAPOMENA: Voda se prethodno može ugrijati i u kuhalu za vodu te se onda temperatura može regulirati tako da se dodaju hladna i topla voda, ovisno pri kojoj temperaturi se želi provesti mjerenje.

Skica aparature:



Slika 1. Vodena kupelj za zagrijavanje otopina u epruvetama

Rezultati mjerenja:

Tablica 1. Priprema otopina i rezultati određivanja vremena do zamućenja uslijed reakcije natrijeva tiosulfata i sumporne kiseline pri različitim temperaturama

PRIPREMA OTOPINA			MJERENJE				
EPRUVETE 1 – 5		EPRUVETE 6 – 10					
$V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{O}) / \text{mL}$	$V(\text{H}_2\text{SO}_4) / \text{mL}$	$V_{\text{uk}} / \text{mL}$	$c_{\text{uk}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) / \text{mol dm}^{-3}$	T / K	t / s	$1/t / \text{s}^{-1}$
1	4	1	7				
1	4	1	7				
1	4	1	7				
1	4	1	7				
1	4	1	7				

Opažanja:**Jednadžba kemijske reakcije:****Graf:**

- a) Ovisnost vremena zamućenja otopine o temperaturi;
b) Ovisnost brzine kemijske reakcije ($1/t$) o temperaturi

Zaključak:

U zaključku se osvrni na grafove i komentiraj dobivene rezultate.

Radni zadatak 3.: Ispitati utjecaj katalizatora na brzinu raspada vodikova peroksida

Pribor i kemikalije: analitička vaga, Erlenmeyerova tikvica od 250 mL, laboratorijska čaša od 250 mL, menzura od 100 mL, 2 metalna stalka, uglate hvataljke, mufe, boca štrcaljka, gumena cjevčica, vodikov peroksid H_2O_2 ($w(\text{H}_2\text{O}_2) = 10\%$), manganov(IV) oksid (MnO_2 , s), destilirana voda

VODIKOV PEROKSID JAKO JE OKSIDACIJSKO SREDSTVO. KOŽA U DOTICAJU S KONCENTRIRANIM VODIKOVIM PEROKSIDOM POBIJELI, A POTOM SE JAVLJA SVRBEŽ!

OBAVEZNO NOŠENJE ZAŠTITNIH RUKAVICA!

Opis rada:

1.) Složite aparatura kao na slici 1.

Menzuru napunite do vrha vodovodnom vodom (u izljevu) i na vrh stavite papirić veličine otvora menzure. Menzuru potom preokrenite i uronite u čašu ispunjenu vodovodnom vodom. Papirić će završiti u čaši i ne smeta tijekom pokusa, a menzura će u potpunosti biti ispunjena vodom.

2.) U Erlenmeyerovu tikvicu od 250 mL ulijte 70 mL destilirane vode.

3.) Izvažite približno 0,1 g manganova(IV) oksida na tehničkoj vagi i zapišite točnu masu.

4.) U tikvicu s vodom dodajte sav manganov(IV) oksid začepite tikvicu i lagano promiješajte sadržaj.

5.) U injekcijsku štrcaljku usišite 5 mL otopine vodikova peroksida ($w(\text{H}_2\text{O}_2) = 10\%$).

6.) Injekcijsku štrcaljku stavite na injekcijsku iglu u gumenom čepu.

7.) Očitajte razinu zraka (ako ga ima) u preokrenutoj menzuri. Taj volumen treba kasnije oduzeti jer je to volumen zraka.

8.) Odjednom istisnite sav vodikov peroksid iz injekcijske štrcaljke i pokrenite zaporni sat.

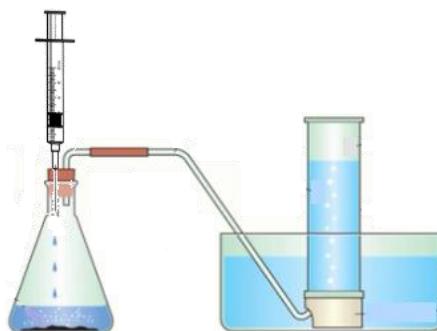
9.) Svakih 20 ili 30 sekundi očitajte i bilježite razinu skupljenog kisika u menzuri tijekom otprilike 5 minuta, tj. sve dok se odvija reakcija. Rezultate prikazite tablično.

10.) Ponovite pokus, ali sada s dvostruko većom masom manganova(IV) oksida ($m(\text{MnO}_2) = 0,2\text{ g}$)

11.) Zabilježite sva opažanja i napišite jednadžbu kemijske reakcije.

12.) Rezultate mjerenja prikaži grafički.

