



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO - MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



**OBRADA NASTAVNE TEME “TOPLOTA” U
INTEGRISANOJ NASTAVI PRIRODNIH NAUKA**

- diplomski rad -

Mentor:

Dr Dušanka Obadović, red. prof.

Kandidat:

Vladica Bugarski

Novi Sad

Sadržaj

1.Uvod.....	4
2.Temperatura.....	5
2.1.Jedinice za merenje temperature.....	5
2.2.Termometri.....	7
2.2.1.Termometar sa tečnošću.....	7
2.2.2.Otporni termometar.....	8
2.2.3.Gasni termometar.....	9
2.2.4.Maksimalni i minimalni termometri.....	9
3.Toplota.....	10
3.1.Jedinica toplote.....	10
3.2.Toplotni kapacitet.....	11
3.3.Specifični toplotni kapacitet.....	11
3.4.Širenje čvrstih tela pri zagrevanju.....	11
3.5.Širenje tečnosti pri zagrevanju.....	12
3.6.Širenje gasova pri zagrevanju.....	13
3.7.Prenošenje toplote.....	13
3.7.1.Provođenje.....	13
3.7.2.Strujanje.....	14
3.7.3.Radijacija.....	14
4.Hemijska energija.....	15
4.1.Toplote hemijskih reakcija.....	15
4.2.Kalorimetar.....	15
4.3.Egzotermne i endotermne reakcije.....	16
4.3.1.Sagorevanje.....	18
4.4.Hesov zakon stalnog zbira toplota.....	20
4.5.Slobodna energija.....	21
5.Uticaj toplote na životinje i čoveka.....	21
5.1.Procesi stvaranja i odavanja toplote.....	21
5.2.Primanje toplote kod životinja i čoveka.....	21
5.3.Odavanje toplote.....	22
5.3.1.Neposredni načini odavanja toplote.....	22
5.3.2.Posredni načini odavanja toplote.....	22
5.6.Proizvodnja toplote.....	22
5.6.1.Proizvodnja toplote putem skeletnih mišića.....	23
5.6.2.Termogeneza bez dahtanja.....	23
6.Značaj toplote kod biljaka.....	23
7.Eksperimenti.....	25

8.Zaključak.....	32
9.Literatura.....	33
10.Biografija.....	34

1. Uvod

Ovaj diplomski rad posvećen je jednom od mogućih načina obrade tematske jedinice „Toplota” u razrednoj nastavi . Pored objašnjenja pojave toplote posebna pažnja u radu posvećena je nastavnim metodama koje se koriste u nastavi fizike. Osnovna ideja je da se sadržaji fizike i hemije predaju upotrebom savremenih nastavnih metoda, zasnovanih na primeni jednostavnih ogleda, koje podstiču kreativnost i radoznalost učenika, kao i usvajanje osnovnih pojmova prirodnih nauka na jednostavan i zanimljiv način.

U radu je prikazana opšta teorija toplote, kako sa fizičkog tako i hemijskog aspekta, kao i funkcionalna zavisnost između veličina kojima se opisuju toplotne pojave. Opisani su jednostavni eksperimenti pomoću kojih se mogu obraditi osnovni pojmovi o toploti. Eksperimenti su odabrani tako da svaki reprezentuje neku osobinu toplote.

Umesto klasičnih predavanja i učenja napamet, jednostavnim ogledima se omogućuje učenicima da sami uđu u svet nauke, da logički razmišljaju, da postavljaju hipoteze, da ih provere i na kraju da dođu do rešenja, ali na nivou koji učenici mogu da razumeju. Prednost jednostavnih ogleda je u tome što se lako izvode, zanimljivi su, i konstruišu se od materijala koji se mogu naći u svakodnevnoj upotrebi. Njihovo izvođenje doprinosi produbljenu teorijskog znanja učenika, povećanju stepena aktivnosti učenika i njihovoj samostalnosti u radu, sposobnosti planiranja, kao i sitcanju tehničke kulture, što je u današnjem životnom okruženju veoma važno.

Pristup prirodnim naukama kroz eksperimente, učenicima omogućuje da nauče kako da formulišu hipoteze i donose zaključke. Kao rezultat učenici razvijaju osećaj za timski rad, rad u grupi i dijalog koji se bazira na argumentima i činjenicama.

U zaključku su date opšte napomene i zapažanja vezana za metodički pristup obradi teme.

Cilj rada je celovitno objašnjavanje pojave toplote, povezivanja teorije i prakse i formiranje naučnog pogleda na svet koji nas okružuje.

2. Temperatura

Osnovni pojmovi o toploti uvode se u razrednoj nastavi, potom u VII razredu osnovne škole i u II razredu srednje škole.

Toplota neke supstancije ili živih bića, predstavlja jedan od vidova energije, koji se može dobiti na osnovu fizičkih ili hemijskih procesa, a odraz je kretanja čestica sistema. Da bi se definisala temperatura neophodno je prvo reći šta je unutrašnja energija. Unutrašnja energija predstavlja zbir svih energija koje poseduju čestice (molekuli) nekog sistema (tela) i mogu biti: kinetička, potencijalna, oscilatorna, rotaciona, električna.... Kinetička energija ima najveći udeo, te se često unutrašnja energija aproksimira srednjom kinetičkom energijom sistema:

$$U \approx \frac{1}{2} m \bar{v}^2 \quad (2.1)$$

gde je m - masa čestica i \bar{v} - srednja brzina njihovog kretanja. Ukoliko je brzina kretanja čestica sistema veća, veća je i unutrašnja energija.

Molekuli gasova nalaze se u stanju haotičnog termičkog kretanja, a ukoliko je temperatura viša, brzina kretanja molekula je veća, te je i srednja kinetička energija svih molekula veća. Temperatura predstavlja parametar kojim je moguće pratiti promenu unutrašnje, odnosno srednje kinetičke energije sistema. Ukoliko je temperatura konstantna- $T = const.$, nema promene srednje kinetičke energije sistema. Temperatura je fizička veličina, koja je povezana sa osećajem za hladno i toplo, odnosno ako jedno telo u odnosu na drugo ima višu temperaturu kaže se da je toplije.

Fizika uvodi objektivne kriterijume za određivanje pojma temperature i utvrđuje metode njenog merenja.

Ako se dva tela nalaze u stanju toplotne ravnoteže među njima nema spontane razmene toplote jer imaju istu temperaturu. Ukoliko između dva tela postoji razlika u temperaturi, onda telo koje ima višu temperaturu predaje deo svoje unutrašnje energije toplotnom razmenom telu koje ima nižu temperaturu, sve dok se ne uspostavi toplotna ravnoteža između njih. U skladu sa ovim možemo temperaturu definisati kao fizičku veličinu koja određuje smer toplotne razmene.

2.1 Jedinice za merenje temperature

Postoje četiri skale u kojima možemo izraziti temperaturu: Kelvinova, Celzijusova, Farenhajtova i Feomirova. Jedinica temperature je stepen i može se definisati pripisivanjem proizvoljne brojne vrednosti razlici između dveju temperatura poznatih pod imenom stalne tačka. Stalna tačka je temperatura za koju verujemo da je uvek ista, bez obzira na to kada i kako je proizvedena.

Farenhajtova skala (°F) je dobila ime po nemačkom fizičaru Farenhajtu (Daniel Gabriel Fahrenheit, 1686 - 1736), i predložena je 1714. godine. Sve do dvadesetih godina prošlog veka ova skala se koristila u zemljama engleskog govornog područja.

Reomirova skala (°R) je predložena 1730. godine i takođe je dobila ime po naučniku Reomiru (Rene Antoine Ferchault de Reaumur, 1683 - 1757), a kasnije je bila zamenjena stostepenom temperaturnom skalom.

Celzijusova skala (°C) je dobila ime po švedskom astronomu i fizičaru Celzijusu (Anders Celsius, 1701 – 1744.) i sastojala se od dve referentne tačke, tačke mržnjenja vode na 0°C i tačke klučanja vode na 100°C pri atmosferskom pritisku.

Pošto je skala zavisila od pritiska, ona je bila zamenjena kelvinovom skalom 1967. godine, koja ima isti broj podeoka.

Izrazi za konverziju temperatura su date u tabeli 1.

