



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI
FAKULTET
DEPARTMAN ZA FIZIKU



Razvoj pojmoveva temperature i toplote u osnovnoj školi

-završni rad-

Mentor:

prof. dr Dušanka Obadović

Kandidat:

Ksenija Dragaš

Novi Sad, 2012.

Sadržaj:

1.Uvod.....	2
2.Teorijski deo.....	4
2.1.Problemska nastava i pedagoška komunikacija u konstruktivističkoj učionici.....	4
2.2.Deca su mali naučnici.....	4
2.3.Cilj i hipoteze istraživanja.....	5
2.4.Uzorak istraživanja.....	6
2.5.Merni instrumenti.....	6
2.6. Tok istraživanja.....	8
2.7. Toplotne pojave.....	9
3.Obrada nastavne teme "Toplotne pojave"	24
4.Analiza i prikaz rezultata istraživanja.....	62
5.Zaključak.....	68
6.Prilozi.....	70
7.Literatura.....	78

1.UVOD

U poslednje vreme sve veći deo javnosti bavi se, u širem ili užem smislu, rešavanjem problema i saznajnim procesima u nastavnom radu. Nalazi stranih autora ipak pokazuju da u ovoj oblasti mnogi značajni problemi još nisu dovoljno ili uopšte proučeni. Među pitanjima koja se postavljaju, naročito u nastavnom učenju, svakako su i problemi koji se odnose na učinke učenika putem rešavanja problema kao svugde prisutnog ljudskog ponašanja.

U ovom radu, a na osnovu postojećih koncepcija o učenju putem rešavanja problema u nastavi, učinjen je pokušaj inkorporacije rešavanja problema u živi nastavni proces. U saglasnosti sa pedagoškim konceptualnim stavovima definiše se učenje putem rešavanja problema u nastavi kao mentalna aktivnost u kojoj dominira rešavanje spornih i složenih saznajnih i praktičnih problema u nastavnoj gradi, a koje je praćeno intezivnom misaonom aktivnošću, stvaralačkim i samostalnim radom učenika i čiji je produkt stalno progresivno menjanje ličnosti i postizanje boljih rezultata u nastavi.

U ovom radu obrađuje se aktuelan didaktički problem koji se u obrazovnom smislu odnosi na sposobnost mišljenja i rasuđivanja, tako neophodnih činilaca u sveukupnom vaspitanju i razvoju mladog čoveka. S druge strane, učenje putem rešavanja problema zaista predstavlja najefikasniji oblik učenja, ali je sticanjem različitih aktivnosti ostao skoro nezapažen kod nas i izuzetno malo primenljiv u nastavnoj i vaspitnoj praksi.

Kritika sadašnjeg stanja nastave ukazuje na njenu nedovoljnu efikasnost i na priličan nesklad između postavljenih ciljeva i stvarnih rezultata škole. Taj se nesklad, kada se radi o obrazovnoj strani nastave, najčešće ogleda u relativno niskom stepenu usvojenosti nastavnih sadržaja i osnova nauka, u nedovoljnoj primenljivosti stečenih znanja u školskim i životnim situacijama, u zapostavljanju mogućnosti bržeg razvoja učenika, u manjkavosti motivisanosti učenika za učenje i drugo.

Rezultati dosadašnje nastave fizike nisu bili zadovoljavajući, sa njima nisu bili zadovoljni ni oni najkonzervativniji koji smatraju da je pitanje znanja rešeno čim učenik dobro odgovara na času. Zašto je to tako? Da bi se pronašao lek neke bolesti mora se znati njen pravi uzrok. Pravi uzrok dosadašnje neuspele nastave fizike je u načinu sticanja znanja, koji je pogrešan i neprirodan. Do današnjeg znanja u nauci došlo se, dejstvom prirode na čoveka i dejstvom čoveka na prirodu, došlo se aktivnošću i borbotom. Dokle god je učenik u školi pasivan, dokle god se učenik u školi samo "kljuka" znanjem, dotele se o pravom znanju učenika ne može ni govoriti.

Učenici pri sticanju znanja moraju biti u punoj meri aktivni, oni ne smeju samo da primaju gotovo znanje, već treba da ga stiču samostalnim radom. Ovom tvrdnjom nameće se jedno praktično pitanje: kako aktivirati učenike. Pre svega, treba izmeniti način i tok rada na času. Nastavnik ne treba, po starom, ukorenjenom običaju, samo da predaje a učenici da ga pažljivo slušaju, već ceo čas treba da ima karakter zajedničkog rada nastavnika i učenika, a u tom radu nastavnik je samo glavni pokretač i neosetni upravljač rada, a učenici su ti koji rade. Pri tome nastavnik treba da vodi učenike istim putem kojim je fizika kao nauka u svom dialekтиčkom razvitku prešla. Da bi sve ovo bilo jasnije načiniće se jedna mala digresija.

Ispitujući čovekovu prošlost, istoričari su našli da se čovek u jednom trenutku nalazio na stupnju majmuna i da se tada nije mnogo razlikovao od majmuna ni po svojoj kulturi ni po svom telesnom sklopu. Čovek je na tom stupnju svoga razvitka stojao bespomoćan prema prirodi i živeo u stalnom strahu da ga nešto ne iznenadi. Prošlo je mnogo vremena dok je čovek postepeno došao do saznanja da se izvesne stvari u prirodi pravilno ponavljanju i da se mogu izbeći mnoga opasna iznenađenja. Tako se u borbi za opstanak rađa kod čoveka saznanje o zakonima u prirodi i želja da što više dozna o svetu u kojem živi. Iz ovog prvog saznanja rađa se postepeno drugo, a to je da poznavanje zakonitosti može ne samo da ga spase od mnogih neprijatnih iznenađenja, već i da ga učini gospodarem prirode.

Sve se više utvrđuje kod čoveka saznanje da prirodne sile koliko god mogu biti opasne po čoveka koji ih ne poznaće isto toliko mogu biti i korisne čoveku koji poznaće zakone po kojima one deluju. Ovo saznanje bilo je glavna pokretačka snaga pri izgradnji svih prirodnih nauka pa i fizike. Kroz dugi period vremena u neprekidnoj borbi čoveka sa prirodom iskrسavali su novi problemi, a čovek je, očeličen borbom, postajao sve sposobniji da ih rešava. Pronašao je metode za ispitivanje prirodnih pojava, posmatranje i ogled, pronašao je savršenije misaone forme za izražavanje prirodnih zakona, izradio sistem i teorije i stečeno iskustvo sredio i povezao, tako da se uvek sa lakoćom može pronaći i upotrebiti ono što zatreba.

Tako se iz naslućivanja čoveka u većitoj borbi razvila fizika kao nauka. Istim putem mora ići i nastava ako se želi steći pravo znanje učenika. Ovo nam ukazuje da se dugim pokušavanjem, borbom i lutanjem stekla metoda prirode kojom se jedino može pravilno izgraditi složenije i savršenije iz prostijeg i nerazvijenijeg, metoda kojom se postiže i večito obnavljanje i pruža se mogućnost za izgradnju novog i savršenijeg. Prirodno je da se ovom metodom mora služiti i pravilno izvedena nastava pri izgrađivanju znanja kod učenika, i u nastavi se mora preći isti put koji je nauka u svojoj evoluciji prešla. To ne znači da se pri ovom radu mora striktno ponoviti sve i onako kako je to u svoje vreme bilo, jer to je i nemoguće. Pri izgrađivanju znanja kod učenika potrebno je odbaciti sve što je sporedno i ići samo pravom linijom razviti.

Nastavnik prvo treba da postavi problem i da vodi svoje učenike tako, da oni osete potrebu da ga reše. Zatim treba da ih kroz diskusiju vodi dalje tako, da oni problem analiziraju i otkriju u njemu suštinu i izmisle ogled pomoću kojeg će ga rešiti, izvedu ogled i na kraju formulišu postignuti rezultat u obliku prirodnog zakona. Kada se ovako stečen materijal nagomila, nastavnik svoje učenike treba da navede da osete potrebu za njegovim sređivanjem i povezivanjem. Zatim nastavnik treba na osnovu sakupljenog materijala kroz diskusiju sa učenicima i zajedno sa učenicima da izgradi sistem i teorije. Pri vođenju diskusije nastavnik ne sme da očekuje da mu učenici sve sami pronađu, jer to je i nemoguće. Svrha diskusije je da rasvetli stvari sa svih strana i da učenike učini zrelim da potpuno razumeju rešenje tako da im ono izgleda prirodno kao da su ga oni sami našli. Razume se da će se vrlo često dogoditi da učenici sami nađu pravilno rešenje, ali to ne znači da nastavnik treba silom da ih natera da ga nađu i onda kada nisu kadri. Samo tako će učenici zaista upoznati prirodu, samo tako će uči u suštinu naučnog mišljenja i naučiti da se metodama istog prirodnog lakoćom služe.

2.TEORIJSKI DEO

2.1. Problemska nastava i pedagoška komunikacija u konstruktivističkoj učionici

Konstruktivistički pristup nastavi i učenju podrazumeva da svaki pojedinac stvara sopstvene umne modele koje koristi u razumevanju stvarnosti. Učenje je potraga za smislim, pa je cilj učenja da učenik nađe smisao učenja, a ne da se učenje svodi na memorisanje informacija. Učenje se ne posmatra kao pasivno prenošenje znanja sa obaveštenog na neobaveštenog. Konstruktivistički nastavnici se ponašaju kao vodiči i instruktori koji stvaraju učenicima prilike i uslove provere osnovanosti svojih znanja.

U konstruktivističkoj učionici se prihvata i podstiče učenikova samostalnost i inicijativa. Nastavnik poštuje ideje učenika i ohrabruje slobodno iznošenje hipoteza. Učenici se navikavaju da formuišu pitanja i traže odgovore na njih sa ciljem da se preuzima odgovornost za svoje učenje i stiče veština rešavanja problema. Nastavnici postavljaju učenicima otvorena pitanja i omogućavaju vreme za davanje odgovora. Ovakav nastavnik ohrabruje učenike da idu dalje od jednostavnog činjeničnog odgovora i da povezuju činjenice i podatke, da analiziraju, predviđaju, opravdavaju i brane svoje ideje. Kada se učenicima omogući da iznose svoja razmišljanja i svoja očekivanja, oni se navikavaju da postavljaju hipoteze o zadatim problemima i o određenim prirodnim fenomenima. Nastavnik konstruktivista obezbeđuje mnoštvo situacija u kojima učenik testira svoje hipoteze, naročito putem grupne diskusije o konkretnim iskustvima.

Ovakav pristup nastavi podrazumeva razumevanje i uvažavanje zavisnosti učenja od pretodnih znanja i iskustva učenika. Prethodna znanja se u kontaktu sa novim znanjima modifikuju, dograđuju i razvijaju. Nova znanja se mogu efikasno koristiti u novim problemskim situacijama samo ako se integrišu u prethodna i ugrađuju u sistem znanja.

2.2. Deca su mali naučnici

Detetu je svet prirode uistinu čudesan. Njegova otvorenost prema svemu što ga okružuje omogućuje mu da bude duboko dirnuto svojim iskustvima. Ono je puno čuđenja za snagu vetra, prizor sunca koje se ponovo pojavljuje, za prve pahulje snega. Zbog svoje osjetljivosti za čulne pojmove, dete se „hrani“ bogatstvom zvukova, mirisima i oblicima u prirodi i okolini. Negujući detetovu sposobnost da doživi čuđenje, njegovu prirodnu radoznalost za svet oko sebe, nastavnici ustvari postavljaju temelje za bavljenje naukom i razvijaju veštine i sposobnosti vezane za naučno mišljenje. Bavljenje naukom ne razlikuje se značajno od onoga što dete doživljava posmatrajući i uočavajući promene u prirodi koja ga okružuje i postavljajući mnoga pitanja.

Deca imaju neodoljivu potrebu da istražuju i upoznaju svet oko sebe. U njihovoј prirodi je da dodiruju, prevrću, okreću, sklapaju, rasklapaju i dovode u razne odnose sve ono što vide i čime mogu manipulisati. Ova interakcija sa stvarima iz neposrednog okruženja, kao i rešavanje problema kroz sopstveno delovanje su prirodni načini preko kojih deca spoznaju spoljašnji svet.

Svet koji nas okružuje je najveća prirodna laboratorija u kojoj se može istraživati i eksperimentisati na bezbroj načina i u bezbroj situacija. Upravo zato je veoma važno da se deca

dovedu u različite, nove i nepoznate situacije u kojima će moći da istražuju i dolaze do novih otkrića.

Zato je na nastavnicima da posmatraju sa decom promene na biljkama, gledaju kako pada kiša ili sneg, prate promene u prirodi, posmatraju kamenčice, prave papirne brodove, eksperimentišu sa vodom, gledaju kako „raste” testo za hleb ili kolače... Svaki nastavnik treba da pokaže zanimanje i uzbudjenje kada uoči ove pojave pa će i dete biti zainteresovano. Bitno je zapamtiti – ne treba davati odgovore deci! Zadatak svakog nastavnika u procesu razvoja nije da „pokaže šta on zna”, nego da vodi dete kroz proces spoznaje, nauči ga da postavlja dobra pitanja i traga za odgovorom. Najbolje bi bilo pitati dete šta ono misli da će se dogoditi, kako to može istražiti i proveriti? Nauka je stalno traganje i propitivanje, postavljanje hipoteza (prepostavki), eksperimentisanje i posmatranje. Dete ne treba da uči o naučnim postulatima već da stekne sposobnost naučnog mišljenja, sačuva radoznamost, stalno se pita i promišlja o stvarima oko sebe.

U radu je moguće pronaći jednostavne oglede kojima svaki nastavnik može pomoći deci da unaprede svoje „naučne” sposobnosti, da bolje upoznaju i razviju zanimanje prema svetu koji ih okružuje, na jedan posve zabavan način.

Svaka nauka, fizika, biologija, hemija i druge, zasnivaju se na određenim naučnim konceptima, „velikim idejama” koje povezuju mnoge pojave. Neki od tih konceptova su svetlost, magnetizam, ravnoteža, elektricitet, sile i slično. Svi ovi veliki naučni koncepti mogu se izučavati prostim posmatranjem i na vrlo jednostavan način. O inerciji učimo u autobusu, kada vozač naglo zakoči, o centrifugalnoj sili posmatrajući kako mašina cedi veš, gledamo u baricama kako se prelama svetlost, svakodnevno se susrećemo sa isparavanjem vode i slično. Osim posmatranja ovih pojava u prirodi, nastavnici u školi mogu izvoditi jednostavne eksperimente i uočavati neke naučne zakonitosti sa decom.

2.3. Cilj i hipoteze istraživanja

Kao osnovni cilj ovog istraživanja može se označiti verifikacija dejstva učenja putem rešavanja problema na povećanje obrazovnog učinka učenja u optimalno kontrolisanim eksperimentalnim uslovima.

Ukoliko se pokaže da učenici VII razreda osnovne škole ostvaruju bolje rezultate na testu znanja iz fizike, pod dejstvom učenja putem rešavanja problema, onda se može očekivati da će ovaj faktor u sličnim radnim uslovima i u okviru "redovne" nastave dati slične rezultate. To bi bila značajna praktična implikacija ovog istraživanja. Kako se učenje putem rešavanja problema odlikuje, pored ostalog, visokim stepenom angažovanosti misaonih funkcija u procesu usvajanja novih nastavnih sadržaja, to bi eventualno bolji uspeh na završnom testu znanja posredno ukazivao i na veću mogućnost vežbanja mišljenja u uslovima dejstva. Odnosno to bi značilo da razvoj ove intelektualne funkcije zavisi i od njenog vežbanja putem rešavanja problema.

Procesi mišljenja, koji su aktivirani dejstvom eksperimentalnog faktora, ostaju izvan polja neposrednog posmatranja, praćenja i merenja, kao i vaspitni efekti.

Da bi se rezultatima eksperimentalne provere poklonio zadovoljavajući nivo poverenja, tačnije da bi se eventualne promene u sferi obrazovnog učinka mogle pripisati dejstvu eksperimentalnog faktora, a ne nekim drugim nekontrolisanim uslovima, provera je zasnovana na ujednačavanju dveju grupa u eksperimentu u svim značajnim obeležjima, sem u pogledu načina rada.

Glavna hipoteza, može se razložiti na dve podhipoteze:

prva, da učenje putem rešavanja problema povoljnije od uobičajenog načina rada utiče na povećanje skora u testovima znanja, u zadacima koji se odnose na shvatanje prirode izučavanih fizičkih pojava i zakona; i

drugo, da se može očekivati značajnije poboljšanje i u pogledu usvajanja znanja koja se odnose na činjenične informacije.

2.4.Uzorak istraživanja

U ovom istraživanju primenjena je tehnika paralelnih grupa, kao osnovni metodološki postupak. Pri tome, vodeći računa o prirodi problema koji se istražuje, moralo se imati u vidu nekoliko kriterijuma:

1. karakter uzorka
2. veličina uzorka

Uzorak pripada kategoriji namernih uzoraka. Nameran uzorak je odabran zato što tehnika slučajnog uzorka nameće prilične teškoće. Praksa pokazuje da se odeljenja u jednoj školi najčešće sastavljuju, namerno ili slučajno, tako da su u njima zastupljene sve kategorije učenika u pogledu inтелигенције, uspeha u predmetima, discipline, socijalno - ekonomskog faktora i drugih obeležja, ukoliko, naravno, nije prisutan neki ekstremni faktor (izbor učenika prema opredeljenju za strani jezik i slično).

Istraživanje je organizovano u osnovnoj školi u opštini Žabalj. Njime je bilo obuhvaćeno 89 učenika VII razreda, i to iz eksperimentalne grupe 46 učenika i 43 učenika kontrolne grupe.

2.5. Merni instrumenti

Osnovna namena primenjenih mernih instrumenata bila je da, u skladu sa ciljem i karakterom istraživanja, pruže potrebne objektivne i pouzdane podatke o promenama koje nastaju prilikom upotrebe eksperimentalnog rada i o prethodnom stanju u pogledu opšte sposobnosti i znanja iz fizike.

Za izvršenje ovih funkcija korišćena su dva testa. Prvi test određuje prethodno stanje učenika u pogledu opšte sposobnosti i znanja iz fizike (Test I). Drugi test predstavlja kontrolni test koji daje informacije o promenama nastalim prilikom upotrebe eksperimentalnog rada.

Kako bi se stekao uvid u nivo znanja učenika pre obrade nastavne jedinice u tu svrhu konstruisan je test "toliko znam" (kod učenika poznatiji kao test "toliko ne znam"). Ovim testom se stekao uvid o stepenu prethodnih znanja iz ove nastavne celine.

2.5.1. Test I

Test meri prethodna znanja iz fizike, sadrži 15 zadataka sa maksimalnim skorom 20. Ovaj test je korišćen zbog toga što je istraživanje počelo u II polugodištu pa je postojala verovatnoća da će doći do eventualnih promena u ujednačenosti grupa u pogledu prethodnih znanja. Test je takođe imao zadatak da kontroliše i nivo znanja iz onih nastavnih celina koje su u vezi sa usvajanjem znanja iz toplice i mogu imati transferno dejstvo. Struktura testa po tipovima pitanja:

- a) Zadaci višestrukog izbora (6 zadataka)
- b) Zadaci dopunjavanja (8 zadataka)
- c) Zadaci grafičkog i numeričkog označavanja (1 zadatak)

2.5.2. Test "toliko znam"

Ovaj test je imao namenu da utvrdi nivo učeničkih prethodnih znanja iz oblasti topotnih pojava. Ovo prethodno znanje je posledica ranijih iskustava učenika o topotnim pojavama, s kojim se oni susreću u svakodnevnim praktičnim situacijama, i znanja koja su stekli u ranijim razredima. U istraživanju se morala obratiti pažnja na predznanja i iskustva učenika, jer se moglo dogoditi da takva "pomagala" odvedu učenika na krivi put jer konkretni primeri i poznavanje nekih proverenih uspešnih rešavanja utiču na stvaranje prebrzih zaključaka i tzv. "problemske slepoće", odnosno podcenjivanja nekog problema.

Test sadrži 11 pitanja sa maksimalnim skorom 15. Osim sadržaja, čije usvajanje doprinosi razumevanju prirode toplice i prirodnih zakona u oblasti topotnih pojava, test obuhvata i zadatke koji se odnose na činjenične informacije. Test iz tog razloga ima dve osnovne komponente:

1. Shvatanje suštine i uviđanje kauzalnih odnosa (zahteva se razmišljanje i shvatanje prirodne pojave ili zakona)
2. Usvajanje činjeničnih informacija (bitna je reprodukcija informacija)

Struktura testa po tipovima pitanja:

- a) Zadaci višestrukog izbora (6 zadataka)
- b) Zadaci dopunjavanja (4 zadataka)
- c) Zadaci grafičkog razumevanja (1 zadatak)

2.5.3. Kontrolni test

Ovaj test je imao namenu da "snimi" znanja, usvojena u toku obrade ove nastavne celine, i obezbedi egzaktnu osnovu za analizu i upoređivanje uspeha u eksperimentalnoj i kontrolnoj grupi, kao i zaključivanje o efikasnosti rešavanja problema u nastavi fizike.

