

PRAKTIKUM IZ KEMIJE (AL)

VŠŠ Kemijska tehnologija

Nataša Gros

UVOD

Prvi del vaj, ki traja pet tednov, vključuje vsebine: voda v laboratoriju, merjenje mase, merjenje volumna oz. prostornine, kemikalije in priprava raztopin ter redčenje raztopin.

Ta del vaj naj bi poleg razvijanja spretnosti za pravilno izvajanje najbolj temeljnih laboratorijskih operacij, kot sta tehtanje na analizni tehtnici in pravilna uporaba ter preverjanje volumetričnega pribora, študenta usposobil tudi za pravilno opisovanje temeljnih elementov eksperimentalnega dela, kot so: navajanje aparaturne in priborne opreme, opis kemikalij in opredelitev uporabljenih laboratorijskih vodov ter opis priprave raztopin, in vse to ob spoštovanju ustreznih simbolov in pravil pisanja veličin ter enot.

Študent naj bi v tem delu vaj spoznal tudi, kateri so ustrezni viri informacij o simbolih veličin in enot, simbolih in imenih temeljnih statističnih parametrov, molskih masah elementov ter lastnostih in razredih kemikalij. Študent naj bi se naučil poiskati ustrezno kemikalijo na tržišču in spoznal postopek naročanja in nabave kemikalij. Razlikoval naj bi različne vrste in razrede volumetričnega pribora in bil zmožen presoditi, katera vrsta pribora je primerna za neko operacijo in kako ga pravilno uporabi.

V gradivu so uporabljeni nekateri grafični znaki. Mesta z znakom ure mora študent izpolniti pred vajami, ob pripravi na vajo. Znak lista označuje mesta namenjena zapisovanju meritev, rezultatov, opisovanju eksperimentov ipd.. Z znakom zastave so označena mesta, kjer je treba iz rezultatov eksperimentov priti do splošnejših ugotovitev ali prepoznati zakonitosti. Znak očal opozarja, da mora študent o tem poročati asistentu. Asistent študentov rezultat vpiše v evidenco.

Omenimo uvodoma še nekatera pravila delovanja v laboratoriju. Nekateri kemikalije in pribor so v skupni rabi. Ni jih dovoljeno odnašati na svoje delovno mesto, saj bi s takim ravnanjem ovirali delo drugih.

Za nekatere poskuse v začetnem delu vaj boste uporabljali reagenčni set in reakcijske ploščice s po desetimi vdolbinami, v katere v farmacevtski industriji pakirajo dražje (slika 1). Večina reagentov bo v desetmililitrskih polietenskih stekleničkah, ki imajo na vrhu nastavke. Ta omogoča odmerjanje tekočine po kapljicah.

Delovno mesto mora biti pred vsakim delom urejeno tako, da ne zahteva poznejšega iskanja pribora, da nepotrebni in nefunkcionalni gibanja praktično ni in da gibanja niso navzkrižna, kar bi npr. pomenilo, da držite nekaj v levi roki, po dodatni pribor pa segate z desnico na svojo levo stran.

Začetni eksperimenti so tehnično sicer zelo preprosti, pred seboj pa boste imeli večje število reagentov. Prvo, kar moramo s stališča dobre laboratorijske prakse najprej doseči, je, da čim bolj **zmanjšamo možnost grobih napak** in ena najbolj grobih je, da nezavedno uporabimo napačen reagent. Zato je prvo načelo, ki se ga moramo držati v laboratoriju, da ima vsak reagent točno določeno in stalno mesto. Vsak reagent moramo takoj, ko ga ne

potrebujemo več, vrniti na svoje mesto. Drugo, kar še dodatno zmanjša nevarnost zamenjave reagentov, pa je dvakratno preverjanje oznak. To pomeni, da preberemo oznake na steklenički z reagentom, preden ga uporabimo, in jih ponovno preverimo, preden reagent vrnemo na svoje mesto.



Slika 1. Reagenčni set in reakcijske ploščice

Paziti moramo, da pribora, reagentov in tega, kar preiskujemo, **ne kontaminiramo**.

Še prav posebno moramo paziti, da ne dopustimo, da bi prišlo do kontaminacije reagenta. To dosežemo, če se pri delu vedno ravnamo po nekaterih osnovnih pravilih. Nikoli ne smemo na delovni površini imeti hkrati odprtih več reagenčnih stekleničk, saj tako zlahka pomešamo zamaške in stekleničke zapremo z zamaški, omočenimi z drugimi reagenti. Drugega reagenta torej nikoli ne odpirajmo, dokler nismo privili pokrovčka na stekleničko prejšnjega! Kapalko na steklenički vedno takoj po uporabi zapremo s pripadajočim pokrovčkom. Najvarneje pa je, da se takoj v začetku vaj navadimo, da po odprtju stekleničke zamaška sploh ne odložimo, temveč ga ves čas držimo v tisti roki, s katero iz stekleničke odkapavamo reagent. Stekleničko bomo tako po uporabi avtomatično zaprli, saj bo to najnaravnejši način, da bomo roko povsem osvobodili. Z nekaj pazljivosti v začetku si bomo tak način dela lahko privzgojili. To pa nas bo varovalo napak tudi takrat, ko bomo nekoliko manj zbrani, bolj utrujeni ali pod večjim psihičnim pritiskom.

Drugo osnovno pravilo, ki se ga moramo držati, da preprečimo kontaminacijo reagenta, pa je, da ne smemo pri odmerjanju reagenta kapalke nikoli nasloniti na steno posode, v katero reagent dodajamo. Ko namreč dodajanje reagenta prekinemo in pritisk na stene polietenske reagenčne stekleničke popustimo, se skozi kapalko normalno vsrka zrak. Če pa je kapalka prislonjena ob steno posode, oblite z neko drugo tekočino, bo pri tem prišlo do vsrkanja te tekočine v reagenčno stekleničko in s tem do kontaminacije reagenta. Pri dodajanju reagenta s kapalko se torej prav ničesar ne dotikajmo! Seveda pa to ne pomeni, da se stene ne smemo dotakniti s kapljico, ki se oblikuje na koncu kapalke. Ta prijem uporabimo vselej, kadar želimo dodati manj reagenta, kot ga je v kapljici, ki se je sama sposobna odtrgati od konca kapalke. Enaka pravila veljajo tudi pri uporabi pihalke s prečiščeno vodo in pri vseh drugih podobnih operacijah.

Čeprav sodijo epruvete in steklene kapalke z gumijastimi mešički k najosnovnejšemu laboratorijskemu priboru, s katerim se je gotovo seznanil že vsakdo izmed nas, pa izkušnje vendarle kažejo, da so tudi pri delu s tem priborom pogoste nekatere osnovne napake. Zato je vredno opozoriti, da uporabljenih kapalk ne odlagamo na laboratorijski pult, še slabše pa je, če jih v skrbi za to, da se ne bi kontaminirala konica, prislanjamo tako, da je konica višje kot

mešiček. Pri tem namreč tekočina spolzi v mešiček, kjer se snov zasuši. Ko bomo mešiček ponovno uporabili, pa se bo zasušena snov najverjetneje pri stiskanju mešička odlepila, uprašena padla v tekočino v kapalki in jo tako kontaminirala. Uporabljene kapalke zato vedno odlagajmo v primerno posodo, in to navpično s konico navzdol.

