PRIJENOS TOPLINE S “HLADNIJEG” TIJELA NA “TOPLIJE”

SADRŽAJ: 2

1. UVOD:
    1.1 TERMODINAMIKA:
        1.1.1. POVIJEST TOPLINE
        1.1.2. ZAKONI TERMODINAMIKE
        1.1.2. TEMPERATURA
        1.1.3 TOPLINA
    1.2 SVOJSTVA OTOPINA
2. CILJ RADA:
3. MATERIJALI I METODE:
    3.1. MATERIJALI, KEMIKALIJE I APARATURA
    3.2. MJERNI UREĐAJI (ELEKTRONIČKA PODRŠKA)
    3.3 METODE MJERENJA
4. REZULTATI:
5. RASPRAVA:
    5.1 NASTAVAK ISTRAŽIVANJA
    5.2.NAPREDNIJE TEORIJSKO MODELIRANJE
6. ZAKLJUČCI:
7. SAŽETAK:
8. POPIS LITERATURE:
9. ŽIVOTOPIS:
10. ZAHVALA:

U radu se predstavlja prijenost topline s tijela manje temperature na tijelo veće temperature. Glavni pojam koji je odgovoran za taj efekt je latentna toplina kondenzacije. Paru na 100 °C uvodi se u vodenu otopinu soli. Para zbog razlike u tlakovima (atmosferski i tlak para tekućine) kondenzira i pri tome se oslobađa energija koja grije otopinu i preko 100 °C. U eksperimentu sam postigao temperaturu od 114 °C iako bi se teoretski moglo postići i više s amonijevim nitratom. Usavršavanjem ovoga procesa, može se postići ekološki prihvatljivi mehanizam. Inače tvari i energija teže disperziji, dok se u ovom mehanizmu energija koncentrira.

In this work transfer of heat from the object with lower temperature to the object with higher temperature is presented. Main term used in explaining this effect is latent heat of condensation. Steam wich is heated at 100 °C is inserted in aqueus salt solution. Steam because of the pressure difference (atmospheric pressure and vapour pressure) is condesed and during the process energy is released. That energy is used to heat the solution above 100 °C. Experimentali I have achieved 114 °C although teoreticaly one could achieve even higher with ammonium nitrate. With some improvement one colud achieve ecologicaly acceptable mechanism. Usualy matter and energy tries to be in dispersion, while in this mechanism energy is concentrated.

1. UVOD:

"Temperatura je jedan od osnovnih pojmova u toplini. Kao i mnogi drugi važni pojmovi fizike, i pojam temperature prenesen je u znanost iz svakidašnjeg života. Svi znamo smisao izreka: snijeg je hladan, peć je topla… Takvim izjavama mi ocjenjujemo temperaturu snijega, peći… i to s obzirom na temperaturu našeg tijela, ili točnije, s obzirom na temperaturu naše kože. Temperaturom se izražava intenzivnost nekoga posebnog svojstva materijalnih tijela koje osjećamo dodirom i ocjenjujemo izjavom da su neka tijela toplija ili hladnija od nekih drugih. Temperatura je toliko važna veličina u proučavanju toplinskih pojava da je strogo definirana takozvanim nultim zakonom termodinamike" ("Toplina, termodinamika i energija" 1994. školska knjiga, Paić Mladen)

1.1.1 POVIJEST TOPLINE:

Oko 500 godina prije naše ere živio je čovjek koji je prvi postavio temelje teorije o toplini. Grčki filozof Heraklit živio je Efezu u Joni, Mala Azija. Postao je poznat kao

filozof toka i vatre zbog svoje izjave „Sve teče“ („sve stvari teku“). Heraklit je tvrdio da postoje 3 principijelna elementa u prirodi: vatra, zemlja i voda. Međutim, od ta tri vatra je karakterizirana kao središnji element koji kontrolira i modificira ostala dva. Svemir je napravljen tako da je u konstantnom toku tj. trajnom stanju promjena koje su posljedica transformacija vatre. Heraklit je sumirao svoju filozofiju: Vatra je zamjena za sve stvari.

Hipoteza da je toplina oblik kretanja prvobitno je predložena u 12. stoljeću. Oko 1600., engleski filozof i znanstvenik Francis Bacon slutio je da:

Toplina sama, njena bit i narav je gibanje i ništa drugo

Ovo je odjekivalo umom engleskog znanstvenika iz 17. stoljeća po imenu Robert Hooke koje je rekao:

Toplina nije ništa drugo nego brzo i žestoko burkanje dijelova tijela.

Sposobnost korištenja prijenosa topline za dobivanje rada rezultirali su izumom i razvojem parnog stroja. Ljudi poput Thomasa Newcomera i Jamesa Watta sudjelovali su u tome. Uz to proizvođač topova Sir Benjamin Thompson, grof Rumsforda demonstrirao je da je kroz trenje moguća pretvorba rada u toplinu. Bez uporabe vatre uspio je provreti hladnu vodu za oko 2 sata. Nekoliko teorija o prirodi topline su razvijane u 17. stoljeću. Johann Becher je predlagao da je toplina povezana sa materijalom koji je nemoguće otkriti. Nazivao ga je flogiston koji je po njegovim uvjerenjima istisnut iz materije kada je zapaljena. Ovo je konačno opovrgnuo Lavoisier demonstrirajući važnost kisika u procesima gorenja 1783. godine. Predložio je svoju kalorijsku teoriju koja je na toplinu gledala kao oblik težine, nevidljivi fluid koji se kretao kada je izvan ravnoteže. Tu teoriju je koristio francuski inžinjer Sasi Carnot kad je objavio: *Reflections on the Motive Power of Fire* (*Odraz plamena na snagu stroja*). Objasnio je važnost prijenosa topline: podrijetlo snage stroja nije u stvarnoj potrošnji kalorija, nego u transportu tih kalorija sa toplijeg tijela na hladnije tj. u pokušaju ponovnog ostvarivanja ravnoteže. Prema Carnotu, ovaj princip se primjenjuje na bilo koji stroj koji se pokreće toplinom (kasnije je iz tih tvrdnji nastao drugi zakon termodinamike).

