

Osnovna šola Trzin



Raziskovalna naloga

VPLIV SOLI NA ČAS SEGREVANJA IN VRENJA VODE

Predmetno področje: Kemija

Avtorica: Manca Martina Nemanič, 9.b

Mentorica: Ajda Premrl

Trzin, 2023

Kazalo vsebine

POVZETEK	1
1. UVOD	2
2. TEORETIČNI DEL	3
2.1 Sol (Natrijev klorid)	3
2.2 Nastanek soli (natrijevega klorida)	3
2.3 Raztopina soli v vodi	4
2.4 Temperatura vrelišča	4
2.5 Toplotna kapaciteta.....	5
2.6 Specifična toplota	5
3. RAZISKOVALNI DEL	6
3.1 Cilji in hipoteze	6
3.2 Pridobivanje podatkov	6
3.3 Potek dela	6
3.4 Prikaz podatkov - rezultatov eksperimenta	8
3.5 Preverjanje hipotez.....	11
4. RAZPRAVA	12
5. ZAKLJUČEK	13
6. LITERATURA	14

Kazalo tabel

Tabela 1 : Čas segrevanja vode in dosežena temperatura vode	8
Tabela 2 : Čas segrevanja vode do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C).....	8
Tabela 3 : Čas segrevanja raztopine (500 mL vode + 100 g soli) in dosežena temperatura.....	8
Tabela 4 : Čas segrevanja raztopine do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C).....	8
Tabela 5 : Čas segrevanja raztopine (500 mL vode + 150 g soli) in dosežena temperatura.....	8
Tabela 6 : Čas segrevanja raztopine do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C).....	8
Tabela 7 : Čas segrevanja raztopine (500 mL vode +200 g soli) in dosežena temperatura.....	9
Tabela 8 : Čas segrevanja raztopine do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C).....	9
Tabela 9 : Primerjava odstopanj dosežene temperature v odvisnosti od časa	10
Tabela 10 : Primerjava odstopanj potrebnega časa segrevanja v odvisnosti od temperature	10

Kazalo grafov

Graf 1 : Dosežena temperatura v odvisnosti od časa.....	9
Graf 2 : Potreben čas segrevanja v odvisnosti od temperature.....	9
Graf 3 : Primerjava temperatur vrelišč vode z vodo z različnimi količinami soli.....	10

Kazalo slik

Slika 1 : Zgradba ionskega kristala, NaCl.....	4
--	---

POVZETEK

V raziskovalni nalogi sem obravnavala vplivnost soli na čas segrevanja vode in temperaturo vrelišča. Postavila sem si dve hipotezi in sicer: (1) Vsebnost soli zniža temperaturo vrelišča vode in (2) Voda se bo ob dodatku soli časovno hitreje segrevala. Postavljeni hipotezi sem preverila tako, da sem uporabila eksperimentalno metodo raziskovalnega dela. Opravila sem štiri različne meritve. Najprej sem na električni kuhalni plošči v navadnem loncu segrevala 500 mL vode. Po štirih, šestih in osmih minutah segrevanja sem izmerila končno temperaturo vode. Druga meritev se je nanašala na čas, ki ga voda potrebuje, da se segreje na 65 °C, 80 °C in 100 °C. V naslednjem koraku sem v 500 mL vode sobne temperature dodala po 100 g, 150 g in 200 g soli. Raztopino sem segrevala štiri, šest in osem minut, nato pa ponovno izmerila končno temperaturo. V zadnjem koraku sem v 500 mL vode še enkrat dodala odmerke soli (100 g, 150 g in 200 g) in merila, koliko minut raztopina potrebuje, da se segreje na 65 °C, 80 °C in 100 C. Rezultati meritev so pokazali, da je raztopina vode in soli potrebovala manj časa, da je dosegla določeno temperaturo (65 °C, 80 °C in 100°C) kot nesoljena voda. Dodatek soli je zvišal temperaturo vrelišča vode. Temperature vrelišč raztopin z različnimi količinami soli so se razlikovale za približno 2 °C.