Skica aparature:



Slika 1. Prijedlog aparature za mjerenje brzine raspada vodikova peroksida

Opažanja:
Jednadžba kemijske reakcije:
Rezultati mjerenja:
POKUS 1.

Mjerenje	$V(\text{O}_2)$ / mL	t / min	$1/t$ / min ⁻¹
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			

POKUS 2.

Mjerenje	$V(\text{O}_2)$ / mL	t / min	$1/t$ / min ⁻¹
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Graf:

Na istom grafičkom prikazu prikažite rezultate mjerenja za oba pokusa (s 0,1 g MnO_2 i s 0,2 g MnO_2)

a) ovisnost volumena razvijenog kisika o proteklom vremenu;

b) ovisnost brzine raspada vodikova peroksida ($1/t$) o volumenu razvijenog kisika

Grafove možete prikazati na milimetarskom papiru ili korištenjem MS Excela ili nekog drugog alata za crtanje grafova.

Zaključak:

Komentirajte grafove. Što iz grafova možete zaključiti? Kada je brzina reakcija raspada vodikova peroksida veća?

Objasnite pojmove: katalizator, homogena kataliza, heterogena kataliza, enzimski kataliza. Kojem tipu katalitičkih reakcija pripada provedena reakcija raspada vodikova peroksida?

Koja je uloga vodikova peroksida u organizmu? Koji enzim razlaže vodikov peroksid u ljudskom organizmu.

Naziv vježbe: Autokataliza

Radni zadatak: Ispitati utjecaj $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ iona na brzinu oksidacije oksalne kiseline kalijevim permanganatom

Pribor i kemikalije: graduirana pipeta od 10 mL, menzura od 100 mL, čaša od 250 mL, magnetska miješalica, zaporni sat, otopina sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol/L}$, otopina oksalne kiseline, $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1 \text{ mol/L}$, otopina kalijeva permanganata, $c(\text{KMnO}_4) = 0,01 \text{ mol/L}$, otopina manganova(II) sulfata, $c(\text{MnSO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$

Opis postupka:

Pokus 1.

- 1.) Na magnetsku miješalicu postavite čašu od 250 mL i stavite magnetsko slijedilo u čašu.
- 2.) U čašu od 250 mL menzurom odmjerite 60 mL destilirane vode, 10 mL otopine sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol/L}$ i 5 mL otopine oksalne kiseline, $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1 \text{ mol/L}$.
- 3.) Uključite magnetsku miješalicu i namjestite brzinu okretaja tako da se stvori lagani vrtlog, ali da otopina ne prska. **NE MIJENJAJTE BRZINU OKRETAJA I NE GASITE MAGNETSKU MIJEŠALICU!**
- 4.) Pipetirajte otopinu kalijeva permanganata. Ispustite 3 mL otopine kalijeva permanganata, $c(\text{KMnO}_4) = 0,01 \text{ mol/L}$ iz graduirane pipete i istodobno uključite zaporni sat.
- 5.) Mjerite vrijeme potrebno za nestanak karakteristične boje kalijeva permanganata, tj. dok otopina ne bude potpuno bezbojna. Zabilježite vrijeme u tablicu. **NE BACAJTE OTOPINU!**
- 6.) **Istoj otopini** dodajte još 5 mL otopine kalijeva permanganata i ponovno izmjerite vrijeme od dodavanja otopine do nestanka karakteristične boje.
- 7.) **Ponovno istoj otopini** dodajte 5 mL iste otopine kalijeva permanganata i izmjerite vrijeme od dodavanja otopine do obezbojenja otopine.
- 8.) Prikažite **rezultate grafički** kao ovisnost množinske koncentracije kalijeva permanganata o vremenu potrebnom za obezbojenje otopine.
- 9.) Zapišite opažanja i napišite jednadžbu kemijske reakcije.

Pokus 2.

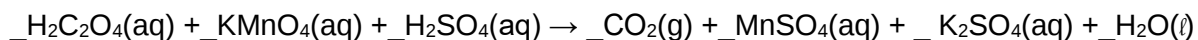
- 1.) Na magnetsku miješalicu postavite čašu od 250 mL i stavite magnetsko slijedilo u čašu.
- 2.) U čašu od 250 mL menzurom odmjerite 60 mL destilirane vode, 10 mL otopine sumporne kiseline, $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol/L}$, 5 mL otopine oksalne kiseline, $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 1 \text{ mol/L}$ **i 10 mL otopine manganova(II) sulfata, $c(\text{MnSO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$**
- 3.) Uključite magnetsku miješalicu i namjestite brzinu okretaja tako da se stvori lagani vrtlog, ali da otopina ne prska. **NE MIJENJAJTE BRZINU OKRETAJA I NE GASITE MAGNETSKU MIJEŠALICU.**
- 4.) Pipetirajte otopinu kalijeva permanganata. Ispustite 3 mL otopine kalijeva permanganata, $c(\text{KMnO}_4) = 0,01 \text{ mol/L}$ iz graduirane pipete i istodobno uključite zaporni sat.
- 5.) Usporedite potrebno vrijeme da dođe do obezbojenja otopine bez dodatka i s dodatkom manganova(II) sulfata.