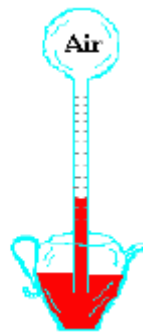
Koverzija iz	u	formula za konverziju
celzijus	farenhajt	$^{\circ}F = (9/5 X ^{\circ}C) + 32$
farenhajt	celzijus	$^{\circ}C = 5/9 (^{\circ}F - 32)$
celzijus	kelvin	$K = ^{\circ}C + 273.15$
kelvin	celzijus	$^{\circ}C = K - 273.15$

Tabela 1. Konverzija vrednosti temperatura u različitim skalama

2.2 Termometri

Preteču termometra napravio je Filon još za vreme vladavine Aleksandra Velikog. Međutim, ona ostaje po strani sve do XVII veka kada su tu njegovu ideju oživeli Drebel i Galileo.

Kod Galilejevog termoskopa (Slika 1) je kruškasti stakleni deo okrenut na gore, dok je tečnost bila u donjoj posudi i mogla se lako podizati i spuštati. Kao tečnost koristila se obojena voda, međutim neki smatraju da je Galileo koristio vino, što nije bilo dokazano.



Slika 1. Galilejev termoskop

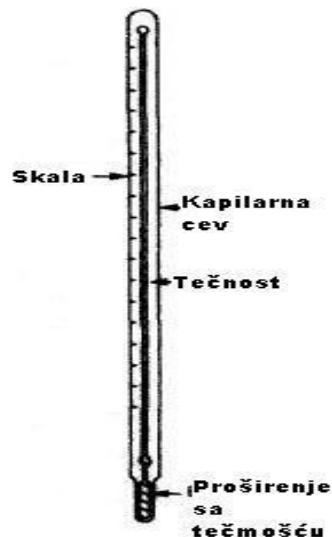
Princip rada ovog termoskopa je sledeći: Deo u kom se nalazi tečnost se grejao ili hladio što je uzrokovalo da se tečnost u cevi podiže ili spušta i tim podizanjem ili spuštanjem stupalo se u indirektnu vezu sa temperaturom vazduha. Urezana skala na cevi se odnosila na meru količine fluktuacije. Vazduh u cevi je predstavljao termodinamički medijum - sredinu koja je direktno zavisila od temperature.

Prvi zatvoreni termometar je konstruisan 1641. godine i donekle je koristio vazduh kao termodinamički medijum. Kao tečnost je korišćen alkohol, pa se izbeglo pucanje cevi usled smrzavanja vode.

2.2.1 Termometar sa tečnošću

Termometar sa tečnošću prikazan je na slici 2. Sastoji se od proširenja sa tankim staklenim zidovima na koje se nastavlja zatvorena, tanka, staklena kapilarna cev. Tečnost kao što je alkohol ili živa ispunjavaju proširenje i delimično ispunjavaju staklenu cev.

Staklena cev je zatvorena i vazduh iz nje je najčešće izvučen. Povećanjem temperature se povećava i zapremina tečnosti, a takođe i zapremina proširenja i kapilarne cevi. Ako bi se tečnost i staklo podjednako širili, položaj vrha tečnosti u kapilarnoj cevi se ne bi menjao. Ali položaj vrha tečnosti se menja sa promenom temperature, jer se tečnost brže širi od stakla.



Slika 2. Termometar sa tečnošću

Što se tiče termometara sa tečnošću najčešće se koristi termometar u kom se nalazi živa. Pošto živa mrzne na -50°C , a staklo omekšava na $+500^{\circ}\text{C}$, ovaj termometar je i ograničen na ovu oblast temperature.

2.2.2. Otporni termometar

Otporni termometar koristi činjenicu da se električni otpor metala povećava sa povišenjem temperature. On se sastoji od jedne tanke žice, koja je najčešće napravljena od platine, namotane na liskunski okvir i zatvorene je u srebrnu cev sa tankim zidovima. Ovde takođe imamo i bakarne žice koje vode od termometra do uređaja koji meri otpor. Pošto se otpor može meriti sa velikom tačnošću, otporni termometar je jedan od najtačnijih instrumenata za merenje temperature.

Tačka topljenja platine iznosi 1760°C , pa je ova temperatura ujedno i gornja granica koju ovaj termometar može da meri. Za donju granicu se uzima najniža temperatura koja se može postići, ali ovaj termometar nije baš upotrebljiv na jako niskim temperaturama jer u blizini apsolutne nule otpor postaje skoro konstantan i ne menja se sa temperaturom.

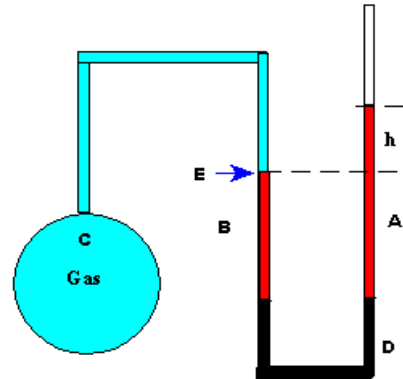
2.2.3. Gasni termometar

Ovaj termometar se sastoji od balona C (slika 3) u kom se nalazi gas, a pritisak koji on vrši se meri pomoću živinog manometra sa otvorenom cevi.

Gas se sa povećanjem temperature širi, isteruje živu iz cevi B u cev A u kojoj se nivo žive povećava. Na slici 3. je sa D označena gumena cev kojom su cevi A i B povezane i podizanjem cevi A nivo žive se može dovesti do referentne tačke E. Na taj način se gas drži na stalnoj zapremini.

Što se tiče gornje i donje granice koju ovaj termometar može meriti, one su temperatura na kojoj proširenje C omekšava i

temperatura na kojoj se gas kondenzuje u tečnost.



Slika 3. Gasni termometar

2.2.4. Maksimalni i minimalni termometri

Ponekad je potrebno znati koja je najviša temperatura koja je zabeležena u nekom vremenskom intervalu, recimo u roku od 24 sata, što je pogotovo bitno u meteorologiji. Za to nam upravo služi maksimalan termometar. Kod ovog termometra na izlazu iz rezervoara cev je sužena i živa mora proći kroz ovo suženje prilikom svog širenja, a pri hlađenju se živa skupi, a njen stub se na suženju prekine, pa živa svojim gornjim delom pokazuje maksimalnu temperaturu koja je bila zabeležena, dok nije došlo do njenog opadanja. Ukoliko želimo da proces započemo ispočetka, termometar jednostavno protresemo, kako bi se živa u cevi spustila. Na ovom principu rade lekarski tolomeri.

Za razliku od maksimalnog termometra, minimalni pokazuje minimalnu temperaturu koja je zabeležana u nekom vremenskom intervalu. Ovaj termometar je konstruisan na isti način kao i maksimalni, samo što se u njemu nalazi alkohol umesto žive i tanak stakleni štapić. Alkohol podiže taj štapić ukoliko dolazi do povećanja temperature i povlači ga za sobom kada temperatura opada (to se dešava zbog površinskog napona).

*Termograf je uređaj koji služi za crtanje dijagrama temperature za neki vremenski interval.

3. Toplota

Toplota je jedan vid energije koji se može dobijati iz različitih fizičkih i hemijskih procesa kao što su: trenje, proticanje električne energije kroz provodnik, različite hemijske reakcije... Toplota je veličina koja pokazuje koliko je hladan ili topao neki objekat u poređenju sa nekim standardom. Ako se neko telo dodirne rukom, može se reći da li je ono, toplo ili hladno na osnovu poređenja sa toplotom našeg tela.

Ranije se smatralo da je toplota nevidljivi fluid bez težine, nazvan kalorikom, koji se provođenjem mogao preneti sa jednog tela na drugo. U 18. i 19. veku došlo je do napuštanja ove teorije, najviše zahvaljujući Rumfordu (Rumford, 1753 -1814) i Džulu (James Prescott Joule, 1818 - 1889).

Rumford je radio kao nadzornik pri bušenju topovskih cevi. Da bi se sprečilo pregrevanje, topovska cev je bila ispunjena vodom, koja se neprekidno dodavala jer je isparavala za vreme bušenja. Rumford je video da voda ključa čak i kada je alat koji služi za bušenje tup, odnosno dok god se vršio mehanički rad potreban za obrtanje alatke.

Džul je pokazao da se uvek razvija ista količina toplote kad god se data količina mehaničke energije pretvori u toplotnu i tada je konačno bila utvrđena ekvivalencija toplote i rada kao dvaju oblika energije.

Ako se dva tela različitih temperatura stave jedno pored drugog dolazi do prenosa energije sa jednog tela na drugo, sve dok im se temperature ne izjednače. Toplota se definiše u procesu prenosa unutrašnje energije sa jednog tela na drugo i predstavlja meru promene unutrašnje energije, ako tela ne vrše rad.