Ključne besede : sol (natrijev klorid), segrevanje, temperatura vrelišča

1. UVOD

Kuhinjska sol, natrijev klorid je nepogrešljiva snov našega vsakdana. Je pomemben mineral v naši prehrani in v ustreznih količinah nujen za pravilno delovanje našega organizma. Natrijev klorid je glavna sestavina kuhinjske soli, ki jo uporabljamo pri pripravi večine jedi. Vedno kadar sem doma kuhala jedi, ki potrebujejo termično obdelavo v vodi, so mi starši rekli naj dodam sol, saj bo tako voda prej zavrela. Prav iz tega razloga sem se odločila, da na to temo naredim raziskovalno nalogo.

Vsi že vemo, da če dodamo sol v toplo vodo, se bo ta hitreje raztapljala. V nobeni strokovni literaturi nisem našla podatka oziroma konkretnega odgovora na to, ali bo dodatek res soli vplival na čas segrevanja vode in njeno temperaturo vrelišča.

Cilj moje raziskovalne naloge je, da ugotovim, ali različna količina soli v vodi vpliva na čas segrevanja in temperaturo vrelišča (vrenja vode).

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Sol (Natrijev klorid)

Sol (natrijev klorid, NaCl) je nepogrešljiva snov v našem življenju. Je pomemben mineral v naši prehrani in v ustreznih količinah zelo pomemben za pravilno delovanje našega organizma.¹ Natrijev klorid, je glavna sestavina kuhinjske soli, ki jo uporabljamo pri pripravi večine jedi. Uporabljamo morsko sol, ki jo pridobivamo iz morske vode, ki poleg natrijevega klorida vsebuje še magnezijeve in kalcijeve spojine ter elementarni jod. Poleg morske soli poznamo tudi kameno sol, ki jo kopljejo v solnih rudnikih in joda ne vsebuje zato morajo kameni soli dodajati jod v obliki kalijevega ali natrijevega jodida. Za uporabo v gospodinjstvu solem dodajajo tudi snovi, ki preprečujejo strjevanje, na primer magnezijev karbonat, MgCO₃. Pretirana uporaba soli je lahko zdravju tudi škodljiva, saj povečuje krvni tlak. Pred iznajdbo hladilnikov, je bila sol izjemno pomembna tudi zato, ker je bila edino znano in učinkovito sredstvo za konzerviranje živil. Dodatek soli namreč prepreči rast in razvoj bakterij, s tem pa tudi kvarjenje živil.²

2.2 Nastanek soli (natrijevega klorida)

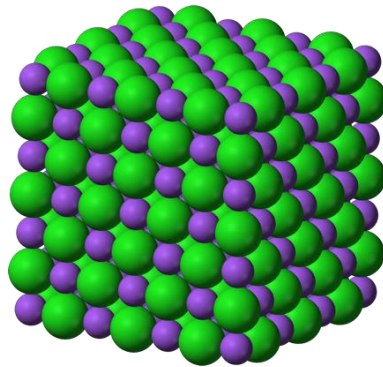
Elementarni natrij, Na in plin klor, Cl, sta strupeni snovi. Iz njiju nastane nova snov, natrijev klorid, NaCl, ki jo smemo zaužiti in si življenja brez nje ne moremo predstavljati. Razlaga, da se lastnosti natrijevega klorida tako zelo razlikujejo od lastnosti natrija in klora je povezana z ionsko vezjo, s katero se povežeta natrij in klor v sol.

Natrij je kovina v I. skupini periodnega sistema, atom natrija ima 1 zunanji elektron. Klor je nekovina v VII. skupini, klorov atom ima 7 zunanjih elektronov. Natrijev atom odda 1 elektron klorovemu atomu, tako oba atoma dosežeta stabilno stanje, torej imata 8 elektronov na zadnji lupini. Pri tem, ko oddata oziroma sprejmeta elektron nastaneta iona: natrijev kation Na⁺ in kloridni anion Cl⁻. Med ionoma z nasprotnim nabojem deluje močna privlačna sila, ki jo imenujemo ionska vez. Spojine, ki so zgrajene iz ionov, imenujemo ionske spojine.

¹ Glažar, Saša, Godec Andrej, Vrtačnik, Margareta, Wisiak Grma, Katarina Senta : *Moja prva kemija, Učbenik za 8. in 9. razred osnovne šole*. Ljubljana, Modrijan založba, 2014, str. 58, 62.