Test je reprezent nastavnih sadržaja iz dela odeljka o topotrije i projekciji pretpostavljenih efekata. Osim sadržaja, čije usvajanje doprinosi razumevanju prirode topote kao energije molekulskog kretanja i prirodnih zakona u oblasti topotnih pojava, test je obuhvatio i zadatke koji se odnose na činjenične informacije. Test iz tog razloga ima dve osnovne komponente:

1. Shvatanje suštine i uviđanje kauzalnih odnosa (zahteva se razmišljanje i shvatanje prirodne pojave ili zakona)
2. Usvajanje činjeničnih informacija (bitna je reprodukcija informacija)

Test sadrži 13 zadataka sa maksimalnim skorom 20. Struktura testa po tipovima pitanja:

- a) Zadaci višestrukog izbora (6 zadataka)
- b) Zadaci dopunjavanja (6 zadataka)
- c) Zadaci numeričkog označavanja (1 zadatak)

2.6. Tok istraživanja

Oba načina rada, u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi, mogu se jednostavnije prikazati pomoću sledećeg sažetog poređenja toka časa obrade nastavnog sadržaja (tabela 1):

Etape rada	Rad u eksperimentalnim odeljenjima	Rad u kontrolnim odeljenjima
problem ili problemska situacija	nastavnik pred učenike postavlja problem (šta, kako, zašto...)	problem je što problemske situacije nema (danас ћemo raditi...)
postavka hipoteze	učenik postavlja hipotezu, učenik je aktivan	nastavnik nameće hipotezu, učenik je pasivan
rešavanje problema	učenik kroz ogled rešava problem	nastavnik ne rešava problem jer on ni ne postoji
zapažanja i zaključci	učenici zapisuju na tabli i u sveskama svoje rezultate	nametnute glomazne definicije i formule se zapisuju
rezimiranje stečenih znanja	nastavnik insistira na bitnim momentima	pitanja provere (kao na kvizu)
primena znanja u novim situacijama	rad na času (kako, zašto...), kod kuće smisli nove slučajevе	uradi za domaći zadatak
REZULTAT:	učenik voli ovakve časove, zainteresovan je	učenik nije zainteresovan, preovlađuje dosada i monotonija

Tabela 1. Poređenja toka časa obrade nastavnog sadržaja, u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi

U kontrolnoj grupi (uobičajeni način rada), rešavanje problema je retkost, čak i ako nastavna građa (nastavna situacija) to izričito nudi i zahteva. Čak iako ima problema oni su može se slobodno reći sporadični i ne daju pečat nastavnom procesu saznajnog razvoja mladih.

2.7. Toplotne pojave

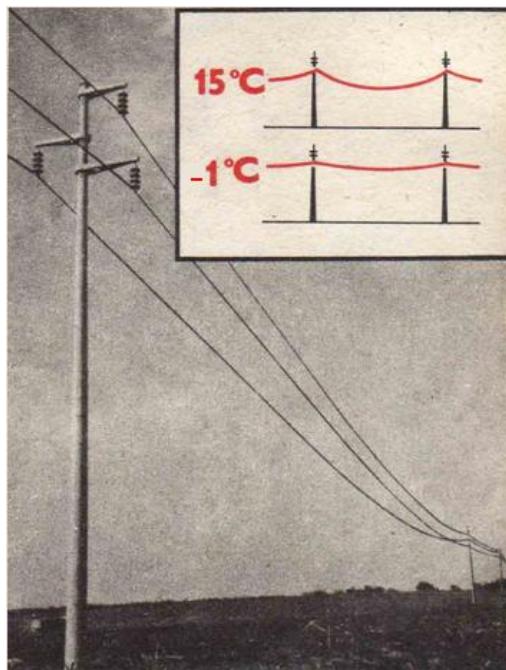
Osim mehaničkih i svetlosnih pojava, oko nas se svakodnevno dešavaju i drugačije, one koje su uslovljene zagrevanjem ili hlađenjem tela, prelaskom tela iz jednog agregatnog stanja u drugo i slično. U ove pojave ubraja se zagrevanje i hlađenje vazduha, mržnjenje vode, topljenje metala, itd. To su topotne pojave.

Čovek je počeo da koristi topotne pojave u svakodnevnom životu kada je kresanjem kamena o kamen proizveo varnicu i počeo da koristi vatru. Kasnije je čovek vatru koristio za topljenje metala kojeg je onda, umesto kamena i kostiju, upotrebljavao za pravljenje oruđa.

Izučavanje topotnih pojava dovelo je do pronađaska parnih turbina, i posebno motora sa unutrašnjim sagorevanjem. To su bezinski i dizel-motori koji pokreću vozove, brodove, automobile, avione. Na topotnim pojavama zasnovan je pogon raketne koja može da ponese veštačke satelite i vavionske brodove.

2.7.1. Topotno širenje tela i temperatura

Poznato je da se tela pri zagrevanju šire, a pri hlađenju skupljaju. Ova pojava važi za većinu tela u prirodi. Ova pojava može se uočiti kod žica dalekovoda koje su leti opuštene, a zimi zategnute (slika 1).



Slika 1. "Ponašanje" žica dalekovoda leti i zimi

Ako se metalna šipka zagревa, posle izvesnog vremena primećuje se povećanje njene dužine. Istovremeno se povećala i debljina šipke, ali je ovde više izražena promena samo jedne dimenzije, dužine. Ovakvo širenje tela naziva se **linearno širenje tela**.

Linearno širenje tela je primetno samo kod tela koja imaju jednu dimenziju izraženu (šipka, žica, greda), a druge dve su mnogo manje. Ukoliko su sve tri dimenzije tela podjednake, npr. kod tela u obliku kocke ili lopte, onda je termička promena dimenzija izražena kao promena cele zapremine tela pri zagrevanju. Zapremina tečnosti i gasova, takođe, menja se pri zagrevanju. Iz tog razloga se boce u kojima se čuvaju razne tečnosti ne pune do vrha.

Ako se, na primer, jedan kraj debljeg i dugačkog eksera drži u ruci, a drugi u plamenu, osetiće se zagrevanje tog eksera (slika 2). Što se duže ekser drži na plamenu, sve je veća opasnost od opeketine, jer eksoru, u tom slučaju, raste temperatura.



Slika 2. Zagrevanje eksera

Temperatura je fizička veličina koja predstavlja meru unutrašnje energije tela, ukoliko tela ne vrše rad.

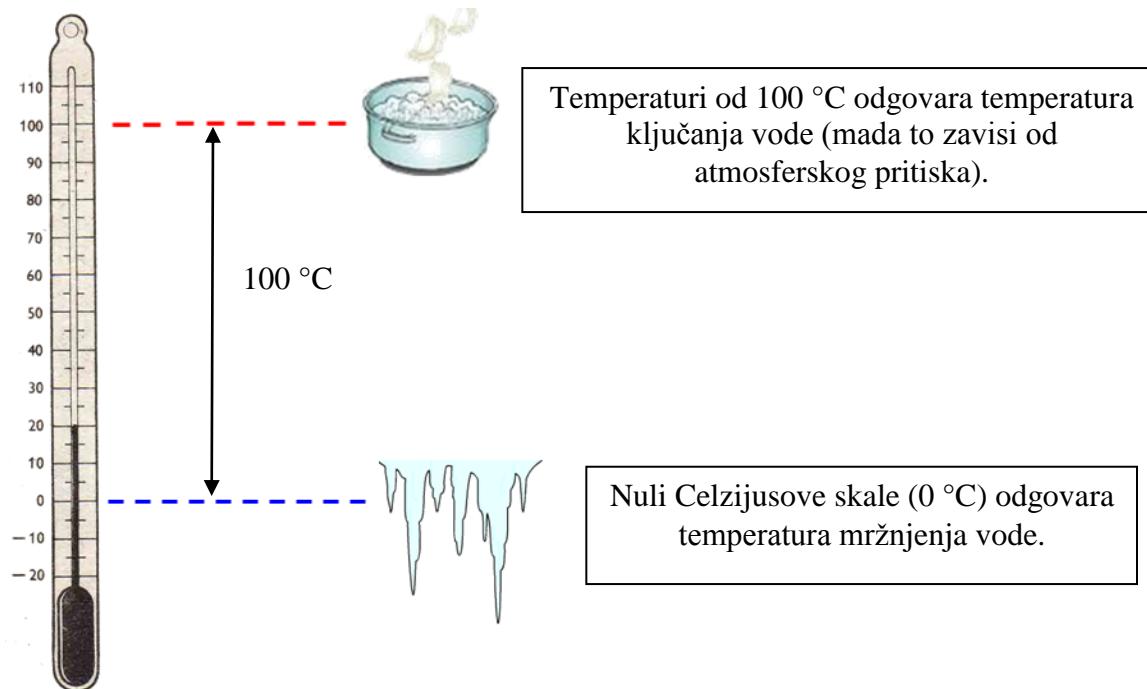
Učenicima se može definisati na sledeći način: **Temperatura je fizička veličina kojom se opisuje stepen zagrejanosti tela.**

1740. godine Anders Celsius (slika 3), švedski astronom, predložio je temperturnu skalu koja se koristi u svakodnevnom životu za određivanje temperature.

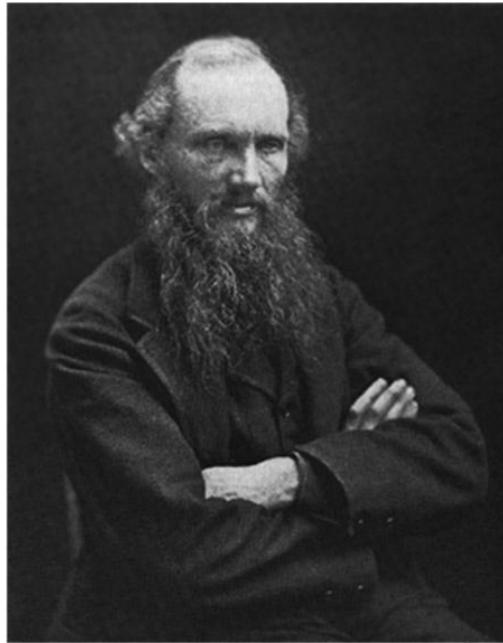


Slika 3. Anders Celsius (1701 - 1744)

Ova skala se naziva Celzijusova temperaturna skala. Temperatura izmerena u stepenima Celzijusa ($^{\circ}\text{C}$) obeležava se sa t . Pri tome, nuli te skale ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) odgovara tačka mržnjenja vode. Temperaturi od $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ odgovara ključanje vode, mada to delom zavisi od atmosferskog pritiska (slika 4).



Slika 4. Celzijusova temperaturna skala



Slika 5. Kelvin, William Thomson, 1st Baron (1824 -1907)

Sredinom XIX veka engleski fizičar Kelvin je izučavao širenje gasova i zaključio da je najniža moguća temperatura -273°C . Vrednost ove temperature naziva se **apsolutna nula**. Temperatura koja se meri od absolutne nule naziva se Kelvinova temperatura. Jedinica temperature u Međunarodnom sistemu jedinica jeste kelvin (K).

Celzijusova temperatura (t) definiše se kao razlika između termodinamičke temperature T i T_0 ($t = T - T_0$), gde je T temperatura u Kelvinima, $T_0 = -273.15^{\circ}\text{C}$ je absolutna nula gde prestaje molekularno kretanje. Temperatura smrzavanja (mržnjenja) vode je na 273.15 K , a voda ključa na 373.15 K pri normalnom atmosferskom pritisku i hemijski čistoj vodi. Vidi se da promena temperature, za određeni broj stepeni u Celzijusovoj skali, odgovara promeni za isti broj kelvina, u Kelvinovoj skali tj. $\Delta T = \Delta t$.

Sledi da se temperatura po Kelvinovoj skali T izračunava tako što se broju 273 doda temperatura t merena u Celzijusovoj temperaturnoj skali. Dakle: $T = (273 + t / ^{\circ}\text{C})\text{ K}$.

	Kelvinova skala (K)	Celzijusova skala ($^{\circ}\text{C}$)
Ključanje vode	373	100
Sobna temperatura	296	23
Smrzavanje vode	273	0
Apsolutna nula	0	-273

Tabela 3. Vrednosti temperatura u K i $^{\circ}\text{C}$

Napomena: Dve bitno različite fizičke veličine obeležavaju se istim slovima: vreme i temperatura u stepenima Celzijusa (t). Isti je slučaj i sa temperaturom izraženom u stepenima

kelvina i periodom oscilovanja (T). Ipak, ove veličine su dovoljno različite pa pri rešavanju zadataka ne postoji mogućnost za pogrešno tumačenje o kojoj se veličini radi.

2.7.2. Merenje temperature

Temperatura tela kvalitativno se može opisati kao mera njegove relativne topote ili hladnoće. Dodirujući jedno telo, osećaj temperature omogućava da grubo procenimo njegovu temperaturu na sličan način kao što mišićnim naporom grubo procenjujemo veličinu jedne sile. Međutim, očigledno je da je domen osećaja temperature suviše ograničen i nije dovoljno tačan da bi bio od neke vrednosti za nauku i tehniku. Za merenje temperature se mora upotrebiti neka merljiva fizička osobina koja se menja sa temperaturom, kao što se za merenje sile upotrebljava izvesna osobina tela koja se menja sa silom, kao, na primer, dužina spiralne opruge. Svaki instrument koji se koristi za merenje temperature naziva se **termometar**.

Termometar je instrument za merenje temperature tela. Ime mu potiče od dve kratke reči: "thermo" (toplota) i "meter" (merenje). Termometar se može koristiti za merenje temperature u kući ili van nje, ili za merenje temperature bolesnim ljudima (a ne "toplomer" kako se često pogrešno naziva).

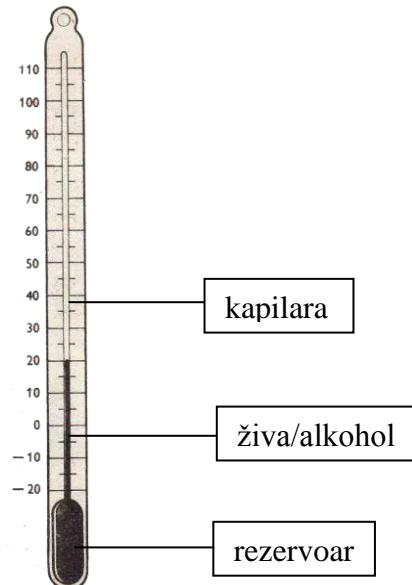
Jedan od najranijih pronašlača termometra (1600 godina) bio je italijanski naučnik Galileo Galilej. Njegov prvi termometar (slika 6) bio je veoma jednostavan.



Slika 6. Galilejev termometar

Današnji termometri su drugačiji od onih koje je Galileo koristio. Rani termometri su koristili vodu, ali pošto bi se voda smrzavala nije postojala mogućnost da se meri temperatura manja od tačke smrzavanja vode.

Današnji termometri su različitih konstrukcija, ali su svi uglavnom zasnovani upravo na osobini tela da se šire pri zagrevanju i skupljaju pri hlađenju. Najčešće se koriste termometri sa živom ili sa alkoholom. Oni se sastoje iz staklene uzane cevi - kapilara, koja na donjem kraju ima proširenje – rezervoar (slika 7).



Slika 7. Konstrukcija termometra

Fizčki princip rada termometra zasniva se na tome da se živa ili alkohol ili neka druga tečnost u rezervoaru zagreva i širi. Na primer, bolesnicima se meri temperatura tako što se on stavi ispod pazuha i drži neko vreme. Za to vreme se dužina stuba žive u termometru povećava, dok ne zastane na određenoj vrednosti. Termometar i telo su postigli toplotnu ravnotežu. To znači da su se njihove temperature izjednačile. Dakle temperatura očitana na termometru jednaka je temperaturi tela.

Kako živa mrzne na -39°C živim termometrom nije moguće meriti niže temperature od ove. Za merenje nižih temperatura koristi se termometar sa alkoholom pošto alkohol mrzne na 114°C , ali termometar sa alkoholom ne može poslužiti za merenje visokih temperatura jer alkohol ključa već na 78°C .

2.7.3. Zanimljivosti iz svakodnevnog života

U proseku Zemlja na svojoj površini ima temperaturu 15°C , u odnosu na svoju veličinu trebala bi imati efektivnu radijacijsku temperaturu -18°C . Sva tela, koja imaju temperaturu iznad $-273,15^{\circ}\text{C}$ zrače (odaju) energiju. To što je temperatura na Zemlji veća za 33°C ($15+18=33$) nego što bi trebala biti sa obzirom na površinu tela posledica je pozitivnog bilansa između kratkotalasnog zračenja koje dolazi na Zemlju i količine dugotalasnog zračenja koje Zemlja odaje.

Zemljina atmosfera, uglavnom vodena para i CO₂ uzrokuju tzv. **efekt staklene bašte** koji održava temperaturu na površini Zemlje i uz vodu u tečnom stanju održava život. Vodena para i CO₂ propuštaju sunčevu zračenje, ali ne propuštaju dugotalasno zračenje Zemlje u svemir.

Temperatura na zemlji varira geografski i vremenski. Pri vremenskom variranju razlikujemo dnevne i sezonske promene temperature. U tropima dnevne i sezonske promene temperatura su male, samo nekoliko stepeni. U umerenim ili artičkim zonama te promene su značajne. Te razlike mogu biti veće od 50 °C u istoj sezoni. Razlike letnjih temperatura u pustinji su čak do 50 °C. U toku jedne godine promene mogu biti još veće u Sibiru do 107 °C.

Zbog velikog smanjenja kratkotalasnog sunčevog zračenja, koje prolazi kroz krošnje, letnja temperatura vazduha i zemljišta u šumi je niža od okolnog prostora. Šumska vegetacija deluje kao pokrivač koji eleminiše uticaj okolinog zračenja. Gubitak zračenja šumskog zemljišta i prizemnih biljaka je puno manji nego u otvorenim površinama, tako da je opasnost od mraza u šumi puno manja. Temperatura tla i vazduha u zimskoj noći često je veća u šumi nego na otvorenim površinama, šuma ublažava oscilacije temperature, tj. manji su ekstremi. Maksimalna temperatura u šumi je niža za 4,6 °C, a minimalna veća u proseku za 3 do 4 °C.

Uticaj niskih temperatura može dovesti do poremećaja metabolizma. Niske temperature dovode do stvaranja kristala leda u ćelijama i međućelijskim prostorima koji oštećuju ćeliju. Smrznuta tkiva često pokazuju simptome dehidratacije. Iako je šteta uzrokovana mrazom relativno česta, za neke vrste mraz nije uvek štetan. Kod smrče je česta pojava kristala u ćelijama, ali bez oštećenja ćelija. Jedna od mogućih posledica globalnog zagrevanja, koju prouzrokuje povećana koncentracija CO₂ u vazduhu (efekat staklene bašte) je smanjenje ili skraćenje potrebnih hladnih zimskih perioda. To može da postane problem za sve severne vrste drveća u južnom delu njihove prirodne rasprostranjenosti. Reakcija biljke na temperaturu nije uvek ista, zavisi od temperaturnih uslova kojima je biljka bila ranije izložena i sposobnosti biljke da se prilagodi. Biljka koja je prošla sporo postepeno smanjenje temperature, ima mogućnost da opstane na mnogo nižoj temperaturi nego biljka koja je prošla brzo naglo smanjenje temperature. Temperatura ima veliki uticaj na geografsko rasprostranjenje pojedinih vrsta drveća. S obzirom na temperaturu obrazovali su se određeni vegetacijski pojasevi. Od ekvatora prema polovima razvili su se različiti šumski pojasevi, i to: tropske kišne šume, zatim lišćarske šume umerene zone koje prelaze u šume lišćara i četinara, a potom sledi pojas severnih četinarskih šuma.

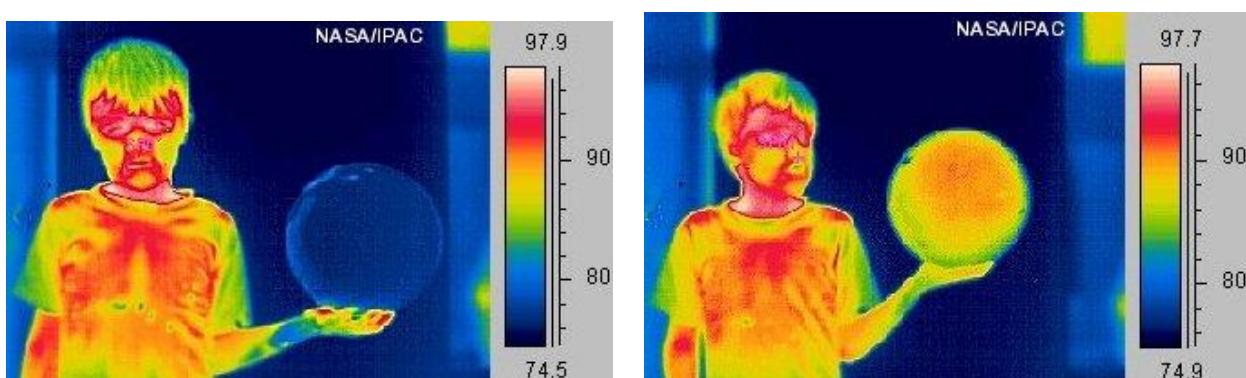
Iz ovoga sledi tzv. **Hopkinsovo bioklimatsko pravilo** koje kaže da sve biološke pojave u proleće (listanje, cvetanje) kasne za 3 do 4 dana za svaki stepen geografske širine ili za svakih 100-130 metara nadmorske visine. Suprotno tome sve biološke pojave u jesen dešavaju se 3 do 4 dana ranije (opadnje lišća) sa povećanjem geografske širine i nadmorske visine. Na primer listanje bukve kasni 7 dana na 250 metara nadmorske visine, tj. povećanjem visine za 36 metara listanje kasni čitav jedan dan. Temperatura u šumi ima važnu ulogu u snabdevanju biljaka hranjivim materijama. "Skupljanje" organskih materija u hladnijoj klimi je dosta sporije nego u toplijim uslovima. Kruženje hranjivih materija zavisi od temperature. U severnim područjima se pokazalo da temperatura utiče na rast drveća u mnogo većoj meri preko uticaja na kruženje hranjivih materija, nego direktnim uticajem na same fiziološke procese u biljci.

2.7.4. Količina toplotne i toplotna ravnoteža

Univerzum je kreiran od materije i energije. Materija se sastoji od atoma i molekula i energija ih stalno "podstiče" na kretanje. Kretanje atoma i molekula kreira formu energije koja se naziva toplota ili termalna energija koja je prisutna u svim telima. Čak i u najhladnijim delovima svemira, materija i dalje ima veoma malu ali i dalje merljivu količinu toplotne energije.

Energija može zauzeti različite forme i može ih menjati. Mnogi različiti tipovi energije mogu biti pretvoreni u toplotnu energiju. Svetlosna, električna, mehanička, hemijska i drugi vidovi energije mogu uzrokovati da se supstance ugreju tako što ubrzavaju kretanje njihovih molekula. Stoga, kada se energija "smesti" u sistem on se ugreje, a kada se "izvadi" iz njega sistem se ohladi, tj. telo u tom sistemu.