3.1. Jedinica toplote

Jedinica za toplotu, energiju i rad u SI sistemu je $J = Nm$. Jedan džul je rad koji izvrši sila od jednog njutna na putu od jednog metra. Kao jedinica toplote ranije se koristila kalorija, koja se i danas najčešće koristi kao mera količine toplote ili metaboličke energije sadržane u hemijskim vezama prehrambenih proizvoda. Veza kalorija i džula data relacijom:

$$1\text{kalorija (cal)} = 4.18605\text{ džula (J)} \quad (3.0)$$

Odnos 4.18605 džul/kal naziva se mehaničkim ekvivalentom toplote.

3.2. Toplotni kapacitet

Toplotni kapacitet, C , je svojstvo sistema i definišemo ga kao količinu toplote koju može da primi jedinica mase nekog tela:

$$c_k = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (3.1)$$

Jedinica toplotnog kapaciteta je $J/^\circ C$.

3.3. Specifična toplota

Definisemo je kao količinu toplote, ΔQ , koju telo primi i zavisi od mase tela, m , promene temperature tela, Δt , odnosno i vrste tela odnosno specifične toplote:

$$\Delta Q = c m \Delta t \quad (3.2)$$

Specifična toplota, c , supstancije, jednaka je odnosu toplotnog kapaciteta sistema date supstancije i mase datog tela, odnosno:

$$c = \frac{dQ}{m dT} \quad (3.3)$$

Jedinica specifične toplote u SI sistemu $1 J/kg K$ odnosno $1 J/mol ^\circ C$. Specifična toplota se menja sa temperaturom.

3.4. Širenje čvrstih tela pri zagrevanju

Pri zagrevanju tela povećava im se zapremina jer se ravnoteža rastojanja između molekula i atoma, koji čine građu tela, postepeno povećava.

Kod većine tela sa povećanjem temperature povećava se i njihova zapremina, odnosno tela se šire podjednako u svim pravcima. Međutim, ako je jedna dimenzija tela znatno veća od druge dve, u tom se slučaju širenje može posmatrati samo u jednom pravcu i u ovom slučaju govorimo o linearnom širenju tela, jer se širenje u druge dve dimenzije može zanemariti.

Ako sa V označimo zapreminu tela na temperaturi T , sa dT povećanje temperature tela i sa dV povećanje zapremine koja je uzrokovana povećanjem temperature, tada je koeficijent zapreminskog širenja tela:

$$\gamma = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} \quad (3.4)$$

Koeficijent zapreminskog širenja čvrstih tela ima približno konstantnu vrednost.

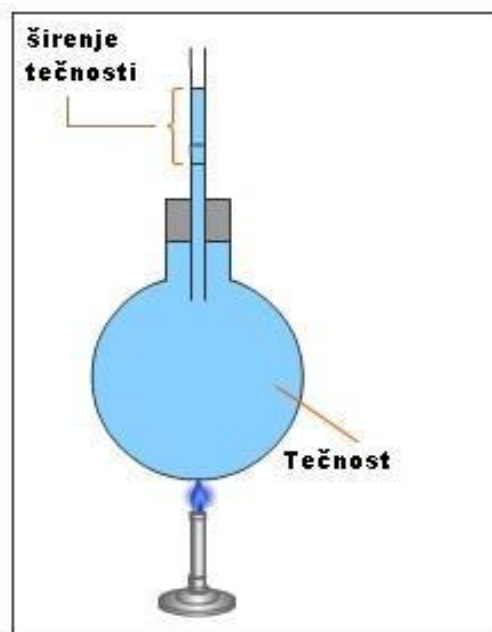
3.5. Širenje tečnosti pri zagrevanju

Pošto tečnosti nemaju stalan oblik kod njih možemo govoriti samo o zapreminskom širenju.

$$V = V_0 (1 + \gamma t) \quad (3.5)$$

Ovde ćemo pomenuti i jednu zanimljivost vezanu za vodu, a to je da ona ima anomaliju, jer je između 0°C i 4°C koeficijent širenja vode negativan, odnosno, ne dolazi do širenja već do smanjivanja zapremine pri povećanju temperature.

Širenje tečnosti pri zagrevanju može se prikazati na primeru staklenog balona u kom se nalazi tečnost, i kroz ciji čep je provučena staklena cevčica (Slika 4.). Kada se balon zagreva dolazi do podizanja tečnosti u cevčici, ali i do širenja balona. Merenjem razlika zapremina može se odrediti koeficijent širenja tečnosti, ako je poznat koeficijent širenja balona u kom se data tečnost nalazi.



Slika 4. Širenje tečnosti pri zagrevanju

3.6. Širenje gasova pri zagrevanju

Gasovi podležu zapreminskom širenju, ali sa promenom njihove zapremine kod njih se menja i pritisak. Kao i tečnosti i gasovi se mogu opisati samo termičkim koeficijentom zapreminskog širenja. Ukoliko pritisak održavamo konstantnim, možemo pisati:

$$V = V_0 (1 + \gamma t) \quad (3.6)$$

gde je γ zapreminski koeficijent širenja i iznosi $\gamma = 0.0033604 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Svi gasovi imaju isti termički koeficijent širenja.

3.7. Prenos toplote

Prenos toplotne energije može da bude unutar jednog tela, između dva ili više tela koja su međusobno povezana ili između tela i sredine u kojoj se telo nalazi. Smer prenosa toplotne energije je uvek od tela sa višom temperaturom ka telu sa nižom temperaturom. Prenos toplote može da se vrši prevođenjem (kondukcijom), strujanjem (konvekcijom) i zračenjem (radijacijom).

3.7.1. Prevođenje (kondukcija)

Do prevođenja toplote unutar tela dolazi samo ukoliko se različiti delovi tela nalaze na različitim temperaturama. Smer toplotnog toka je od tačke koja ima višu temperaturu ka tačkama koje su na nižim temperaturama. Ukoliko, međutim, nema toplotnog toka, to znači da su im temperature jednake.

Definišaćemo sada gradijent temperature u proizvoljnoj tački i u proizvoljnom vremenskom trenutku kao brzinu promene temperature T sa rastojanjem x duž štapa:

$$\text{gradijent temperature} = \frac{dT}{dx} \quad (3.7)$$

toplote provodljivosti. što je veći koeficijent toplotne provodljivosti, to je materijal bolji provodnik, odnosno ukoliko je taj koeficijent mali, materijal je dobar izolator.

3.7.2. Strujanje (konvekcija)

Konvekcija je vrlo čest oblik prenošenja toplote. Za razliku od kondukcije toplote u nepokretnom fluidu toplota prenosila sa jednog na drugi molekul, a sam proces je bio ograničen učestalošću njihovog međusobnog kontakta, kod konvekcije nema tih ograničenja.

Kada se recimo na površinu hladne vode dovede određena količina tople vode, ona će se pod dejstvom neke jake mešalice vrlo brzo raspodeliti po celoj zapremini suda, tako da će sva voda u sudu biti iste temperature. Bez kondukcije, ovakvo mešanje bi trajalo mnogo duže. Zato se kod fluida češće koristi kondukcija. Kod ovog primera kondukcije je morala biti utrošena mehanička energija, ali to možemo izbeći ukoliko koristimo fluide različite gustine. Ukoliko ređi, topliji fluid stavimo na dno, on se podiže i ustupa mesto ređem i hladnijem fluidu koji ćemo sipati na vrh.

Prenos toplote kondukcijom možemo računati pomoću Njutnovog zakona hlađenja:

$$q = h_c (T_p - T_f) \quad (3.8)$$

gde je:

T_p - temperatura čvrste ploče uz koju struji fluid,

T_f - temperatura fluida dalje od granične ploče

h_c - koeficijent konvekcije, koji zavisi od razlike u temperaturama, vrste fluida, oblika i položaja ploče itd.

3.7.3. Zračenje (radijacija)

Zračenje se odnosi na neprekidnu emisiju energije sa površine tela. Ovu energiju nazivamo zračnom energijom i njen nosilac su elektromagnetni talasi. Svako telo koje ima višu temperaturu od apsolute nule emituje elektromagnetne talase. Njihova talasna dužina može biti različita a brzina im je jednaka brzini svetlosti u vakuumu. Kada padnu na neko telo, jednim delom se reflektuju a drugim apsorbuju i ta apsorbovana energija se pretvara u toplotu.