² Glažar, Saša, Godec, Andrej, Kralj, Benjamin, Sajovic, Irena, Smrdu, Andrej, Vrtačnik, Margareta, Wisiak Grma, Katarina Senta : *Kemija 8, i-učbenik za kemijo v 8.razredu osnovne šole*. Ljubljana, Zavod RS za Šolstvo, 2014, str. 62, <https://eucbeniki.sio.si/kemija8/939/index.html> (22.2.2023).

Pozitivno nabiti natrijevi in negativno nabiti kloridni ioni se med seboj privlačijo v vseh smereh, zato se jih poveže več in nastane velika struktura, ki jo imenujemo ionski kristal. Ioni v ionskem kristalu niso prosto gibljivi, zato moramo dovesti veliko energije, da se močne ionske vezi prekinejo. Ionske spojine imajo visoka vrelišča in tališča.³



Slika 1: Zgradba ionskega kristala, NaCl

2.3 Raztopina soli v vodi

Najpogostejše imamo opravka z raztopinami, ki imajo raztopljeno trdno snov v tekočini, kot je primer raztopina soli v vodi. Sol se hitreje raztaplja pri višjih temperaturah.

Nikjer nisem našla podatka, ali bo sol vplivala na čas, v katerem bo voda dosegla določeno temperaturo. Nikjer ne piše tudi to, če dodatek soli vpliva na temperaturo, ki jo bo voda dosegla v določenem času. Na to vprašanje bom odgovorila sama.

2.4 Temperatura vrelišča

Voda izhlapeva že pri sobni temperaturi, ko pa jo segrevamo proces izhlapevanja pospešimo. Ko je temperatura dovolj visoka, dosežemo točko vrelišča, ki je definirana kot temperatura, pri kateri je parni tlak tekočine enak zunanemu (zračnemu tlaku). Pri vodi je to 100° C. Temperatura vrelišča je odvisna od zunanjega tlaka, torej čim nižji je zunanji tlak, tem nižja je temperatura vrelišča.⁴

2.5 Toplotna kapaciteta

Toplotna kapaciteta je fizikalna lastnost snovi, opredeljena kot količina toplote, ki jo je treba dovesti predmetu, da povzroči spremembo njegove temperature na enoto. Toplotna kapaciteta je obsežna lastnost. Ustrezna intenzivna lastnost je specifična toplotna kapaciteta, ki jo dobimo tako, da toplotno kapaciteto predmeta delimo z njegovo maso.⁵

2.6 Specifična toplota

Specifična toplota snovi je podatek, ki pove, koliko toplote prejme ali odda 1kg snovi, da se segreje ali ohladi za 1 K. Specifična toplota vode znaša $c = 4200 \text{ J/kg K}$. Iz tega podatka lahko razberemo, da potrebujemo 4200 J toplotne energije, da 1 kg vode segrejemo za 1 K.⁶

³ Gabrič, Alenka, Graunar, Mojca, Podlipnik, Mojca, Mirnik, Jona, Slatnik-Žigon, Milica : *Kemija danes 1, učbenik za 8.razred osnovne šole*. Ljubljana, DZS založba, 2015, str. 52.

⁴ Krnel, Dušan : Kaj je vrelišče?, *Naravoslovna solnica* št. 2, letnik 24, zima 2020, str.36.
http://pefprints.pef.uni-lj.si/6202/1/Krnel_Vrelišče.pdf (22.2.2023).

⁵ Heat capacity. https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_capacity (Marec, 2023)

⁶ Žigon Sašo, Pintarič Matjaž, Jagodic Andreja : *Fizika 9, samostojni delovni zvezek s poskusi za fiziko v devetem razredu osnovne šole*. Ljubljana, Mladinska knjiga Založba, 2022, str. 71

3. RAZISKOVALNI DEL

3.1 Cilji in hipoteze

Preden sem začela z raziskovanjem sem si postavila dva cilja. Prvi cilji je bil, da ugotovim, če dodatek soli res vpliva na čas segrevanja in vrenja vode. Ko prvi cilj dosežem, želim raziskati še vzroke za dobljene ugotovitev.

Da bom moje cilje lahko podprla, sem si postavila dve hipotezi :

H1 : Vsebnost soli zniža temperaturo vrelišče vode.

H2 : Voda se bo ob dodatku soli časovno hitreje segrevala.