Nepravilno ravnanje je pogosto opaziti tudi pri spajanju kapalke in gumijastega mešička. Obeh delov ni vselej mogoče povsem lahko spojiti. Pogosto je za to le treba nekaj sile. Ne smemo pa pozabljati, da so že steklene palčke razmeroma krhke, steklene cevi, kar kapalka v osnovi je, pa toliko bolj. Vreznine na dlani pa so pogosto zelo grde poškodbe. Zato se držimo pravila in pri spajanju ali razdvajanju kapalke in mešička kapalko vedno držimo s krpo, in to čim bližje širšemu koncu. Če bi se namreč pri tem po nesreči steklo le zdrobilo, bo krpa varovala našo roko in ublažila posledice.

Napake nastajajo tudi pri ravnanju z opranimi epruvetami. Marsikdo jih v želji, da bi se dobro odtekle, zloži v stojalo, obrnjene z ustjem navzdol. Zelo verjetno pa je, da stojalo ni povsem čisto, da je kdaj med eksperimentiranjem nanj kanila kakšna kapljica reagenta ali preiskovane raztopine, zato se lahko kontaminira ustje epruвет. Če želimo, da iz opranih epruвет dodobra izteče voda, jih po pomivanju z ustjem navzdol odložimo v čisto čašo. V stojalo pa jih vedno odlagamo z ustjem navzgor, saj bomo le s takim ravnanjem preprečili kontaminiranje.

Za čiščenje pribora v splošnem velja, da je dovolj čist, če ga po pomivanju z vodovodno vodo trikrat zapored oplaknemo s primerno količino prečiščene vode. Kakršnakoli dodatna čistilna sredstva moramo uporabljati zelo premišljeno in le, če je to res utemeljeno, saj lahko povzročijo kontaminacijo pribora. Postopek čiščenja je npr. za testno ali reakcijsko ploščico takle: Ploščico trikrat oplaknemo z vodovodno in nato trikrat s prečiščeno vodo. Možnost, da ploščice hitro in enostavno osušimo, ker je material vodo-odbojen, je ena od njihovih številnih dodatnih prednosti, saj je lahko moker pribor ovira za nekatere eksperimente. Postopek čiščenja je za epruветe enak, le da epruвет ni mogoče tako enostavno in hitro osušiti.

Pri delu moramo ves čas spoštovati pravilo, da je treba ločevati med prostorom, ki je namenjen čistemu, in tistim, ki je namenjen že uporabljenemu priboru. Umazanega pribora, ki lahko povzroči kontaminacijo, ne smemo nikoli prenašati čez prostor, ki je namenjen čistemu priboru. Najboljše je, če si delovni prostor uredimo tako, da npr. čisti pribor jemljemo z leve strani, a ga po uporabi odlagamo na desno. Na delovnem mestu imamo prečiščeno vodo navadno v puhalki. Da se s konico ne smemo dotikati sten posode, v katero vodo dodajamo, smo že omenili; pomembno pa je tudi, kako puhalko polnimo s prečiščeno vodo, da vode prav pri tem ne kontaminiramo. Postopek, ki ga bomo opisali, velja za desničarje. Puhalko držimo v levi roki. Ko zamašek odvijemo, cevko izvlečemo tako, da jo z desno roko primemo za koleno nad zamaškom, nikakor pa ne za konico, a tudi ne za del cevi, ki sicer sega v vodo. Cevke ne smemo odložiti na pult ali prostor od koritu, temveč jo ves čas držimo v roki. Ker z desno roko hkrati tudi upravljamo z ventilom rezervoarja, iz katerega vodo dotakamo, moramo ob tem paziti, da se s cevko ničesar ne dotaknemo.

1. VODA V LABORATORIJU

V laboratoriju uporabljamo pri delu in za pomivanje pribora različne vrste vode. Pri organski sintezi, kjer majhne količine anorganskih soli ne motijo, lahko uporabljamo vodovodno vodo. Na drugih področjih npr. pri analizi in fizikalni kemiji uporabljamo **prečiščeno vodo**. Pri opisu vsakega postopka je nujno, da navedemo, kakšno vodo smo uporabili.

Vodo lahko prečistimo na različne načine in do različnih stopenj čistosti. Najbolj v osnovi razlikujemo med **deionizirano** in **destilirano vodo**. Deionizirano vodo pripravimo iz vodovodne vode z odstranitvijo kationov in anionov z uporabo ionskih izmenjalcev. Težava pri tem načinu priprave je, da voda po končanem postopku, če ta ni pravilno izpeljan, vsebuje raztopljeni CO₂, kar vpliva na njen pH in specifično prevodnost.

Destilirano vodo pridobimo z destilacijo tako, da vodo v aparaturi iz kvarčnega stekla segrevamo pri temperaturi vrelišča in zbiramo kondenzat. Pri tem se je treba zavedati, da lahko iz izhodne vode v kondenzat prehajajo tudi druge lahko hlapne sestavine. Zato izhodna voda takih sestavin ne sme imeti.

Oba postopka lahko naredimo večstopenjsko in tako npr. pridobimo dvakrat deionizirano oz. dvakrat destilirano vodo, s čimer povečamo stopnjo čistosti. Na področju farmacije je uporabljan tudi izraz *Aqua redestilata* ali *Aqua bidestillata*.

Če je prečiščena voda na koncu filtrirana skozi filter z zelo majhno velikostjo por, je lahko tudi sterilna. Sterilna je tudi destilirana voda, če je ustrezno pripravljena in embalirana pod pogoji sterilnosti.

Vodo lahko še nadalje prečistimo z različnimi komercialnimi sistemi. Prečiščena voda tukaj prehaja skozi sistem kolon z različnimi polnitvami in skozi filtre, lahko pa jo tudi obsevamo s svetlobo v UV področju. Kombinacije so izbrane glede na predvideni namen uporabe vode. Npr. voda za ionskokromatografsko analizo ne sme vsebovati ionov oz. morajo biti njihove koncentracije znižane na najnižjo mogočo raven; za kromatografsko določanje organskih snovi v nizkih koncentracijah voda ne sme vsebovati organskih kontaminantov.

Temeljni parameter, ki služi nadzoru kakovosti pripravljene vode, je prevodnost oz. specifična prevodnost vode. Za nadzor nad morebitnimi organskimi kontaminanti uporabljamo merjenje absorbance UV svetlobe. Vodo zelo visoke stopnje čistosti poznamo pod imenom ultra-čista voda. Kakovost vode navadno opredelimo z opisom njene priprave, lahko pa navedemo podatek o njeni prevodnosti ali upornosti. Prečiščena voda, ki je primerna za ionsko kromatografijo mora npr. imeti upornost vsaj 18 MΩ. Kakšen pogoj bi veljal za to vodo, če bi ga izrazili kot prevodnost? Uporabite ustrezen simbol veličine in enoto. (<http://old.iupac.org/publications/books/gbook/index.html>).