Skica aparature:



Opažanja:

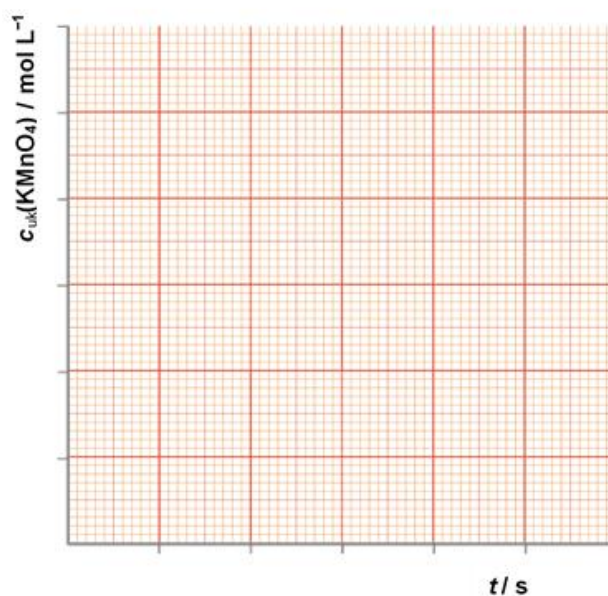
Jednadžba kemijske reakcije:



Rezultati mjerenja:

Mjerenje	t / s	$c_{\text{ukupna}}(\text{KMnO}_4) / \text{mol dm}^{-3}$
1. dodatak 3 mL $\text{KMnO}_4(\text{aq})$		
2. dodatak 3 mL $\text{KMnO}_4(\text{aq})$		
3. dodatak 3 mL $\text{KMnO}_4(\text{aq})$		
dodatak 3 mL $\text{KMnO}_4(\text{aq}) + 10 \text{ mL of } \text{MnSO}_4(\text{aq})$		

Graf:



Zaključak:

Usporedi vrijeme potrebno za obezbojenje otopine nakon svakog dodatka otopine kalijeva permanganata? Što primjećuješ?

Što znači pojam *autokataliza* i objasni pojam na provedenoj vježbi.

Dodatak

TEMELJNE PRIRODNE KONSTANTE

STANDARDNI REDUKCIJSKI ELEKTRODNI POTENCIJALI
ODABRANIH REDOKS-SUSTAVA U VODENIM OTOPINAMA PRI 25 °C

Veličina	Znak	Vrijednost
brzina svjetlosti u vakuumu	c_0	$3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planckova konstanta	h	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
elementarni naboj	e	$1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
masa mirovanja elektrona	m_e	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
masa mirovanja protona	m_p	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
masa mirovanja neutrona	m_n	$1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
atomska masena konstanta, unificirana atomska jedinica mase, dalton	$m_u = 1 \text{ u} = 1 \text{ Da}$	$1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Avogadrova konstanta	L, N_A	$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Boltzmannova konstanta	k	$1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Faradayeva konstanta	F	$9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
molarna plinska konstanta	R	$8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
nula Celzijeve temperature		273 K
molarni volumen idealnoga plina ($p = 101 \text{ kPa}$, $t = 0 \text{ °C}$)	V_m	$22,4 \text{ L mol}^{-1}$

Shematski prikaz	E° / V
$\text{Au}^+ \text{Au}$	1,692
$\text{Cl}^- \text{Cl}_2$	1,358
$\text{Br}^- \text{Br}_2$	1,087
$\text{Hg}^{2+} \text{Hg}$	0,851
$\text{Ag}^+ \text{Ag}$	0,800
$\text{I}^- \text{I}_2$	0,535
$\text{Cu}^+ \text{Cu}$	0,521
$\text{OH}^- \text{O}_2$	0,401
$\text{Cu}^{2+} \text{Cu}$	0,342
$\text{H}^+ \text{H}_2$	0
$\text{Fe}^{3+} \text{Fe}$	-0,037
$\text{Pb}^{2+} \text{Pb}$	-0,126
$\text{Sn}^{2+} \text{Sn}$	-0,137
$\text{Ni}^{2+} \text{Ni}$	-0,257
$\text{Co}^{2+} \text{Co}$	-0,28
$\text{Cd}^{2+} \text{Cd}$	-0,352
$\text{Fe}^{2+} \text{Fe}$	-0,447
$\text{Cr}^{3+} \text{Cr}$	-0,744
$\text{Zn}^{2+} \text{Zn}$	-0,762
$\text{Cr}^{2+} \text{Cr}$	-0,913
$\text{Mn}^{2+} \text{Mn}$	-1,185
$\text{Ti}^{2+} \text{Ti}$	-1,630
$\text{Al}^{3+} \text{Al}$	-1,662
$\text{Mg}^{2+} \text{Mg}$	-2,372
$\text{Na}^+ \text{Na}$	-2,711
$\text{Ca}^{2+} \text{Ca}$	-2,868
$\text{Ba}^{2+} \text{Ba}$	-2,912
$\text{K}^+ \text{K}$	-2,931
$\text{Cs}^+ \text{Cs}$	-3,026