3.2 Pridobivanje podatkov

Zastavljene hipoteze sem preverila z eksperimentalno metodo raziskovalnega dela. Pripomočki, ki sem jih uporabila za izvedbo eksperimentov so lonec, električna kuhalna plošča, alkoholni termometer in štoparica. Od snovi sem uporabila kuhinjsko sol in vodovodno vodo. Za opravljanje vseh meritev sem uporabila vodo sobne temperature, torej 25 °C. Odstopanje temperature je bilo minimalno. Dopustila sem največ 2 °C odstopanja v obe smeri (24 °C in 26 °C).

3.3 Potek dela

Eksperimentalno delo sem začela s prvo meritvijo tako, da sem na električni plošči v navadnem loncu segrevala 500 mL vode. Po 4, 6 in 8 minutah segrevanja sem izmerila končno temperaturo vode. Druga meritev se je nanašala na čas, ki ga voda potrebuje, da se segreje na 65 °C, 80 °C in 100 °C.

Naslednja meritev je bila, da sem vodi dodala 100 gramov natrijevega klorida (NaCl) oziroma morske soli. To sem segrevala štiri, šest in osem minut. Ob koncu vsake meritve, sem z alkoholnim termometrom izmerila doseženo temperaturo. Vmes, ko sem čakala, da se voda z dodatkom soli segreje, sem izpisala čas, ki ga je voda potrebovala, da se je segrela do 65 °C, 80 °C in 100 °C.

Po končani meritvi vode z dodatkom 100 gramov soli, sem v 500 mL vode dodala 150 gramov soli. Ponovila sem meritev, kjer sem vodo z dodatkom soli segrevala štiri, šest in osem minut ter izmerila doseženo temperaturo. Nato sem izmerila še, koliko časa soljena voda potrebuje, da doseže temperaturo 65 °C, 80 °C in 100°C. Na koncu, sem izmerila še temperaturo pri kateri je zmes zavrela.

Moja zadnja meritev se je pa nanašala na vodo z dodatkom 200 gramov soli. Ponovno sem izmerila doseženo temperaturo po štirih, šestih in osmih minutah in koliko časa raztopina potrebuje, da se bo segrela na 65 °C, 80 °C in 100 °C. Zadnja opravljena meritev je bila ta, da sem izmerila temperaturo vrelišča vode z dodatkom 200 gramov soli.

Ko sem imela vse meritve zapisane, sem jih pregledala, uredila in primerjala.

3.4 Prikaz podatkov – rezultatov eksperimenta

1. VODA :

Tabela 1: Čas segrevanja vode in dosežena temperatura vode

Čas segrevanja [min]	4 minute	6 minut	8 minut
Dosežena temperatura [°C]	68 °C	91 °C	97 °C

Tabela 2: Čas segrevanja vode do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C)

Določena temperatura [°C]	65 °C	80 °C	100 °C
Čas segrevanja [s]	231 s	294 s	546 s

Izmerjena temperatura vrelišča: 100 °C

2. VODA + SOL :

a) KOLIČINA SOLI : 100 g

Tabela 3 : Čas segrevanja raztopine (500 mL vode + 100 g soli) in dosežena temperatura

Čas segrevanja [min]	4 minute	6 minut	8 minut
Dosežena temperatura [°C]	87 °C	102 °C	103 °C

Tabela 4 : Čas segrevanja raztopine do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C)

Določena temperatura [°C]	65 °C	80 °C	100 °C
Čas segrevanja [s]	176 s	224 s	335 s

Izmerjena temperatura vrelišča : 104 °C

b) KOLIČINA SOLI : 150 g

Tabela 5 : Čas segrevanja raztopine (500 mL vode + 150 g soli) in dosežena temperatura

Čas segrevanja [min]	4 minute	6 minut	8 minut
Dosežena temperatura [°C]	89 °C	103 °C	104 °C

Tabela 6 : Čas segrevanja raztopine do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C)

Določena temperatura [°C]	65 °C	80 °C	100 °C
Čas segrevanja [s]	163 s	210 s	290 s