Za nekatere namene uporabe je pomembno, da voda **ne vsebuje raztopljenih plinov**, ki izvirajo iz zraka. Napišite, kakšna je sestava zraka!



Eluenti za tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti in ionsko kromatografijo ne smejo vsebovati raztopljenih plinov, ker bi to vplivalo na stabilnost bazne linije. Prečiščena voda za pripravo pufrov, še zlasti takih s pH blizu nevtralnega ali v bazičnem območju, ne sme vsebovati raztopljenega CO₂, ker bi ta spremenil sestavo in s tem pH pufra. Raztopljeni O₂ moti voltametrične analize, zato ga je treba odstraniti iz raztopine in med analizo preprečevati njegovo raztapljanje iz okoliškega zraka.

Pline lahko odstranimo iz raztopin s prepihovanjem z malo topnim inertnim plinom. Najprimernejši je He, večinoma je sprejemljiv tudi N₂, Ar večinoma ni primeren.

Iz prečiščene vode za pripravo pufrov CO₂ pogosto odstranimo tako, da vodo zavremo in jo predpisan čas segrevamo pri tej temperaturi. Nato jo ohladimo tako, da čimbolj omejimo dostop zraka iz okolice.

Pline je iz vode ali raztopin mogoče odstraniti tudi v ultrazvočni kopeli ali pod znižanim tlakom. Še učinkoviteje pa je, če uporabimo oba načina hkrati.

V nekaterih primerih je treba raztopino **nasiti s plini** iz zraka. Najenostavnejši način nasičevanja raztopine s plini iz zraka je intenzivno pretresanje posode, v kateri je raztopina v stiku z dovolj veliko količino zraka. Tega učinka se je treba zavedati tudi, kadar želimo raztopino zgolj premešati, saj je v tem primeru ne smemo pretresati, sicer v njej raztapljamo pline. Raztopino premešamo z obračanjem posode v navpični smeri, saj se raztopina učinkovito premeša, ko se pretaka iz zgornjega v spodnji del posode, če to ponovimo vsaj trikrat.

Zanesljivejši in učinkovitejši način nasičevanja raztopine s plinsko zmesjo je, da skozi potiskamo ali sesamo plinsko zmes, ki prihaja v raztopino skozi dovodno cev, ki sega do dna posode in izhaja skozi odprtino v zamašku posode. Cev, ki sega v raztopino, ima navadno na koncu porozno frito, ki poveča učinek, saj tako plinska zmes prehaja skozi raztopino v obliki številnih majhnih plinskih mehurčkov.

Kot smo že omenili uvodoma, moramo v strokovnih in znanstvenih sestavkih vselej navesti tudi vrsto laboratorijske vode, ki smo jo uporabljali. To pojasnimo v Eksperimentalnem delu prispevka, in sicer najpogosteje za seznamom uporabljenih kemikalij tako, da opredelimo način priprave vode. Če smo vodo dodatno prečistili s komercialnim sistemom, navedemo njegovo ime in v oklepaju ime proizvajalca, kraj sedeža podjetja in državo.

Primeri:

Vse raztopine smo pripravili z dvakrat destilirano vodo.

Za pripravo pufra smo uporabili dvakrat deionizirano vodo, ki smo jo 10 minut segrevali v čaši pri temperaturi vrelišča vode in jo nato ohladili v čaši, ki smo jo pokrili z urnim steklom.

Za pripravo vseh raztopin smo uporabili dvakrat deionizirano vodo dodatno prečiščeno po sistemu Milli-Q (Millipore, Billerica, MA).

Namen te vaje je poglobiti razumevanje razlik v lastnostih vodovodne in prečiščene vode in spoznati različne vrste in načine priprave laboratorijske vode. Nadalje je namen spoznati vpliva raztopljenih soli in plinov na trdoto in pH vode.

1.-1/3 Priprava dvakrat deionizirane vode

Skicirajte sistem za pripravo dvakrat deionizirane vode in poimenujte vse enote tega sistema.



Kako deluje sistem za pripravo dvakrat deionizirane vode?



Kako nadziramo pripravo dvakrat deionizirane vode?

**1.-2/3 Voda dodatno prečiščena po Milli-Q sistemu**

Skicirajte sistem za pripravo vode dodatno prečiščene po Milli-Q sistemu in poimenujte vse enote tega sistema.



Kako deluje sistem za pripravo vode dodatno prečiščene po Milli-Q sistemu ?



Kako nadziramo pripravo vode dodatno prečiščene po Milli-Q sistemu?



1.-3/3 Priprava dvakrat destilirane vode

Sistem za pripravo dvakrat destilirane vode, ki je na Katedri za fizikalno kemijo, je na sliki 2.



Slika 2. Sistem za pripravo dvakrat destilirane vode, ki kot izvorno vodo uporablja dvakrat deionizirano vodo (fotografija J. Reščič)

Pri uporabi prečiščene vode, se je treba zavedati, da kakovost vode ni odvisna le od njene priprave, temveč tudi **od kasnejšega hranjenja**. Iz stekla se lahko izlužujejo nekateri kationi, polimerna embalaža pa lahko odpušča organske sestavine. Kakovost vode izrazito spremeni pojav **bakterij** ali **alg** v rezervoarjih, zato moramo biti pozorni na kakršnekoli vidne obloge v rezervoarjih ali motnost vode.

1.1 pH vode

Kislinsko-bazične indikatorje ste že uporabljali. Če se je npr. lakmusov papir v stiku z neko raztopino obarval modro, ste sklepali, da je raztopina bazična; če se je obarval rdeče pa, da je raztopina kislina. Podoben način bomo uporabili pri tej vaji, le da bomo namesto posamičnega indikatorja uporabljali **raztopini zmesnih indikatorjev**, pri katerih je barvnih prehodov več. Da si boste obarvanost posamezne raztopine po dodatku zmesnega indikatorja znali pravilno razložiti, boste potrebovali **primerjalno pH skalo**. Pripravili si jo boste tako, da boste indikator dodajali raztopinam z znanim pH. Ko boste nato dodali indikator raztopini z neznanim pH, boste iz njenega obarvanja in s pomočjo primerjalne pH skale lahko ugotovili pH.