PERIODNI SUSTAV ELEMENATA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,01																	2 He 4,00
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
11 Na 23,0	12 Mg 24,3											13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc [98]	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 127	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57-71 lantanoidi	72 Hf 178	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 195	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 aktinoidi	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [277]	109 Mt [268]	110 Ds [269]	111 Rg [272]	112 Cn [285]						
			57 La 139	58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm [145]	62 Sm 150	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 163	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173	71 Lu 175
			89 Ac [227]	90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Rashladne smjese

Smjesa NaCl i led: usitnjeni led (77 %) i tehnički natrijev klorid (23 %). Temperatura: **-22,4 °C**.

Smjesa NH₄Cl i led: usitnjeni led (81 %) i amonijev klorid (21 %). Temperatura: **-15,8 °C**.

Smjesa CaCl₂ · 6H₂O i led: usitnjeni led: (41 %) i kalcijeva klorid heksahidrat (59 %). Temperatura: **-54,9 °C**

Suhi led: dodavanjem krutog CO₂ (suhi led) u metanol ili aceton u Dewarovoj posudi mogu se postići temperature **do -72 °C odnosno -85 °C**.

Tekući dušik: ukoliko su potrebne niže temperature do **-196 °C** tada se kao rashladno sredstvo koristi tekući dušik.

Najčešća sredstva za sušenje čvrstih tvari i plinova koja se koriste u eksikatorima, ispiralicama i U-cijevima

Sredstvo za sušenje	<u>Primjenjuje se kao sredstvo za sušenje:</u>	<u>Ne može se upotrijebiti kao sredstvo za sušenje:</u>
P ₂ O ₅	Neutralnih i kiselih plinova, CS ₂ , ugljikovodika, otopina kiselina	Bazičnih tvari, alkohola, etera, HCl, HF
H ₂ SO ₄	Neutralnih i kiselih plinova	Nezasićenih spojeva, alkohola, ketona, bazičnih tvari, H ₂ S, HI
NaOH, KOH	Amonijaka, amina, etera, ugljikovodika	Aldehida, ketona, kiselih spojeva
CaCl ₂	Ugljikovodika, acetona, etera, neutralnih plinova, HCl	Alkohola, amonijaka, amina
Na ₂ SO ₄ , MgSO ₄	Estera	
Silikagel		HF

Literatura:

1. M. Sikirica, B. Korpar-Čolig, *Kemija s vježbama*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
2. V. Mayer, *Eksperimentalna nastava kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
3. B. Bach-Dragutinović, B. Mayer, *Praktikum opće i anorganske kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1988.
4. M. Sikirica, *Metodika nastave kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
5. M. Sikirica, B. Korpar-Čolig, *Praktikum iz opće kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
6. M. Sikirica, *Zbirka kemijskih pokusa za osnovnu i srednju školu*, Školska knjiga, Zagreb, 2011.
7. M. Herak, Lj. Kušec, D. Galas, *Laboratorijske vježbe iz fizikalne kemije*, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
8. S. Rupčić Petelinc, Z. Weihnacht, *Praktikum iz fizikalne kemije*, za srednje strukovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2005.
9. T. Begović, M. Luetić, V. Petrović Peroković, R. Ruić Funčić, S. Rupčić Petelinc, L. Šarić, D. Turčinović, *Kemija 2*, udžbenik gimnazije u drugom razredu gimnazije, Školska knjiga, Zagreb, 2020.
10. A. Habuš, M. Barić Tominac, S. Liber, D. Bajić, *Kemija 2*, udžbenik kemije za drugi razred gimnazije, Profil Klett, Zagreb, 2020.
11. M. Cindrić, M. Rubčić, *Praktikum anorganske kemije 1*, skripta za internu upotrebu, Zagreb, 2012.