Izmerjena temperatura vrelišča : 106 °C

c) KOLIČINA SOLI : 200 g

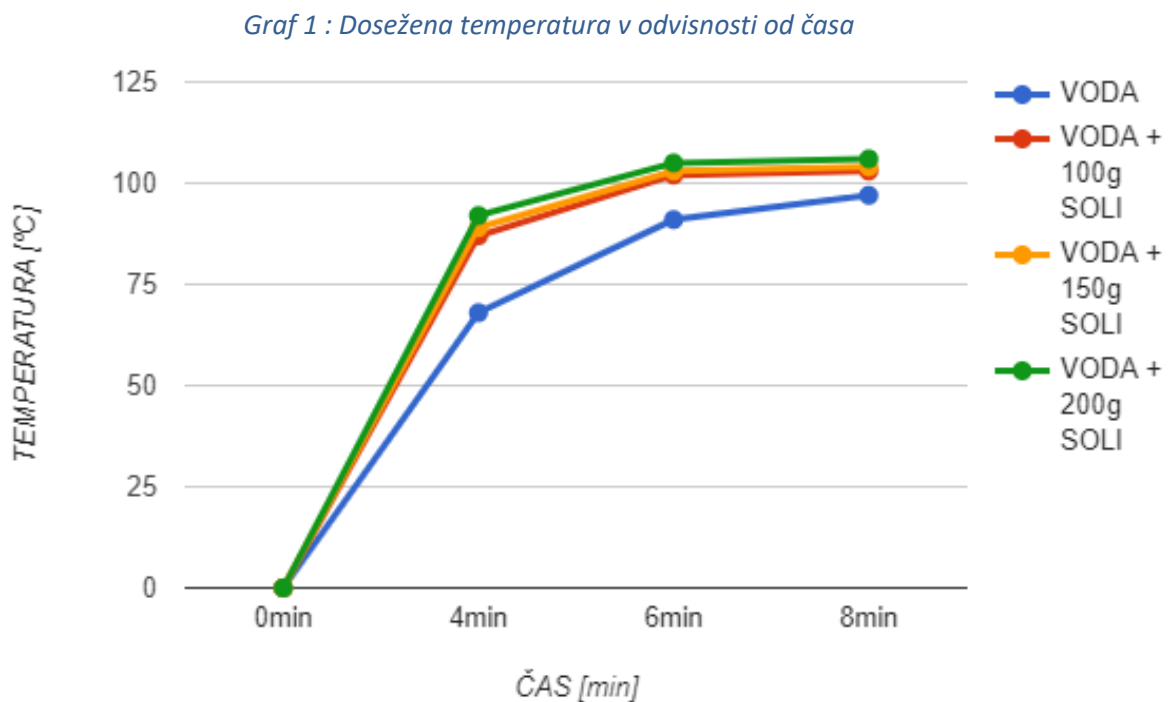
Tabela 7 : Čas segrevanja raztopine (500 mL vode +200 g soli) in dosežena temperatura

Čas segrevanja [min]	4 minute	6 minut	8 minut
Dosežena temperatura [°C]	92 °C	105 °C	106 °C

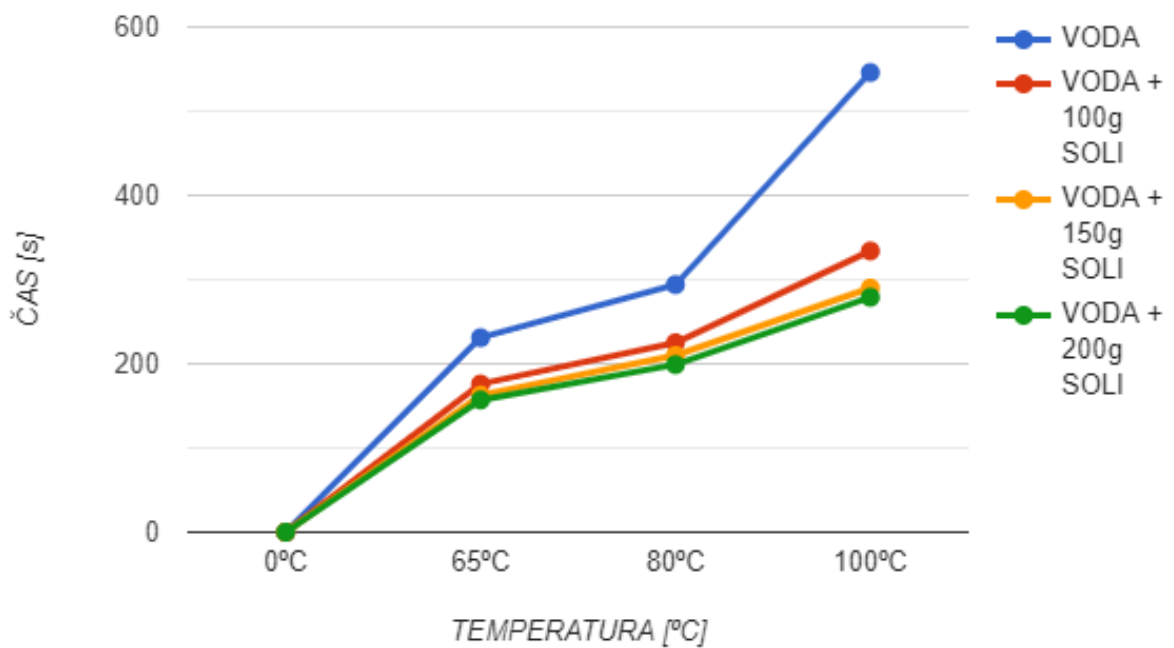
Tabela 8 : Čas segrevanja raztopine do določene temperature (65 °C, 80°C in 100 °C)