Još jedna teorija bila je kinetička teorija plinova, koju je 1738. razradio Daniel Bernoulli u svojoj Hidrodinamici. U svom radu Bernoulli je predložio da se plin sastoji od velikog broja molekula koji se kreću u svim smjerovima i da njihovi udari na površinu uzrokuju tlak koji osjećamo. Rad Joula i Mayera demonstrirao je da se toplina i rad mogu pretvarati jedno u drugo, što je dovelo do zakona o očuvanju

energije Hermanna i Helmholtza 1847. godine. Clasius je 1850. demonstrirao da je moguće kalorijsku i kinetičku teoriju spojiti koristeći zakon očuvanja energije i tako je razvijen prvi zakon termodinamike

1.1 TERMODINAMIKA

Termodinamika je grana fizike koja proučava energiju, rad, toplinu, entropiju i spontanost procesa.

1.1.1 ZAKONI TERMODINAMIKE:

0. Zakon termodinamike (definicija temperature):

Temperatura je skalarna veličina svojstvena termodinamičkim sustavima u ravnoteži na takav način da je jednakost temperatura nužan uvjet za termodinamičku ravnotežu.

Prvi zakon termodinamike: (zakon očuvanja energije)

Energija se ne može stvoriti ni iz ičega niti se može uništiti već se može samo prenijeti iz jednog oblika u drugi ili s jednog tijela na drugi.

Alternativna formulacija glasi: nemoguće je napraviti stroj (perpetuum mobile) koji bi stvarao energiju ni iz čega.

Drugi zakon termodinamike:

Nemoguć je proces u kome bi toplina spontano prelazila s tijela niže temperature na tijelo više temperature.

Alternativno se govori o gubicima rada zbog nepovratnosti procesa, tj. u realnim procesima je za povratak u početno stanje potrebno uložiti energiju. Ta nepovratnost se mjeri porastom entropije.

Treći zakon termodinamike:

Nije moguće konačnim brojem procesa sniziti temperaturu bilo kojeg sustava na 0 K.

Sve entropije su iste na 0 K (entropije svih sustava i podsustava teže jednakoj vrijednosti na 0 K).

1.1.3. TEMPERATURA:

Temperatura je toplinsko stanje neke tvari. Ona ovisi o tome koliko topline sadrži neko tijelo određene mase i tlaka. Temperatura ne može prelaziti s tijela na tijelo, nego prelazi toplina a temperature se izjednačavaju. Temperatura je intrizično svojstvo tvari što znači da ne ovisi o količini uzorka.

Postoji više mjernih jedinica za mjerenje temperature, u Europi temperaturu mjerimo u stupnjevima Celzijusa (°C), u Americi su uvriježeni Fahrenheiti, SI jedinica je Kelvin (K), dok najniža teoretski moguća temperatura iznosi 0 K ili -273.15 °C.

Formule za pretvaranje iz jedog sustava u drugi su:

$K = °C + 273.15$

$°C = 5/9 \cdot (°F - 32)$

Tablica koja prikazuje neke često korištene temperature s vrijednostima izraženim raznim jedinicama:

Usporedba temperaturnih skala

Opis	Kelvin	Celsius	Fahrenheit	Rankine	Delisle	Newton	Réaumur	Rømer
Apsolutna nula	0	-273.15	-459.67	0	559.725	-90.14	-218.52	-135.90
Fahrenheitova mješavina leda i soli	255.37	-17.78	0	459.67	176.67	-5.87	-14.22	-1.83
Talište leda s.u.	273.15	0	32	491.67	150	0	0	7.5
Temperatura ljudskoga tijela	310.15	37	98.6	558.27	94.5	12.21	29.6	26.925
Vrelište vode	373.15	100	212	671.67	0	33	80	60
Talište Titanija	1941	1668	3034	3494	-2352	550	1334	883

Tablica 1.

1.1.2. TOPLINA

Toplina je definirana kao ono što prelazi sa jednog tijela na drugo zbog postojanja razlike temperatura. Kada više nema razlike temperatura, ne možemo govoriti o toplini. Toplina je vezana isključivo za prijelaz, pa je ona procesna veličina.

Toplina je vrsta energije, označava se sa Q, a SI jedinica topline je džul (J).

Toplina spontano prelazi sa toplijeg tijela na hladnije.

$\Delta Q > 0$ ako je toplina predana sustavu

$\Delta Q < 0$ ako je sustav toplinu predao okolini

LATENTNA TOPLINA:

Latentna toplina je toplina koja se oslobađa kondenzacijom ili kristalizacijom neke tvari. Ili obrnuto, toplina potrebna da se neka tvar tali ili isparava. Ta toplina se koristi za zagrijavanje otopine u ovom pokusu.