Na voljo boste imeli 10 raztopin z znanim pH, ki bodo v skupni rabi. Zato se držite pravil in raztopin ne odnašajte na svoja delovna mesta! pH teh raztopin bo: 1,0; 2,1; 3,3; 4,1; 5,0; 6,1; 7,0; 8,0; 9,2; in 10,4. Raztopine so pripravljene iz različnih odmerkov raztopine NaOH s koncentracijo 0,2 mol/L. Dodani so jim bili enaki odmerki raztopine, ki je zmes kislin in vsebuje CH_3COOH , H_3PO_4 in H_3BO_3 , vsako v koncentraciji 0,04 mol/L.

pH indikatorji so, kot že vemo, šibke kisline ali baze, ki imajo to dodatno značilnost, da sta protonirana in deprotonirana oblika različno obarvani, zato se indikatorju pri spreminjanju pH obarvanost spreminja, saj se spreminja medsebojno razmerje obeh oblik. V grobem velja, da naše oko zazna spremembo obarvanosti, ko oblika, ki je drugače obarvana, kot prvotna, ki je v začetku povsem prevladovala, doseže nasproti prvotni vsaj razmerje 1:10. Nekatere spremembe obarvanosti zaznamo prej, druge pa so manj izrazite, zato je, kar smo opisali zgolj

okvirno. V povezavi s spreminjanjem obarvanosti indikatorja govorimo tudi o njegovem **pH intervalu**. Ta interval pove, v katerem območju pH se opazno spremeni obarvanost nekega indikatorja. To bomo pojasnili ob primeru indikatorja, ki ima pH interval med 2,9 in 4,0 in se mu pri tem obarvanost spremeni iz rdeče v rumeno. Iz teh podatkov razberemo, da bo močno kislota (pH < 2,9) rdeče obarvana. Če bomo pH te raztopine postopoma zviševali, bomo pri pH 2,9 zaznali prvo rahlo barvno spremembo v bolj oranžen ton, ki jo bo povzročila prisotnost rumene oblike. Delež te se bo ob nadaljnjem zviševanju pH stalno povečeval, in to na račun rdeče oblike, zaradi česar se bodo oranžni toni raztopine spreminjali v vse bolj rumenooranžne, in to vse do pH 4,0, ko bo rumena oblika prevladala v tolikšni meri, da nadaljnega spreminjanja obarvanosti ne bo več mogoče opaziti in bo raztopina nadalje vseskozi ostajala rumena. Če bi bila raztopina prvotno npr. nevtralna, bi bil potek spreminjanja obarvanosti ravno nasproten.

Pri delu boste uporabljali tako imenovane **zmesne indikatorje**, ki hkrati vsebujejo več indikatorjev. Zmesni indikatorji omogočajo bodisi, da spremembo obarvanosti zaznamo v precej ožjem pH intervalu, kar je pomembno **pri ugotavljanju končne točke titracije**, ali pa rabijo kot tako imenovani **univerzalni indikatorji**, ki omogočajo natančnejše razlikovanje kislosti ali bazičnosti preiskovanih raztopin v širšem pH območju. To pa je tista vloga, v kateri boste tukaj spoznali zmesna indikatorja.

Za pripravo zmesnih indikatorjev smo uporabili indikator **timol modro (TM)**, ki ima dva barvna preskoka in ki se mu obarvanost iz rdeče spremeni v rumeno v pH intervalu med 1,2 in 2,8 ter iz rumene v modro v pH intervalu med 8,0 in 9,6. Nadalje smo uporabili indikator **bromfenol modro (BFM)**, ki ima barvni prehod iz rumene v modro v pH intervalu med 3,0 in 4,6; uporabili pa smo tudi indikator **bromtimol modro (BTM)**, ki se mu obarvanost iz rumene v modro spremeni v pH intervalu med 6,0 in 7,6. Ker z enim samim zmesnim indikatorjem ni bilo mogoče pokriti celotne pH skale, smo pripravili dva. Prvi **zmesni indikator A** boste uporabljali za prekrievanje kislega dela pH skale. Sestavljen je iz štirih volumskih delov raztopine indikatorja TM in enega volumskega dela raztopine indikatorja BFM. Obarvan je vijoličastordeče. Spremembe pH v nevtralnem in bazičnem pa kaže **zmesni indikator B**, ki je oranžno obarvan in sestavljen iz treh volumskih delov raztopine BTM in dveh volumskih delov raztopine TM.

Na osnovi podatkov o pH intervalih posameznih indikatorjev lahko napoveste obarvanosti raztopin obeh zmesnih indikatorjev pri različnih pH. Pomagajte si z barvnimi svinčniki. Prvo vrstico že pripravljene tabele pobarvajte tako, da bo pri različnih pH ponazarjala obarvanost prvega indikatorja, ki sestavlja neki zmesni indikator. V drugi vrstici ponazorite obarvanost drugega indikatorja, v tretji pa obarvanost zmesnega indikatorja. To dobite, če pravilno upoštevate barvne prispevke obeh posameznih indikatorjev.



Zmesni indikator A

pH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Kot smo že omenili, je indikator A namenjen ugotavljanju pH kislinskih raztopin. Nad katero vrednostjo razlik v pH raztopin ne bomo mogli več uspešno ugotavljati?



Zmesni indikator B

pH

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Indikator B je namenjen uporabi v nevtralnem in bazičnem delu pH skale. Pod katero vrednostjo in nad katero vrednostjo pH ga ne bomo mogli uspešno uporabljati?



Predpostavimo, da ste za ugotavljanje pH preiskovane raztopine najprej uporabili indikator B, zato se je raztopina obarvala rumeno. Ali lahko že na osnovi tega eksperimenta zanesljivo ugotovite pH raztopine? Odgovor utemeljite!



S čim bi si pomagali, da bi pH te raztopine vendarle pravilno ocenili?



1.1-1/3 Primerjalna pH skala

Za ta eksperiment si boste pripravili dve primerjalni pH skali: prvo za zmesni indikator A in drugo za indikator B. Za pripravo prve skale vzemite suho reakcijsko ploščico in v zaporedne vdolbine dajte po dve kapljici posamezne raztopine z znanim pH. Začnite z raztopino s pH 1,00 in nadaljujte po vrsti do raztopine s pH 6,1. Nato dodajte vsaki raztopini na ploščici po eno kapljico indikatorja A.

Drugo primerjalno pH skalo pripravite na enak način, le da uporabite raztopine z znanim pH med 5,0 in 10,4, namesto indikatorja A pa uporabite indikator B. Obe skali ohranite za nadaljnje eksperimente, povezane z ugotavljanjem pH!

Ko ste si primerjalni pH skali že pripravili, čimbolj natančno opišite posamezne obarvanosti. Pri tem opazujte raztopine v navpični in prečni smeri. Še posebno natančni bodite pri opisih vmesnih barv. Pazite, da pravilno uporabljate in razlikujete med možnostmi, kot so npr. zelenorumena ali pa rumenozelena, kar nikakor ni enako. V prvem primeru namreč pri obarvanosti prevladuje rumena, v drugem pa zelena. Pri opisih uporabljajte še dodatne izraze, kot je npr. rahlo zelenorumena, s čimer poveste, da je obarvanost rumena ima pa rahel zelenkast ton.