Določena temperatura [°C]	65 °C	80 °C	100 °C
Čas segrevanja [s]	157 s	199 s	279 s

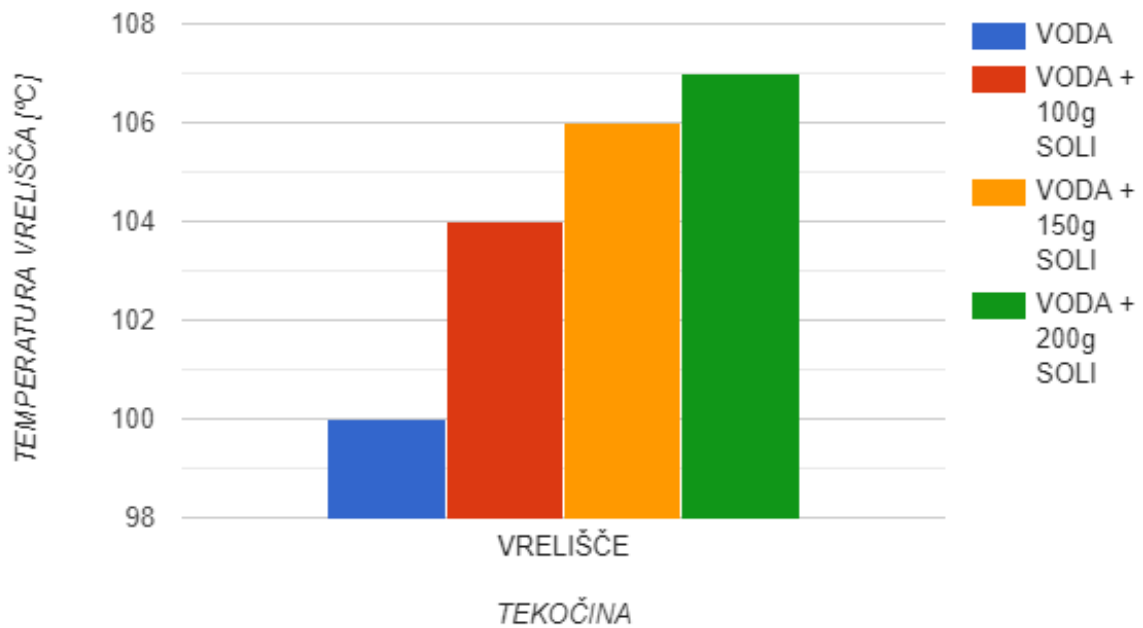
Izmerjena temperatura vrelišča : 107 °C



Graf 2 : Potreben čas segrevanja v odvisnosti od temperature



Graf 3 : Primerjava temperature vrelišča vode s temperaturami vrelišč raztopin



3. PRIMERJAVA Odstopanj :

Tabela 9 : Primerjava odstopanj dosežene temperature v odvisnosti od časa

	4 min	6 min	8 min
voda	68 °C	91 °C	97 °C
voda + 100g soli	87 °C	102 °C	103 °C
voda + 150g soli	89 °C	103 °C	104 °C
voda + 200g soli	92 °C	105 °C	106 °C
odstopanje	19 °C, 21 °C, 24 °C	11 °C, 12 °C, 14 °C	6 °C, 7 °C, 9 °C