1.2. OTOPINE

Između destilirane vode i vodene otopine soli postoje mnoge razlike u kemijskim svojstvima. Otapanjem soli u vodi događaju se sljedeće promjene: povećanje vrelišta, smanjenje tlaka para, povećanje gustoće i još neke promjene koje su manje važne za ovaj rad.

Neke od tih promjena mogu se dosta precizno teoretski izračunati. Pa tako za povećanje vrelišta imamo jednadžbu:

$$\Delta T = \varepsilon K_b \frac{n}{m_s}$$

gdje je ε – broj čestica na koje sol disocira, K_b [K mol^{-1} kg] – ebulioskopska konstanta(za vodu 0,52), n – množina, a m_s – masa otopine

Textbook of Physical Chemistry , Samuel Glasstone Lancaster press, 1946

Za smanjenje tlaka para postoji Raoultov zakon:

$$p = x_O \cdot p^O$$

gdje je $x_O = \frac{n_O}{n_O + n(t\,\mathrm{var})}$, n(tvar) – množina tvari, n_0 – množina čistog otalpala p – tlak iznad otopine, p^0 – tlak pare iznad čistog otapala (vode u našem slučaju) x_0 – množinski udio otapala.

Možemo povećati temperaturu otopine preko 100 °C (para je na 100 °C). Tlak para otopine je manji od atmosferskog na 100 °C.

2.CILJ RADA:

U standardnm prijenosu topline kroz toplinski vodljivu ploču tijelo s većom temperaturom prenosi toplinu na tijelo s manjom temperaturom. Cilj ovoga rada je eksperimentalno i teoretski dokazati postojanje suprotnog procesa. Tijelo koje ima manju temperaturu prenosi toplinu na tijelo koje ima veću (naravno to nije standardni prijenos topline krutih tijela).

Taj suprotni proces temelji se na latentnoj toplini, a zamišljen je na sljedeći način: Uvodimo paru koja je na 100 °C u vodenu otopinu soli. Formiraju se mjehurići pare u otopini. Zagrijavanje otopine do 100 °C je jednostavan prijenos topline (naravno da i tu para kondenzira). U jednom trenutku otopina će dostići temperaturu od 100 °C, međutim, para će i dalje kondenzirati, budući da je tlak para otopine manji od atmosferskog tlaka, te će se mjehurići smanjivati. Pri kondenzaciji pare u vodu oslobađa se latentna toplina koja zagrijava otopinu preko 100 °C.

Proces će biti opisan kvalitativno, te za neke slučajeve kod kojih je moguće analitičko rješavanje jednadžbi kvantitativno.

Također, pokušat ću predložiti primjenu toga u industriji, zaštiti okoliša. Značaj ovog procesa je to što se energija koja je raštrkana koncentrira na jedno mjesto (otopina). Inače je drukčije, tvari i energija teže disperziji. Dok se ovdje energija koncentrira. To bi moglo biti vrlo ekološki isplativo, jer je to proces koji je suprotan disipaciji topline koja zagađuje okoliš trenutno.

3. MATERIJALI I METODE:

Da bi se odredili i neki kvantitativni aspekti mijenjali smo neke od parametara. Mijenjali smo snagu grijača i time indirektno protok pare. Zatim smo mijenjali visinu, odnosno razinu otopine u epruveti.

3.1. MATERIJALI, KEMIKALIJE I APARATURA:

Aparatura se sastoji od:

1. Komore za dobivanje pare
2. Komore za držanje i zagrijavanje otopine
3. Cijevi i ventila za transport i regulaciju pare.

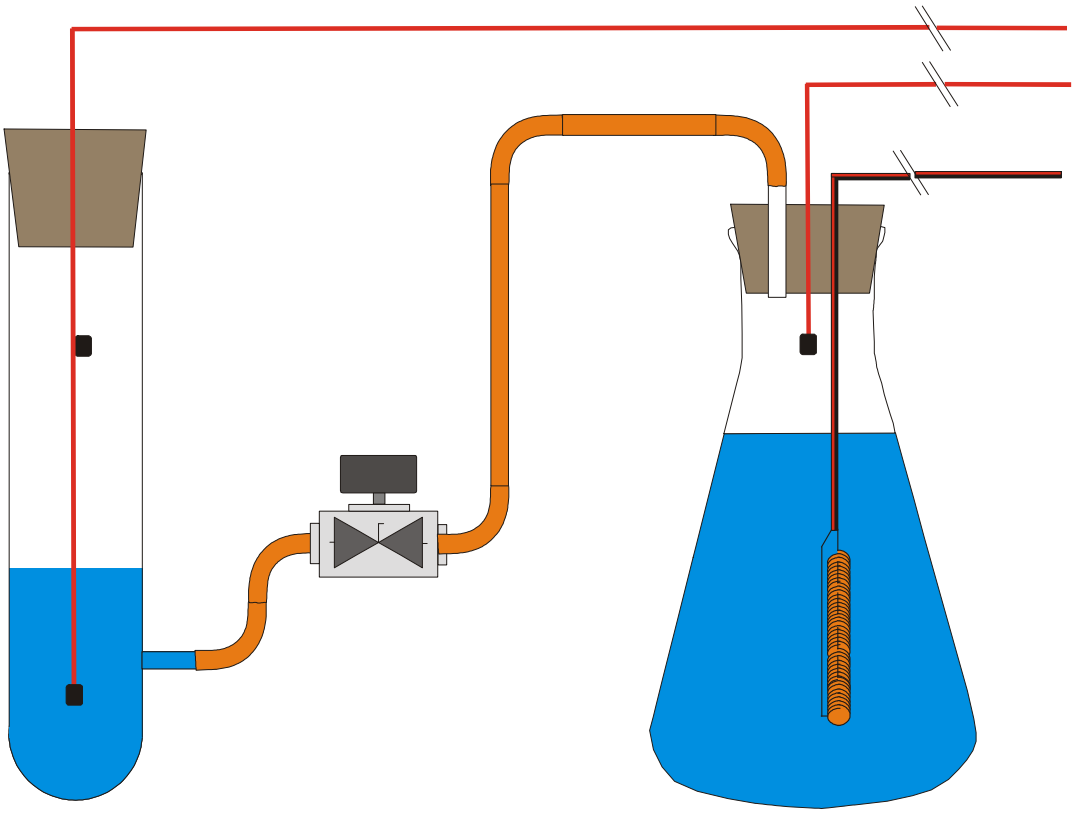
1. Komora za dobivanje pare sastoji se od Erlemayerove tikvice (koja ima izvod pri vrhu za transport pare) u kojoj je destilirana voda, te cekas grijača kojim se zagrijava voda i tako proizvodi para.