Rezultate tega eksperimenta, to je obarvanosti posameznih raztopin, vpišite v preglednico!



pH	1,0	2,1	3,3	4,1	5,0	6,1	7,0	8,0	9,2	10,4
Smer	Primerjalna pH skala za indikator A									
-navpična										
-prečna										
Smer	Primerjalna pH skala za indikator B									
-navpična										
-prečna										

1.1-2/3 Vpliv posameznih ionov na pH raztopin

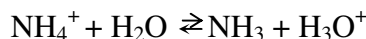
Pri tem eksperimentu boste ugotavljali pH različnih raztopin soli.

Vemo, da raztopine vseh soli nikakor niso nevtralne, lahko so bazične ali kisle, nevtralne pa le v primerih, ko anionski in kationski del soli izhajata iz kisline oz. baze, ki sta približno enako močni. Bazičnost oz. kislost raztopin je posledica protolize.

Kaj je protoliza?



Vemo, da pri protolizi znatneje sodelujejo le anioni šibkejših kislin in kationi šibkejših baz. Tako lahko npr. napovemo, da bo raztopina NH_4Cl kislina, saj izhaja Cl^- iz močne kisline in je zato šibka konjugirana baza, zaradi česar lahko v tem primeru zanemarimo reakcijo protolize. Nasprotno pa NH_4^+ izhaja iz šibke baze in je zato razmeroma močna konjugirana kislina, ki bo vodi oddala proton in s tem povzročila kislost raztopine.



S podobnim sklepanjem pridemo do razlage, ki pojasni bazičnost raztopine CH_3COONa . Napišite reakcijo.



Eksperiment boste opravili z raztopinami: ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, SrCl_2 , BaCl_2 , CaCl_2 , NH_4Cl , Na_2SO_4 , NaCl , NaF , NaNO_2 , NaNO_3 , NaHCO_3 in Na_2HPO_4 . V kemijskih formulah soli podčrtajte ione, za katere pričakujete, da bodo sodelovali v reakciji protolize in znatneje vplivali na pH raztopine. Pri presoji se opirajte na to, kako močne so baze ali kisline, iz katerih ioni izvirajo. Soli razvrstite v tri skupine glede na pričakovani pH raztopine. V prvi skupini naj bodo soli, za katere pričakujete kisel pH, v drugi soli s pH blizu nevtralnega in v tretji take z bazičnim pH.



Eksperimente naredite na reakcijskih ploščicah. Dvema kapljicama preiskovane raztopine dodajte eno kapljico primerne indikatorja. Če je obarvanost neke raztopine na robu primerjalne pH skale, ne pozabite pH preveriti še z drugim indikatorjem! Rezultate eksperimenta povzemite v tabeli, iz katere bo najprej razvidno, kako ste pred eksperimentom

razvrstili raztopine. Pripišite indikator, s katerim ste opravili posamezne eksperimente! Opišite obarvanost raztopin pri navpični in pri prečni smeri opazovanja ter na tej osnovi ocenjeni pH!



Ali so vas rezultati eksperimentov v čem presenetili? Če so vas, poskusite najti razlago!

R

Kako bi razložili razliko v pH raztopine Na_2SO_4 in raztopine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$?

R

Eksperimentirali ste s petimi različnimi kloridi. Kaj lahko na osnovi rezultatov eksperimentov sklepate o moči posameznih hidroksidov, iz katerih izhajajo kationi uporabljenih soli?

R

Eksperimentirali ste s štirimi različnimi sulfati. Kaj lahko na osnovi rezultatov eksperimentov sklepate o moči posameznih hidroksidov, iz katerih izhajajo kationi uporabljenih soli?

R

Eksperimentirali ste s štirimi različnimi natrijevimi solmi. Kaj lahko na osnovi rezultatov eksperimentov sklepate o moči posameznih kislin, iz katerih izhajajo anioni uporabljenih soli?

R

Iz seznama soli: ZnSO_4 , MgSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, SrCl_2 , BaCl_2 , CaCl_2 , NH_4Cl , Na_2SO_4 , NaCl , NaF , NaNO_2 , NaNO_3 , NaHCO_3 in Na_2HPO_4 posebej izpišite anione in katione in jih razvrstite po padajočih množinskih koncentracijah tako kot si sledijo v vodovodni vodi. Če ste v dvomih, si pomagajte s spletnimi in drugimi viri informacij.



Upoštevajte koncentracijsko zaporedje ionov v vodovodni vodi, ki ste ga postavili, in povežite to z rezultati eksperimenta ter presodite, kateri ion bo v največji meri vplival na pH vodovodne vode in kakšen pH pričakujete?

R

1.1-3/3 Prečiščena in vodovodna voda

Namen tega eksperimenta je, da dobite boljšo predstavo o prečiščeni in vodovodni vodi, in da spoznate, kako se obe vodi odzivata na dodajanje kisline oz. baze.

Kakšen naj bi bil pH prečiščene vode? Kakšen pa je po vaše pH vodovodne vode?



Eksperimentalno ugotovite pH prečiščene in pH vodovodne vode! V obeh primerih dodajte petim kapljicam vode eno kapljico indikatorja B. Če je obarvanost na robu primerjalne pH skale, eksperiment ponovite še z drugim indikatorjem.



5 ♣ deioniz. vode + 1 ♣ indik. B \Rightarrow _____ obarvanost \Rightarrow pH _____
 5 ♣ deioniz. vode + 1 ♣ indik. A \Rightarrow _____ obarvanost \Rightarrow pH _____
 5 ♣ destilir. vode + 1 ♣ indik. B \Rightarrow _____ obarvanost \Rightarrow pH _____
 5 ♣ destilir. vode + 1 ♣ indik. A \Rightarrow _____ obarvanost \Rightarrow pH _____
 5 ♣ vodovod. vode + 1 ♣ indik. B \Rightarrow _____ obarvanost \Rightarrow pH _____

Kakšen pH je za vodovodno oz. za prečiščeno vodo pokazal eksperiment? Kako lahko to razložimo?



Pri tem eksperimentu nadaljujte z raztopinama iz prejšnje stopnje. Če ste v posameznem primeru eksperiment napravili z obema indikatorjema, vzemite tisto raztopino, ki je pokazala dejanski pH in pri kateri obarvanost ni bila na robu primerjalne pH skale. Preverite, kako na pH obeh preiskovanih raztopin vpliva postopno dodajanje raztopine HCl s koncentracijo 0,001 mol/L!



	5 ♣ deioniz. vode + 1 ♣ indik. _	5 ♣ destilir. vode + 1 ♣ indik. _	5 ♣ vodov. vode + 1 ♣ indik. _
HCl (1 mmol/L):	Obarvanost pH	Obarvanost pH	Obarvanost pH
+ 1 ♣			
+ 2 ♣			
+ 3 ♣			
+ 4 ♣			
+ 5 ♣			

Naredite podoben poskus z raztopino NaOH koncentracije 0,001 mol/L! Pri eksperimentu izhajajte iz petih kapljic vode, ki ste ji dodali eno kapljico indikatorja B. Samostojno povzemite potek in rezultate eksperimenta!