Prema štefan- Bolcmanovom zakonu energija koja se emituje sa površine nekog tela, po jedinici površine je data formulom:

$$W = e \sigma T^4 \quad (3.9)$$

gde je:

T - temperatura tela

e - relativna emisiona sposobnost i σ - univerzalna konstanta, odnosno štefan - Bolcmanova konstanta i iznosi $5.7 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

4. Hemijska energija

4.1. Toplote hemijskih reakcija

Kao što znamo, postoje dva osnovna tipa mehaničke energije - kinetička i potencijalna energija. Pod hemijskom energijom podrazumeva se energija hemijskih reakcija koja održava život i pokreće civilizaciju. Da bismo odredili energetski profil neke hemijske reakcije možemo uzeti jednu poznatu reakciju i ispitati je u pogledu bilansa ova dva tipa energije.

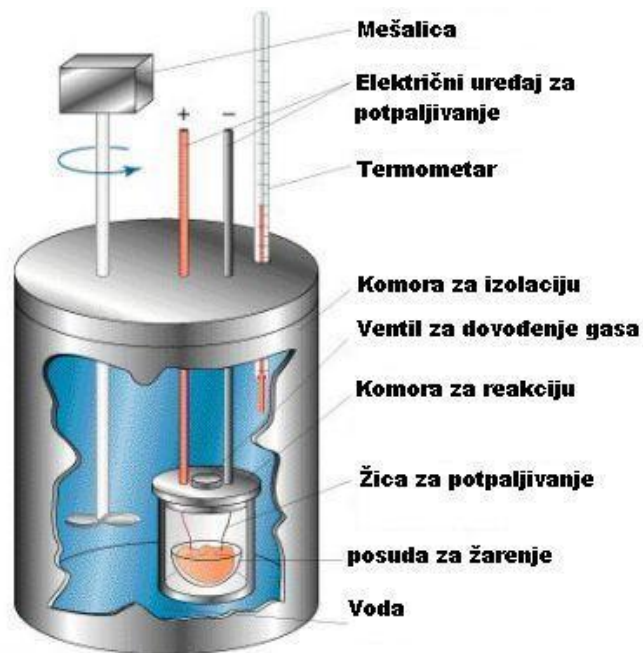
Ako u zatvorenu smešu gasovitog vodonika i kiseonika ubacimo varnicu dolazi do jake eksplozije. Jednačina ove reakcije je sledeća:



i pri istoj opada broj molova gasa u sistemu i nastaje velika količina toplotne energije, čija je posledica naglo povišenje pritiska u zatvorenom sistemu. Pre reakcije vodonik i kiseonik su posedovali izvesnu količinu potencijalne energije i ona je u reakciji prešla u toplotnu energiju. Pošto mora važiti zakon održanja energije, vodena para (koja je proizvod ove reakcije) sadrži hemijsku potencijalnu energiju koja je jednaka razlici između energije prvobitnog sistema i oslobođene količine energije. Dakle, razlika između hemijske potencijalne energije reaktanata i reakcionih proizvoda pojavljuje se u hemijskim reakcijama kao toplota. Da bismo odredili koliko se te energije oslobodi prilikom reakcije koristimo instrument za merenje koji se naziva kalorimetar.

4.2. Kalorimetar

Kalorimetar (slika 5) je elektronski uređaj (sud) namenjen obracunavanju potrosnje toplotne energije u zagrevanim objektima, izolovan od okoline. Koristi se u kombinaciji sa mehanickim vodomromom i sa ultrazvucnim ili elektromagnetnim vodomromom. Pre merenja količine toplote koja se oslobodi pri nekoj reakciji potrebno je prvo izvršiti kalibraciju kalorimetra, odnosno moramo odrediti njegovu konstantu.



Slika 5. Kalorimetar

Konstanta kalorimetrije je količina toplote koja je potrebna da se temperatura celokupnog kalorimetra podigne za 1°C . Posle određivanja ove konstante u kalorimetar se stavljaju reaktanti, od kojih je jedan prisutan u poznatoj količini (obično 0.01 - 0.1 mol) a drugi (obično gas) u višku. Reakcija započinje slabim električnim zagrevanjem uzorka ili pomoću varnice. Ako su oba reaktanta u istom agregatnom stanju reakcija se naziva homogenom reakcijom, a ako se nalaze u različitim agregatnim stanjima tada je reakcija heterogena. Pri reakciji se oslobađa toplotna energija, koja se za kratko vreme ravnomerno raspoređi u kalorimetru. Pošto se zna kolika je konstanta kalorimetra i koliki je porast temperature u toku reakcije, može se lako izračunati broj kalorija oslobođenih pri reakciji. Na osnovu poznate težine reaktanata može se dalje izračunati energija oslobođena po molu tog reaktanta, ili po molu reakcionog proizvoda.

Jedan tipičan kalorimetar sadrži poznatu količinu vode, koja, kao što smo već rekli, služi kao deo sistema za apsorpciju toplote. Reakciona toplota se ravnomerno raspoređuje po unutrašnjem metalnom sudu i okolnoj vodi. Ako znamo toplotni kapacitet (ili specifičnu toplotu) metalnog suda i vode možemo izračunati i broj kalorija oslobođenih u datoj reakciji.

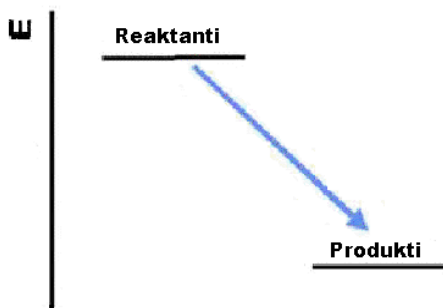
4.3. Egzotermne i endotermne reakcije

Do sada smo videli da pri hemijskim reakcijama energija može da se oslobađa, međutim ona može i da se troši. Na osnovu ovoga hemijske reakcije delimo na dve vrste: na *egzotermne* i *endotermne* reakcije.

Egzotermne reakcije su one reakcije kod kojih dolazi do oslobađanja energije (Slika 6). Kao što smo već rekli, reakciona toplota je mera razlike u hemijskoj potencijalnoj energiji ili *toplotnom sadržaju* proizvoda i reaktanata i obeležava se sa ΔH . Egzotermnu reakciju u opštem slučaju možemo napisati u sledećem obliku:



$$\Delta H = H_{\text{reaktanti}} - H_{\text{proizvodi}} \quad (4.2)$$



Slika 6. Odnos sadržaja energije za egzotermne reakcije

Pošto u ovim reakcijama dolazi do oslobađanja energije, logika nalaže da toplotni sadržaj proizvoda takvih reakcija mora biti da bude *manji* od toplotnog sadržaja reaktanata. Odnosno:

$$H_{\text{proizvodi}} < H_{\text{reaktanti}} \quad (4.3)$$

Prema tome zaključujemo da je toplota hemijske reakcije negativna, $\Delta H < 0$.

Primer egzotermne reakcije je i sagorevanje. Toplota sagorevanja životnih namirnica u organizmu je od velikog značaja. Zdravom čoveku, srednjeg rasta, koji obavlja umereno težak posao potrebno je 12600 kJ toplotne energije nastale sagorevanjem utrošene hrane dnevno. A glavni izvori ove energije su masti i ugljeni hidrati.

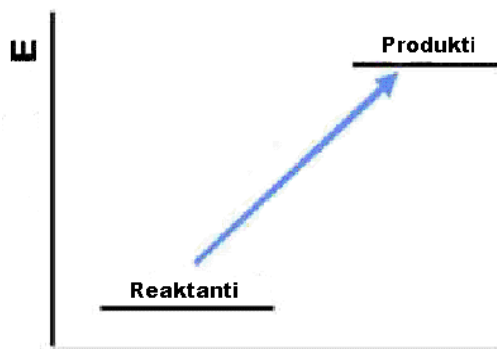
Pod endotermnim reakcijama podrazumevaju se one hemijske reakcije za čije je odvijanje potrebno utrošiti energiju (Slika 7). Primer endotermne reakcije je, između ostalog, i reakcija između gasovitog vodonika i pare joda do koje dolazi na umerenim temperaturama i u kojoj nastaje gasoviti jodovodonik.