2. Komora za držanje i zagrijavanje otopine sastoji se od epruvete (koja ima izvod pri dnu za uvođenje pare) u njoj se nalazi vodena otopina soli. Ta komora je dodatno izolirana polistirenom (stirodurom) i aluminijskom folijom da se minimiziraju gubici.

3. Cijevi služe za transport pare, a ventili za regulaciju protoka pare, koji je posebno važan, jer kada se ugasi grijač stvara se podtlak, koji povlači slanu vodu u komoru za dobivanje pare i time onečišćuje destiliranu vodu što oštećuje cekas grijač jer dolazi do elektrolize.

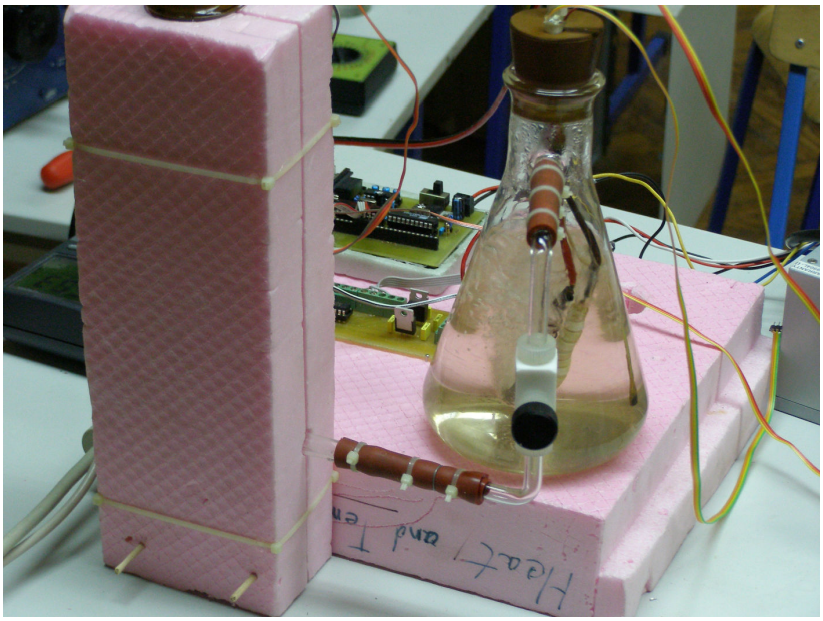
Od kemikalija se koristi samo destilirana voda, te razne soli. U većini slučajeva korišten je natrijev klorid (radi dostupnosti), ali rađeni su i pokusi s kalijevim karbonatom.

Nacrt aparature prikazan je na Slici 1.



Slika 1.

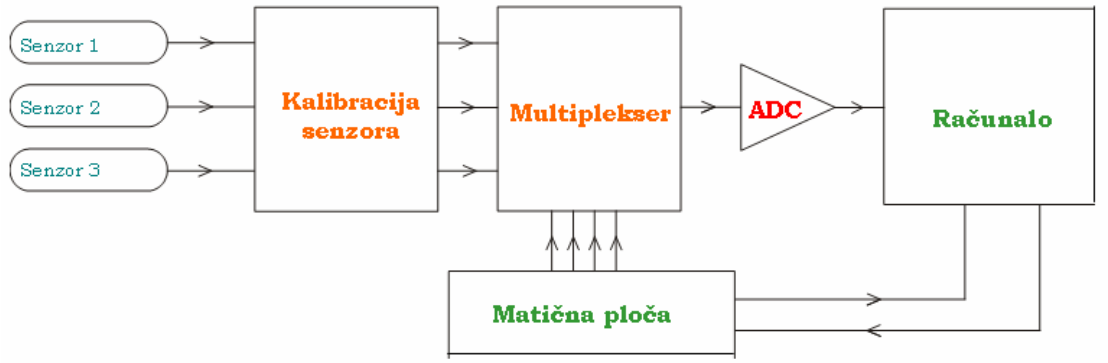
Kako je aparatura izgledala može se vidjeti na slici 2. (epruveta koja drži otopinu nalazi se unutar lijevog bloka stirodura, koji je izolacija)



Slika 2.