Ali je med prečiščeno in vodovodno vodo kakšna razlika v hitrosti spreminjanja pH? Kako lahko to razložite?

R

Kateri ion ima ključno vlogo pri tem, da se vodovodna voda obnaša drugače kot prečiščena? Oprite se na rezultate eksperimenta in upoštevajte podatek, kateri kation in kateri anion je v vodovodni vodi v najvišji koncentraciji ter, kako lahko ta iona vplivata na pH raztopin. Napišite reakciji, ki pojasnjujeta obnašanje vodovodne vode pri prejšnjem eksperimentu!

R

1.2 Trdota vode

Prvotno je bila **trdota vode** opisana kot značilnost, da voda obori mlo iz raztopine. Mlo večinoma oborijo kalcijevi in magnezijevi ioni. Tudi barijevi in stroncijevi ioni lahko delujejo podobno le, da so ti v vodi v bistveno nižji koncentraciji in navadno minimalno prispevajo k celotni trdoti. Trdota vode vpliva tudi na izločanje oblog na stenah posod in v cevovodih pri segrevanju. Trdoto vode večinoma povzročajo polivalentni kovinski ioni, ki prehajajo v vodo pri preperevanju mineralov, večinoma sta to kalcij in magnezij, delno tudi aluminij, železo in cink, ki pa so v bistveno nižjih koncentracijah. To trdoto imenujemo **celotno** (celokupno) ali **skupno trdoto**. Minerali kot so: kalcit in aragonit (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) in anhidrit (CaSO_4) ter sadra ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) so pogosti v naravi, vendar le trdota vode, ki izvira iz karbonatov, povzroča trdne obloge in jo poznamo pod izrazom **karbonatna** ali **prehodna trdota**. Trdota, ki ne povzroča tega učinka, je **nekarbonatna ali stalna** (permanentna) trdota. Vsota prehodne in stalne trdote je celotna trdota.

Napišite reakciji za raztapljanje CaCO_3 in $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ v vodi ob prisotnosti CO_2 .



Trdota vode je pomembna pri tehnoloških procesih. Trdoto vode zmanjšujemo v tehnologiji s postopki mehčanja vode, da preprečujemo izločanje trdnih oblog v reaktorjih in cevovodih. V laboratoriju odstranjujemo sestavine, ki povzročajo trdoto vode, z destilacijo oz. deioniziranjem vode z ionskimi izmenjalci. Trdoto vode je pomembno poznati tudi pri postopkih priprave deionizirane vode, saj bo pri trši izhodni vodi potrebno ionske izmenjalce pogosteje menjati. Po postopku mehčanja vode lahko ugotovljamo tako imenovano **rezidualno trdoto**. Te ne smemo zamenjevati z nobenim od prej vpeljanih pojmov.

Rezidualno trdoto določamo navadno kvalitativno z uporabo kompleksometričnega indikatorja. Kompleksometrični indikator spremeni barvo, če so v vodi kalcijevi ali magnezijevi ioni, saj z njimi tvori kompleks, ki je drugače obarvan kot prosti indikator v raztopini. Barva raztopine je tako pokazatelj rezidualne trdote.

Celotno trdoto vode določimo s **titracijo z dinatrijevo soljo EDTA**, ki reagira s kalcijevimi in magnezijevimi ioni v stehiometričnem razmerju 1:1. Najbolj razširjeni način izražanja trdote je v obliki masne koncentracije CaCO_3 izražene v mg/L. Rezultate določitve izrazimo tako, da skupni množinski koncentraciji kalcijevih in magnezijevih ionov priredimo enako množinsko koncentracijo CaCO_3 in jo nato pretvorimo v masno koncentracijo CaCO_3 izraženo v mg/L. Trdoto opisno opredeljujemo z različnim naborom pojmov kot je navedeno v tabeli 1.

Tabela 1. Dve različni skali za opredeljevanje trdote vode na osnovi rezultatov določitve celotne trdote vode

$\chi(\text{CaCO}_3)/(\text{mg L}^{-1})$	Opis vode	$\chi(\text{CaCO}_3)/(\text{mg L}^{-1})$	Opis vode
0 do 60	Mehka	0 do 50	Mehka
61 do 120	Srednje trda	50 do 100	Srednje mehka
121 do 180	Trda	100 do 150	Rahlo trda
181 do 200	Zelo trda	150 do 200	Srednje trda
-	-	200 do 300	Trda
-	-	> 300	Zelo trda

Drugi uveljavljeni način izražanja trdote je v nemških trdotnih stopinjah ($^\circ\text{d}$, $^\circ\text{n}$). Trdoto ene nemške trdotne stopinje ima voda, ki v 100 mL vsebuje kalcijeve in magnezijeve ione v množini, ki ustreza 1 mg CaO.

V vodi smo določili koncentracijo kalcijevih in magnezijevih ionov, prva je bila 1,2 mmol/L druga pa 0,8 mmol/L. Izrazite trdoto te vode kot masno koncentracijo CaCO_3 in se opredelite do nje tudi opisno.



Izrazite trdoto vode še v nemških trdotnih stopinjah.



Karbonatno trdoto določamo s **titracijo s klorovodikovo kislino**. Pri tem hidrogenkarbonatni ioni reagirajo s klorovodikovo kislino do ogljikove kisline. Ob tem reagirajo lahko tudi druge bazične sestavine vode kot npr. hidroksidni in karbonatni ioni, ki pa so v vodi večinoma v bistveno nižji koncentraciji. Če izražamo karbonatno trdoto v istih enotah, kot smo jih navedli za določitev skupne oz. celotne trdote, moramo upoštevati stehiometrijo reakcije med kalcijevimi in hidrogenkarbonatnimi ioni.

Napišite reakcijo med kalcijevimi in hidrogenkarbonatnimi ioni, pri kateri se izloči kalcijev karbonat.



Koncentracija hidrogenkarbonata v vodi je 3,6 mmol/L. Izrazite karbonatno trdoto kot masno koncentracijo CaCO_3 in v nemških trdotnih stopinjah.



1.2-1/2 Določitev karbonatne trdote vode

Določite karbonatno trdoto vode. Pripomoček za poenostavljeno izvedbo titracije je na sliki 3. Sestavljen je iz posode za Coulterjev števec, brizge kapacitete 1 mL in konice za batno mikropipeto. Opis postopka za določitev karbonatne trdote je v nadaljevanju.



Slika 3. Pripomoček za poenostavljeno izvedbo titracije

Za titracijo rabimo:

- pripomoček za poenostavljeno izvedbo titracije,
- standardno raztopin klorovodikove kisline s koncentracijo 0,1 mol/L,
- raztopino indikatorja bromkrezol zeleno.