U opštem slučaju za endotermnu reakciju možemo pisati sledeće:



Iz ovoga logično je zaključiti da proizvodi reakcije imaju veći toplotni sadržaj nego reaktanti, to pišemo:

$$H_{\text{proizvodi}} > H_{\text{reaktanti}} \quad (4.5)$$



Slika 7. Odnos sadržaja energije za endotermne reakcije

Za bilo koju endotermnu reakciju toplota hemijske reakcije će biti veća od nule, odnosno pozitivna ($\Delta H > 0$), a to možemo napisati i u sledećem obliku:

$$\Delta H_{\text{reakcija}} = H_{\text{proizvodi}} - H_{\text{reaktanti}} \quad (4.6)$$

Toplote merene pri endotermnim i egzotermnim reakcijama smatraju se *toplotama stvaranja* reaktanata. Toplota stvaranja je mera privlačenja između atoma udruženih u neki molekul. Najveći deo energije hemijskih reakcija potiče od stvaranja ili razaranja hemijskih veza.

4.3.1. Sagorevanje

Sagorevanje (gorenje) je egzotermni hemijski proces, kod kog dolazi do oksidacije gorivnih sastojaka nekog goriva i kao posledica ovog procesa nastaje toplota. Uz oslobađanje toplote može da se javi i svetlost u obliku žarenja ili paljenja. Goriva su najčešće organske materije i mogu se nalaziti u svim agregatnim stanjima (čvrsto, tečno ili gasovito).

Potpuno izgaranje je gotovo nemoguće, već gorenjem dolazi do hemijske ravnoteže. Postoji sedam vrsta gorenja, a to su:

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 potpuno izgaranje | 5 turbulentno izgaranje |
| 2 nepotpuno izgaranje | 6 plamen bez gravitacije |
| 3 dimljenje | 7 mikro izgaranje |
| 4 brzo izgaranje | |

Kod potpunog izgaranja, gorivni sastojci izgaraju u kiseonik. Kod gorenja ne dolazi uvek do potpune oksidacije, ono zavisi od mnogih faktora, među kojima je i temperatura.

Do nepotpunog izgaranja će doći samo onda kada nema dovoljno kiseonika da omogući gorivu potpunu reakciju. Kod većine goriva (npr. dizel, drvo) pre izgaranja se odvija piroliza. I kod ovog nepotpunog sagorevanja, proizvodi pirolize ostaju neizgoreni i pojačavaju dim sa štetnim materijama. Kvalitet gorenja se može popraviti ukoliko konstruišemo uređaje za gorenje, pomoću katalizatora ili delimičnim vraćanjem nastalih gasova u postupak gorenja. Jedan od uređaja za gorenje je i plamenik.

Dimljenje je oblik gorenja koji se javlja na nižim temperaturama i kod kog nema plamena, i održava toplinu time što kiseonik direktno udara površinu zgusnutog goriva.

Brzo izgaranje je oblik gorenja, poznat kao vatra i ovde se oslobađaju velike količine toplote i svetlosti, a često nastaje i plamen. Primenjuje se kod motora sa unutrašnjim sagorevanjem, a prati ga neretko i buka koja se javlja zbog toga što velika količina gasa stvara visok pritisak. Takvo izgaranje nazivamo eksplozijom i da bi došlo do nje nije uvek neophodan kiseonik.

Turbulentno izgaranje je izgaranje kojim se stvara turbulentni plamen. Koristi se uglavnom u industriji jer turbulencija pomaže mešanju goriva i oksidansa.

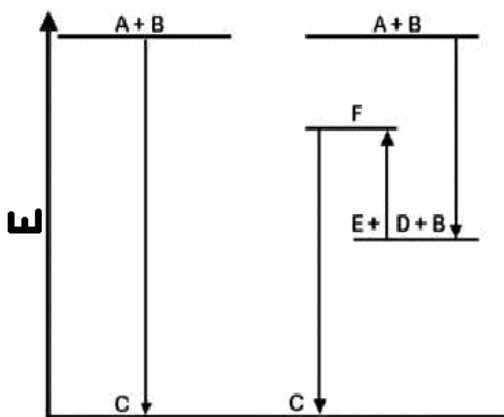
Mikro izgaranje je gorenje koje se odvija u malom obimu. Brzo hlađenje ima važnu ulogu u ravnoteži gorenja, u komorama za izgaranje.

Goriva delimo na čvrsta i tekuća. Gorenje tekućeg goriva u atmosferi kiseonika se u stvari događa u gasovitom stanju goriva, dakle, pare su te koje sagorevaju, a ne tečnost. Pa će se zbog toga tečnost zapaliti samo iznad određene temperature - temperature zapaljenja. Temperatura zapaljenja je najniža temperatura, na kojoj para tečnosti ili isparljive čvrste materije, stvara zapaljivu smesu sa vazduhom.

Izgaranje čvrstih goriva se vrši u tri faze koje se preklapaju. U prvoj fazi, koja je faza podgrevanja, se gorivo zagreva do temperature zapaljenja, pa zatim i do temperature gorenja. Druga faza je faza destilacije, odnosno gasovita faza, i to je faza kada se mešavina zapaljivih para i kiseonika zapali. Stvara se energija koja se oslobađa u vidu toplote i svetlosti. I na kraju dolazi do treće faze, a to je faza ugljena ili čvrsta faza. Do ove faze dolazi kada izlazni, zapaljivi gasovi sa materijala imaju previše nisku temperaturu da održavaju stalan plamen, pa gorivo pougljeni. Gorivo ovde ne gori dovoljno brzo, samo žari, a kasnije se i dimi.

4.4. Hesov zakon stalnog zbira toplota

Većina hemijskih reakcija odigrava se između molekula koji su složeniji nego molekuli koji učestvuju u izgradnji jedinjenja iz elemenata. Kao primer za ovu tvrdnju je reakcija u kojoj nastaje azot-dioksid iz azot-monoksida i kiseonika. Ako ovo proučimo kalorimetarski nalazimo:



Slika 8. Hesov zakon

Vrednost Hesovog zakona i toplota stvaranja se sastoji u tome što se oni mogu zajednički iskoristiti za predviđanje reakcionih toplota. Hemičari obično ne znaju koji su stupnjevi neke reakcije ili koliko ih ima, znaju samo ukupnu promenu energije između početnih reaktanata i krajnjih proizvoda reakcije. Vrednost Hesovog zakona o stalnom zbiru toplota leži baš u tome što je ukupna promena energije nezavisna od vrste i broja stupnjeva između početnih reaktanata i krajnjih proizvoda. Dozvoljeno je, dakle upotrebljavati bilo koji redosled reakcija koji će algebarski dovesti do reakcije koju proučavamo.

4.5. Slobodna energija

Promene energije pri hemijskim reakcijama se mogu meriti na dva načina: u kalorimetru i u električnoj ćeliji. Kada je u pitanju električna ćelija, pri odigravanju reakcije se proizvodi merljiva električna energija i ona predstavlja najveći koristan rad koji se može dobiti iz energije oslobođene pri reakciji. Kada se ova najveća raspoloživa energija, *slobodna energija*, uporedi sa kalorimetarski oslobođanjem energije za istu reakciju, pod istim pritiskom i temperaturom, dolazi do neslaganja. Rešenje ćemo tražiti u promeni entropije.

* Celokupna materija ima jednu osobinu koja je mera stanja uređenosti, nasumičnosti ili verovatnoće i naziva se *entropija* i obeležavamo je slovom *S*.

5. Uticaj toplote na životinje i čoveka

U odnosu na temperaturu spoljašnje sredine, mogu se razlikovati dva tipa . Čovek, ptice i sisari su endotermi (homeotermi) i oni sami regulišu svoju temperaturu, odnosno njihova temperatura ne zavisi od okoline, i postoje poikilotermi (ektotermi) to su životinje koje nemaju sposobnost da same regulišu svoju temperaturu već im se temperatura menja u skladu sa temperaturom okoline. U ovu grupu spadaju beskičmenjaci, ribe, vodozemci i gmizavci.

5.1. Procesi stvaranja i odavanja toplote

Toplotni bilans organizma je uvek rezultat ravnoteže između stvaranja toplote (termogeneze) i odavanja toplote (termolize).

Kao što smo već ranije u tekstu naglasili, ako se dva tela različite temperature dovedu u kontakt, telo sa većom temperaturom će se hladiti, predajući energiju telu sa manjom temperaturom. Ako se temperatura povećava, reč je o primanju toplote, a ako se smanjuje reč je o odavanju toplote. I na taj način se temperatura razmenjuje među telima.