Sledeći primer pokazuje konverziju mehaničke energije u termalnu energiju (toploto). Mehanička energija se pretvara u termalnu energiju kada se lopta baci u vis (slika 8). Svaki put kada lopta udari od poda, nešto energije koja se dobije kretanjem lopte se konvertuje zagrevajući loptu.



Slika 8. Konverzija mehaničke energije u termalnu energiju kada se lopta baci u vis

Na osnovu iznetih činjenica može se zaključiti da je toplota jedan od vidova energije. Energija koju telo prima ili otpušta u toplotnim procesima naziva se **količina toplotne**. Količina toplotne se obeležava sa ΔQ , a jedinica joj je džul (J).

Osim džula kao jedinice za količinu toplotne koristi se i kalorija (cal). Kalorija je količina toplotne koja jednom gramu vode povisi temperaturu za 1°C . Iako je ova jedinica još uvek u upotrebi, gornja definicija je napuštena iz dva razloga. Prvi razlog je u tome što se zna da je toplota oblik energije. Stoga je nepotrebno definisati jedinicu kojom će se meriti toplota. Drugi razlog leži u tome što potrebna toplota za podizanje 1 grama vode varira sa mestom ove razlike na temperaturskoj skali, tj. ili je između 1°C i 2°C ili između 37°C i 38°C . Međunarodnim sporazumom kalorija je definisana kao određeni umnožak džula. Ova definicija vodi sledećoj relaciji:

$$1 \text{ cal} = 4.18605 \text{ J}$$

Često se koriste i kilokalorije (kcal): 1kcal = 1000 cal

2.7.5. Toplotna kapacitativnost

Zagrejano telo će predavati svoju toplotu hladnijim telima koja ga okružuju. Hladnija tela se greju na račun toplote toplijih tela iz okoline. Pri tome, temperatura tela koje otpušta toplotu - opada, dok temperatura tela koje prima toplotu - raste. Znači, promena temperature tela povezana je sa odavanjem ili dodavanjem određene količine toplote (postoji direktna srazmernost ove dve veličine).

Dalje, ako se posmatra zagrevanje različitih masa iste supstancije, vidi se da i tu postoji direktna srazmerna, pa se može reći da je količina toplote ΔQ koju telo prima (predaje) srazmerna njegovoj masi m i promeni temperature Δt :

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$

Rešavanjem prethodne jednačine po c:

$$c = \Delta Q / (m \cdot \Delta t)$$

sledi da je c količina toplote potrebna da se jedan kilogram supstancije zatrepe za jedan kelvin odnosno stepen Celzijusa. To je karakteristika supstancije i naziva se **specifična toplotna kapacitativnost**. Jedinica za specifičnu toplotnu kapacitativnost je:

$$[c] = J / (kg \cdot ^\circ C)$$

Specifična toplotna kapacitativnost nekih supstancija data je u tabeli 4.

Supstancija	c (J/(kg·°C))
voda	4200
alkohol	2500
led	2100
aluminijum	880
staklo	800
živa	140

Tabela 4. Specifična toplotna kapacitativnost nekih supstancija

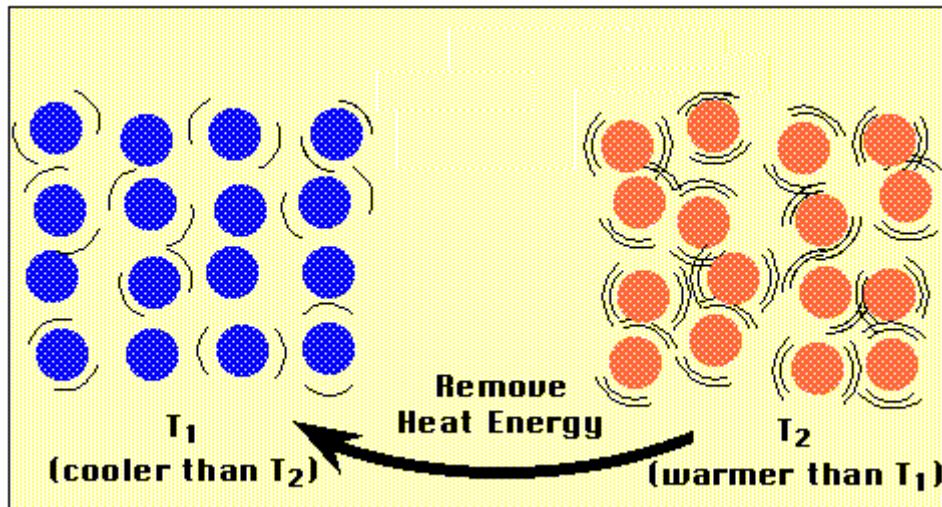
2.7.6. Toplotna ravnoteža

Pošto je toplota vid energije, onda se zakon održanja mehaničke energije može proširiti i na toplotu. Tačnije, postoji energetska ravnoteža i u topotnim procesima.

Električni grejač bojlera zagreva vodu u rezervoaru tog bojlera. Tom prilikom grejač predaje toplotnu energiju vodi. Povećava se temperatura vode. Dakle, električna energija prelazi u unutrašnju energiju vode. Voda je od grejača preuzela onoliku količinu toplote koliku je grejač njoj predao.

Toplotna energija se može predavati i na drugi način. Na primer, metalni predmet se može zagrejati direktno na plamenu. Međutim, u prirodi postoji i obrnut proces. Leti se u sok ubacuju kockice leda da bi se ovo piće ohladilo i postalo osvežavajuće. Tom prilikom led se topi (prima toplotu od soka), a sok se hlađi (predaje toplotu ledu). Predata količina toplote soka jednaka je primljenoj količini toplote leda. U jedinstvenom sistemu, **uvek postoji ravnoteža primljene i predate količine toplote**.

Posmatrajmo najjednostavniji slučaj, dve posude sa vodom. U jednoj se nalazi voda mase m_1 i temperature t_1 , a u drugoj voda masa m_2 i temperature t_2 , i neka je $t_2 > t_1$. Ako se izmešaju te dve vode, posle izvesnog vremena uspostavlja se toplotna ravnoteža u smislu da celokupna voda (mase m_1+m_2) ima neku zajedničku temperaturu t (slika 9).



Slika 9.

Temperatura t je niža od temperature t_2 ali viša od t_1 . Pri mešanju se voda temperature t_2 hlađi do t , a voda temperature t_1 se greje do t . Voda koja se hlađi otpušta količinu toplote:

$$\Delta Q_2 = c_v \cdot m_2 \cdot (t_2 - t)$$

Ovde je c_v specifični toplotni kapacitet vode.

Voda koja se greje prima količinu toploće:

$$\Delta Q_1 = c_v \cdot m_1 \cdot (t - t_1)$$

Ako nema gubitaka na hlađenje (posude su izolovane pri mešanju voda) onda mora biti prema zakonu održanja energije:

$$\Delta Q_2 = \Delta Q_1$$

a ovo daje: $c_v \cdot m_1 \cdot (t - t_1) = c_v \cdot m_1 \cdot (t - t_1)$

Sređivanjem ovog izraza nalazi se ravnotežna temperatura: $t = [m_1 t_1 + m_2 t_2] / (m_1 + m_2)$

2.7.7. Čestični sastav supstancije

Svako veliko telo, sistem sastavljen je od mnogo malih tela – čestica ili mikročestica, odnosno molekula i atoma, koji se neprestano kreću. U toku kretanja molekuli (atomi) stalno se međusobno sudaraju. Posle svakog sudara molekul menja brzinu, pravac i smer kretanja. Znači kretanje molekula je haotično.

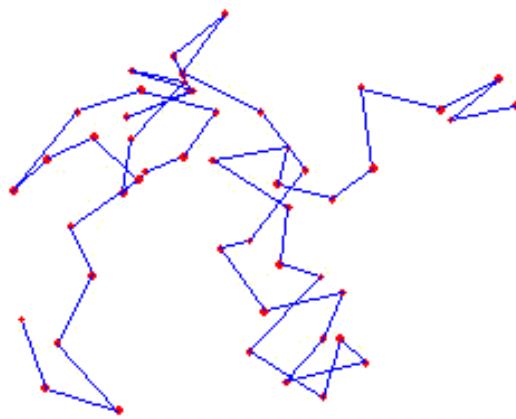
U XIX veku škotski botaničar Braun (slika 10) je pod mikroskopom posmatrao polenov prah u kapljici vode. Sa iznenađenjem je primetio da se čestice polena kreću u svim pravcima, baš kao da su žive. Ovo kretanje, po njemu je nazvano **Braunovo kretanje**.



Slika 10. Brown, Robert (1773 - 1858)

Uzrok neobičnog kretanja zrna polena jeste u neprekidnom kretanju molekula vode. U kapljici vode nalazi se zrno polena koje je mnogo veće od molekula vode. Njega u svakom

trenutku udara veliki broj molekula vode. Krupna čestica kreće se u onom pravcu u kome je pretrpela najveći broj sudara. Koji je to pravac u prostoru, stvar je slučaja. Čestica se zato kreće po zamršenoj cik – cak liniji. Na slici (slika 11) je prikazana putanja haotičnog kretanja molekula.



Slika 11. Putanja haotičnog kretanja molekula

Otkriće Braunovog kretanja bilo je važno za upoznavanje strukture supstancije jer je pokazalo da se voda sastoji od pojedinih čestica koje su u neprekidnom kretanju.

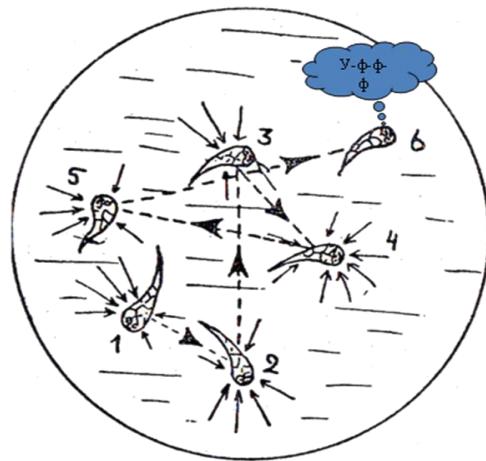
Molekuli svih tela su u stalnom, neprekidnom kretanju. Ovo kretanje je potpuno neuređeno. Svaki molekul ispisuje zamršenu putanju. Molekul "ne zna" gde je levo, gde je desno, gde je napred, a gde je nazad. Svi pravci u prostoru su mu podjednako dobri, a kuda će da krene, zavisi samo od slučaja. Do promene smera i pravca kretanja molekula dolazi zbog toga što se on sudara sa drugim molekulima.

Zanimljivost:

Sjajni američki fizičar (ruski emigrant) Džordž Gamov u svojoj knjizi “Jedan, dva, tri... do beskonačnosti” ovako je opisao uticaj termičkog kretanja na mikroorganizme:

“Za one organizme koji su mnogo manji od ljudskog bića, kao na primer male bakterije u kapi vode, efekat termičkog kretanja je mnogo izraženiji i ova jadna stvorenja su stalno podvrgnuta guranju, prevrtanju, udaranju i nemirni molekuli ih napadaju sa svih strana, ne ostavljajući ih na miru.”

I na svoj duhoviti način je to potkrepio slikom (slika 12) i komentarom.

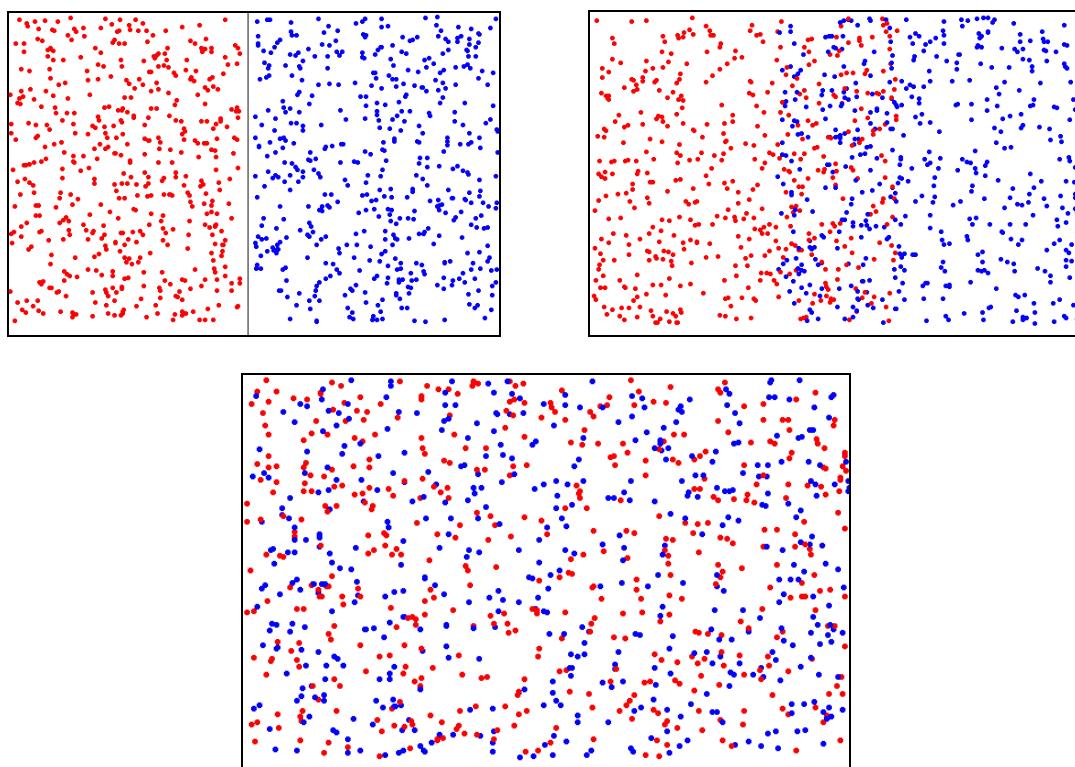


Slika 12. Grafički prikaz uticaja termičkog kretanja na mikroorganizme

Šest uzastopnih položaja jedne bakterije koja se kreće tamo – amo pod udarcima molekula (što je fizički pravilno, ali sa tačke gledišta bakterija nije).

2.7.8. Difuzija

Proces pri kom se supstancije mešaju bez ikakvih spoljašnjih uticaja naziva se difuzija (slika 13).



Slika 13. Proces difuzije

Difuzija nije samo karakteristična za dve različite tečnosti. Ona se odvija i u gasovima i u čvrstim telima. U gasovima je znatno brža nego u tečnostima i čvrstim telima, jer su i molekuli gasova mnogo pokretljiviji. Tako, na primer, dok se za difuziju plavog kamenog mraza mora čekati nedelju dana, posle otvaranja boce sa kolonjskom vodom miris se oseća na drugom kraju sobe, udaljenom nekoliko metara od boćice, već posle desetak minuta.

Difuzija molekula čvrstih tela je vrlo spora. Kada se fino polirane pločice bakra i zlata stave jedna preko druge i dobro pritisnu presom, posle više godina, na spoju bakra i zlata se formira legura, koja sadrži oba metala, debela oko 0.001 mm.

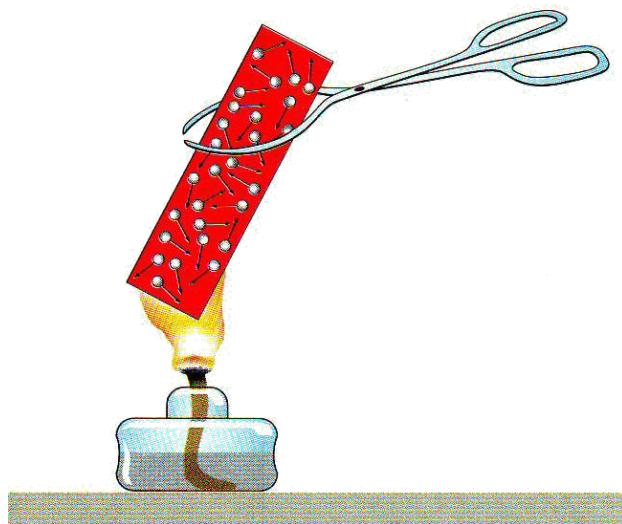
Proces difuzije je spor, iako su molekuli vrlo brzi, jer se molekuli ne kreću pravolinijski nego cik - cak linijama. Difuzija se neprestano odvija u prirodi. Ona je vrlo važna za ishranu celija biljaka i životinja. Na ovaj način ribe udišu kiseonik rastvoren u vodi.

2.7.9. Unutrašnja energija tela

Neuređeno (haotično) kretanje mikročestica naziva se **toplotno kretanje**.

Dok se mehaničko kretanje sastoji u kretanju pojedinačnih čestica ili tela kao celina, toplotno kretanje je kretanje velikog broja mikročestica (molekula, atoma i dr.). Makroskopske pojave vezane za toplotno kretanje molekula su toplotne pojave. Toplotno kretanje je poseban oblik kretanja koje se vrši u samim telima. Zato se ovo kretanje naziva i unutrašnje kretanje, a odgovarajuća energija - **unutrašnja energija**. **Unutrašnja energija je zbir kinetičke i potencijalne energije uzajamnog delovanja svih molekula (atoma) tela.**

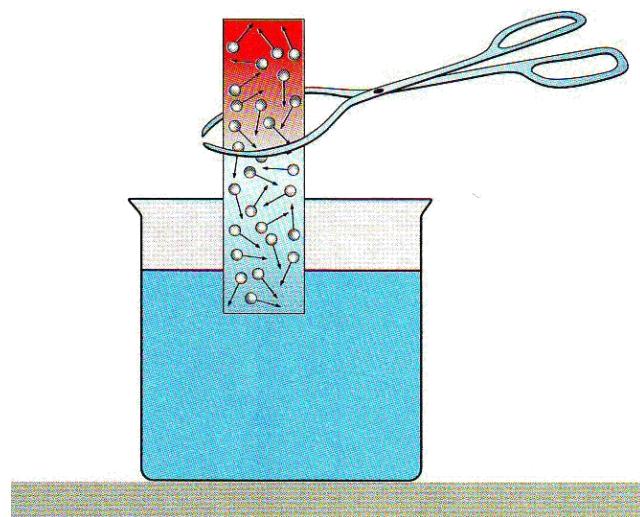
U svakom telu ima mnogo molekula i kako se molekuli kreću velikom brzinom, unutrašnja energija tela je velika (slika 14). I što je ona veća, to je temperatura viša.



Slika 14. Unutrašnje kretanje molekula pri zagrevanju

Temperatura karakteriše unutrašnje stanje tela. Temperatura meri - oslikava unutrašnju energiju tela. Unutrašnja energija kod gasova praktično se svodi na kinetičku energiju molekula. Znači, **temperatura je srazmerna srednjoj kinetičkoj energiji neuređenog kretanja molekula gasa.**

Do sada nije rečeno da je unutrašnja energija isto što i toplota. Ona to nije, ali može postati. Toplota je onaj udeo unutrašnje energije koji se sa tela više temperature prenosi na telo niže temperature (slika 15). To se dešava tokom njihovog toplotnog međudelovanja i to je spontani prirodni proces. Onda se i unutrašnja energija tela menja u procesima prenošenja toplote.



Slika 15.

3. OBRADA NASTAVNE TEME "TOPLOTNE POJAVE"

Teorija, opisana u prethodnom poglavlju, predstavlja pokušaj detaljnog sagledavanja i objašnjavanja topotnih pojava na nivou znanja stečenih u osnovnoj školi. Načini zaključivanja, kao i redosled uvođenja ključnih fizičkih veličina za objašnjavanje topotnih pojava, uz značajna uprošćavanja primenjuju se za učenike VII razreda osnovne škole. Ovo poglavlje posvećeno je obradi nastavne teme *Toplotne pojave*, koja je predviđena planom i programom ministarstva Republike Srbije za VII razred osnovne škole.

U okviru ove nastavne teme obrađuju se pojmovi temperature i topote. Po programu ovoj nastavnoj temi predviđeno je 5 nastavnih časova (4 časa obrade nove nastavne jedinice + 1 čas – laboratorijske vežbe).

Raspored nastavnih jedinica

1. Termičko širenje tela
2. Pojam temperature i topote; merenje temperature – termometri
3. Količina topote i topotna ravnoteža
4. Čestični sastav supstancije: molekuli i njihovo haotično kretanje; unutrašnja energija tela
5. Laboratorijske vežbe

Kad je reč o vremenskoj strukturi nastavnog časa fizike, prihvaćena je šema: uvodni, glavni i završni deo časa. Ova podela ne znači nikakvu odvojenost, niti nastavnik treba da naglašava kada počinje novi deo časa; radi se samo o pokušaju objedinjavanja grupe srodnih informacija u jednu celinu.

U nastavku rada, prikazan je jedan od mogućih koncepata nastavnih časova predviđenih za obradu ove nastavne teme.

1. čas

3.1. OBRADA NASTAVNE JEDINICE "TERMIČKO ŠIRENJE TELA"

3.1.1. Osnovna zamisao i zadaci časa

Pojave toplotnog širenja tela učenicima su delom poznate iz svakodnevnog iskustva i učenja u prethodnim razredima te im neće biti teško da shvate. Težište rada treba da bude na saznanju koje su opšte karakteristike širenja tela pri zagrevanju, a posebno karakteristike širenja čvrstih, tečnih i gasovitih tela. To treba dokazati ogledima.

Obrada ove nastavne jedinice treba da doprinese:

- osposobljavanju učenika za shvatanje uzročno - posledičnih veza i odnosa (zagrevanje – širenje tela, hlađenje – skupljanje tela);
- razvijanju mišljenja, formirajući naučnog shvatanja i tumačenju fizičkih zakona;
- uvođenju učenika u ispitivanje prirodnih (fizičkih) pojava;
- sticanju znanja.

3.1.2. Znanja i pojmovi

1. Čvrsta tela se pri zagrevanju šire, a pri hlađenju se skupljaju;
2. pri istim temperaturnim uslovima razna čvrsta tela se različito termički ponašaju;
3. pri istim temperaturnim uslovima razne tečnosti se različito termički ponašaju;
4. pri istim temperaturnim uslovima i istom pritisku svi gasovi se podjednako šire;
5. pri istim temperaturnim uslovima tečnosti se šire više od čvrstih tela, a gasovi više od tečnosti;
6. sva se tela pri zagrevanju šire, a pri hlađenju se skupljaju.