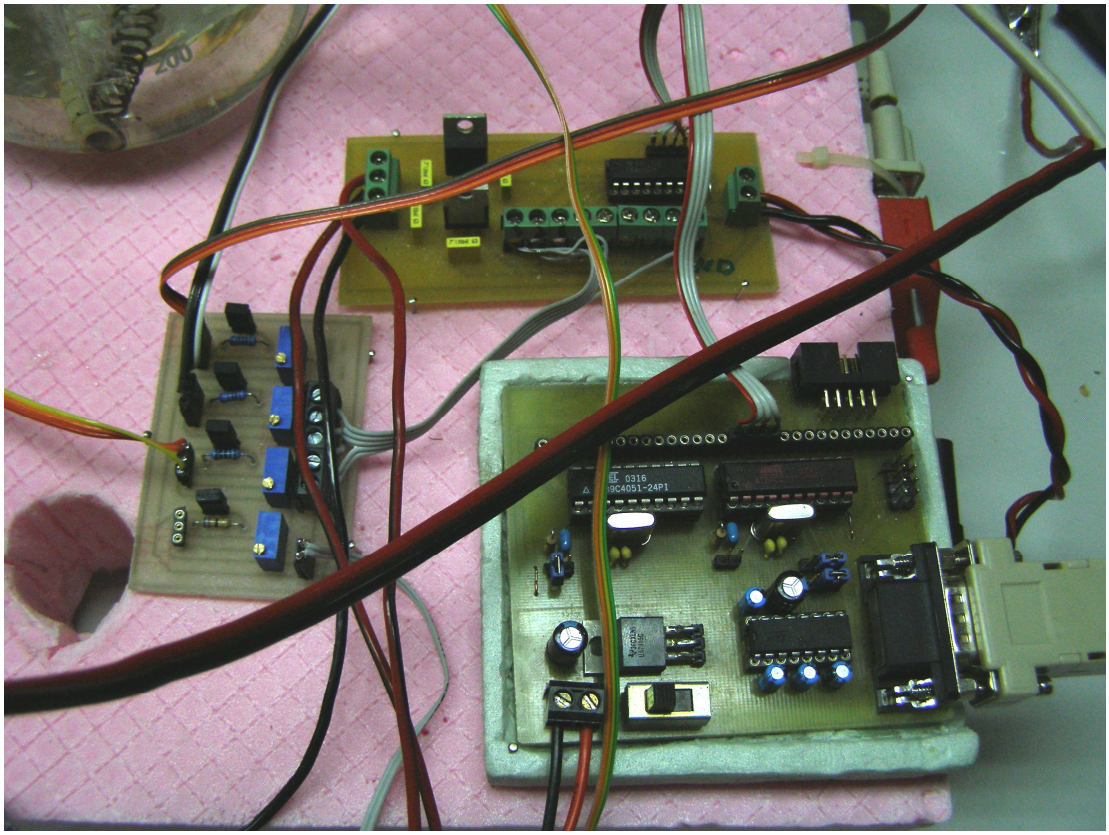
3.2. MJERNI UREĐAJI (ELEKTRONIČKA PODRŠKA):

Za mjerenje temperature u ovom eksperimentu korišen je višekanalni termometar s računalnim prikupljanjem podataka. Sustav za mjerenje temperature sastoji se od sljedećih dijelova (slika 3) : Senzori temperature, pločice za kalibraciju senzora, multiplekser s matičnom pločom, A/D pretvornik. Kao senzore temperature korišteni se poluvodički senzori LM235 koji temperaturu mjere na temelju promjene zenerovog napona s temperaturom. Kao izlaz na izvodu integriranog kruga pojavljuje se napom koji je linearno ovisan o temperaturi na kojoj se nalazi senzor. Kako bismo pouzdano mjerili temperaturu senzore je potrebno kalibrirati namještanjem izlaznog napona kalibracijskim djelilom napona na određenu vrijednost kada se senzor nalazi u glicerolu zagrijanom na temperature bliske onima u eksperimentu. S obzirom da smo za prikupljanje podataka s tri senzora koristili jednokanalni 12 bitni Maximov A/D pretvornik MAX1240, ulaz je bilo potrebno multipleksirati. Ulaz je multipleksiran analognim multiplekserom CD4051. Naredbe računala multiplekseru su davane preko RS 232 veze kroz matičnu ploču multipleksera. Na matičnoj ploči multipleksera nalazi se Atmelov mikrokontroler iz porodice 8051 AT89C4051 koji RS 232 vezom dvosmjerno komunicira s računalom i direktno upravlja multiplekserom. Operativni sustav na matičnoj ploči pisan je u programskom jeziku BASCOM 8051, a glavni kontrolni program na računalo u Pascalu.



Slika 3

Na slici 4. prikazana je slika kalibracijske i multiplekserske pločice, te matične ploče i A/D pretvarača.