5.2. Primanje toplote kod životinja i čoveka

Životinjski organizmi i čovek mogu da prime toplotu na dva načina:

- 1 akumulacijom toplotne energije sunčevog zračenja
- 2 oslobađanjem toplote koja nastaje iz metabolizma u organizmu.

Apsorpcija toplotne energije sunčevog zračenja i njeno deponovanje značajno je uglavnom u poikilotermnim organizmima, dok je kod homeotermnih organizama najvažniji način primanja toplote stvaranje toplote putem hemijskih procesa u ćelijama.

5.3. Odavanje toplote

Toplota se sa jednog tela može odati neposrednim ili posrednim putem.

5.3.1. Neposredni način odavanja toplote

Životinjski i ljudski organizam može odavati toplotu telima sa kojima je u kontaktu na četiri načina. Prvi način je kondukcijom, odnosno provođenjem. Suvozemni organizmi predaju toplotu vazduhu koji je u neposrednom kontaktu sa površinom njihove kože, dok vodozemci predaju toplotu zagrevanjem sloja vode sa kojom su u kontaktu.

Drugi način odavanja toplote neposredno je konvekcijom, odnosno strujanjem. Sloj vazduha koji je u neposrednom kontaktu sa toplijom kožom čoveka ili životinje se zagreva, podiže se, a zatim na njegovo mesto dolazi hladniji vazduh, koji se zatim zagreva i tako se ovaj proces ponavlja. Pri jakom vetru ovaj način predavanja toplote ima veći značaj, nego pri mirnom vremenu, a količina predate toplote je veća.

I najznačajniji metod predavanja toplote je zračenje, odnosno radijacija. Toplotno zračenje se prenosi elektromagnetnim talasima koji se pretvaraju u toplotu kada padnu na hladnije predmete koji ih apsorbuju. Efektivna površina zračenja golog ljudskog tela predstavlja oko 85% od ukupne površine.

Isparavanje je četvrti proces koji dovodi do gubitka toplote. Gubitak toplote isparavanjem može se podeliti u dve kategorije:

- 1 nesenzibilni gubitak vode sa kože i respiratornog trakta i
- 2 regulisani gubitak znojenjem i dahtanjem.

5.3.2. Posredni način odavanja toplote

Postoje četiri načina na koje životinje i čovek mogu da odaju toplotu posredno. Najznačajniji od njih je isparavanje (evaporacija). Životinje sa površine spoljašnjeg pokrivača, ali i sa površine disajnih organa, isparavaju velike količine vodene pare i na taj način gube toplotu. Drugi način je znojenjem (perspiracija) kod onih organizama koji poseduju znojne žlezde. Treći način je zagrevanjem udahnutog vazduha ili unete hrane i vode do nivoa telesne temperature i četvrti način je izbacivanjem fecesa ili mokraće.

5.4. Proizvodnja toplote

Mehanizmi proizvodnje toplote se mogu svrstati u dve kategorije: oni koji uključuju skeletne mišiće i oni koji ih ne uključuju.

5.4.1. Proizvodnja toplote putem skeletnih mišića

Jedna od najočiglednijih reakcija na hladnu sredinu kod ptica i sisara je drhtanje. Drhtanje je bezvoljni tremor skeletnih mišića koji nastaje zahvaljujući impulsima koji se prenose somatskim motornim nervima na skeletne mišiće. Autonomni nervni sistem nije uključen u ovaj proces. Drhtanje može da poveća proizvodnju toplote 2-5 puta u odnosu na bazalni nivo i tako obezbedi brzi promenljivi izvor dodatne toplote od naročite važnosti za regulaciju temperature. Pri ekstremnoj proizvodnji toplote kod čoveka, drhtanje počinje u mišićima žvakačima (cvokotanje) koji imaju centar u srednjem mozgu.

Skeletni mišići su takođe uključeni u opšte povećanje voljnih pokreta izazvanih hladnoćom. To su tapkanje nogom, mahanje rukom.

Fizičko naprezanje izaziva mnogo veću proizvodnju toplote, ali ova dodatna toplota se retko pobuđuje u toku termoregulacije. U stvari, u mnogim slučajevima ona narušava termoregulaciju i nastaje potreba da se poveća gubitak toplote iz tela da bi se sprečilo opasno pregrejavanje.

5.4.2. Termogeneza bez drhtanja

Dve važne komponente termogeneze bez drhtanja su veličina bazalnog metabolizma (VMB) i specifično dinamičko delovanje (SDD). Na taj način postoji stalna proizvodnja toplote, čak i kod osobe koja miruje i koja gladije i koja ima dodatno stvaranje toplote posle uzimanja hrane. Ni na jedan od ovih procesa ne utiče stvaranje toplote putem skeletnih mišića.

6. Značaj toplote kod biljaka

U različitim temperaturnim uslovima spoljašnje sredine, koji se menjaju u vremenu i prostoru, biljke opstaju kao poikilotermni organizmi. One nisu u stanju da zadrže stalnu i optimalnu temperaturu svojih ćelija i tkiva, već njihova temperatura varira, težeći da se približi ili izjednači sa temperaturom spoljašnje sredine. Stoga su razviće i rastenje biljaka, kao i njihovo rasprostranjenje pod presudnim uticajem promena temperature u spoljšnjoj sredini. Svi fiziološki procesi kod biljaka se odvijaju u temperaturnom dijapazonu između 0-50°C. U skladu sa ovim možemo definisati tri kardinalne temperaturne tačke: temperaturni minimum, pri kome se fiziološki proces kod biljaka odvija sporo i ispod kog se zaustavlja, dalje, temperaturni optimum, pri kome se fiziološki procesi odvijaju najpovoljnije i on je uvek bliže temperaturnom maksimumu na kom se proces ubrzava, a iznad kog data reakcija prekida.

Između različitih biljnih vrsta ove tačke se nalaze na različitim temperaturama. Prema ovome biljke možemo podeliti na termofilne, koje su prilagođene visokim temperaturama, i frigorifilne biljke, koje su prilagođene niskim temperaturama. Često su i termofilne i frigorifilne biljke adaptirane na vrlo uski dijapazon temperatura i mala temperaturna variranja, bilo u oblasti visokih, ili u oblasti niskih temperatura, te su označene kao stenotermne biljke. Dalje imamo euriterne biljke koje su dobro prilagođene velikim razlikama između maksimalne i minimalne temperature.

Dalje biljke možemo podeliti i po temperaturnim amplitudama i mogućnostima prilagođavanja određenom temperaturnom režimu, i to na sledeće: megaterme - biljke koje žive u oblastima sa srednjom godišnjom temperaturom iznad 20°C, kserofile - biljke veoma toplih i sušnih staništa, mezoterme - biljke iz oblasti sa srednjom godišnjom temperaturom između 15 i 20°C, mikroterme - biljke koje rastu na područjima sa srednjom godišnjom temperaturom između 0 i 14°C i hekistoterme - biljke koje žive u vrlo hladnim oblastima.

Najniža temperatura za biljku na kojoj prestaje njena aktivnost je nula njene životne temperature, odnosno specifična nulta tačka života. Ona se dosta razlikuje za različite biljne vrste, dok je gornja granica za života za skoro sve biljke 50°C.

Otpornost na niske i visoke temperature je prednost za svaku biljku. Biljka koja ima mogućnost temperaturnog prilagođavanja uspešnije će se razvijati i obezbediti opstanak od biljke koja nema tu mogućnost.

Toplotni uslovi u kojima se biljka nalazi su bitni za metaboličke procese biljke i svaki od tih metaboličkih procesa ima temperaturni opseg koji ne mora da se podudara sa opštim temperaturnim opsegom karakterističnim za aktivni život date biljne vrste. Tako je recimo temperaturni opseg fotosinteze nešto uži od opšteg. Njegov minimum se poklapa sa mržnjenjem vode u tkivima, kada kristali leda postaju prepreka protoku gasova. Prema tome, zavisno od koncentracije ćelijskog soka, donja granica za odvijanje procesa fotosinteze može biti i nekoliko stepeni ispod nule. Maksimum fotosinteze je nešto viši od latentne temperaturne tačke¹. Ona se postiže ranije što je intenzivniji proces disanja kod biljke i sa povećanjem temperature. Temperaturni optimum fotosinteze je različit za različite vrste biljaka, takođe se menja kod jedne iste vrste tokom različitih faza razvika. Interesantno je da se temperaturni optimum fotosinteze pomera ka višim temperaturama sa povećanjem intenziteta svetlosti na staništu i sa povećanjem koncentracije ugljen-dioksida u vazduhu.