Novi termini: zapreminske širenje tela, linearno širenje tela, bimetalna traka.

3.1.3. Ogledi

U okviru obrade ove nastavne jedinice predviđeni su sledeći ogledi:

- R*** Izduženje žice.
E* Zašto novčić pada?
Š* Gravesandov ogled.
E* Ogled sa bimetalnom trakom.
NJ* Širenje tečnosti pri zagrevanju.
E* Širenje vazduha pri zagrevanju - razigrani balon.

Učenici se dele u grupe metodom slučajnog uzorka. Daju im se listići sa ispisanim slovima R, E, Š, E, NJ, E. Svi koji su izvukli isto slovo čine jednu grupu.

Nastavne metode: Laboratorijska metoda - grupni oblik; demonstracija; razgovor.

3.1.4. Tok časa

Postavljanje glavnog problema: Šta će biti sa dečijim balonom kada u njega uduvamo vazduh, pa ga zavežemo tako da vazduh ne izađe i prinesemo ga zagrejanoj peći? (Očekivan odgovor: Pući će). Zašto balon u tom slučaju puca? (Očekivan odgovor: Vazduh se u njemu zagrejao i proširio). Šta je pravi uzrok pucanja balona? (Očekivan odgovor: Širenje zagrejanog vazduha).

Šta biva sa čvrstim telima i tečnostima kad ih zagrevamo? (Očekivan odgovor: Oni se šire). Navedite neki primer! Šta biva sa njima kada se ohlade? (Očekivan odgovor: Skupljaju se).

Šta su posledice širenja i skupljanja tela? (Očekivan odgovor: Širenje i skupljanje tela su posledice zagrevanja, odnosno hlađenja). Kako možemo znati da su promene okolne toplove izazvale promene na telima? Navedite neki primer. (Očekivan odgovor: Zagrevanje i hlađenje možemo dodirom ruke da osetimo i tako zaključimo da promene okolne toplove izazivaju promene na telima). Ali, takvo objašnjenje može dati i učenik nekoliko godina mlađi od vas, a vi treba da pratite naučno tumačenje pojave širenja i skupljanja tela, da nađete njen dublji uzrok. Uzrok je u samim telima.

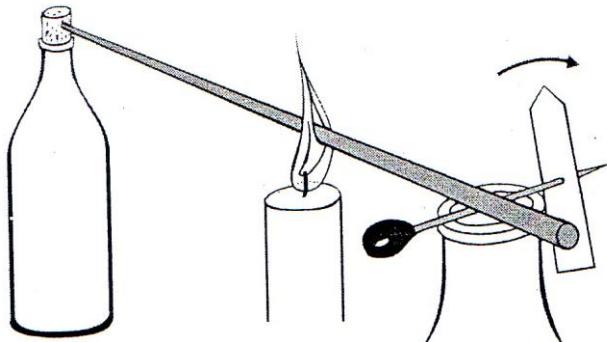
Rešavanje problema: Najpre ćemo proučiti kako se na toploti šire čvrsta tela, zatim tečna i na kraju gasovita tela da bismo shvatili kakve se promene događaju u telima. U tome će nam pomoći ogledi koje ćete izvesti.

Učenike treba podeliti u grupe metodom slučajnog uzorka. Dati su im listići sa ispisanim slovima R, E, Š, E, NJ, E. Svi koji su izvukli isto slovo čine jednu grupu. Hipotezu svake grupe napisati na tabli. Ulogu izveštaja vrše svi učenici iz grupe, ravnopravno.

3.1.5. Ogled I. Izduživanje žice (grupa R)

Problem: Širenje čvrstih tela na toplosti

Pogledajte dati materijal. Kako bi ste mogli dokazati da se metalna šipka širi pri zagrevanju? Pomoću žice se može pokazati da se čvrsta tela prilikom zagrevanja šire!



Potreban materijal:

- žica dužine 50 cm
- dve velike prazne vinske boce iste veličine
- čep, čiode i parče papira ili kartona
- sveća ili Bunzenov plamenik

Priprema eksperimenta:

Jedan kraj ravne žice stavite u gornji deo čepa. Čep stavite u praznu vinsku bocu. Drugi kraj žice stavite na čiodu, koja leži na grliću druge prazne boce (vidite sliku). Na čiodu nabodite karton isečen u obliku kazaljke. Ispod tako postavljene žice postavite sveću, ili Bunzenov plamenik.

Dok se žica zagревa, odgovorite na ova pitanja: Šta će biti sa kazaljkom ako se žica proširi? Šta nam je ogled dokazao? U kom se pravcu žica širila? Kako to drugačije možemo reći? (Izdužila se).

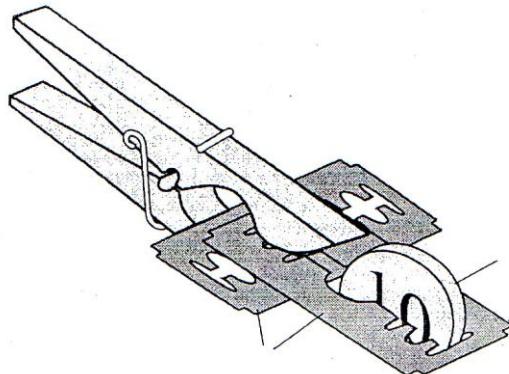
Objašnjenje:

Prilikom zagrevanja dolazi do zapreminskega širenja žice. Zbog odnosa prečnika i dužine žice, ovakvo širenje može se smatrati linearnim. Zbog toga se papirna kazaljka okrenula tako, da je njen gornji deo skrenuo u pravcu suprotnom od izvora toplote.

3.1.6. Ogled II. Zašto novčić pada? (grupa E)

Problem: Širenje čvrstih tela na toplosti

Pogledajte dati materijal. Kako bi mogli dokazati da se tela šire pri zagrevanju, a skupljaju pri hlađenju? Uz pomoć dva žileta moguće je posmatrati osobine novčića prilikom zagrevanja i hlađenja!



Potreban materijal:

- dva žileta
- novčić
- štipaljka za veš
- pljosnata klešta
- Bunzenova lampa ili sveća
- posuda (prečnika 20 cm i visine 10 cm)

Preparacija eksperimenta:

Učvrstite dva žileta štipaljkom za veš kao na slici. Odaberite novčić takvih dimenzija, da može da padne kroz otvor žileta. Ovaj položaj novčića učvrstite štipaljkom, a potom držite kleštimi iznad plamena, pazeci da ga ne zagrejete do usijanja! Kada prestanete grejati novčić i uklonite štipaljku novčić neće ispasti iz otvora žileta. Zašto? Uzmite žilet kleštimi i zajedno sa novčićem stavite ga u posudu sa hladnom vodom. Šta se dogodilo posle kraćeg vremena? Objasnite zašto se to dogodilo.

Objašnjenje:

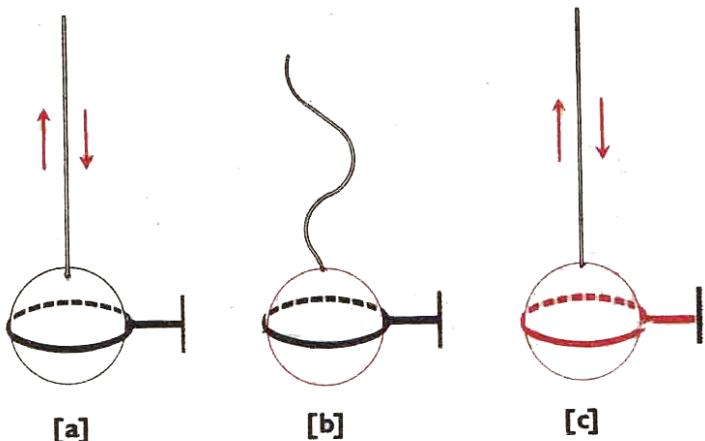
Povećanje prečnika ne dozvoljava novčiću da padne i on ostaje zaglavljen u otvoru žileta. Ako se žilet sa novčićem stavi u posudu sa hladnom vodom, novčić se skuplja, prečnik dostiže prvobitnu vrednost i novčić pada!

3.1.7. Ogled III. Gravesandov prsten (grupa Š)

Problem: Širenje čvrstih tela na toplosti

Potreban materijal:

- metalni prsten
- metalna kugla (koja prolazi kroz metalni prsten)
- sveća ili Bunzenov plamenik



Priprema eksperimenta:

Proverite da li kugla prolazi kroz prsten! Zatim je zagrejte. Šta očekujete da će se desiti? Zašto? Spustite kuglu na prsten. Razmislite o uzroku ove pojave! Kako se kugla širila? Da li bi isto bilo i sa drugim čvrstim telima? Imate li neki predlog?

Ako se pri zagrevanju čvrsta tela šire u svim pravcima, kako možemo nazvati takvo širenje? Šta biva sa čvrstim telima kada se ohlade? Koji zaključak možemo izvesti?

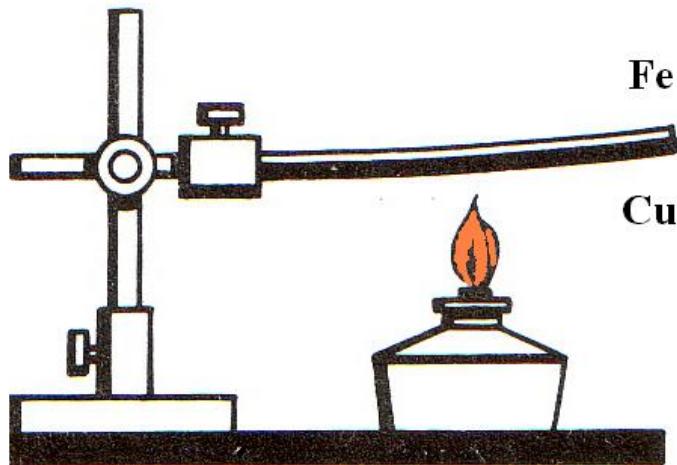
Objašnjenje:

Nezagrejana kugla prolazi kroz prsten (slika - a), ali ako se zagreje povećaće joj se zapremina i više neće moći da prođe (slika - b). Ako se zagreje i prsten (slika - c) kugla će opet moći da prođe kroz njega.

Povećanje prečnika ne dozvoljava kugli da prođe kroz prsten i ona ostaje zaglavljena u otvoru prstena. Ako se plamen ukloni, kugla se skuplja, prečnik dostiže prvobitnu vrednost i kugla prolazi! Zaključak je da se sva čvrsta tela pri zagrevanju šire zapreminski, a pri hlađenju se skupljaju.

3.1.8. Ogled IV. Ogled sa bimetalnom trakom (grupa E)

Problem: Ponašanje raznih čvrstih tela pri istim temperaturnim uslovima



Potreban materijal:

- stativ
- bimetallna traka (gvozdeni lim i bakar dužine 20-25 cm, širine 10-15 mm)
- sveća ili Bunzenov plamenik

Preparacija eksperimenta:

Bimetallnu traku sa jedne strane učvrstite za stativ. Drugu stranu trake zagrevajte pomoću sveće ili Bunzenovog plamenika. Šta ste uočili? Zašto je to tako? Ukloni izvor toplote i posmatraj šta će se dogoditi. Šta biva sa bimetalnom trakom kada se ohladi? Koji zaključak možete izvesti?

Objašnjenje:

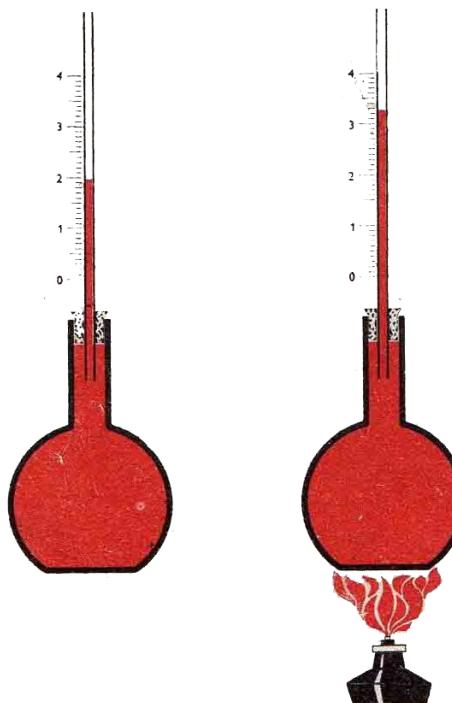
Bimetallnu traku čine dve čvrsto spojene metalne trake koje se različito istežu pri zagrevanju, što dovodi do njihovog krivljenja na jednu stranu. Bakar se više izdužuje od gvožđa za istu promenu temperature. Kada se traka ohladi do sobne temperature, ponovo se ispravlja, jer se bakar više skupi od gvožđa.

3.1.9. Ogled V. Širenje tečnosti pri zagrevanju (grupa NJ)

Problem: Širenje tečnosti pri zagrevanju

Potreban materijal:

- stakleni balon sa zapušačem
- uzana staklena cev
- sveća ili Bunzenov plamenik
- voda
- tempera (vodene boje ili mastilo)



Priprema eksperimenta:

Širenje tečnosti pri zagrevanju može se pokazati pomoću staklenog balona kroz čiji zapušač je provučena uzana staklena cev. Balon napunite vodom. Da bi lakše pratili predstojeće promene nivoa vode u cevi vodu obojite pomoću par kapi mastila. Zatim zatvorite balon. Označite nivo vode u cevi. Zagrevajte balon pomoću plamenika. Šta se dešava sa vodom, a šta sa staklenim balonom? Uporedite te dve promene.

Objašnjenje:

Nivo vode u staklenoj cevi se podiže. Kako se pri zagrevanju širi i balon, a nivo vode u cevi raste jasno je da se voda širi više. Dakle, možemo zaključiti da se pri zagrevanju tečnosti šire više od čvrstih tela. Različite tečnosti se različito šire pri istom zagrevanju.

3.1.10. Ogled VI. Širenje gasova (vazduh) pri zagrevanju - razigrani balon (grupa E)

Problem: Širenje gasova pri zagrevanju

Potreban materijal:

- staklena prazna flaša
- sveća ili topla voda



Priprema eksperimenta:

Stavite balon na vrat prazne flaše. Stavite flašu u vruću vodu, ili upalite sveću i držite je ispod flaše. Šta će se desiti sa balonom? Zašto? Šta mislite da će se desiti kada uklonite izvor toplote? Pokušajte da uradite to.

Objašnjenje:

Balon je odleteo. Kada se doda toplota, molekuli vazduha u flaši se kreću brže i stoga gas (vazduh) zauzima više prostora. Što više vazduha "protiče" u balon iz flaše, zidovi elastičnog balona bivaju "gurnuti" pod dejstvom vazduha. Toplota je učinila da se vazduh raširi.

3.1.11. Rezime i zaključci

Nakon izvršenih jednostavnih ogleda grupe učenika objašnjavaju svoje oglede, način na koji su ih izveli, šta su očekivali kao rezultat, a šta se stvarno dogodilo. Svaka grupa zajedno sa ostalim učenicima pokušava da nađe objašnjenje tog događaja. Na kraju svaka grupa na tabli ispisuje najvažnije zaključke svog ogleda (crtaju umne mape, prikazuju šeme, ispisuju zaključke itd.).

Kako glasi osnovni problem koji smo postavili na početku časa? Koji opšti zaključak možemo izvesti na osnovu svih ogleda i objašnjenja?

Sva se tela pri zagrevanju šire zapreminske, a pri hlađenju skupljaju.

3.1.12. Primena stečenih znanja

1. Između dva stuba treba postaviti telefonske žice, kako da ih postavljamo leti a kako zimi?

(Očekivan odgovor: Telefonske žice leti treba da su opuštene, a zimi zategnute zbog toplotnog širenja.)

2. Kako ćete izvaditi stakleni zatvarač koji je upao u flašu i ne može da se izvuče? Primenom zakona o termičkom širenju tela.

(Očekivan odgovor: Zagrevanjem grlića flaše.)

3. Zašto se između železničkih šina ostavlja slobodan prostor između njih tako da se ne dodiruju?

(Očekivan odgovor: Kada ne bi bilo slobodnog prostora između njih u toku letnjih žega došlo bi do njihovog izduženja i iskrivljenja, što bi moglo izazvati tragične posledice.)

domaći zadatak – pronađite nekoliko novih praktičnih primera koji se mogu objasniti primenom zakona o termičkom širenju tela.

2. čas

3.2. OBRADA NASTAVNE JEDINICE "POJAM TEMPERATURE I TOPLOTE, MERENJE TEMPERATURE – TERMOMETRI"

3.2.1. Osnovna zamisao i zadaci časa

Pojmovi temperatura i toplota učenicima su delom poznati iz svakodnevnog iskustva i učenja u prethodnim razredima te im neće biti teško da shvate. Težište rada treba da bude na razlikovanju ova dva pojma.

Obrada ove nastavne jedinice treba da doprinese:

- osposobljavanju učenika za shvatanje rada termometra i njegovo pravilno korišćenje;
- razvijanju mišljenja, formirajući naučnog shvatanja;
- uvođenju učenika u ispitivanje prirodnih (fizičkih) pojava;
- sticanju znanja.

3.2.2. Znanja i pojmovi

1. Temperatura supstancije ne zavisi od oblika suda u kome se ona nalazi.
2. Temperatura ključanja je ista bez obzira na veličinu suda.
3. Molekuli vruće vode brže se kreću, nego molekuli u hladnoj vodi.
4. Naša čula mogu se prevariti.
5. Termometar radi na principu širenja tela pri zagrevanju.
6. Najnižu temperaturu ima sloj vode iznad dna, vrela voda obrazuje površinski sloj u kojem je najviša temperatura. Pre merenja temperature tečnost treba dobro promešati.

3.2.3. Ogledi

U okviru obrade ove nastavne jedinice predviđeni su sledeći ogledi:

- E*** Isto ili različito?
N* Postoji li razlika?
E* Toplo - hladno.
R* Možemo li razlikovati toplotu od hladnoće?
G* Kako radi termometar?
I* Šaljiva traka
J* Gde je toplije?
A* Ali toplije je...

Učenicima se daju listići sa ispisanim slovima E, N, E, R, G, I, J, A. Svi koji izvuku isto slovo čine jednu grupu.

Nastavne metode: Laboratorijska metoda - grupni oblik; demonstracija; razgovor.

3.2.4. Tok časa

Ako jedan kraj debljeg i dugačkog eksera držite u ruci, a drugi u plamenu, šta ćete osetiti? (Očekivan odgovor: osetićemo zagrevanje tog eksera, tj. osetićemo da je deo eksera u našim rukama postao toplij). Što duže ekser držite u plamenu, šta se dešava sa njegovom temperaturom? (Očekivan odgovor: Ekseru, u tom slučaju, raste temperatura). A šta se u tom slučaju dešava sa našim rukama? (Očekivan odgovor: Kako ekseru raste temperatura tako i naše ruke bivaju sve toplij). Šta smo na osnovu ovog razgovora zaključili? Šta je temperatura? (Očekivan odgovor: Temperatura je fizička veličina kojom se opisuje stepen zagrejanosti tela, u našem slučaju eksera).

Pojam temperature uveli smo na osnovu osećaja naših čula, mada, kao što ćemo tokom daljeg učenja videti, ona odražava unutrašnje stanje tela. Navedite neki primer iz svakodnevnog života gde na osnovu naših čula "grubo procenjujemo" temperaturu tela. (Očekivan odgovor: Kada dodirnemo čelo, dlanom naše ruke, onoga za koga mislimo da ima temperaturu naš osećaj temperature omogućava nam da grubo procenimo njegovu temperaturu). Da li je ovaj čulni osećaj naročito pouzdan? (Očekivani odgovor: Može poslužiti, ali nije baš naročito pouzdan). Da li bi mogli držati u ruci ekser koji se zagревa do usijanja? (Očekivani odgovor: Naravno da ne bismo mogli, jer zagrevanjem eksera do usijanja sve je veća opasnost od opekotina). Šta smo zaključili? Da li je čulni osećaj pogodan za merenje vrlo visokih i niskih temperatura? (Očekivan odgovor: Ovakav vid merenja temperature nije pogodan za merenje vrlo visokih i niskih temperatura).

Očigledno je da je domen osećaja temperature suviše ograničen i nije dovoljno tačan da bi bio od neke vrednosti za nauku i tehniku. Za merenje temperature moramo upotrebiti neku merljivu fizičku osobinu koja se menja sa temperaturom, kao što za merenje sile upotrebljavamo izvesnu osobinu tela koja se menja sa silom, kao, na primer, dužina spiralne opruge. Koji instrument koristimo za merenje temperature npr. kada smo bolesni? (Očekivan odgovor: Koristimo instrument koji se naziva termometar).

Jedan od najranijih pronalazača termometra (1600 godina) bio je italijanski naučnik Galileo Galilej. Njegov prvi termometar (pokazati sliku učenicima) bio je veoma jednostavan.

Termometri koje danas koristimo su drugačiji od onih koje je Galileo koristio. Rani termometri su koristili vodu, ali pošto bi se voda smrzavala nije postojala mogućnost da se meri temperatura manja od tačke smrzavanja vode. Danas se najčešće koriste termometri sa živom ili alkoholom. Oni se sastoje iz staklene uzane cevi - kapilara, koja na donjem kraju ima proširenje – rezervoar (pokazati učenicima termometar i objasniti njegovu konstrukciju).

Davne, 1740. godine Anders Celsius, švedski astronom, predložio je temperaturnu skalu koja se koristi u svakodnevnom životu za određivanje temperature. Ova skala se naziva Celzijusova temperaturna skala. Temperatura izmerena u stepenima Celzijusa ($^{\circ}\text{C}$) obeležava se sa t. Pri tome, nuli te skale ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) odgovara tačka mržnjenja vode. Temperaturi od $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ odgovara ključanje vode, mada to delom zavisi od atmosferskog pritiska.