Postopek:

1. Brizgo napolnimo s standardno raztopino HCl.
2. Posodo za Coulterjev števec napolnimo z vzorcem vode do prve oznake ($V=10$ mL).
3. Vzorcju dodamo kapljico indikatorja bromkrezol zeleno.
4. Raztopino titriramo toliko časa, da se obarva svetlo zeleno, ki pa še ne sme imeti primesi rumene.
5. Z brizge odčitamo prostornino porabljenega titrirnega sredstva.

Nasvet: Lažje je, če naredimo prvo poskusno titracijo in tako približno ocenimo, pri katerem volumnu bomo dosegli končno točko titracije. Pri poskusni titraciji dodajamo raztopino HCl v odmerkih po 0,05 mL. Bodite pozorni na skalo na brizgi, da boste volumen porabljenega titrirnega sredstva pravilno odčitali.

Rezultat določitve izrazite kot masno koncentracijo CaCO_3 in v nemških trdotnih stopinjah.



$V_{\text{HCl}} =$

$\chi(\text{CaCO}_3) =$

Karbonatna trdota =

°d



1.2-2/2 Določitev skupne trdote vode

Določite celotno oz. skupno trdoto vode.

Za titracijo rabimo:

- pripomoček za poenostavljeno izvedbo titracije,
- standardno raztopino dinatrijeve soli EDTA ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$; Na_2EDTA) s koncentracijo 0,1 mol/L,
- raztopino pufru amonijak, amonijev klorid, pH 10, koncentracija 19,8 mol/L,
- zmes indikatorja eriokrom črno T in NaCl.

Postopek:

1. Brizgo napolnimo s standardno raztopino Na_2EDTA .
2. Posodo za Coulterjev števec napolnimo z vzorcem vode do prve oznake ($V=10$ mL).
3. Vzorcju dodamo pet kapljic pufru ter spatulo zmesi indikatorja eriokrom črno T z NaCl.
4. Raztopino previdno titriramo, da ravno dosežemo končno modro obarvanost.
5. Z brizge odčitamo prostornino porabljenega titrirnega sredstva.

Nasvet: Lažje je, če naredimo prvo poskusno titracijo in tako približno ocenimo, pri katerem volumnu bomo dosegli končno točko titracije. Pri poskusni titraciji dodajamo raztopino dinatrijeve soli EDTA ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$; Na_2EDTA) v odmerkih po 0,05 mL. Bodite pozorni na skalo na brizgi, da boste volumen porabljenega titrirnega sredstva pravilno odčitali.

Rezultat določitve izrazite kot masno koncentracijo CaCO_3 in v nemških trdotnih stopinjah.



$V(\text{Na}_2\text{EDTA}) =$

$\chi(\text{CaCO}_3) =$

Skupna trdota =

°d

**1.3 Razplinjanje vode**

V tem delu boste preiskali vpliv različnih načinov razplinjanja vode na pH ali trdoto vode. Samostojno boste zasnovali izvedbo ene od nalog iz tabele 2, naloge so opisane v nadaljevanju pod ustreznimi številčnimi oznakami. Črkovne oznake pomenijo vrsto vzorca. Aktivnost boste izvedli kot majhno projektno nalogo. Napisali boste pisno poročilo in pripravili kratko ustno predstavitev.

Postavite hipotezo, ki jo boste z eksperimentom preverili. Naredite eksperimentalni načrt izvedbe in določite časovne intervale, v katerih boste preverjali pH. Zapišite rezultate in ugotovitve. Pri tej vaji boste samostojno opisali zasnovo in izvedbo poskusa v obliki pisnega poročila in ustno svoje delo predstavili kolegom. Poročilo napišite na listu formata A4 po točkah kot so navedene spodaj.

Zgradba poročila naj bo naslednja:



Ime in priimek

Št. skupine

Datum

NASLOV AKTIVNOSTI

1. Naloga

2. Hipoteza

3. Eksperimentalni del
 - 3.1 Aparature in pribor
 - 3.2 Kemikalije in reagenti
 - 3.3 Postopki
4. Rezultati in razprava
5. Sklep

Seznam aparaturnih in priborov začnite z uvodnim stavkom npr.: »Pri delu sem uporabil/-a:« ali »Za izvršitev naloge rabimo:« ipd. in nato v alinejah ali v stavku naštejite uporabljene aparature in pribor. Pri aparaturnih navedite proizvajalca, mesto in državo. Pri volumetričnem priboru navedite nazivni volumen, razred pribora (A, AS, B), lahko tudi toleranco volumna, proizvajalca, mesto in državo.

Seznam reagentov podobno kot pri aparaturnih in priboru začnite z uvodnim pojasnilom. Napišite, če so bile raztopine že pripravljene in jih niste pripravili sami.

Postopke opišite jedrnato a tako natančno, da bi jih po opisu lahko pravilno in nedvoumno ponovil tudi kdo drug.

Če boste za prikaz rezultatov uporabili tabelo ali graf, upoštevajte, da ima tabela naslov (Tabela 1. Naslov), graf pa pojasnilo spodaj (Slika 1. Pojasnilo.). Tabelo ali sliko je treba tudi obvezno omeniti v besedilu.

V sklepu povzemite, do česa ste prišli in ali ste hipotezo potrdili ali ovrgli.

Pravilno pišite simbole in enote (<http://physics.nist.gov/cuu/Units/rules.html>). Če povzamemo najbolj temeljna pravila: pH in enote pišemo v pisavi Times New Roman pokončno. Simbole veličin pišemo v pisavi Times New Roman ležeče. Če je parameter, na katerega se nanaša veličina opisni, ga pišemo podpisano ali v oklepaju v pokončni pisavi, če je sam veličina ga pišemo ležeče. Med enoto in številčno vrednostjo je presledek, ki nadomešča znak za množenje.

Kadar smo v dvomih glede simbolov in definicij veličin, to preverimo v IUPAC dokumentih (Gold, Green in Orange Book). Oglejte si na spletu, kaj obravnavajo posamezne knjige, napišite spletni naslov in opredelite vsebino.



Tabela 2. Naloge z različnimi načini razplinjanja vode

Naloga	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Izvedba	1/6-V	1/6-M1	1/6-M2	2/6-V	2/6-M1	2/6-M2	3/6-V	3/6-M1	3/6-M2
Naloga	J	K	L	M	N	O	P	R	S
Izvedba	4/6-V	4/6-M1	4/6-M2	5/6-V	5/6-M1	5/6-M2	6/6-V	6/6-M1	6/6-M2

Pri nalogah od A do L (1/6 do 4/6), kjer proučujemo vpliv razplinjanja vode na pH, le-tega preverite pred začetkom poskusa in večkrat med potekom razplinjanja vode. pH ovrednotite takoj po dodatku indikatorja, ker se stanje po določenem času lahko spremeni. Pomembno je tudi, da ponovno pripravite primerjalno pH skalo.