Intenzitet disanja biljke zavisi od vrste do vrste, različit je u različitim fazama razvika biljke i veći je ukoliko je i veća toplota okoline. Položaj kardinalnih tačaka temperature za proces disanja, karakterističan za svaku biljnu vrstu, može da ukaže na njenu manju ili veću otpornost. Mlađi delovi biljke dišu intenzitivnije od njenih starijih delova. Ponekad, pred sam prestanak procesa disanja kod starih jedinki dolazi do prolaznog povećanja ovog procesa. Minimalna

¹ Latentna temperaturna tačka je tačka na kojoj dolazi do trajnog oštećenja funkcionalnih struktura ćelije

temperatura disanja je oko -10°C , dok je maksimalna između 50 i 60°C . optimalna temperatura je samo nekoliko stepeni niža od maksimuma.

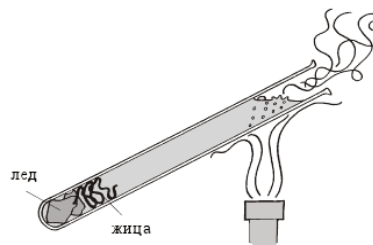
Toplota takođe utiče i na razviće i rastenje biljke. Temperaturni opseg u okviru kojeg se odvijaju određene faze u razviću i rasteњу biljaka usklađen je sa temperaturnim uslovima klime regiona u kojem data biljka živi. Temperaturni minimum je, osim za neke retke izuzetke, relativno visok. Tropskim biljkama je potrebna temperatura između 15 i 20°C , dok recimo četinari mogu podnositi temperature i do -60°C , ali su im u tim situacijama procesi usporeni. Temperaturni optimum rasta i razvića za većinu biljaka je između 15 i 30°C , a temperaturni maksimum oko 45 - 50°C .

Temperatura je takođe jako bitan faktor i kod početka klijanja biljke, cvetanja i za obrazovanje plodova i semena.

7. Eksperimenti

Eksperiment 1: Provođenje toplote kroz vodu

Voda je slab provodnik toplote. Ako se epruveta napuni vodom, deo vode na gornjoj strani epruvete se zagrevanjem može dovesti do ključanja, dok se na drugom kraju istovremeno nalazi led (Slika 9.).



Slika 9.

Potreban materijal:

- Epruveta
- Voda i komadići leda
- Žica koja se može savijati kako bi se led mogao fiksirati u epruveti
- Bunzenov plamenik

Izvođenje eksperimenta

U donjoj trećini epruvete žicom pričvrstiti komadić leda, tako da led ne ispliva na površinu kada se epruveta napuni vodom. Sipati vodu u epruvetu i gornju trećinu epruvete malo nagnuti i

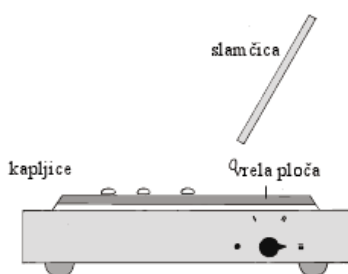
držati neposredno iznad plamenika kao na slici. Donju trećinu držati rukom. Posle određenog vremena voda u gornjem delu epruvete će proključati, dok se led u dnu neće znatno otopiti.

Objašnjenje:

Voda je loš provodnik toplote. Transport toplotne energije od dela vode u epruveti koja se greje plamenikom je tako loš da se voda na dnu gotovo i ne zagreva, čak i kada voda na površini ključa. Ovo se objašnjava slabom konvekcijom vode. Ako bi se voda na dnu zagrevala, tada bi konvekcija bila intenzivnija, jer se topla voda, kada se zagreje penje ka površini epruvete, a hladnu vodu potiskuje ka dole, pa se i ona zagreva.

Eksperiment 2: Skakutave vodene kapljice

Vodena para ne dozvoljava isparavanje kapljica vode sa zagrejane ploče.



Potreban materijal:

- rešo
- pipeta ili slamčica

Slika 10.

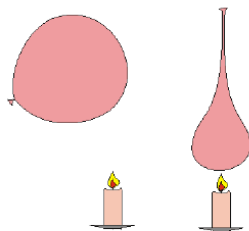
Izvođenje eksperimenta

Pustiti kapljice vode da padaju na površinu zagrejanog rešoa. Ako je temperatura rešoa na temperaturi od 100°C kapljice vode će isparavati. Međutim, ako je temperatura rešoa približno 140°C kapljice vode neće odmah isparavati (Slika 10.) i one odskakuju gore-dole od vrele ploče i polako se smanjuju.

Objašnjenje:

Pojava, da kapi vode, koje dolaze u kontakt sa vrelom pločom odskakuju od ploče se može objasniti na sledeći način. Ako je temperatura 100°C nastaje samo malo pare, pa kapljice vode odmah ispare. Ako je temperatura oko 140°C između ploče i kapi ima dovoljno vodene pare da ih ona nosi sa sobom i podiže sa ploče. Pri svakom sledećem kontaktu kapljice sa pločom stvara se opet vodena para koja podiže kapljicu i taj proces se ponavlja dok kapljica ne ispari skroz.

Eksperiment 3: Balon i vatra



Slika 11.

Izvođenje eksperimenta:

Naduvati jedan balon, prineti ga sveći i posmatrati šta se dešava. Zatim u drugi balon sipati hladnu vodu i isto staviti iznad sveće i posmatrati šta se događa (Slika 11).

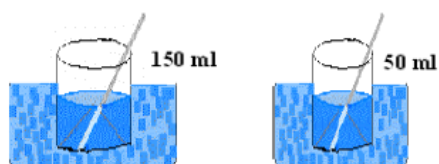
Objašnjenje:

Balon u kom se nalazi vazduh će odmah pući za razliku od onoga u kom se nalazi hladna voda. Ovo se objašnjava toplotnim svojstvima vode i vazduha. Tela sa malim toplotnim kapacitetom se brže zagreju nego tela sa većim toplotnim kapacitetom. Toplotni kapacitet vazduha je četiri puta manji od toplotnog kapaciteta vode. Ovde takođe bitnu ulogu igra i toplotna provodljivost koja je mnogo veća za vodu nego za vazduh, tačnije 22 puta je veća.

Potreban materijal:

- dva balona
- voda
- sveća

Eksperiment 4: Voda i led



Slika 12.

Izvođenje eksperimenta:

Imamo dve posude različitih zapremina u kojima se nalazi voda. Stavimo termometar i led u obe čaše i posmatramo šta se dešava (Slika 12).

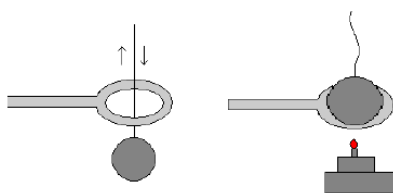
Potreban materijal:

- dve čaše
- voda
- led
- dva termometra

Objašnjenje:

Led je hladio vodu i to brže onu sa manjom zapreminom. Temperaturu pratimo na termometru i možemo crtati grafik zavisnosti temperature od vremena i uporediti rezultate dobijene iz te dve čaše.

Eksperiment 5: širenje tela pri zagrevanju



Slika 13.

Potreban materijal

- jedna metalna kugla
- jedan metalni prsten (takav da kugla može proći)
- sveća
- kanap

Izvođenje eksperimenta:

Učvrstite kuglu kanapom, tako da se može lako držati. Zatim je staviti iznad plamena sveće da se greje. Zatim kuglu preneti iznad metalnog prstena i pokušati je provući kroz njega. Isto uraditi i kada je kugla hladna.

Objašnjenje:

Poznato je da se tela pri zagrevanju šire a pri hlađenju skupljaju. Hladna kugla lako prolazi kroz metalni prsten, što možemo videti i na slici 13. Međutim, kada zagrejemo kuglu ona se raširi, poveća joj se zapremina, pa to više nije moguće.

Eksperiment 6: Šta je teže - hladan vazduh ili topao vazduh?

Potreban materijal:

- lenjir
- flaša
- tas sa peskom

Izvođenje eksperimenta:

Zakačiti lenjir kanapom na sredini. Sa jedne strane lenjira zakačiti “praznu” zatvorenu flašu, a na drugi kraj lenjira zakačiti tas sa peskom. Treba staviti toliko peska da težina flaše i tasa sa peskom budu jednake, odnosno da lenjir bude u ravnoteži. Zagrevati flašu sa vazduhom nekoliko minuta i zatim izvaditi nešto peska iz tasa, kako bi lenjir opet bio u ravnotežnom položaju.