Sredinom XIX veka engleski fizičar Kelvin je izučavao širenje gasova i zaključio da je najniža moguća temperatura - 273 °C. Vrednost ove temperature naziva se apsolutna nula. Temperatura koja se meri od apsolutne nule naziva se Kelvinova temperatura. Jedinica temperature u Međunarodnom sistemu jedinica jeste kelvin (K).

Celzijusova temperatura (t) definiše se kao razlika između termodinamičke temperature T i T_0 ($t = T - T_0$), gde je T temperatura u Kelvinima, $T_0 = -273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ je apsolutna nula gde prestaje molekularno kretanje. Temperatura mržnjenja vode je na 273,15 K, a voda ključa na 373,15 K pri normalnom atmosferskom pritisku i hemijski čistoj vodi. Kao što vidimo razlika je 100 kao i po Celzijusovoj skali. Vidi se da promena temperature, za određeni broj stepeni u Celzijusovoj skali, odgovara promeni za isti broj kelvina, u Kelvinovoj skali tj. $\Delta T = \Delta t$.

Sledi da se temperatura po Kelvinovoj skali T izračunava tako što se broju 273 doda temperatura t merena u Celzijusovoj temperaturnoj skali. Dakle: $T = (273 + t / ^{\circ}\text{C})\text{ K}$.

U fizici postoje dva dosta različita pojma, a to su toplota i temperatura. Uzajamna veza postoji, ali nije uvek tako jednostavna. Univerzum je kreiran od materije i energije. Materija se sastoji od atoma i molekula i energija ih stalno "podstiče" na kretanje. Kretanje atoma i molekula kreira formu energije koja se naziva toplota ili termalna energija koja je prisutna u svim telima. Čak i u najhladnjim delovima svemira, materija i dalje ima veoma malu ali i dalje merljivu količinu toplotne energije.

Na osnovu iznetih činjenica može se zaključiti da je toplota jedan od vidova energije. Energija koju telo prima ili otpušta u toplotnim procesima naziva se količina toplote. Količina toplote se obeležava sa ΔQ . Ako znamo da je toplota oblik energije, koja je jedinica kojom ćemo meriti toplotu? (Očekivani odgovor: jedinica kojom ćemo meriti toplotu je džul (J)).

Osim džula kao jedinice za količinu toplote koristi se i kalorija (cal). Kalorija je količina toplote koja jednom gramu vode povisi temperaturu za 1°C . Međunarodnim sporazumom je kalorija definisana kao određeni umnožak džula. Ova definicija vodi sledećoj relaciji:

$$1\text{ cal} = 4.18605\text{ J}$$

Kada ste stekli neka osnovna znanja o temperaturi i toploti, hajde da odgovorimo na neka zanimljiva pitanja! U rešavanju ovih "problema" će nam pomoći ogledi koje ćete izvesti.

1. Da li temperatura supstancije zavisi od oblika suda u kome se ona nalazi? Kako bi ste to mogli dokazati?
2. Da li je temperatura ključanja ista bez obzira na veličinu suda? Gde se o tome vodi računa?
3. Šta mislite kako se kreću molekuli vruće vode, a kako molekuli u hladnoj vodi? Koji molekuli se kreću brže? Zašto?
4. Obično mislimo da znamo šta znači "toplo" i "hladno", ali da li je uvek tako? Da li se naša čula mogu prevariti?
5. Kako termometar radi?
6. Da li je pre merenja temperature tečnosti, potrebno tu tečnost dobro pomešati? Šta će biti ako to ne uradimo? Zašto?

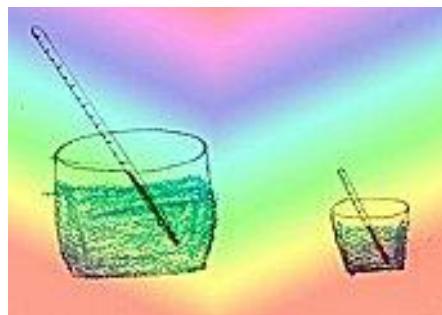
7. Zašto nam je toplije kada skakućemo, trčimo? Može li se ovo objašnjenje primeniti na molekul?

Dozvoliti učenicima da razmisle nekoliko minuta i da postavljaju različite hipoteze za rešavanje problema. Učenike treba podeliti u grupe metodom slučajnog uzorka. Dati su im listići sa ispisanim slovima E, N, E, R, G, I, J, A. Svi koji su izvukli isto slovo čine jednu grupu. Hipotezu svake grupe napisati na tabli. Ulogu izveštaja vrše svi učenici iz grupe, ravnopravno.

3.2.5. Ogled I. Isto ili različito? (grupa E)

Potreban materijal:

- jedna veća čaša
- jedna manja čaša
- voda
- termometar



Priprema eksperimenta:

Napunite veliku i malu čašu mlakom vodom. Izmerite temperaturu vode u svakom sudu i zabeležite rezultate. Šta ste uočili? Zašto je to tako? Ponovite eksperiment sa vrućom i hladnom vodom.

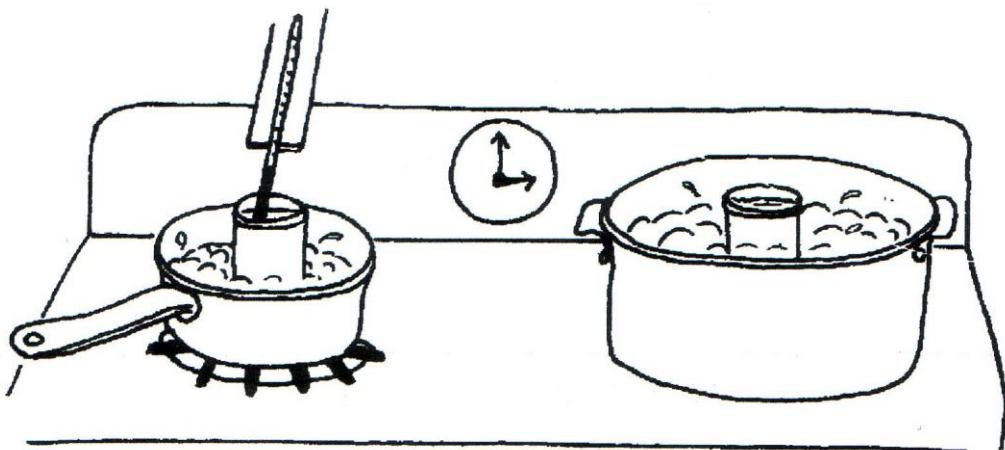
Objašnjenje:

Temperatura vode u oba suda je ista iako je velika čaša mnogo veća u odnosu na malu čašu i ako ima više molekula vode u njoj. Temperatura je mera prosečne topлоте ili termalне energije čestica supstancije. Temperatura ne zavisi od veličine suda u kome se voda nalazi.

3.2.6. Ogled II. Postoji li razlika? (grupa N)

Potreban materijal:

- jedna manja i jedna veća šerpa
- termometar
- voda
- dva rešoa



Priprema eksperimenta:

Uzmite malu i veliku šerpu i napunite ih vodom, a potom ih stavite na rešo u isto vreme. Koja voda će pre proključati i zašto? Da li je temperatura vode u obe šerpe ista u trenutku ključanja? Obrazložite svoj odgovor! Da bi ste potvrdili (ili možda osporili) svoju tvrdnju kada voda proključa termometrom izmerite temperaturu.

Objašnjenje:

Voda je brže proključala u manjoj šerpi. Obe će međutim pokazivati temperaturu od $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ u trenutku ključanja. Razlog tome je što je više toplove potrebno da bi ključala veća količina vode.

3.2.7. Ogled III. Toplo - hladno (grupa E)

Potreban materijal:

- dve čiste činije
- boja za hranu
- voda

Priprema eksperimenta:

Da bi uradili ovaj eksperiment biće vam potrebne dve čiste činije i boja za hranu. Napunite jednu praznu činiju vrućom vodom, a drugu činiju napunite hladnom vodom. U obe činije sipajte istu količinu vode. Stavite kap boje za hranu u centar svake činije. Šta se dešava? Objasnite zašto?

Objašnjenje:

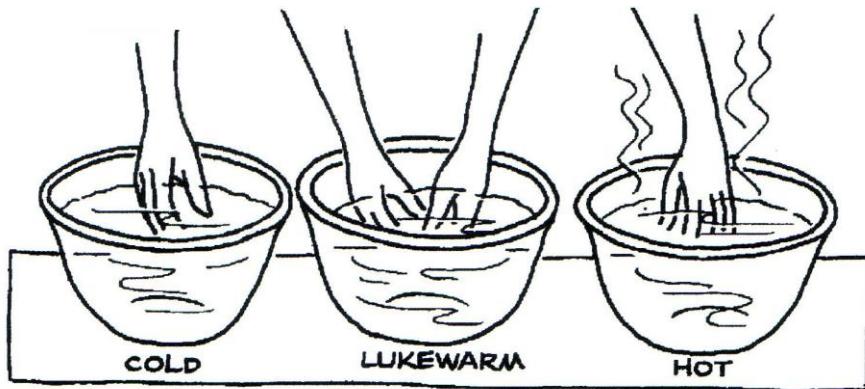
Dok vodeni molekuli udaraju o molekule boje za hranu, boja za hranu će se pomerati. Pošto se molekuli vruće vode brže kreću, oni će udarati jače boju za hranu i češće, izazivajući je da se širi brže nego boja za hranu u hladnoj vodi.

3.2.8. Ogled IV. Možemo li razlikovati toplotu od hladnoće? (grupa R)

Obično mislimo da znamo šta je "toplo", a šta "hladno", a da li je uvek tako? Istražimo!

Potreban materijal:

- tri prazne činije
- voda



Priprema eksperimenta:

Pripremite tri prazne činije. Napunite jednu činiju vrućom vodom, ali ne i pretoplom! U drugu činiju sipajte mlaku vodu. U treću činiju sipajte veoma hladnu vodu. Poređajte činije na sto, neka činija sa mlakom vodom bude smeštena u sredini (pogledajte sliku). Neka jedan član grupe stavi levu ruku u vruću vodu, a desnu ruku u hladnu vodu. Ruke držati u činijama nekoliko minuta. Potom ruke izvaditi i otresti vodu sa njih, a potom ih obe stavite u mlaku vodu. Kako se osećate? Svaki član grupe neka ponovi postupak.

Objašnjenje:

Osetili ste da je leva ruka hladnija, a desna ruka vruća. Kada ste stavili ruke u centralnu činiju malo toplove sa leve ruke je prešlo na vodu i ona se ugrejala, pa ste "osetili" gubitak energije, tj. osetili ste da vam je leva ruka hladnija. Toplota iz vode "putovala" je do vaše desne ruke, pa ste "osetili" da ste dobili određenu količinu energije, tj. osetili ste da vam je desna ruka toplija.

3.2.9. Ogled V. Kako radi termometar? (grupa G)

Potreban materijal:

- staklena flaša
- sveća
- mastilo
- voda
- staklena cev
- plutani čep



Preparacija eksperimenta:

Staklenu flašu zatvorite plutanim čepom. Kroz čep stavite staklenu cev. Sipajte u bocu obojenu vodu (dodajte u nju kap ili dve mastila), i zatvorite dobro bocu. Označite početni nivo vode. Stavite flašu u vruću vodu ili je držite iznad upaljene sveće. Obratite pažnju na to što se dešava. Objasnite! Ohladite bocu i posmatrajte efekte. Šta se desilo?

Objašnjenje:

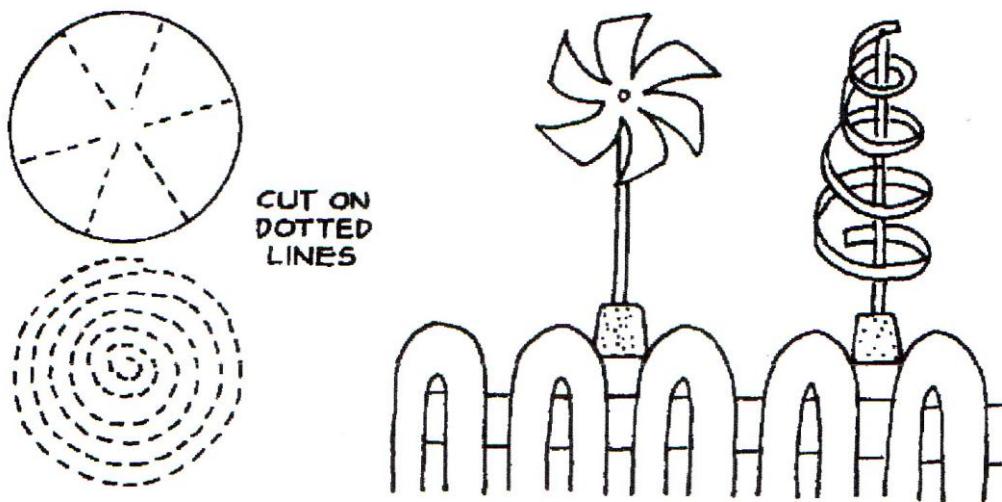
Nivo vode u cevi povećao se kada se boca zagrevala. Kada se boca ohladila opao je i nivo vode u cevi. Tečnosti se šire na toploti, a skupljaju na hladnoći. Živin termometar koji mi koristimo je baziran na ovoj činjenici. Mi ne merimo temperaturu direktno, već promene koje ona prouzrokuje. Tečnost termometra (najčešće je to živa) apsorbuje toplotu i širi se kada dođe u kontakt sa bilo čim toplijim od sebe. Tečnost termometra se širi sporije kada dođe u kontakt sa nečim hladnjijim od sebe. Temperatura je mera zagrejanosti tela bilo u slučaju da jedno telo predaje toplotu drugom telu, ili da jedno telo apsorbuje toplotu od drugog tela.

Na primer, bolesnicima se meri temperatura tako što se on stavi ispod pazuha i drži neko vreme. Za to vreme se dužina stuba žive u termometru povećava, dok ne zastane na određenoj vrednosti. Termometar i telo su postigli toplotnu ravnotežu. To znači da su se njihove temperature izjednačile. Dakle temperatura očitana na termometru jednaka je temperaturi tela.

3.2.10. Ogled VI. Šaljiva traka (grupa I)

Potreban materijal:

- karton
- makaze
- drveni štap
- čioda



Priprema eksperimenta:

Od tankog kartona izrežite krug čiji je prečnik 8 cm (slika). Zatim ovaj krug izrežite kako pokazuje isprekidana linija, tako da se dobije spiralna traka širine 1 cm. Kraj ove trake (centar prethodnog kruga) stavite na drveni štap (slika). Ovako pripremljenu traku stavite iznad vrućeg radijatora. Šta će se desiti? Objasni uzrok tog dešavanja. Ovaj ogled možeš izvesti i sa "vetrenjačom" (slika).

Objašnjenje:

Videli ste da se traka okreće. Uzrok tome je kretanje vazduha. Topao vazduh se podiže, a hladan vazduh se spušta. Ovakvo kretanje vazduha pokreće traku. "Vetar" jednostavno pomera vazduh koji pokreće traku.

3.2.11. Ogled VII. Gde je toplije? (grupa J)

Potreban materijal:

- čaša
- voda
- termometar

Priprema eksperimenta:

U čašu sa hladnom vodom pažljivo sipajte vrelu vodu. Izmerite temperaturu pri dnu, u sredini i u površinskom sloju čaše. Kakav zaključak možete izvesti? Kako treba meriti temperaturu tečnosti?

Objašnjenje:

Najnižu temperaturu ima sloj vode iznad dna, jer hladna voda kao gušća, ostaje u donjem delu suda, dok je vrela voda manje gustine pa obrazuje površinski sloj u kojem je najviša temperatura. Pre merenja temperature tečnost treba dobro promešati kako bi u svim njenim slojevima bila ista temperatura.

3.2.12. Ogled VIII. Ali toplije je... (grupa A)

Priprema eksperimenta:

Članovi grupe pretvarajte se da ste molekuli. Prvo stojte mirno i blizu jedan drugom. Zatim se krećite i pomerajte okolo da demonstrirate da je više energije ušlo u sistem. Potom se pomerajte brže i skakućite gore - dole kako sve više energije ulazi u sistem. Nakon skakutanja stanite i stojte tu gde jeste. Šta ste osetili?

Objašnjenje:

Osetili ste da je mnogo toplije nego što jeste. Što više energije ulazi u sistem, to su molekuli aktivniji. Što se molekuli brže kreću, to više toplotne tj. termalne energije stvaraju. Iznos toplotne supstancije određuje kako brzo se molekuli kreću, a on zavisi od energije koju su molekuli dobili.

Energija može zauzeti različite forme i može ih menjati. Mnogi različiti tipovi energije mogu biti pretvoreni u toplotnu energiju. Svetlosna, električna, mehanička, hemijska i drugi vidovi energije mogu uzrokovati da se supstance ugreju tako što ubrzavaju kretanje njihovih molekula. Stoga, kada se energija "smesti" u sistem on se ugreje, a kada se "izvadi" iz njega sistem se ohladi, tj. telo u tom sistemu.

3.2.13. Primena stečenih znanja

Nakon izvršenih jednostavnih ogleda grupe učenika objašnjavaju svoje oglede, način na koji su ih izveli, šta su očekivali kao rezultat, a šta se stvarno dogodilo. Svaka grupa zajedno sa ostalim učenicima pokušava da nađe objašnjenje tog događaja. Na kraju svaka grupa na tabli ispisuje najvažnije zaključke svog ogleda (crtaju umne mape, prikazuju šeme, ispisuju zaključke itd.).

1. Zašto je u sobi vazduh bliži tavanici topiji, a bliži podu hladniji?

(Očekivan odgovor: Topliji vazduh je lakši i ima manju gustinu pa ga gušći vazduh potiskuje ka tavanici.)

2. Kada merite sopstvenu temperaturu, držeći termometar u ustima npr., toplota vaših usta dovodi do širenja žive u termometru. Čim termometar izvadite iz usta nivo žive se ne spusti. Koristeći znanja sa prethodnog časa i znanja koja ste danas stekli o termometrima objasnite zašto nivo žive trenutno spadne ako termometar spustite u toplu vodu? (Pri tome ne smete da pregrejete termometar da ne bi pukao.)

(Očekivan odgovor: Kada termometar stavite u toplu vodu nivo žive trenutno spadne, jer se staklo koje okružuje živu širi brže od same žive.)

domaći zadatak – pronađite nekoliko novih praktičnih primera koji se mogu objasniti primenom danas stečenog znanja.

3. čas

3.3. OBRADA NASTAVNE JEDINICE "KOLIČINA TOPLOTE"

3.3.1. Osnovna zamisao i zadaci časa

Obrada ove nastavne jedinice treba da doprinese:

- uvođenju novog pojma specifične toplotne kapacitativnosti tela;
- razvijanju mišljenja, formiranju naučnog shvatanja;
- uvođenju učenika u ispitivanje prirodnih (fizičkih) pojava;
- sticanju znanja.

3.3.2. Znanja i pojmovi

1. Promena temperature tela srazmerna je dovedenoj količini toplote.
2. Količina toplote koju treba dovesti telu da bi mu se temperatura povećala za neki iznos srazmerna je masi tela.
3. Toplota koju treba dovesti telu da bi mu se temperature povećale za neki iznos zavisi i od vrste tela.

Novi termini: specifična toplotna kapacitativnost.

3.3.3. Ogledi

U okviru obrade ove nastavne jedinice predviđeni su sledeći ogledi:

DŽ* Od čega zavisi količina toplote?

U* Od čega zavisi količina toplote?

L* Od čega zavisi količina toplote?

Učenici se dele u grupe metodom slučajnog uzorka. Daju im se listići sa ispisanim slovima DŽ, U, L. Svi koji izvuku isto slovo čine jednu grupu.

Nastavne metode: Laboratorijska metoda - grupni oblik; demonstracija; razgovor.

3.3.4. Tok časa

Postavljanje glavnog problema: Šta se dešava leti kada u sok ubacimo kockice leda? (Očekivan odgovor: Sok postaje hladniji, a kockice leda počinju da se tope). Zašto je to tako? (Očekivan odgovor: Tom prilikom led se topi jer prima toplotu od soka, a sok se hlađi jer predaje toplotu ledu). U navedenom primeru hladnija tela (kockice leda) okružena su toplim sokom, da li se to isto događa i kada zagrejana tela okružimo hladnjim? (Očekivan odgovor: da, ovo se uvek događa kada se tela različitih temperatura nađu u okruženju. Uvek se hladnija tela greju na račun toplije toplijih tela iz okoline). Šta se u tom slučaju dešava sa temperaturom toplijeg, a šta sa temperaturom hladnjeg tela? (Očekivan odgovor: Temperatura tela koje otpušta toplotu - opada,

dok temperatura tela koje prima toplotu - raste). Šta nam kaže iskustvo? Sa čime je povezana promena temperature tela? (Očekivan odgovor: Iskustvo nam kaže da je promena temperature tela povezana sa odavanjem ili dodavanjem određene količine toplote).

Šta mislite od čega još zavisi količina toplote?

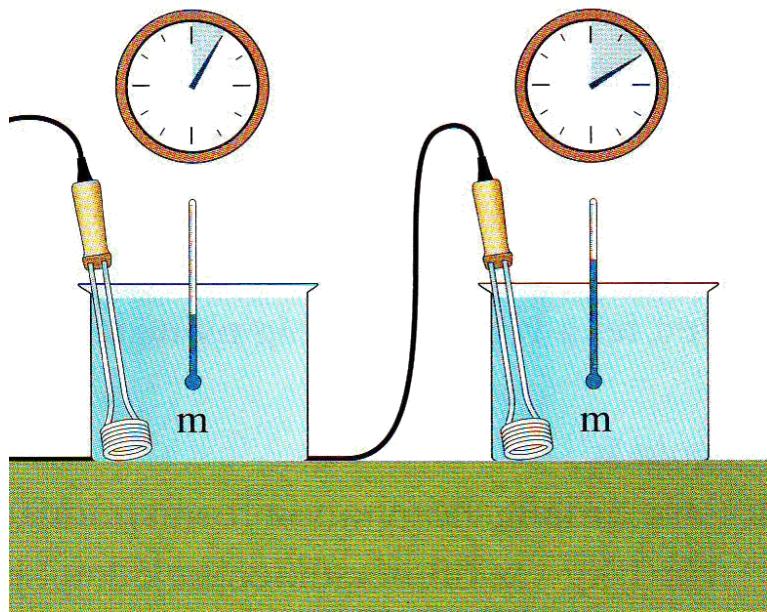
Dozvoliti učenicima da razmisle nekoliko minuta i da postavljaju različite hipoteze za rešavanje problema. Učenike treba podeliti u grupe metodom slučajnog uzorka. Dati su im listići sa ispisanim slovima DŽ, U, L. Svi koji su izvukli isto slovo čine jednu grupu. Hipotezu svake grupe napisati na tabli. Ulogu izveštaja vrše svi učenici iz grupe, ravноправно.