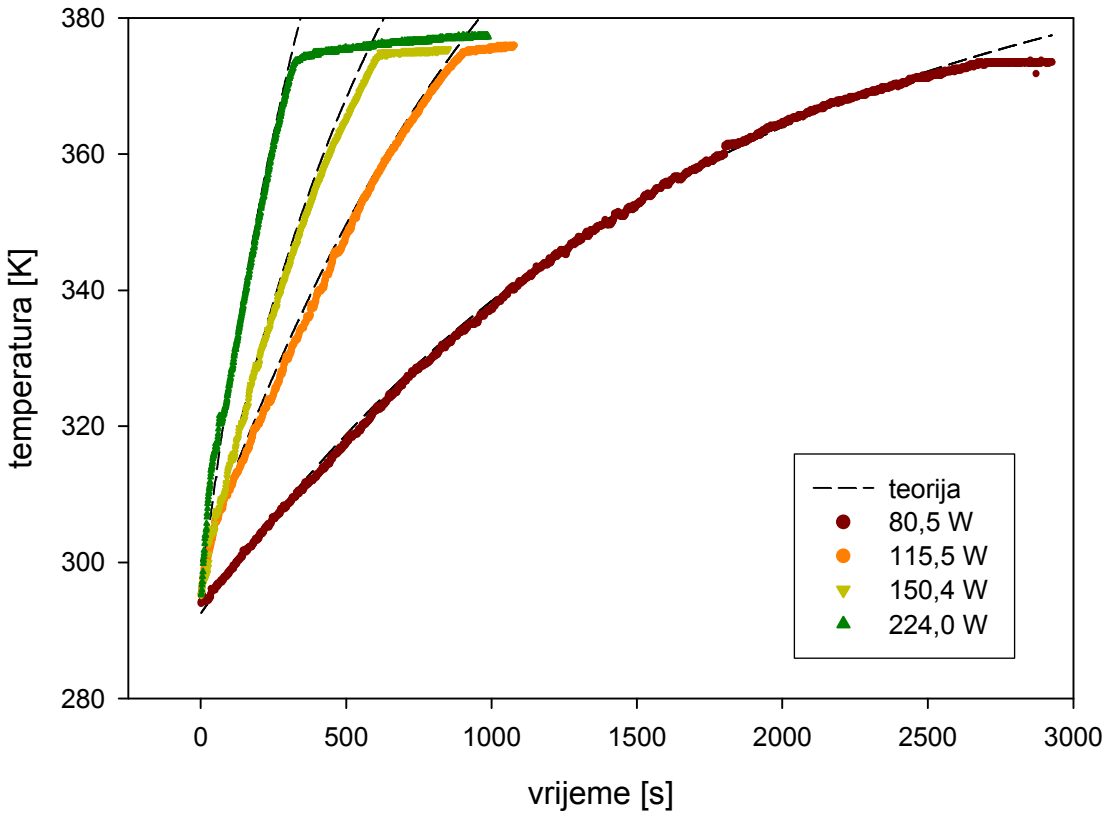
Slika 4.

3.3. METODE MJERENJA:

Mjerila se temperatura u vremenu, na više mjesta. Prvo se mjerila temperature pare, što je jako bitno, jer ako na neki način paru zagrijemo na više od 100 °C onda možemo dobiti željene rezultate, ali nismo dokazali postojanje efekta. Drugi sensor mjerio je temperaturu vodene otopine soli, koju smo htjeli zagrijati preko 100 °C. Treći senzor bio je kao provjera teorije. On je mjerio temperaturu zraka iznad otopine i po teoriji temperatura bi trebala naglo skočiti na 100 °C kada otopina dođe blizu vrelišta (jer mjehurić pare ne kondenzira potpuno). To se i događa, dakle teorija je u tom aspektu provjerena.

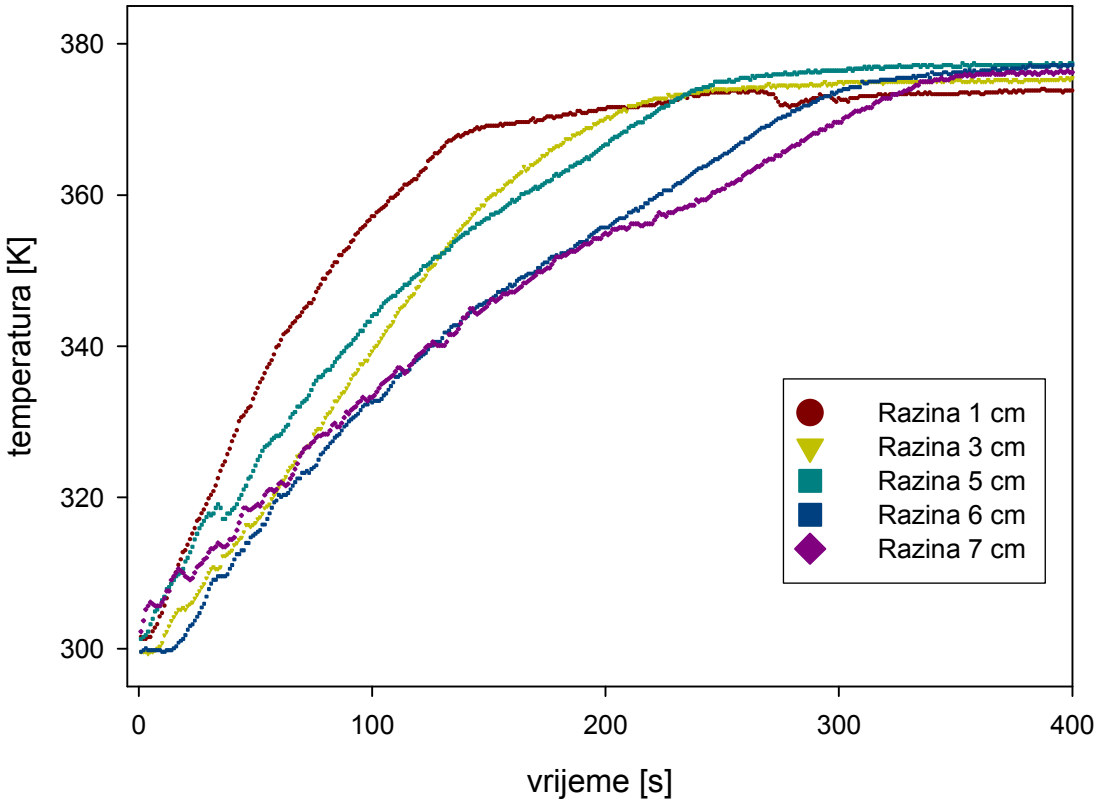
4. REZULTATI:

Efekt je postignut. Para čija je temperatura 100 °C zagrijala je otopinu na temperature koja je veća od 100 °C. Za natrijev klorid to je 104-106 °C, a za kalijev karbonat to je preko 114 °C. Za različite snage grijača dobio sam ovisnost kao na grafu 1:



Graf 1.

Za različite razine vode dobio sam ovisnost kao na grafu 2.



Graf 2.

5. RASPRAVA

Osnovni princip rada:

Kada mjehurić pare uvedemo u vodenu otopinu soli čestice pare počinju kondenzirati. Istovremeno čestice vode iz otopine počinju isparavati u mjehurić. Otopina ima neki tlak para (p) kojeg je moguće izračunati pomoću već spomenutog Raoultovog zakona. Tlak kojim mjehurić djeluje na površinu vode je atmosferski (pA) + hidrostatski (ph) od stupca vode iznad mjehurića (koji je u većini slučajeva zanemariv, ali ne uvijek što je detaljnije opisano kasnije). Da bi se zagrijavala otopina mora više pare kondenzirati, nego što isparava. Dakle ako tlakovi zadovoljavaju :

$p > pA + ph$ onda više vode isparava, nego što kondenzira i otopina se hladi. Obrnuto ako je:

$p < pA + ph$ onda više vode kondenzira nego što isparava i otopina se grije. To je moguće postići na dva načina. Prvi je očit ako zanemarimo hidrostatski tlak. Jednostavno će se otopina zagrijavati sve dok se tlak para otopine ne izjednači sa atmosferskim tlakom. Što se po definiciji događa na vrelištu otopine. Ako uzmemo gubitke u obzir lako je uvidjeti da ovom metodom možemo zagrijavati otopinu do nešto ispod (ovisi koliko imamo dobru izolaciju) vrelišta. Ali nikako ne možemo preko vrelišta. Drugi, manje očiti način (meni puno zanimljiviji) je ako ne zanemarimo hidrostatski tlak. Onda bi u teoriji mogli otopinu zagrijati do vrelišta i još joj davati energiju. Kao rezultat toga moglo bi biti to da i otopina proključa (ili bi se zbog povećanja hidrostatskog tlaka povećalo vrelište, pa bi se otopina i dalje zagrijavala). To na žalost nisam uspio eksperimentalno provjeriti, jer bi aparatura za provjeru toga trebala biti tako napravljena da se umjesto moje epruvete postavi cijev visoka npr. 10 metara. Kod ove preinake treba imati na umu da se gubici jako povećavaju.

5.1 NASTAVAK ISTRAŽIVANJA:

Napraviti maloprije spomenutu aparaturu u cilju povećavanja hidrostatskog tlaka.

Probati s otapanjem amonijevog nitrata, jer se po teoretskom izračunu dobiva najveća promjena u temperaturi.

Iznad epruvete sa otopinom za vrijeme pokusa izlazi para. U svrhu štednje energije pokušati "reciklirati" tu vodu, tj. sakupljati je za daljnju proizvodnju pare (budući da je ona destilirana)

5.2.NAPREDNIJE TEORIJSKO MODELIRANJE:

Radi potvrđivanja eksperimenta napravljena je i kvantitativna teorija. Cilj teorije je modeliranje zagrijavanja otopine u vremenu. Prijenos topline je kondenzacija, te gubici. Za teoriju je važno razlikovati područje u kojemu mjehurić pare potpuno kondenzira od područja u kojem jedan dio mjehurića prođe, tj. izađe iz otopine ne kondenzirajući potpuno. U prvom slučaju razvijena je kvantitativna teorija, a u drugom, nešto kompliciranijem, nažalost samo kvalitativna.