Tabela 10 : Primerjava odstopanj potrebnega časa v odvisnosti od temperature

	65 °C	80 °C	100 °C
voda	231 s	294 s	546 s
voda + 100g soli	176 s	224 s	335 s
voda + 150g soli	163 s	210 s	290 s
voda + 200g soli	157 s	199 s	279 s
odstopanje	55 s, 68 s, 74 s	70 s, 84 s, 95 s	211 s, 256 s, 267 s

3.5 Preverjanje hipotez

Prvo zastavljeno hipotezo (Vsebnost soli zniža temperaturo vrelišča vode) sem **ovrgla**, drugo (Voda se bo ob dodatku soli časovno hitreje segrevala) pa **potrdila**.

Količina soli v vodi je rahlo zvišala temperaturo vrelišča. Ob dodatku 100 gramov soli je voda zavrela pri temperaturi 104 °C, ob dodatku 150 gramov pri 106 °C in ob dodatku 200 gramov pri 107 °C. Slana voda zahteva višjo temperaturo pred prehodom iz tekočine v plin kot sladka voda zaradi pojava, znanega kot zvišanje vrelišča. Dodajanje katerekoli nehlapne topljene snovi (kot je sol, soda bikarbona ali sladkor) tekočini, bo povzročilo zmanjšanje parnega tlaka tekočine. Tekočina začne vreti, ko je njen parni tlak enak atmosferskemu tlaku zato nižji parni tlak pomeni, da potrebujemo višjo temperaturo, da voda zavre. Dodatek soli je vodi zvišal temperaturo vrelišča tudi zaradi tega, ker so ionske vezi, ki jih tvorita natrij in klor v ionskem kristalu močne in potrebujejo višjo temperaturo, da se pretrgajo.

Drugo hipotezo sem potrdila, saj sem z eksperimenti dokazala, da se je voda ob dodatku soli časovno hitreje segrevala do določene temperature kot nesoljena voda.

Hitrost segrevanja vode je odvisna od njene toplotne kapacitete. Dodatek sol vodi toplotno kapaciteto zniža. To se zgodi zaradi tega, ker ko je natrijev klorid raztopljen v vodi, ione skupaj drži tesna vez molekul vode. To si lahko predstavljamo kot nekakšno » kletko« vodnih molekul. Ta namišljena » kletka » je tako tesna, da je gibanje molekule soli onemogočeno. Toplota, ki jo dodajamo, ne more več povečevati energije molekul soli, zato začne povečevati energijo drugih molekul vode. Ker za aktiviranje molekule potrebuje manj toplotne energije, se toplotna kapaciteta raztopine vode z dodatkom soli zniža. Torej, večja kot je koncentracija natrijevega klorida raztopljenega v vodi, manjša bo toplotna kapaciteta vode. Z drugimi besedami, povečanje koncentracije kuhinjske soli (natrijevega klorida) v vodi zmanjša toplotno kapaciteto vode. Tako se bo soljena voda segrevala hitreje kot nesoljena.

4. RAZPRAVA

Po postavljenih in preverjenih hipotezah, opravljenih poskusih in odgovorjenim raziskovalnim vprašanjem, se mi naloga še ni zdela popolnoma dokončana. Manjkalo je nekaj, k čemu bi lahko moja raziskovalna naloga pripomogla.

Ker sem mela glavno iztočnico za namen naloge v kuhinji oziroma pri kuhanju, sem se najprej obrnila tja. Poznavanje, da se voda z dodatkom soli segreva hitreje, bi lahko uporabili kadarkoli, ko kuhamo nekaj, kar potrebuje termično obdelavo v soljeni vodi. Tako bi vedeli, da vodo solimo preden jo začnemo segrevati, saj se bo ta segrela hitreje kot tista, ki bi jo solili, ko je že segreta. S tem bi zmanjšali čas kuhanja in pripravo jedi. Vodo bi tako manj časa segrevali in s tem porabili manj energije za kuhanje, pa naj bo to pri električnih kuhalnih ploščah ali pa pri kuhalnikih na plin. Če vzamemo, da ima povprečna kuhalna plošča porabnost 1700 Wattov na uro in rečemo, da na dan na njej vremo vodo brez dodatka soli za približno 10 minut in to počnemo približno štirikrat tedensko, vsak teden v mesecu, vsak mesec v letu, porabimo približno 2080 minut oziroma 34,6 ur letno, s tem porabimo kar 58 kilovatnih ur. Cena ene kilovatne ure v Sloveniji znaša 0,17 evra. Segrevanje nesoljene vode, kadar je to potrebno nas bi letno stalo 9,91 evra. Če pa dodamo sol (na primer 150 gramov) bi s tem vodo segrevali povprečno 5 minut. Ko ponovno naredimo iste izračune, bi nam to vzelo le 1040 minut oziroma 17,3 ur življenja letno in s tem bi prihranili 4,91 evra.