Rešavanje problema: Najpre ćemo eksperimentalno proučiti kako količina toplote zavisi od promene temperature tela. Zatim ćemo ispitati da li količina toplote koju treba dovesti telu zavisi od mase tela. Na kraju videćemo da li toplota zavisi i od vrste tela. U tome će nam pomoći ogledi koje ćete izvesti.

3.3.5. Ogled I. Od čega zavisi količina topline? (grupa DŽ)

Potreban materijal:

- dva staklena suda (čaše)
- voda
- štoperica
- grejač ili rešo
- termometar



Priprema eksperimenta:

U dva suda sipajte iste količine vode koje se nalaze na istoj početnoj temperaturi. Očitajte vrednost početne temperature. Levi sud zagrevajte 5 minuta. Očitajte na termometru temperaturu vode u tom sudu. Desni sud zagrevajte 10 minuta. Očitajte temperaturu vode u tom sudu. Šta ste uočili?

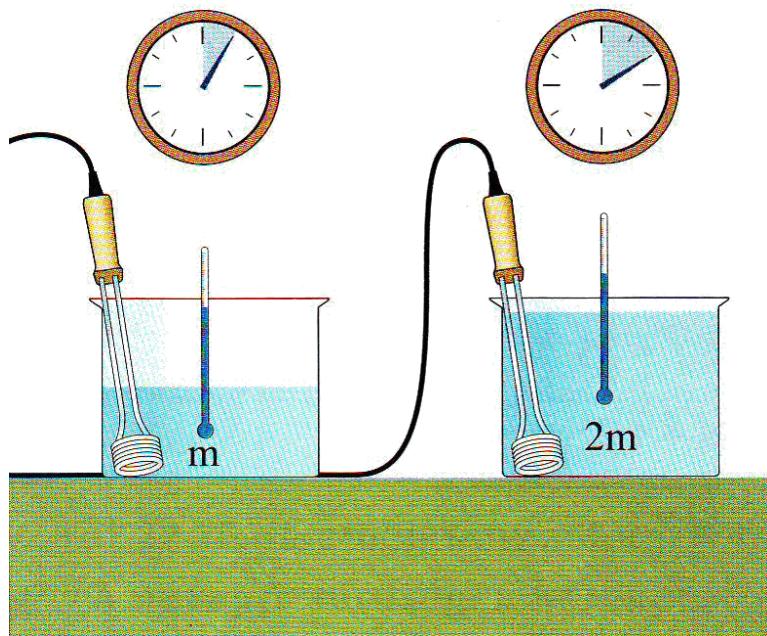
Objašnjenje:

Kad zagrevate vodu u sudovima temperatura vode se povećava što možete videti na termometrima. Temperatura vode u desnom sudu koji ste grejali 10 minuta će biti viša. To je logično, voda se u tom sudu duže grejala i primila je veću količinu topline. Dakle, možemo zaključiti da je promena temperature tela srazmerna dovedenoj količini topline.

3.3.6. Ogled II. Od čega zavisi količina topline? (grupa U)

Potreban materijal:

- dva staklena suda (čaše)
- voda
- štoperica
- grejač ili rešo
- termometar



Priprema eksperimenta:

U sud sa desne strane sipajte dvostruko više vode nego u sud sa leve strane (pogledajte sliku). Početne temperature su im iste (očitajte tu temperaturu). Sud sa leve strane zagrevajte 5 minuta. Očitajte na termometru temperaturu vode u tom sudu. Drugi sud zagrevajte 10 minuta. Očitajte temperaturu vode u tom sudu. Šta ste uočili?

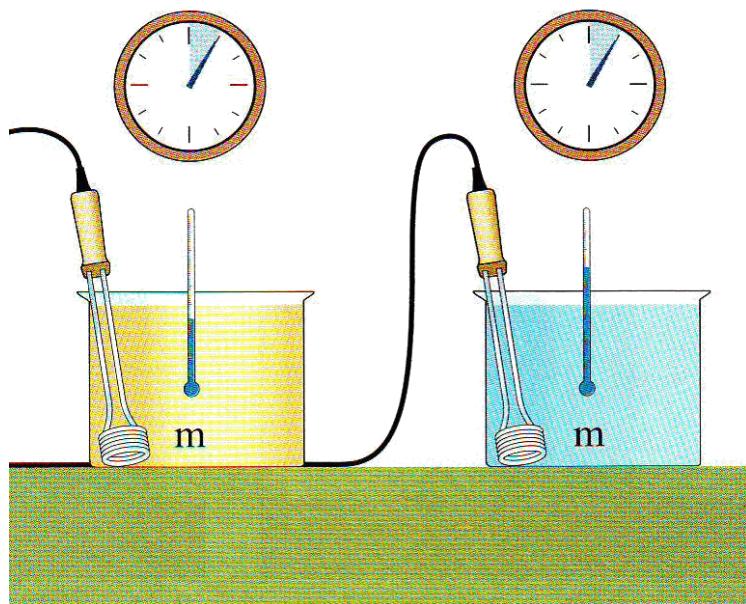
Objašnjenje:

Ako oba suda zagrevate temperatura vode se povećava što se može videti na termometru. Konstatovali ste da su temperature vode u oba suda jednake. U sudu sa desne strane vodi je dovedena dva puta veća količina topline, ali je i masa vode u tom sudu dvostruko veća. Zaključujemo da je količina topline koju treba dovesti telu da bi mu se temperatura povećala za neki iznos srazmerna masi tela.

3.3.7. Ogled III. Od čega zavisi količina toplote? (grupa L)

Potreban materijal:

- dva staklena suda (čaše)
- voda
- štoperica
- grejač ili rešo
- termometar



Priprema eksperimenta:

U sud sa desne strane sipajte vodu, a u sud sa leve strane neku drugu tečnost (alkohol + voda). Početne temperature (očitajte tu temperaturu) i vremena grejanja su jednaki (5 minuta). Posle zagrevanja očitajte temperature tečnosti u tim sudovima. Šta ste uočili?

Objašnjenje:

Termometri pokazuju različite temperature. Kako su iste količine toplote koje su tečnosti primile dovele do različitog povećanja temperature zaključujemo da za isto povećanje temperature različitih tečnosti treba dovesti različite količine toplote, odnosno da toplota koju treba dovesti telu da bi mu se temperature povećale za neki iznos zavisi i od vrste tela.

3.3.8. Rezime i zaključci

Nakon izvršenih jednostavnih ogleda grupe učenika objašnjavaju svoje oglede, način na koji su ih izveli, šta su očekivali kao rezultat, a šta se stvarno dogodilo. Svaka grupa zajedno sa ostalim učenicima pokušava da nađe objašnjenje tog događaja. Na kraju svaka grupa na tabli ispisuje najvažnije zaključke svog ogleda (crtaju umne mape, prikazuju šeme, ispisuju zaključke itd.)

Kako glasi osnovni problem koji smo postavili na početku časa? Koji opšti zaključak možemo izvesti na osnovu svih ogleda i objašnjenja?

Količina toplote koju treba dovesti telu da bi mu se temperatura povećala za neki iznos srazmerna je masi tela, promeni temperature i zavisi od vrste tela.

3.3.9. Primena stečenih znanja

1. Tri kuglice – od olova, aluminijuma i gvožđa, jednakе мase, izvade se iz vrele vode i stave na ploču od parafina. Ispod koje kuglice će se najviše parafina istopiti? (pri tome su poznate sledeće vrednosti: $c_{\text{olova}}=130 \text{ J}/(\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C})$, $c_{\text{aluminijuma}}=880 \text{ J}/(\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C})$, $c_{\text{gvožda}}=460 \text{ J}/(\text{kg}\cdot{}^{\circ}\text{C})$)

Zašto? Obrazložite svoj odgovor!

(Očekivan odgovor: Kuglica od aluminijuma će istopiti najveću količinu parafina, jer je specifična toplota ovog metala veća od specifične topline olova i gvožđa.)

2. Rešavaju se računski zadaci

domaći zadatak – pronađite nekoliko novih praktičnih primera koji se mogu objasniti primenom danas stečenih znanja. Učenicima zadati nekoliko računskih zadataka.

4. čas

3.4. OBRADA NASTAVNE JEDINICE "ČESTIČNI SASTAV SUPSTANCIJE: MOLEKULI I NJIHOVO HAOTIČNO KRETANJE; UNUTRAŠNJA ENERGIJA TELA"

3.4.1. Osnovna zamisao i zadaci časa

Da bi se postepeno pripremili za shvatanje toplote kao energije molekulskog kretanja, predviđeno je da se učenicima ukaže na to kretanje pomoću modela "prostorne rešetke". Ona će im omogućiti da se širenje čvrstih tela pri zagrevanju objašnjava uvećanjem rastojanja među molekulima koji trepere oko svojih stalnih položaja, a ne povećanjem mase tela. Treba ukazati na specifičnosti molekulskih sila tečnih i gasovitih tela.

Obrada ove nastavne jedinice treba da doprine:

- osposobljavanju učenika za shvatanje toplote kao energije molekulskog kretanja;
- razvijanju mišljenja, formiranju naučnog shvatanja i tumačenju fizičkih zakona;
- uvođenju učenika u ispitivanje prirodnih (fizičkih) pojava;
- sticanju znanja.

3.4.2. Znanja i pojmovi

1. Toplota je energija molekulskog kretanja.
2. Širenje čvrstih tela pri zagrevanju objašnjava se uvećanjem rastojanja među molekulima koji trepere oko svojih stalnih položaja, a ne povećanjem mase tela.
3. Svako veliko telo, sistem sastavljen je od mnogo molekula i atoma, koji se neprestano kreću.
4. U toku kretanja molekuli (atomi) stalno se međusobno sudaraju.
5. Posle svakog sudara molekul menja brzinu, pravac i smer kretanja. Kretanje molekula je haotično.
6. Proces pri kom se supstancije mešaju bez ikakvih spoljašnjih uticaja naziva se difuzija.

Novi termini: Braunovo kretanje, difuzija, unutrašnja energija.

3.4.3. Ogledi

U okviru obrade ove nastavne jedinice predviđeni su sledeći ogledi:

A*Demonstriranje prostorne rešetke

T*Lomljiva žica

O*Šarena voda

M*Obojeni krompirić

Učenike treba podeliti u grupe metodom slučajnog uzorka. Dati su im listići sa ispisanim slovima DŽ, U, L. Svi koji su izvukli isto slovo čine jednu grupu. Hipotezu svake grupe napisati na tabli. Ulogu izveštaja vrše svi učenici iz grupe, ravnopravno.

Nastavne metode: Laboratorijska metoda - grupni oblik; demonstracija; razgovor.

3.4.4. Tok časa

Postavljanje glavnog problema: Svako veliko telo, sistem sastavljen je od mnogo malih tela – čestica ili mikročestica. Kako se nazivaju te čestice/mikročestice? (Očekivan odgovor: Te čestice/ mikročestice nazivaju se molekuli i atomi). Npr. šta mislite da li se čestice prašine kreću? (Očekivan odgovor: Čestice prašine se kreću). Uzeti prašnjavu krpu i protresti je prema izvoru svetlosti. Šta vidite kakvo je kretanje ovih čestica prašine? (Očekivan odgovor: Kretanje čestica prašine je neuređeno, haotično). Pokušajte da nacrtate ovakvo kretanje čestica prašine u vašim sveskama. Pogledajte, pa mi recite da li se ove čestice međusobno sudaraju? (Očekivan odgovor: U toku kretanja molekuli (atomi) stalno se međusobno sudaraju). Šta se dešava sa česticama posle svakog sudara? (Očekivan odgovor: Posle svakog sudara čestica menja brzinu, pravac i smer kretanja).

U XIX veku škotski botaničar Braun je pod mikroskopom posmatrao polenov prah u kapljici vode. Sa iznenadenjem je primetio da se čestice polena kreću u svim pravcima, baš kao naše čestice prašine. Ovo kretanje, po njemu je nazvano Braunovo kretanje. Otkriće braunovskog kretanja bilo je važno za upoznavanje strukture supstancije jer je pokazalo da se voda sastoji od pojedinih čestica koje su u neprekidnom kretanju. Molekuli svih tela su u stalnom, neprekidnom kretanju.

Sećate li se eksperimenta (Ali toplije je...) koji smo radili kada smo istraživali pojam temperature? Tada su se vaši drugari pretvarali da su molekuli, i šta smo zaključili? (Očekivan odgovor: Zaključili smo da su osetili da im je mnogo toplije nego što jeste). Zašto je "molekulima" bilo toplije? (Očekivan odgovor: "Molekulima" je bilo toplije jer su bili aktivniji. Što su se "molekuli" brže kretali, to im je bilo toplije). Kada sve ovo do sada objedinimo šta zaključujemo? (Očekivan odgovor: Zaključujemo da neuređeno (haotično) kretanje mikročestica se naziva toplotno kretanje).

Dok se mehaničko kretanje sastoji u kretanju pojedinačnih čestica ili tela kao celine, toplotno kretanje je kretanje velikog broja mikročestica (molekula, atoma i dr.). Makroskopske pojave vezane za toplotno kretanje molekula su toplotne pojave. Toplotno kretanje je poseban oblik kretanja koje se vrši u samim telima. Zato se ovo kretanje naziva i unutrašnje kretanje, a odgovarajuća energija - unutrašnja energija. Unutrašnja energija je zbir kinetičke i potencijalne energije uzajamnog delovanja svih molekula (atoma) tela.

Temperatura karakteriše unutrašnje stanje tela. Temperatura meri - oslikava unutrašnju energiju tela. Unutrašnja energija kod gasova praktično se svodi na kinetičku energiju molekula. Znači, temperatura je srazmerna srednjoj kinetičkoj energiji neuređenog kretanja molekula gasa.

Do sada nije rečeno da je unutrašnja energija isto što i toplota. Ona to nije, ali može postati. Toplota je onaj ideo unutrašnje energije koji se sa tela više temperature prenosi na telo niže temperature. To se dešava tokom njihovog toplotnog međudelovanja i to je spontani prirodni proces. Onda se i unutrašnja energija tela menja u procesima prenošenja toplote.

Sada kada smo sve ovo otkrili, hajde da rešimo nekoliko "problema". Rekli smo da se svi molekuli kreću. Ali šta se dešava sa tim kretanjem kada se dve supstancije nađu jedna blizu druge? Npr. Šta mislite zašto posle otvaranja boce sa kolonjskom vodom miris osećamo na drugom kraju sobe, udaljenom nekoliko metara od bočice, u vazduhu koji miruje? Kako se naziva ovakav proces? U rešavanju ovog problema će nam pomoći ogledi koje ćete izvesti.

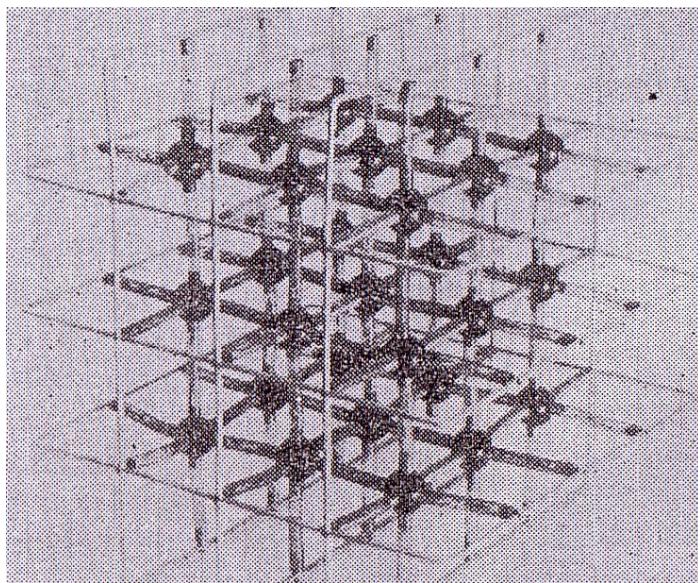
Drugi problem je nešto drugačiji. Sećate li se da smo ranije utvrdili da širenje i skupljanje tela jesu posledice zagrevanja, odnosno hlađenja. Ali, takvo objašnjenje može dati i učenik nekoliko godina mlađi od vas, a vi treba da nađete njen dublji uzrok. Uzrok je u samim telima. Dakle: Šta se događa u telima pri zagrevanju i hlađenju?

Dozvoliti učenicima da razmisle nekoliko minuta i da postavljaju različite hipoteze za rešavanje problema. Učenike treba podeliti u grupe metodom slučajnog uzorka. Dati su im listići sa ispisanim slovima A, T, O, M. Svi koji su izvukli isto slovo čine jednu grupu. Hipotezu svake grupe napisati na tabli. Ulogu izveštaja vrše svi učenici iz grupe, ravnopravno.

3.4.5. Ogled I. Demonstriranje prostorne rešetke (grupa A)

Potreban materijal:

- model "prostorna rešetka"



Na ovom modelu (sliku), koji se zove "prostorna rešetka", prikazana je molekulska građa čvrstih tela. U jednom gramu materije ima više milijardi molekula, a ovde je prikazano samo nekoliko desetina. Opruge predstavljaju molekulske sile. One drže molekule na određenim rastojanjima. Neka jedan član grupe povuče samo jednu kuglicu, odnosno "molekul". Šta se desilo? (Očekivan odgovor: Svi su počeli da trepere). Molekuli, kao što uočavate, trepere oko stalnih položaja u telu. Šta pri tome biva sa rastojanjem između njih? (Očekivan odgovor: Povećava se).

Prepostavimo da na molekule čvrstog tela deluje toplotni izvor. Šta će se desiti? (Očekivan odgovor: Molekuli će početi življe da se kreću.) Šta će biti s rastojanjem između molekula ako se toplota stalno povećava? (Očekivan odgovor: Biće sve veće) Šta onda biva sa zapreminom tela? (Očekivan odgovor: Povećava se).

Da li se pri zagrevanju povećava broj molekula, odnosno masa tela? (Očekivan odgovor: Ne) Šta se, dakle, povećava? (Očekivan odgovor: Povećava se prostor između molekula) Kako mi to spolja opažamo i nazivamo? (Očekivan odgovor: Kao širenje tela)

Zašto se tela pri zagevanju šire? (Očekivan odgovor: Zbog življeg kretanja molekula povećava se prostor između njih) Šta biva sa povećanom zapreminom tela kada se ono hladi? (Očekivan odgovor: Smanjuje se) Zašto? (Očekivan odgovor: Smanjuje se rastojanje između molekula) Kako mi to opažamo? (Očekivan odgovor: Kao skupljanje tela).

3.4.6. Ogled II. Lomljiva žica (grupa T)

Potreban materijal:

- tanka metalna žica
- Bunzenov plamenik ili sveća
- klešta

Priprema eksperimenta:

Uzmite metalnu žicu i probajte je rukama prekinuti. Da li ste uspeli? Kleštima uzmite žicu i grejte je do usijanja na plamenu lampe ili sveće. Probajte sada rukama prekinuti metalnu žicu. Da li ste uspeli? Da li ste upotrebili silu istog inteziteta? Kako objasniti ovu pojavu?

Objašnjenje:

Da bi se prekinula metalna žica, treba upotrebiti silu dosta velikog inteziteta. Ako se usija na plamenu lampe ili sveće, žica se može prekinuti silom nekoliko puta manjeg inteziteta. To je zbog toga što intezitet privlačnih sila zavisi od rastojanja između molekula. Intezitet je veći kada su molekuli na kraćim rastojanjima. Kad se rastojanje između njih poveća, intezitet sile se smanjuje. U konkretnom slučaju to se postiže zagrevanjem, zbog čega se sila kidanja smanjuje.

3.4.7. Ogled III. Šarena voda (grupa O)

Potreban materijal:

- Providna staklena čaša
- tempera ili vodene boje (jarke boje)
- četkica
- voda



Priprema eksperimenta:

U čašu čiste vode veoma pažljivo zamočite, po mogućstvu do dna, četkicu koju ste prethodno protrljali kroz boju (temperu ili vodenu). Šta se dešava? Kako objasniti ovu pojavu?

Objašnjenje:

Iako je boja teža od vode, ona počinje da se širi na sve strane, pa i naviše (slika). Pošto se i voda i boja sastoje od molekula, molekuli vode dolaze na četkicu a istovremeno se molekuli boje mešaju sa njima, ovo traje sve dok se voda ne oboji. Dve supstancije su se pomešale. Proces mešanja se odvijao sam od sebe – spontano. Pojava da se dve supstancije mešaju bez ikakvih uticaja naziva se difuzija. Ona se odvija u gasovima, tečnostima i u čvrstim telima. U gasovima je znatno brža nego u tečnostima i čvrstим telima, jer su i molekuli gasova mnogo pokretljiviji.

3.4.8. Ogled IV. Obojeni krompirić (grupa M)

Potreban materijal:

- nekuvan veći krompir
- nož
- hipermangan

Priprema eksperimenta:

Presecite nekuvan krompir na dva dela. Zatim između delova stavite komadiće hipermangana i sastavite ih. Posle 5–10 minuta rastavite ih. Šta se desilo? Koja pojava se uočava i kako se tumači?

Objašnjenje:

Obe polovine krompira postaju obojene zbog hipermangana. Čestice hipermangana se raspoređuju po celoj površini preseka, a zalaze i u dubinu krompira. Uočava se pojava difuzija.