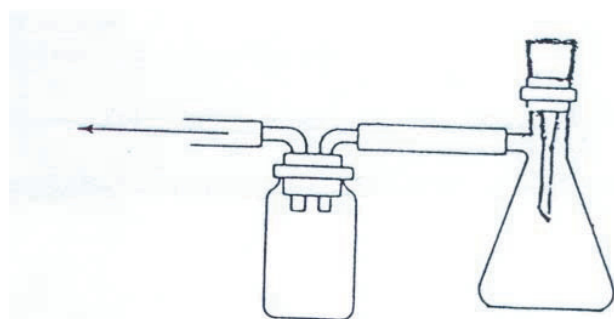
Pri nalogah od M do S (5/6 do 6/6), kjer ugotavljamo vpliv segrevanja vode na trdoto vode, le-to določite pred segrevanjem in po njem. Trdoto vode boste določali tako kot v prejšnji enoti. Če voda ni vodovodna, iz podatkov o sestavi vode prvo ocenite pričakovano porabo titrirnega sredstva za titracijo 10 mL vzorca. Če bo pričakovana poraba večja kot 1 mL, ustrezno zmanjšajte odmerek vzorca za titracijo in nato v posodico za Coulterjev števec do oznake 10 ml dodajte prečiščeno vodo. Titracijo naredite po postopku, ki ga že poznate.

pH preverjajte tako, da z brizgo z nastavkom za mikropipete odmerite 250 μ L prečiščene vode v vdolbino reakcijske ploščice in dodate zeleni indikator. Če je obarvanost raztopine na robu skale za ta indikator, preverite pH tako, da preizkus ponovite še z drugim indikatorjem.

1.3-1/6 Razplinjanje vode pod nižanim tlakom

Preverite pH vode. Vodo razplinjajte pod nižanim tlakom. Med postopkom večkrat preverite pH, da boste lahko presodili, po kolikšnem času vodo učinkovito razplinimo.

Omenimo še, kako pravilno uporabljamo presesalno bučo priključeno na vodno črpalko (slika 4). Med presesalno bučo in vodno črpalko mora praviloma biti še zaščitna past, ki preprečuje, da bi ob nenadnem zmanjšanju intenzivnosti odsesavanja vdrla v presesalno bučo voda iz črpalke. Past pa varuje tudi črpalko in preprečuje, da bi se vanjo iz prenapolnjene presesalne buče vsesala raztopina. Kadar hitrost odsesavanja povečujemo, kar pomeni, da povečujemo pretok vode skozi črpalko, težav ni. Če pa nameravamo hitrost odsesavanja zmanjšati ali pa odsesavanje celo prekiniti, moramo pred tem s presesalne buče odklopiti gumijasto cev, kajti sicer se lahko zgodi, da bo zaradi razlike v tlaku v presesalno bučo vdrla voda.



Slika 4. Pravilna priključitev presesalne buče na vodno črpalko

1.3-2/6 Razplinjanje vode v ultrazvočni kopeli

Preverite pH vode. Vodo razplinjajte v ultrazvočni kopeli. Med postopkom večkrat preverite pH, da boste lahko presodili, po kolikšnem času vodo učinkovito razplinimo.

1.3-3/6 Razplinjanje vode s segrevanjem pri temperaturi vrelišča

Preverite pH vode. Vodo razplinjajte s segrevanjem pri temperaturi vrelišča. Med postopkom večkrat preverite pH, da boste lahko presodili po kolikšnem času vodo učinkovito razplinimo.

1.3-4/6 Razplinjanje vode s prepihanjem z dušikom

Preverite pH vode. Vodo razplinjajte s prepihanjem z dušikom. Med postopkom večkrat preverite pH, da boste lahko presodili, po kolikšnem času vodo učinkovito razplinimo.

Kasneje boste pri tem predmetu natančneje spoznali delo s komprimiranimi plini in delovanje reducirnega ventila. Pri tej vaji naj vam reducirni ventil ustrezno nastavi nekdo od osebja.

1.3-5/6 Vpliv segrevanja vode pri temperaturi vrelišča na njeno celotno trdoto

Določite celotno trdoto vode v začetku in po segrevanju pri temperaturi vrelišča. Za ugotavljanje začetne trdote je mineralno vodo pred titracijo treba razpliniti, za kar boste imeli na razpolago ustrezen pripomoček (slika 5). Za ugotavljanje končne trdote je treba vodo filtrirati in ohladiti. Pripomočki so na sliki 6.

Pripomoček za razplinjanje uporabimo tako, da v posodo za Coulterjev števec nalijemo vodo in zapremo pokrov. Pripomoček drži desničar v levi roki. Posodo za Coulterjev števec objamemo z dlanjo, s palcem in kazalcem držimo brizgo, s sredincem pritisnemo pokrov ob posodo, da dobro tesni. Z desnico počasi vlečemo bat brizge navzgor in s tem razpenjamo zrak v posodi, kar znižuje tlak in povzroča sproščanje plinov iz raztopine. Z rahlim udarjanjem s prstom ob steno posode sprostimo mehurčke plina s sten posode. Pripomoček nato razstavimo, iz brizge iztisnemo zrak in pripomoček ponovno sestavimo. Postopek nekajkrat ponovimo. Ko ne opazimo več mehurčkov plina ob steni posode je voda dovolj dobro razplinjena.



Slika 5. Pripomoček za razplinjanje vode



Slika 6. Pripomočki za filtracijo

Za filtracijo moramo filtrirni papir obrezati tako, da je njegov zgornji rob, ko ga vstavimo v lij, nekaj milimetrov pod zgornjim robom lija.

1.3-6/6 Vpliv segrevanja vode pri temperaturi vrelišča na njeno karbonatno trdoto

Določite karbonatno trdoto vode v začetku in po segrevanju pri temperaturi vrelišča. Za ugotavljanje začetne karbonatne trdote je mineralno vodo pred titracijo treba razpliniti in razplinjanje ponoviti tudi v bližini končne točke titracije, za kar boste imeli na razpolago ustrezen pripomoček (Slika 5). Pri nalogi 1.3-5/6 je opisano, kako pripomoček uporabite. Za ugotavljanje končne karbonatne trdote je treba vodo filtrirati in ohladiti. Pripomočki so na sliki 6. Pojasnilo o filtriranju je pri nalogi 1.3-5/6.

Na koncu omenimo še to, da plini v vodi niso nezaželeni le pri nekaterih laboratorijskih operacijah temveč tudi v tehnologiji. Voda, ki vsebuje CO_2 je npr. korozivna, najeda apnenec in tudi druge materiale. Nasprotno ima voda lahko težnjo po izločanju apnenca. Tovrstne značilnosti vode preverjamo z merjenjem spremembe v pH vode, ko je ta pri uravnani temperaturi določen čas v stiku s CaCO_3 . Če se pH vode glede na prvotnega zviša, ima voda

koroziven značaj, v nasprotnem primeru ima težnjo po izločanju apnenca. Razložite in poskusite napisati tudi reakciji, ki taki spremembi pH pojasnjujeta.