Poleg uporabnosti raziskovalne naloge pri kuhanju nisem našla nobenega problema, katerega bi lahko moje ugotovite rešile.

5. ZAKLJUČEK

Z opravljanimi eksperimenti sem prišla do zaključka, da dodatek (različnih količin) soli vpliva na čas segrevanja in vrenja vode. Različne količine soli v vodi so rahlo zvišale temperaturo vrelišča vode. Raztopina soli in vode pa je potrebovala manj časa, da je dosegla določeno temperaturo.

Menim, da je bila tema raziskovalne naloge izvirna, saj se nanaša na primer iz vsakdanjega življenja. Pri pisanju raziskovalne naloge sem imela omejitve glede virov, saj nikjer nisem našla primerne literature, ki bi podprla moje rezultate. Prav zaradi tega je popolnoma mogoče, da je moja naloga na teh delih malo pomanjkljiva.

Raziskovanje bi lahko nadaljevala s tem, da bi enake meritve opravila z različnimi snovmi in tako primerjala rezultate. Če bi uporabila nehlapne snovi, tako kot je sol, predvidevam, da bi bili rezultati podobni.

Meritve bi lahko opravila na različnih nadmorskih višinah in tako bi se temperature vrelišč razlikovale že pri temeljnih meritvah vode brez dodatka soli.

Raziskovanje bi lahko nadaljevala tudi tako, da bi s fizikalnimi enačbami, napravami in kemijskimi postopki izmerila, koliko energije potrebujemo, da segrejemo en kilogram soljene vode za eno stopinjo kelvina. Izračunala bi lahko tudi toplotno kapaciteto vode z določenimi dodatki soli.

6. LITERATURA

Knjižni viri :

1. Gabrič, Alenka, Graunar, Mojca, Podlipnik, Mojca, Mirnik, Jona, Slatnik-Žigon, Milica :
Kemija danes 1, učbenik za 8. razred osnovne šole. Ljubljana, DZS založba, 2015, str. 52.
2. Glažar, Saša, Godec Andrej, Vrtačnik, Margareta, Wissiak Grma, Katarina Senta : *Moja prva kemija, Učbenik za 8. in 9. razred osnovne šole*. Ljubljana, Modrijan založba, 2014, str. 58, 62.
3. Žigon Sašo, Pintarič Matjaž, Jagodic Andreja : *Fizika 9, samostojni delovni zvezek s poskusi za fiziko v devetem razredu osnovne šole*. Ljubljana, Mladinska knjiga Založba, 2022, str. 71

Spletni viri :

1. Glažar, Saša, Godec, Andrej, Kralj, Benjamin, Sajovic, Irena, Smrdu, Andrej, Vrtačnik, Margareta, Wissiak Grma, Katarina Senta : *Kemija 8, i-učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole*. Ljubljana, Zavod RS za Šolstvo, 2014, str. 62,
<https://eucbeniki.sio.si/kemija8/939/index.html> (22.2.2023).
2. Krnel, Dušan : Kaj je vrelišče?, Naravoslovna solnica št. 2, letnik 24, zima 2020, str.36.
http://pefprints.pef.uni-lj.si/6202/1/Krnel_Vrelišče.pdf (22.2.2023).
3. Heat capacity
https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_capacity (Marec, 2023)

Viri fotografij :

1. Glažar, Saša, Godec, Andrej, Kralj, Benjamin, Sajovic, Irena, Smrdu, Andrej, Vrtačnik, Margareta, Wissiak Grma, Katarina Senta : *Kemija 8, i-učbenik za kemijo v 8. razredu osnovne šole*. Ljubljana, Zavod RS za Šolstvo, 2014, str. 62,
<https://eucbeniki.sio.si/kemija8/939/index.html> (22.2.2023).