3.4.9. Rezime i zaključci

Nakon izvršenih jednostavnih ogleda grupe učenika objašnjavaju svoje oglede, način na koji su ih izveli, šta su očekivali kao rezultat, a šta se stvarno dogodilo. Svaka grupa zajedno sa ostalim učenicima pokušava da nađe objašnjenje tog događaja. Na kraju svaka grupa na tabli ispisuje najvažnije zaključke svog ogleda (crtaju umne mape, prikazuju šeme, ispisuju zaključke itd.).

Kako smo objasnili, zašto se tela pri zagrevanju šire?

Širenje tela pri zagrevanju nastaje usled povećanja prostora između molekula.

3.4.10. Primena stečenih znanja

1. Čime se tumači širenje mirisa benzina, naftalina i drugih supstancija u vazduhu koji miruje?

(Očekivan odgovor: Širenje mirisa u opštem slučaju se tumači difuzijom. Navedene supstancije na sobnim temperaturama isparavaju. Njihovi molekuli, isto kao i molekuli vazduha i svih drugih gasova, nepravilno se cik–cak kreću iako nam izgleda da vazduh miruje. Zbog postojanja takvog kretanja molekuli se posle dugog vremena mogu naći u svakom delu prostora koji ispunjava vazduh)

2. Kako se tumači povećanje zapreminje tela pri njegovom zagrevanju?

(Očekivan odgovor: Prilikom zagrevanja tela povećava se rastojanje između njegovih molekula, što direktno dovodi do povećanja zapreminje tela)

3. Molekuli svake čvrste supstancije nalaze se u neprekidnom kretanju. Zašto se, na primer, komad gvožđa ne izdeli na posebne molekule?

(Očekivan odgovor: Molekuli čvrstih tela se kreću u određenom delu prostora. Njihovo kretanje je slično treperenju. Takvo kretanje i dalje omogućava da sile privlačenja između njih budu toliko velike da ih čvrsto drže na okupu.)

domaći zadatak – pronađite nekoliko novih praktičnih primera koji se mogu objasniti primenom danas stečenih znanja. Otkrijte zašto je difuzija vrlo važna za ishranu ćelija biljaka i životinja.

5. čas

3.5. LABORATORIJSKE VEŽBE

3.5.1. Određivanje temperature mešavine tečnosti

Uvod:

Ako se pomešaju dve tečnosti različitih temperatura t_h i t_t , masa m_h i m_t , a specifičnih toplota c_h i c_t , onda će se, nakon uspostavljanja toplotne ravnoteže, dobiti mešavina temperature t_m . Prema zakonu održanja energije, kada nema gubitaka toplote u okolini, tada količina toplote koju pri mešanju preda toplija masa $Q_t = c_t m_t (t_t - t_m)$ mora biti jednaka količini toplote $Q_h = c_h m_h (t_m - t_h)$ koju primi hladnija masa. Iz ove jednakosti sledi:

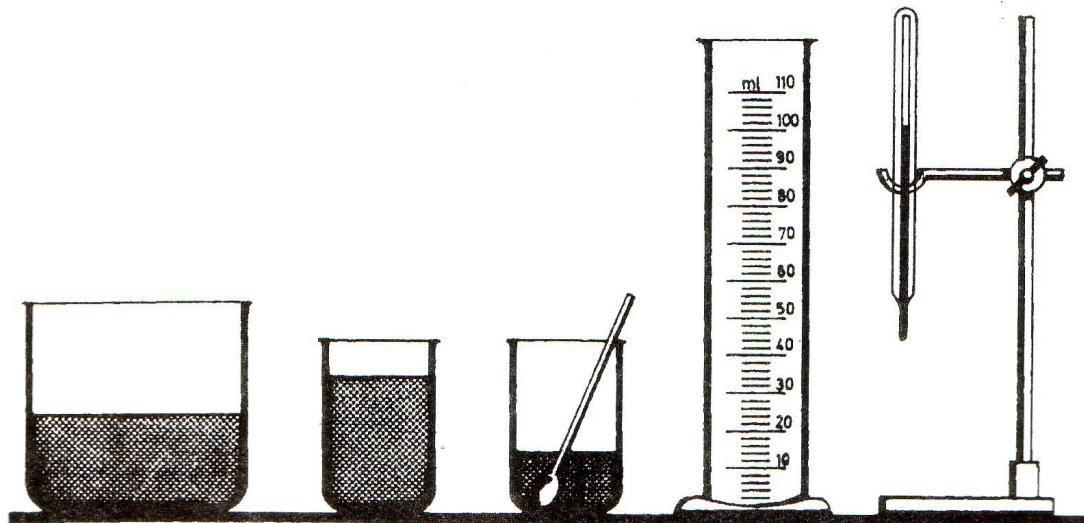
$$c_t m_t (t_t - t_m) = c_h m_h (t_m - t_h)$$

može se odrediti jedna nepoznata veličina, na primer temperatura mešavine, ako se ostale veličine odrede merenjem ili izračunavanjem.

Zadatak: Određivanje temperature mešavine hladne i tople vode.

Pribor:

- laboratorijski termometar, menzura
- hladna voda sobne temperature i topla voda (iz bojlera) radne temperature oko $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- dve staklene ili plastične posude (na primer od 250 ml) - jedna za hladnu vodu (oko 50 ml), a druga za toplu vodu (oko 100 ml), jedna veća posuda za toplu vodu iz bojlera, plastična ili staklena mešalica
- stalak sa držačem termometra.



Preparacija eksperimenta:

Menzurom izmerite zapreminu vode V_t koja će se zagrevati, pa je prespite u jednu posudu. U menzuru naspite hladnu vodu temperature ujednačene sa temperaturom okoline.

Očitajte zapreminu V_h , prespite vodu u drugu posudu pa izmerite temperaturu t_h . U najveću posudu, sa toploim vodom iz bojlera, stavite posudu sa vodom koja će se grejati. Vodu koja se greje mešajte mešalicom i pratite porast temperature, sve dok se ona ne ustali. Po potrebi dolivajte toplu vodu u veću posudu. Izmerite što brže temperaturu tople vode t_t .

Odmah nakon merenja toplu vodu što pre uspite u posudu sa hladnom vodom. Vodu stalno mešajte, da bi se obezbedilo da svi delovi mešavine što pre dobiju jednaku temperaturu, pratite i beležite promenu temperature. Uočite trenutak kada dođe do zastoja u porastu temperature i očitajte tu temperaturu t_m , jer je to temperatura mešavine.

Izračunajte masu $m_h = V_h \cdot 1000 \text{ kg/m}^3$

Izračunajte masu $m_t = V_t \cdot 1000 \text{ kg/m}^3$

Mešaju se istorodne supstance, pa su specifične toplove jednake: $c_h = c_t = 4200 \text{ J/kg}\cdot\text{°C}$

Izračunajte količinu toplove koju je primila hladna voda Q_h i količinu toplove koju je otpustila topla voda Q_t . Uporedite Q_h sa Q_t .

Izračunajte očekivanu temperaturu mešavine prema:

$$t_m^* = [m_h t_h + m_t t_t] / [m_h + m_t] = [V_h t_h + V_t t_t] / [V_h + V_t]$$

Izračunajte relativno odstupanje izmerene temperature mešavine od izračunate, prema:
[($t_m - t_m^*$) / t_m^*] · 100 %

3.5.2. Određivanje specifične toplotne tečnosti

Uvod:

Ako se pomešaju dve različite tečnosti temperatura t_r i t , masa m_r i m , specifičnih toplota c_r i c , onda će se dobiti mešavina tih tečnosti temperature t_m . Iz jednačine toplotnog bilansa:

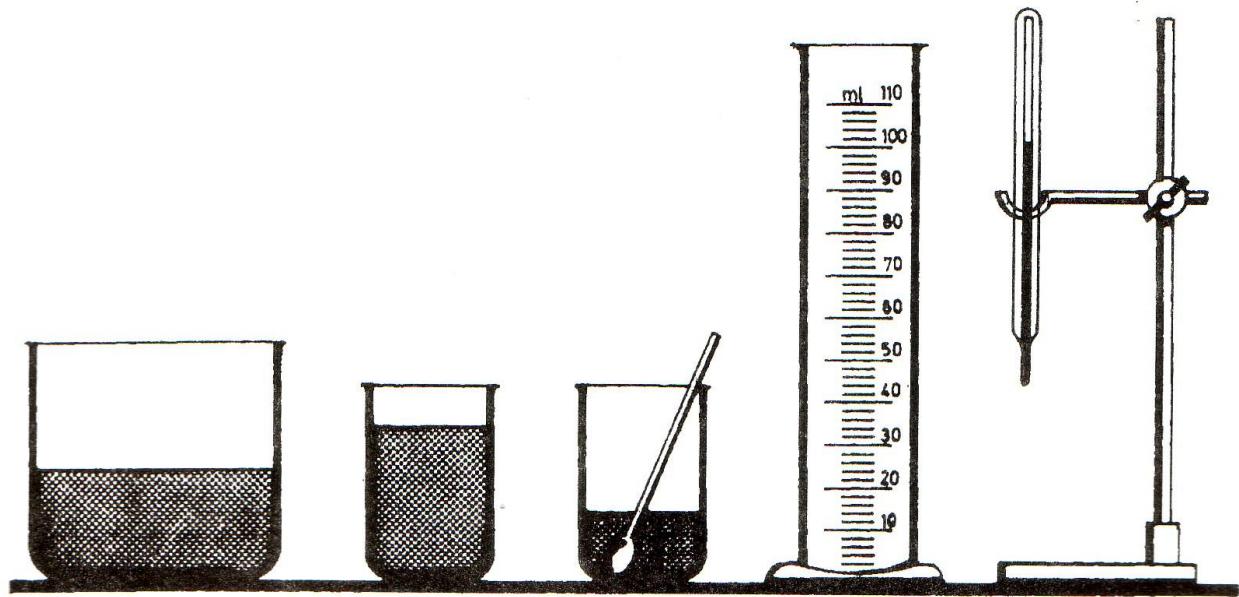
$$c_r m_r (t_m - t_r) = c \cdot m (t - t_m)$$

može se odrediti nepoznata specifična toplota tečnosti $c_r = [c \cdot m (t - t_m)] / [m_r (t_m - t_r)]$

Zadatak: Određivanje specifične toplotne vodenog rastvora kuhinjske soli.

Pribor:

- Laboratorijski termometar, menzura
- voden rastvor kuhinjske soli, topla voda (iz bojlera ili zagrejana)
- dve plastične ili staklene posude (na primer od 250 ml) - jedna za rastvor (oko 50 ml) i jedna za vodu (oko 100 ml), jedna veća posuda za toplu vodu iz bojlera, plastična ili staklena mešalica
- stalak sa držačem termometra.



Priprema eksperimenta:

Napravite voden rastvor kuhinjske soli gustine ρ_r (unapred određena vrednost) koristeći ustajalu vodu temperature ujednačene sa temperaturom okoline. U menzuru naspite deo rastvora, očitajte zapreminu V_r , pa rastvor prespite u jednu posudu.

Izmerite t_r . Menzurom izmerite zapreminu vode V , koja će se zagrevati pa je prespite u drugu posudu. U najveću posudu sa topлом vodom iz bojlera, stavite posudu sa vodom koja se zagрева. Vodu neprekidno i pažljivo mešajte i pratite porast temperature, sve dok se ova ne ustali. Izmerite što brže temperaturu zagrejane vode, t . Odmah nakon merenja toplu vodu što pre uspite u posudu sa hladnim rastvorom. Mešavinu stalno mešajte da bi se obezbedilo da svi delovi što pre dobiju jednaku temperaturu, pratite i beležite promenu temperature. Uočite najveću vrednost temperature t_m jer je to temperatura mešavine. Specifična toplota vode je $c = 4200 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$

4. ANALIZA I PRIKAZ REZULTATA ISTRAŽIVANJA

U ovom delu rada biće razmotrena ranije označena pitanja provere hipoteze: ukupni obrazovni učinak učenja, shvatanje prirode izučavanih fizičkih pojava i zakona, usvajanje činjeničnih informacija.

4.1.Ukupni obrazovni učinak učenja

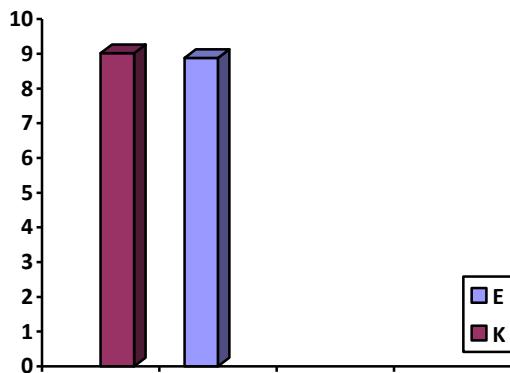
Ukupni obrazovni učinak učenja razmatra se u smislu opšteg nivoa znanja, izraženog postignutim skorom u celom kontrolnom testu. Da bi se jasnije sagledao porast opšteg obrazovnog učinka učenika obe grupe, potrebno je prikazati nivo prethodnih znanja, posebno u oblasti toplotnih pojava.

4.1.1. Ispitivanje prethodnog znanja učenika

Grupe su u istraživanje ušle približno ujednačene u pogledu prethodnih znanja iz poznavanja prirode (elementi fizike) i oblasti toplotnih pojava. Rezultati merenja znanja u pomenutim oblastima vide se iz sledećih grafika i tabela.

Test I	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
srednja vrednost skora	8.88	9.02

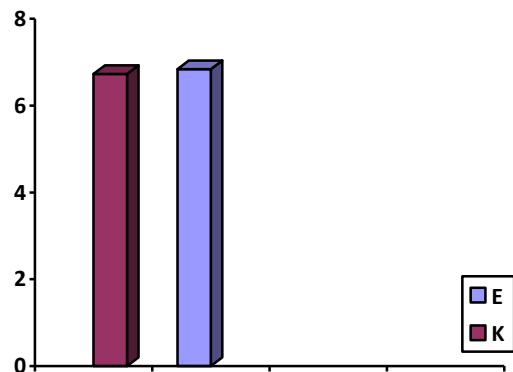
Tabela 1. Rezultati merenja znanja u testu I



Grafik 1. Rezultati merenja znanja u testu I

Test "toliko znam"	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
srednja vrednost skora	6.84	6.73

Tabela 2. Rezultati merenja znanja u testu "toliko znam"



Grafik 2. Rezultati merenja znanja u testu "toliko znam"

Na uporednim graficima vidi se da su razlike između eksperimentalne i kontrolne grupe zanemarljivo male. Najviši stepen ujednačenosti grupa postignut je u početnom merenju, testom "toliko znam".

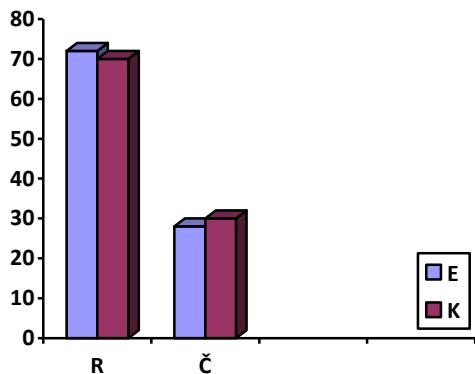
Početno merenje testom "toliko znam" pokazuje da se nivo učeničkih prethodnih znanja iz oblasti topotnih pojava kreće oko 45%. S obzirom da je obrada ove nastavne celine tek predstojala, taj početni nivo prethodnog znanja, može se smatrati vrlo visokim. Ovo prethodno znanje je posledica ranijih iskustava učenika o topotnim pojavama, s kojim se oni susreću u svakodnevnim praktičnim situacijama, i znanja koja su stekli u ranijim razredima. To prethodno znanje se u nastavnoj praksi često ne uvažava dovoljno kao osnova na kojoj je moguće izgraditi proces daljeg sticanja znanja i produbljivanje shvatanja onoga što se uči.

Ako se uporede rezultati u testu "toliko znam" po delovima, dolazi se do veoma značajnih informacija o odnosu uspeha učenika u zadacima shvatanja prirode fizičkih zakona i pojava i uspeha u zadacima usvajanje činjeničnih informacija.

U sledećoj tabeli se vidi da su učenici pokazali veći uspeh u zadacima koji zahtevaju rasuđivanje nego u zadacima koji zahtevaju poznavanje činjeničnih informacija.

Test "toliko znam"	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
zadacima shvatanja prirode fizičkih zakona i pojava (R)	72%	70%
zadacima usvajanje činjeničnih informacija (Č)	28%	30%
UKUPNO:	100%	100%

Tabela 3. Uspeh učenika u zadacima tipa R i Č



Grafik 3. Uspeh učenika u zadacima tipa R i Č

Na osnovu dobijenih rezultata nameće se pitanje: koji je to činilac doprineo boljem početnom uspehu učenika u zadacima rasuđivanja u odnosu na zadatke usvajanja činjenica? Da li su zadaci tipa R lakši od zadataka tipa Č?

Druga mogućnost otpada, jer se u testu K u završnom merenju, pokazalo da su zadaci R bili podjednako teški (tabela 5).

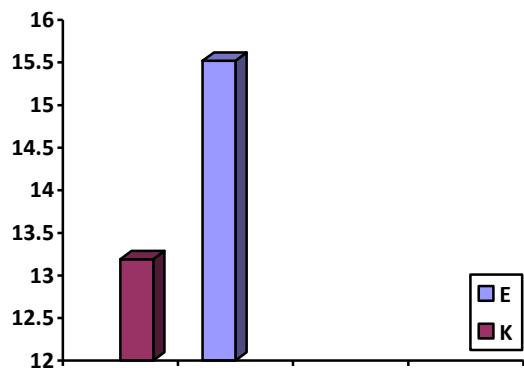
Odgovor na prvo pitanje treba, prema pedagoškoj literaturi, tražiti u tome što se činjenice moraju učiti zapamćivanjem (učenjem napamet), a za to je potrebno obrađivati novo gradivo. Za zadatke bitnih veza i odnosa, neophodno je mišljenje (razmišljanje).

4.1.2. Ispitivanje opštег obrazovnog učinka učenja

U ovom delu biće prikazani rezultati koji su postigle obe grupe i biće međusobno poređeni radi izvođenja zaključaka.

Kontrolni test	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
srednja vrednost skora	15.52	13.19

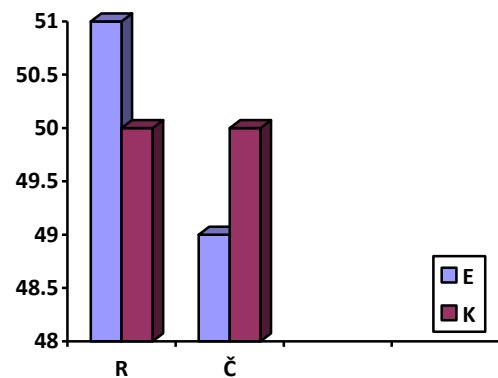
Tabela 4.



Grafik 4.

Kontrolni test	Eksperimentalna grupa (E)	Kontrolna grupa (K)
zadacima shvatanja prirode fizičkih zakona i pojava (R)	51%	50%
zadacima usvajanje činjeničnih informacija (Č)	49%	50%
UKUPNO:	100%	100%

Tabela 5.



Grafik 5.

Poređenjem rezultata, koje su učenici postigli u kontrolnom testu, uočeno je da eksperimentalna grupa ima bolji uspeh. Uspeh kontrolne grupe je na nivou koji se obično postiže u testovima znanja u raznim ispitivanjima ove vrste. Uspeh eksperimentalne grupe pokazuje tendenciju ka višim ishodima nastave čija je jedna od prepostavki – efikasnost primenjenih metoda i oblika rada.

U kontrolnoj grupi su se odigrale slične promene u pogledu prestrukturiranja znanja. Prestrukturiranje znanja iz ove oblasti, naravno ne prestaje završetkom obrade nastavnih jedinica. Naprotiv, to je stvar dužeg procesa - doživotnog učenja.

Na osnovu iznetih uporednih rezultata istraživanja, može se reći da je rešavanje problema dovelo do intezivnije promene u smislu prestrukturiranja znanja.

4.1.3. Razumevanje prirode toplotnih pojava

Pedagoška ideja o tome da rešavanje problema doprinosi boljem shvatanju prirode izučavanih toplotnih pojava, zahteva razmatranje problema shvatanja prirode toplotnih pojava. Za kontrolu ovog efekta pomogli su zadaci tipa R. To su najčešće zadaci problemskog tipa. Za njihovo rešavanje bilo je potrebno dublje razumevanje date pojave i mnogo više razmišljanja nego u ostalim zadacima.

Učenici eksperimentalne grupe postigli su u proseku oko 3 boda više nego učenici u kontrolnoj grupi. Na osnovu toga može se reći da je problemska nastava pokazala u istraživanju značajnu prednost u pogledu shvatanja prirode izučavanih pojava i zakona u oblasti toplotnih pojava.

4.1.4. Nivo usvojenosti činjeničnih informacija

Poznavanje osnova o toplotnim pojavama je potpuno tek kada učenici, osim shvatanja veza i odnosa, mogu da barataju određenim podacima i informacijama.

Rezultati istraživanja pokazuju da je eksperimentalna grupa i u rešavanju zadataka tipa Č postigla bolji uspeh za oko 2 boda u odnosu na kontrolnu grupu. Pošto su grupe na početku bile ujednačene može se zaključiti da je uzrok tog poboljšanja problemsko rešavanje nastavnih problema.

4.1.5. Odnos uspeha učenika u testovima

Jedan od zadataka istraživanja bio je utvrđivanje stepena povezanosti između skora u testu K i skora u testu "toliko znam", kao i da li postoje razlike između kontrolne i eksperimentalne grupe.

Prepostavlja se da između ova dva obeležja postoji povezanost, s obzirom na to da usvajanje novog znanja, blago rečeno zahteva posedovanje nekog predznanja iz te oblasti. Da bi se došlo do ovih rezultata učenici su podeljeni prema skoru u testovima na tri kategorije. Donju kategoriju čine učenici koji su na testu osvojili manje od 50% bodova (ispod granice očekivanog). U ovu kategoriju "ulaze" i tzv. marginalni slučajevi (skor niži od najnižeg, manje od 5 bodova). Srednju kategoriju čine učenici koji su tačno rešili 50% zadataka (u granicama normale). Gornju kategoriju čine učenici čiji je skor viši od 50% bodova, ovoj kategoriji pripada i podkategorija natprosečnih učenika koji su osvojili preko 12 bodova u testu "toliko znam" i preko 15 bodova u testu K.