Jednadžba prijenosa topline glasi:

$$(M+m)c_s dT + dQ_d = L dm$$

M – početna masa otopine
m – masa kondenzirane vode
c_s – toplinski kapacitet otopine
T – temperatura
Q_d – gubici topline
L – latentna toplina isparavanja vode

Masa kondenzirane vode je vremenski ovisna:

$$dm = \Gamma \Delta m_p dt$$

Γ – broj mjehurića u jedinici vremena (protok)
Δm_p – masa kondenzirane pare po mjehuriću

Kada cijeli mjehurić kondenzira jednadžba glasi

$$\left(\Gamma \frac{\Delta m_p}{M} t + 1\right) M c_s dT - dQ_d = L \Gamma \Delta m_p dt$$

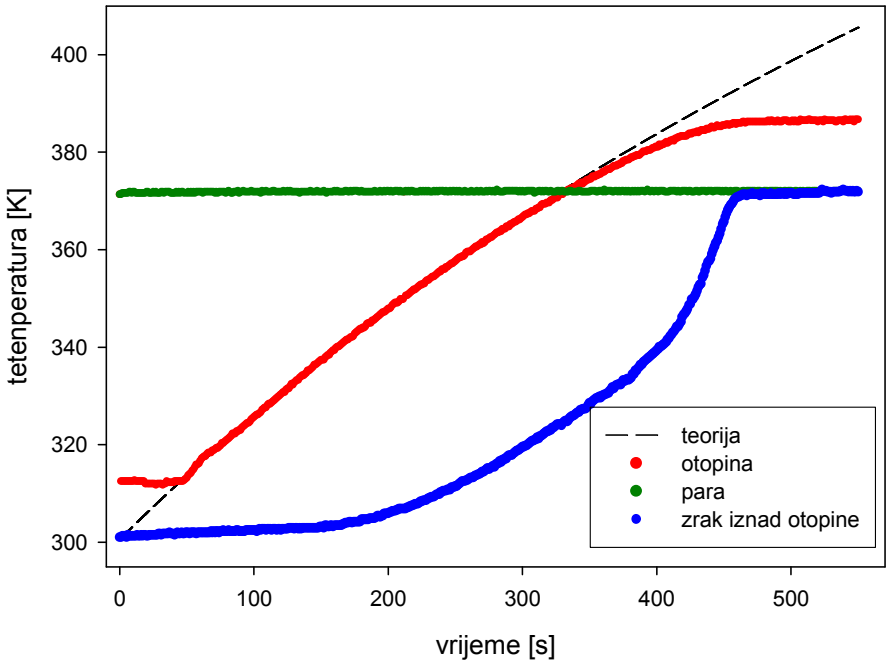
Kada samo dio mjehurića kondenzira teorija je malo kompliciranija, može se gledati asimptotsko ponašanje, ali kvantitativno možda jedino numerički.

Ako znamo gubitke, možemo analitički riješiti jednadžbu za prvo područje:

$$\frac{dQ_d}{dt} = \Lambda (T - T_i)$$

Q_d – gubitci
Λ – konstanta
T –temperatura otopine
T_i – temperatura okoline

Usporedba teorije i eksperimenta mogu se vidjeti na grafu 3.



Graf 3

6. ZAKLJUČCI:

Efekt se može postići, što se i pokazalo. Može se objasniti zašto je moguće. Čak i predvidjeti grijanje u vremenu za područje u kojem mjehurići potpuno kondenziraju. Teorijsko modeliranje dobro se slaže s eksperimentom.

Korisnost u industriji: kada imamo puno energije (topline) koja nije koncentrirana na jednom mjestu, a treba nam koncentracija te energije tj. viša temperatura. U kombinaciji s nekim drugim izvorom, npr. solarnom energijom može služiti kao nastavak zagrijavanja → zagrijavamo suncem vodu do 100 °C a onda nastavljamo na više ovim proces. Ekološki je jako čisto. Uz bolju izolaciju i kružni tok pare uopće ne bi zagađivalo prirodu.

7. POPIS LITERATURE:

Toplina, termodinamika, energija, Mladen Paić, Školska knjiga, 1994.

Physics for scientists and engineers, Raymond A. Serway, Robert J. Beichner, Harcourt College Publishers, 2000

Textbook of Physical Chemistry , Samuel Glasstone Lancaster press, 1946

En.wikipedia.org

8. ŽIVOTOPIS:

Ime mi je Ivan Sudić. Rođen sam u Zagrebu 25 5. 1988. godine. Pohađao sam OŠ Ksavera Šandora Gjalskoga od 1. do 4. razreda osnovne škole. Od 5. do 8. razreda OŠ Matije Gupca. Nakon toga upisao sam V. gimnaziju čiji sam trenutno učenik 4. razreda. Najbolji akademski rezultati su mi sudjelovanje na državnim natjecanjima iz kemije i matematike, te međunarodno natjecanja IYPT 2005, IYPT 2006 (1. mjesto) iz fizike. U slobodno vrijeme bavim se veslanjem. Najbolji uspjeh mi je nastup za reprezentaciju u Mađarskoj u četvercu na pariće (2. mjesto), te osam medalja sa državnog prvenstva. Posjedujem znanje iz engleskog jezika, te malo manje njemačkoga. Nakon srednje škole mislim studirati nešto od prirodnih znanosti (kemija, fizika, FER).

9. ZAHVALA:

Zahvaljujem mentoru prof. Dariu Mičiću i dr. sc. Željku Marohniću bez kojih ovu radnju ne bi bilo moguće realizirati.. Isto tako zahvaljujem kolegama iz IYPT radne grupe Jošku Jeličiću, Marinu Lukasu, Milanu Markoviću, Damjanu Pelcu i svima ostalima koji su pomogli u uobličavanju ovoga rada.