Objašnjenje:

Topao vazduh ima manju težinu nego hladan vazduh, iako zauzimaju istu zapreminu. I kao lakši on se podiže ka gore, a na njegovo mesto dolazi hladan, teži vazduh.

Eksperiment 7: Kako napraviti toplotu trenjem?

Potreban materijal:



- čekić
- ekser
- drvo

Slika 14.

Izvođenje eksperimenta:

Pre početka eksperimenta čekić i ekser su hladni. Uzmemo čekić i udaramo njime ekser dok se ekser ne zabije u drvo. Ukoliko posle ovoga pipnemo čekić i ekser primetićemo da su topliji (Slika 14).

Objašnjenje:

Energija naših mišića je bila predata čekiću i sa čekića se dalje prenosila na ekser. Zbog te energije molekuli unutar čekića i eksera su se brže kretali i temperatura im se povećala, pa su zato i bili topliji. Isti efekat možemo postići i ako brzo trljamo dlanom o dlan.

Eksperiment 8: Povećanje toplote tela pomoću radijacije

Potrebni materijal:

- čaša
- voda
- termometar

Izvođenje eksperimenta:

Sipati hladnu vodu u čašu i staviti na prozor, na put sunčevim zracima. Ostaviti čašu sat vremena i zatim izmeriti temperaturu vode.

Objašnjenje:

Od Sunca dolaze sunčevi zraci, koji su ustvari elektromagnetni talasi koji zagrevaju telo kada padnu na njega.

Eksperiment 9: Kako radi termometar

Potrebni materijal:

- Staklena flaša
- Obojena voda ili neka druga tečnost
- Staklena cev
- Sveća

Izvođenje eksperimenta:

U staklenu flašu sipati obojenu vodu zatvoriti flasu i čep flaše probušiti tek toliko da može staklena cev da se ubaci u flašu. Na staklenoj cevi obeležiti nivo vode. Ispod flaše zagrevati tečnost i posle nekoliko minuta zabeležiti opet nivo tečnosti u cevi.

Objašnjenje:

Tečnost se pri zagrevanju širi, a pri hlađenju skuplja i termometar radi upravo na tom principu. U ovom slučaju ne merimo temperaturu direktno već merimo efekat koji je uzrokovan njenom promenom.

Eksperiment 10: Kocke leda

Potrebni materijal:

- dve kocke leda
- peškir

Izvođenje eksperimenta:

Uzmemo dve kocke leda, stavimo ih jednu pored druge, obmotamo peškirom i stisnemo. Kada ih izvadimo iz peškira kocke leda će biti spojene.

Objašnjenje:

Pritisak kojim pritiskamo led izaziva topljenje leda jer mu snižava temperaturu. Kada prestanemo da ih pritiskamo njihova tačka topljenja se opet povisi.

Eksperiment 11: Kako toplota putuje kroz vodu i vazduh?

Potrebni materijal:

- staklena flaša
- voda
- pesak
- rešo

Izvođenje eksperimenta:

U staklenu flašu stavimo malo peska i napunimo vodom skoro do vrha. Zatim stavimo na rešo i počemo da zagrevamo. Voda pri dnu koja se zagrijala će se kreteti ka gore i nositi sa sobom čestice peska.

Objašnjenje:

Ovaj eksperiment nam pokazuje da se toplota u tečnostima provodi strujanjem.

8. Zaključak

Fizika, hemija i biologija, kao nastavni predmeti , stalno prate fiziku, hemiju i biologiju kao nauku, ali je po obimu suzava. Zadatak profesora je sledeći:

- 1 Da sistematski upozna učenike sa naučnima pojavama i zakonima
- 2 Da doprinese naučnom pogledu na svet učenika
- 3 Da razvije sposobnost i veštinu učenika da stečeno znanje primene u praksi
- 4 Da utiče na opšti razvoj učenika

Cilj ovog rada je što bolje upoznavanje učenika sa teorijskim pojmom toplote, njenim uticajem , na svet koji nas okružuje, i zatim razvijanje veštine i sposobnosti učenika da stečeno teorijsko znanje primene u praktičnoj nastavi.

9. Literatura

1. Milorad Mladenović, Mirko Jakšić, *Istorija klasične fizike za učenike srednjih škola*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, Zavod za udžbenike, Novi Sad, 1993. god.
2. Milan Raspopović, Bojana Nikić, Dragiša Ivanović, Jezdimir Tomić, Dragomir Krpić, *Fizika za 7. razred osnovne škole*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2003. god.
3. Miloje Rakočević, Rozalija Horvat, *Opšta hemija za 1. razred srednje škole*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2003. god.
4. A. H. Rose, *Thermobiology*, Academic press, London, 1967. god.
5. Ratko M. Radojčić, *Opšta ekofiziologija*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2006. god.
6. Andraš š. štajn, Radoslav V. žikić, Zorica S. Saičić, *Ekofiziologija i ekotoksikologija životinja*, Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, 2007. god.
7. Francis W. Sears, *Mehanika, talasno kretanje, toplota*, 1958. god.
8. Branka M. Stevanović, Milorad M. Janković, *Ekologija biljaka*, NNK International, Beograd, 2001. god.
9. <http://www.iop.org>

10. Biografija

Pre dvadeset i šest godina, tačnije 24.05.1987. godine u Novom Sadu rođena sam kao najstarije dete od troje dece porodice Bugarski. Od toga dana pa do danas živim u Rumenci, u kojoj sam i završila osnovnu školu „Sveti Sava“ 2002. godine. Takođe, iste godine, sam završila i muzičku školu „Isidor Bajić“ u Novom Sadu. Posle osnovne škole upisala sam gimnaziju „Jan Kolar“ u Bačkom Petrovcu i istu završavam 2006. godine, kada se i upisujem na Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, smer: profesor prirodnih nauka i završavam ga 2012. godine. Uporedo sa studiranjem sam i radila, kao i većina studenata, da bih obezbedila sebi, a ujedno i pomogla roditeljima.

Međutim, moja najveća ljubav, a ujedno i hobi, su bile muzika i ples. Sve ovo nebi imalo smisla da nisam imala podršku svoje porodice i zahvaljujem im se jer su verovali u mene i pomogli mi da ostvarim svoje snove.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска документација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Дипломски рад

ВР

Аутор:

Владица Бугарски

АУ

Ментор:

др Душанка Обадовић, редовни проф.

МН

Наслов рада:

Обрада наставне теме "Топлота" у интегрисаној настави природних наука

НР

Језик публикације:

српски (ћирилица)

ЈП

Језик извода:

српски/енглески

ЈИ

Земља публикавања:

Република Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2013

ГО

Издавач:

Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса:

Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад

МА

Физички опис рада:

10/37/2/1/14/0/1

ФО

Научна област:

Физика

НО

Научна дисциплина:

Демонстрациони експерименти у настави

НД

Предметна одредница/кључне речи:

Топлота, температура, енергија, реакција

ПО

УДК

Чува се:

Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду

ЧУ

Важна напомена:

нема

ВН

Извод:

У овом раду приказана је обрада теме „Топлота“ у разредној настави. У циљу бољег разумевања ове теме, поред теоријског објашњења и примера, приказана је имплементација једноставних огледа у наставни процес.

ИЗ

Датум прихватања теме од НН

већа:

ДП

Датум одбране:

ДО

Чланови комисије:

КО

Председник:

др Мирјана Сегединац, редовни проф.

члан:

др Душанка Обадовић, редовни проф.

члан:

др Маја Стојановић, доцент

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Vladica Bugarski

AU

Mentor/comentor:

Ph.D. Dušanka Obadović, full prof.

MN

Title:

Treatment teaching topics “The Heat” in Integrated Science Teaching

TI

Language of text:

Serbian (Cyrillic)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Republic of Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2013

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description:

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Demonstrative experiments in teaching

SD

Subject/ Key words:

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

Abstract:

Paper deals with analysis of treatment teaching topics “The Heat” in Integrated Science Teaching in elementary school. In order to understand n

AB

better concepts of Heat, besides theoretical explanation, the implementation of simple experiments (“Hands on”) into the educational process is shown.

Accepted by the Scientific Board:

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board:

DB

President:

Member:

Member:

Ph.D. Mirjana Segedinac, full prof.

Ph.D. Dušanka Obadović, full prof.

Ph.D. Maja Stojanović, assistant prof.