Sledeća tabela pokazuje da su pojedine kategorije učenika različito reagovale na primjenjenu metodu rešavanja problema u nastavi.

Kategorija učenika	Test "toliko znam"		Test K	
	grupa E	grupa K	grupa E	grupa K
donja	48%	34%	40%	32%
marginalni slučajevi	17%	11%	11%	7%
srednja	8%	46%	22%	48%
gornja	44%	20%	48%	20%
natprosečni slučajevi	3%	3%	12%	3%

Tabela 6.

Rezultati poređenja uspeha u testu "toliko znam" (predznanja u oblasti topotnih pojava) sa skorom u testu K, kod eksperimentalne grupe, govore o tome da rešavanje problema i pored povećanja nivoa znanja u izvesnoj meri očuvava prethodni status pojedinih učeničkih kategorija. Kada se radi o učenicima koji pripadaju donjoj kategoriji (ispod granice očekivanog), može se reći da ovakav vid nastave nije bio toliko efikasan koliko se očekivalo. Verovatno je da je ovakav vid nastave za njih bio dosta težak. Ovakav vid nastave prema pedagozima, za ovu kategoriju učenika, treba dopuniti i kombinovati oblicima individualne nastave. Individualizacija nastave više uvažava individualne razlike među učenicima. U tom slučaju, diferencijacija nastavnog postupka bi uspeh u znanju učinila manje zavisnim od objektivno postojeće diferencijacije u prethodnim znanjima.

Najveći broj učenika, njih 86%, ostalo je u istom statusu u pogledu uspeha u testu, dok je 6% učenika poboljšalo svoj status, ostalih 8% učenika i to uglavnom onih koji su u prethodnom testu pripadali grupi natprosečnih prešlo je u srednju kategoriju. Zanimljivo je da je jednog učenika primećen drastičan pad skora na testu gde je on iz kategorije natprosečnih prešao čak u kategoriju marginalnih slučajeva.

Podešavanje rešavanja problema, prema potrebama i individualnom tempu rada pojedinih učenika ili pak grupa učenika, je pitanje didaktike i metodike nastave. Nalazi, međutim, ukazuju na to da i u okviru rešavanja problema treba primenjivati oblike individualizacije nastave koji uvažavaju razlike u znanjima i sposobnostima i koriste ih za veću aktivaciju učenika koji u pretežno frontalnoj nastavi ne nalaze dovoljno prostora za svoj razvoj.

5. ZAKLJUČAK

Polazeći od razmotrenih teorijskih stavova i eksperimentalnih rezultata u oblasti učenja putem rešavanja problema, kao i potreba pedagoške prakse, istraživanje u središte pažnje stavlja rešavanje problema, kao jedan od oblika učenja i povećanja efikasnosti nastave.

Prihvatajući rešavanje problema, kao jedan od veoma pogodnih oblika efikasnog učenja, istraživanje je nastojalo da u granicama postavljenog cilja i hipoteza ispita uticaj ovakvog rada u ovoj oblasti istraživanja, jedne nastavne discipline - nastave fizike u VII razredu osnovne škole.

Pokušaj i namera da se ovim istraživanjem učini u tom pravcu jedan korak dalje odredili su i karakter rada – njegovu širu teorijsku zasnovanost, u uslovima nedovoljnosti istraživanja ovog problema, i usmerenost ka izvesnim didaktičkim implikacijama za nastavnu praksu.

U vezi sa prвom karakteristikom ovog rada, utvrđeno je da rešavanje problema predstavlja ne samo pogodnu eksperimentalnu, laboratorijsku situaciju za ispitivanje reakcija i ponašanja učenika, već i prirodni kontekst u nastavi, u okviru kojeg dolaze do izražaja bitne kognitivne, konativne (voljne) i afektivne (emocije) komponente učenja i mišljenja. Učenje putem rešavanja problema može omogućiti optimalan prostor za sticanje kvalitetnih znanja koji će se zasnivati, pored ostalog, na većoj misaonoj aktivnosti učenika i uviđanju bitnih veza i odnosa među izučavanim prirodnim pojavama.

Rešavanje problema karakterišu novine i teškoće početne situacije učenja, usmerenost prema cilju, visok stepen motivisanosti učenika, njegov stvaralački napor da sve samostalnije rešava postavljene probleme.

Rešavanje problema je oblik i proces efikasnog učenja, sa jedne strane, i oblik i proces ispoljavanja mišljenja sa druge strane, pri čemu je sam problem sadržaj tog procesa, njegov stimulans i pokretač. Kao oblik učenja, rešavanje problema predstavlja specifičan proces stvaralačkog progresivnog menjanja ličnosti.

Rešavanje problema karakterišu sve bitne odlike svesne i stvaralačke aktivnosti i tako doprinosi ostvarenju značajnih obrazovnih i vaspitnih zadataka u nastavi.

Ovakav način rada sa učenicima predstavlja dominantan kontekst procesa učenja koji prepostavlja primenu postojećih nastavnih metoda, oblika i sredstava rada, ali posebno naglašava laboratorijsku metodu u grupnom obliku kao najpogodniju i najkompatibilniju nastavnu metodu sa ovako koncipiranim eksperimentalnim uslovima.

Istraživanje je pokazalo da je rešavanje problema omogućilo intezivnije promene u pogledu prestrukturiranja znanja. Te promene se ogledaju u povećanju uspeha u izvesnom broju zadataka testa u odnosu na početnu situaciju.

Na kraju bitno je postaviti dva pitanja:

- prvo, kako je došlo do nekih "grešaka" u istraživanju i,
- drugo, šta je uzrok tome da rešavanje problema nije značajnije doprinelo smanjenju i izmeni karaktera tipičnih grešaka.

U davanju odgovora na ova pitanja mogu se poslužiti samo hipotezama, jer istraživanje ne pruža konkretnе podatke (odgovore), da bih bar približno rekonstruisala misaone procese koji stoje iza izbora ili davanja pogrešnih odgovora.

U pitanjima višestrukog izbora i slaganja učenici su, grešili u granicama mogućih modaliteta koje sam ja kao kreator zadatka postavila kao tačne odgovore. U pitanjima dopunjavanja varijacije su bile znatno šire, a mogućnosti pojave grešaka mnogo manje.

Mislim da je kod oba tipa zadatka, u testu K, došlo do neadekvatnog reagovanja učenika u problemskoj situaciji zbog nedovoljnog i nesigurnog prethodnog znanja i, slobodno mogu reći zbog nerazumevanja problema zadatka.

Učenicima koji su činili ovakve greške, ovakva nastava nije pružala dovoljnu pomoć da prevaziđu teškoću, a može se pretpostaviti i određen tip mišljenja koje ne seže u shvatanje problema pojave.

Drugo pitanje je dosta složenije. Očekivano poboljšanje efekta rešavanja problema na otklanjanje misaonih zabluda i lutanja moglo je izostati iz više razloga. Jedan od njih treba, tražiti u mogućnosti stereotipije mišljenja učenika, koju relativno kratko trajanje dejstva istraživanja nije moglo eleminisati ili umanjiti. Drugo rešenje je moguće potražiti u problemu trajanja nastavnog časa (ograničenje od 45 minuta).

6. PRILOZI

Prilog 1

Test I

Pred Vama se nalazi test koji nastoji da utvrdi uticaj rešavanja problema u nastavi fizike na povećanje efikasnosti nastave. Rezultati testa koristiće se samo u svrhu ovog istraživanja, prema tome molim Vas da sva pitanja pažljivo pročitate, razmislite i odgovorite na njih.

Hvala na saradnji.

1. Na crtici upiši reč koja nedostaje.

_____ je jedan od osnovnih oblika postojanja materije od kojeg su izgrađena sva _____ tela.

- a) staklo
- b) srebrna kašika
- c) sud od drveta
- d) voda
- e) kap vode
- f) srebro

- SUPSTANCIJA
- SUPSTANCIJA
- SUPSTANCIJA
- SUPSTANCIJA
- SUPSTANCIJA
- SUPSTANCIJA

- FIZIČKO TELO

- 2.

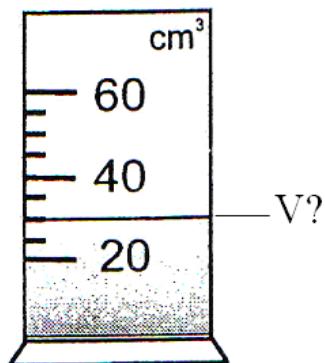
- a) Kretanje je tehnički izazvano stanje materije
- b) Kretanje je prirodno stanje materije
- c) Materija može da postoji bez kretanja
- d) Materija se ne može uništiti niti iz ničega stvoriti,
ona može da prelazi samo iz jednog u drugi oblik
- e) Sve promene koje se dešavaju u prirodi su, u stvari,
kretanje materije

- | | |
|----|----|
| DA | NE |

3. Odredi vrednost jednog podeoka na menzuri sa slike,
a zatim odredi vrednost nepoznate zapremine.

vrednost jednog podeoka je: _____

vrednost nepoznate zapremine: _____



4. Navedi:

NAZIV veličine	OZNAKA veličine	Naziv JEDINICE	Merni INSTRUMENT
		metar	
	V		
masa			
		sekunda	

5. Zapreminu tela merimo:

- a) hronometrom
- b) dinamometrom
- c) menzurom
- d) mikrometarskim zavrtnjem

6. Ako se na dno čaše stavi kocka šećera, a zatim pažljivo nalije u čašu voda. Posle izvesnog vremena voda je na površinskom sloju:

- a) istog ukusa kao i ranije
- b) slatkastog ukusa
- c) zavisi od veličine kocke šećera

Zašto? Obrazloži svoj odgovor!

7. Kako se nazivaju najmanje čestice supstancije? _____

8. Nabroj agregatna stanja: _____

9. Između molekula nalazi se _____ prostor.

10. Sile koje deluju između molekula nazivaju se _____ sile.

11. Uzajamno delovanje molekula je:

- a) samo odbojno
- b) samo privlačno
- c) i privlačno i odbojno

12. Odbijanje/privlačenje dva molekula zavisi od:

- a) njihovog međusobnog rastojanja
- b) vrste molekula
- c) vrste molekula i njihovog međusobnog rastojanja

13. Sila je mera _____ delovanja (interakcije) između tela.

Sila je _____ veličina.

14. Energija je sposobnost tela da _____ rad.

Jedinica za energiju je _____.

15. Navedi primer iz svakodnevnog života kojim dokazuješ zakon održanja energije.

Prilog 2

Test "toliko znam"

Pred Vama se nalazi test koji nastoji da utvrdi uticaj rešavanja problema u nastavi fizike na povećanje efikasnosti nastave. Rezultati testa koristiće se samo u svrhu ovog istraživanja, prema tome molim Vas da sva pitanja pažljivo pročitate, razmislite i odgovorite na njih.

Hvala na saradnji.

1. Na rešou se nalaze dva lončeta sa vodom. U jednom lončetu ima 100 g, a u drugom 200 g vode. Posle tri minuta zagrevanja temperatura vode će biti:

- a) viša u lončetu sa 100 g vode
- b) viša u lončetu sa 200 g vode
- c) podjednaka u oba lončeta

2. Zašto nam se čini da je voda iz dubokih bunara hladnija nego zimi?

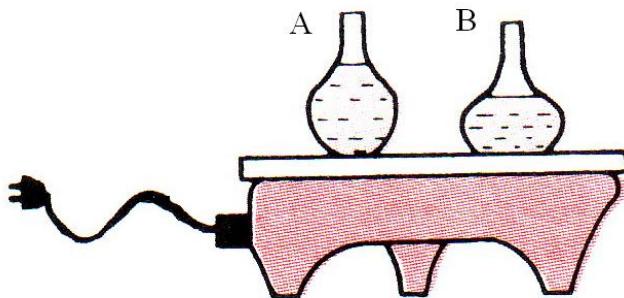
3. Navedi merilo ili merni instrument kojim se meri:

- a) vreme trke na 100m _____
- b) vreme školskog časa _____
- c) zapremina vode u čaši _____
- d) temperatura bolesnika _____

4. Kako ćete izvaditi stakleni zatvarač koji je upao u flašu i ne može da se izvuče? Na raspolaganju su vam samo šibice i sveća. Objasni postupak!

5. Zašto se između železničkih šina ostavlja slobodan prostor između njih tako da se ne dodiruju?

6. Na stolu se nalazi pribor prikazan na slici. U oba suda masa i tempertura vode su iste.



a) Kada se uključi rešo, u kojem će od ova dva suda voda proključati za kraće vreme? _____

Zašto? Obrazloži svoj odgovor! _____

b) Gde se u praksi o tome vodi računa? _____

7. Grejanjem se telima povećava temperatura, sve dok ne počnu da se tope ili da isparavaju:

- a) da
- b) ne
- c) zavisi od mase tela

8. Jedinica za temperaturu koja se koristi u svakodnevnom životu je:

- a) metar
- b) njutn
- c) kandela
- d) stepen celzijusa
- e) kelvin

9. Jedinica za temperaturu u SI sistemu jedinica je:

- a) kandela
- b) stepen celzijusa
- c) kelvin
- d) tesla

10. Metalna šipka se pri zagrevanju:

- a) širi
- b) skuplja
- c) topi
- d) isparava

11. Količina toplote koju telo prima pri zagrevanju ili otpušta pri hlađenju zavisi:

- a) od prirode supstancije, mase i promene njegove temperature
- b) samo od mase i njegove temperature
- c) samo od promene njegove temperature
- d) samo od mase i specifične toplotne kapacitativnosti

Prilog 3

Kontrolni test

Pred Vama se nalazi test koji nastoji da utvrdi uticaj rešavanja problema u nastavi fizike na povećanja efikasnosti nastave. Rezultati testa koristiće se samo u svrhu ovog istraživanja, prema tome molim Vas da sva pitanja pažljivo pročitate, razmislite i odgovorite na njih.

Hvala na saradnji.

1. Pri neposrednom dodiru dva tela različitih temperatura menja se unutrašnja energija oba tela. Razmena unutrašnje energije se ostvaruje:

- a) dok se ne izjednače potencijalne energije tela;
- b) dok se ne izjednače temperature tela;
- c) dok temperature oba tela ne postanu jednake nuli;
- d) dok se ne izjednače njihove gravitacione potencijalne energije.

2. Oznake ispred podataka u levom stupcu upiši u kvadratič uz odgovarajuće podatke desnog stupca:

- | | | |
|----------|--------------------------|-----------|
| a) 273 K | <input type="checkbox"/> | = 27 °C |
| b) 45 K | <input type="checkbox"/> | = -120 °C |
| c) 300 K | <input type="checkbox"/> | = -228 °C |
| d) 153 K | <input type="checkbox"/> | = 0 °C |

3. Kada će mešanje vode biti brže: ako se topla voda doliva u hladnu, ili hladna u toplu? Objasni zašto.

4. U 0.2 l hladne vode na temperaturi 23 °C, sipa se ista količina tople vode na temperaturi 57 °C. Odredi temperaturu ove mešavine. Zanemari gubitik energije na spoljnu sredinu.

- a) 80 °C
- b) 40 °C
- c) 34 °C
- d) 17 °C

5. Da li će se promeniti temperatura vode ako se u njoj rastvori kuhinjska so? Obrazloži svoj odgovor.

6. Kako se u toplotnim pojavama naziva ukupna energija svih molekula posmatranog tela?

7. Šta raspolaže većom unutrašnjom energijom: čaša hladne vode ili čaša sa istom količinom vrele vode? Objasni.

8. Da li se pri promeni temperature tela menja njegova gustina?

- a) da;
- b) ne;
- c) nekada se menja, a nekada se ne menja.

9. Zašto nam se čini da je voda iz dubokih bunara hladnija leti nego zimi?

10. Na čemu se zasniva fizički princip rada termometra sa živom?

11. Količina toplote koju telo prima pri zagrevanju ili otpušta pri hlađenju zavisi:

- a) od prirode supstancije (specifične toplotne kapacitativnosti), mase i promene njegove temperature
- b) samo od mase i njegove temperature
- c) samo od promene njegove temperature
- d) samo od mase i specifične toplotne kapacitativnosti

12. Zašto se tečnosti pri istom zagrevanju šire više od čvrstih tela?

- a) zato što su molekulske sile u tečnostima slabije od onih u čvrstima telima
- b) zato što se toplota u njima brže prenosi
- c) zato što tečnosti nemaju stalni oblik

13. Kako se kreću molekuli čvrstog tela koje se zagreva?

- a) kreće se sa jednog kraja tela na drugi
- b) ubrzano terpere oko stalnih položaja
- c) kreću se velikom brzinom po celom telu
- d) ubrzano trepere i menjaju mesta

7. Literatura

1. J. Šetrajčić, D. Kapor, Fizika za 7. razred osnovne škole, zavod za udžbenike, Beograd, 2010
2. M. Raspopović, D. Krpić, Fizika za 6. razred osnovne škole, zavod za udžbenike, Beograd, 1999
3. M. Raspopović, D. Krpić, Fizika za 7. razred osnovne škole, zavod za udžbenike, Beograd, 2000
4. J. Tomić, M. Raspopović, Zbirka zadataka iz fizike sa laboratorijskim vežbama, zavod za udžbenike, Beograd, 2003
5. S. Dimitrijević, B. Kovačević, Radna sveska sa dnevnikom laboratorijskih vežbi iz fizike za 7. razred, Zmaj, Beograd, 2000
6. J. Šetrajčić, M. Raspopović, Zbirka zadataka iz fizike sa laboratorijskim vežbama, zavod za udžbenike, Beograd, 2010
7. D. Obadović, jednostavni eksperimenti u nastavi fizike, skripta, Prirodno - matematički fakultet, Novi Sad, 2007
8. M. Milić, Osnovi opšte metode nastave fizike, Prosveta, Beograd, 1946
9. M. Vilotijević, Didaktika - organizacija nastave, Učiteljski fakultet, Beograd, 1999
10. V. Bandur, N. Potkonjak, Metodologija pedagogije, Savez pedagoških društava Jugoslavije, Beograd, 1999
11. Pedagoška psihologija - skripta, Filozofski fakultet, Novi Sad, 2010
12. S. Španović, Fleksibilni sistemi nastave i pedagoška komunikacija, Novi Sad, 2008
13. Džirl Voker, Leteći cirkus fizike - pitanja i odgovori, Vuk Karadžić, Beograd, 1986
14. Internet sajtovi:
 - www.BeeBuzzers.com
 - www.sciencekids.co.nz
 - www.wikipedia.org
 - www.obrazovanje.vojvodina.gov.rs
 - www.maturski.weebly.com
 - www.etfsa.files.wordpress.com
 - www.sites.google.com/site/fizikazaosnovce678/
 - www.theweatherprediction.com

Biografija



Ksenija Dragaš rođena je 23.07.1987. godine u Senti. Prvih pet razreda osnovne škole završila je u Bečeju, a preostala tri u Čurugu. 2006. godine završila je gimnaziju "J. J. Zmaj" u Novom Sadu prirodno – matematički smer. Iste godine upisuje Prirodno – matematički fakultet u Novom Sadu, smer profesor fizike. Na istom fakultetu, 2011. godine, nastavlja školovanje, upisom na master studije, smer profesor fizike.

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

TD

Monografska dokumentacija

TZ

Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada:

Završni rad

VR

Autor:

Ksenija Dragaš

AU

Mentor:

dr Dušanka Obadović

MN

Naslov rada:

Razvoj pojmove temperature i toplotne u osnovnoj školi

NR

Jezik publikacije:

srpski (latinica)

JP

Jezik izvoda:

srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2012

GO

Izdavač:

Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa:

Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada:

FO

Fizika

NO

Naučna disciplina:

Demonstracioni eksperimenti u nastavi

ND

Predmetna odrednica/ ključne reči:

temperatura, toplotna, nastava fizike

PO

UDK

Čuva se:

Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena:

Nema

VN

Izvod:

Prikazana je obrada nastavne teme "Toplotne pojave". Pored teorijskog objašnjenja pojmove toplotne i temperature, posebna pažnja u radu posvećena je metodama koje se koriste u nastavi fizike. U cilju što boljeg razumevanja pojava, kao i uvodenja naučnog metoda u svakodnevnu nastavu, prikazani su jednostavnii ogledi tipa "Uradi sam".

IZ

Datum prihvatanja teme od NN veća: jul 2012.
DP

Datum odbrane: 16. 07. 2012.
DO

Članovi komisije:
KO

Predsednik: dr Milica Pavkov – Hrvojević, red. prof.
član: dr Maja Stojanović, red. prof.
član: dr Dušanka Obadović, red. prof.

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph publication

TR

Textual printed material

TR

Content code:

CC

Final paper

AU

Author:

Ksenija Dragaš

MN

Mentor/comentor:

Ph. D. Dušanka Obadović

TI

Title:

Development of concepts of temperature and heat in elementary school

LT

Language of text:

Serbian (Latin)

LA

Language of abstract:

English

CP

Country of publication:

Serbia

LP

Locality of publication:

Vojvodina

PY

Publication year:

2012

PU

Publisher:

Author's reprint

PP

Publication place:

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

PD

Physical description:

SF

Scientific field:

Physics

SD

Scientific discipline:

Demonstrative experiments in teaching

SKW

Subject/ Key words:

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

None

N

Abstract:

Education theme "Heat phenomena" is treated in this work. In addition to theoretical explanation of concepts of temperature and heat, particular attention is dedicated here to the methods used in the teaching of physics. In order to understand better the concepts of temperature and heat, as well as the introduction of scientific methods in daily teaching practice, simple experiments were chosen, "do-it-yourself" type.

AB

Accepted by the Scientific Board:

ASB

july 2012.

Defended on:

16.07.2012.

DE

Thesis defend board:

DB

President:

Ph. D. Milica Pavkov – Hrvojević, full professor

Member:

Ph. D. Maja Stojanović, full professor

Member:

Ph. D. Dušanka Obadović, full professor