

Uopšte o predmetu



UVOD u PREDMET

Objasniti neke stvari:
1. Upoznati vas sa ASISTENTOM
2. Plan i program
3. Pravila igre
Nešto bi trebalo i raditi?

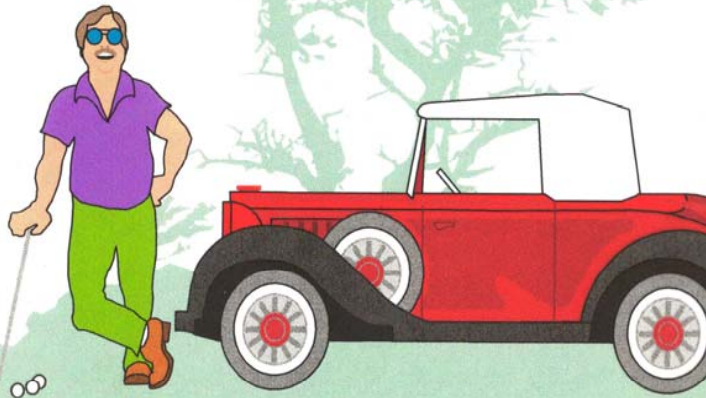
Naziv predmeta:
**GRAĐEVINSKA
FIZIKA**

Raditi, raditi, raditi...

Šta hoće ovaj?



Predmetni nastavnik:
Robert Šoti
sotirobert@gf.su.ac.yu



UVOD u PREDMET

I on će naporno raditi
2 kolokvijuma u toku godine treba da
Odradimo
Konsultacije
Zadaci, zadaci, zadaci....
Zadaci...

VEŽBE
Više
NEGO VAŽNE



Mr. Dušan Zorica

<http://www.gf.su.ac.yu/~zorica/Fizika.htm>
zorica@gf.su.ac.yu



PROGRAM

Toplota-Termodinamika

1. Pojam temperature, termometri, termalni komfor
2. Unutrašnja energija gasova i čvrstih tela, temperatursko širenje, zakoni termodinamike
3. Realni gasovi, ravnoteža i promena faza

Transport toplote

4. Jednodimenziono stacionarno provođenje toplote, višeslojni planarni i cilindrični slojevi
5. Višedimenziono i nestacionarno provođenje, provođenje konvekcijom

Transport vodene pare

6. Pojam pare i zasićene pare, jednodimenziono stacionarno provođenje pare
7. Prenošnje pare konvekcijom, ventilacija i bilans pare u zgradama

Zvuk i prenošenje zvučne energije

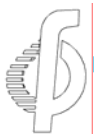
8. Talasna jednačina, longitudinalne elastične deformacije sredine
9. Interferencija, odbijanje zvuka i stojeći zvučni talasi
10. Energija zvučnih talasa, intenzitet, nivo intenziteta, zvučna zaštita

Transport energije zračenjem

11. Zakoni zračenja, interferencija, refleksija, disperzija, boje, intirefleksioni slojevi
12. Solarna radijacija, razmena energije zračenjem, osvetljenost prostorija i osnovne fotometrijske veličine

Elektricitet

13. Elektro magnetno polje, naelektrisanje, struja i napon

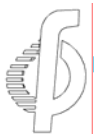


Literatura

- V. Vučić, D. Ivanović: **Fizika I, II, III**, Naučna knjiga, Beograd, 1980-1983.
- J. Janjić, I. Bikit, N. Cindro: **Opšti kurs fizike I i II**, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
- G. Dimić, M. Mitrinović: **Zbirka zadataka iz fizike – viši kurs D**, IRO „Građevinska knjiga”, Beograd, 1987.
- M. Rekalić, M. Simić, V. Georgijević, M. Ivanković, G. Todorović, G. Brajović: **Zbirka zadataka iz tehničke fizike**, Naučna knjiga, Beograd, 1996.
- **Introduction to Building Physics**, Author: Prof Carl-Eric Hagentoft, Chalmers University of Technology, Sweden, ISBN: 91-44-01896-7, Publication year: 2001
- **Fizika mérnököknek I-II. (A műszaki fizika alapjai)**, Author: Giber J. Sólyom A. Kocsányi L., Budapest Műszaki Egyetem, Műegyetemi Kiadó, Hungary, ISBN:9634206789, Publication year: 2002 Giber J. Sólyom A. Kocsányi L.



Knjiga u pripremi...



Oblici provere znanja, ocenjivanje i vrednosti bodova:

- Prisustvo na nastavi do 5 bodova
 - Prisustvo na vežbanjima do 5 bodova
 - 2 kolokvijuma do $2 \times 25 = 50$ bodova-
kumulativno sabiranje
 - USLOV: minimum 30 bodova
-
- Završni ispit do 40 bodova (kumulativno sabiranje)
 - **Ispit je položen kada se sakupi najmanje 55 bodova**
 - **Građevinska Fizika 5 ECTS bodova vredi!!**



PREDMET	ČASOVI	POENI	
GRAĐEVINSKA FIZIKA ECTS=6	Predavanja	2x15=30 5	
	Vežbe	2x15=30 5	
	Kolokvijumi	2x35=70	50
	Ispiti	1x50=50	40
	UKUPNO	180	100



Da vidimo jedan primer

**Završni ispit
20 bodova**

I. Kolokvijum = 10

II. Kolokvijum = 10

**Aktivnosti = 10
(Uh...imali ste sreću!!)**

**Student
vredno radi...**

**Jedva
sakupili 30
bodova...**

**Imate 50 bodova
Možda sledeći put...**



**Aktivnost na
predavanju i
vežbama: 10
bodova**

**Na oba
kolokvijuma
ukupno
20 bodova**



Možda će vam ipak trebati

- **NAČIN FORMIRANJA OCENE**

- Ocena na ispitu se formira na osnovu broja ostvarenih poena:

- **UKUPAN BROJPOENA OCENA ZNAČENJE:**

- 95 – 100 10 Odličan – izuzetan

- 85 – 94 9 Odličan

- 75 – 84 8 Vrlo dobar

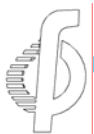
- 65 – 74 7 Dobar

- 55 – 64 6 Dovoljan

- do 54 Nedovoljan (znanje ne odgovara minimumu)

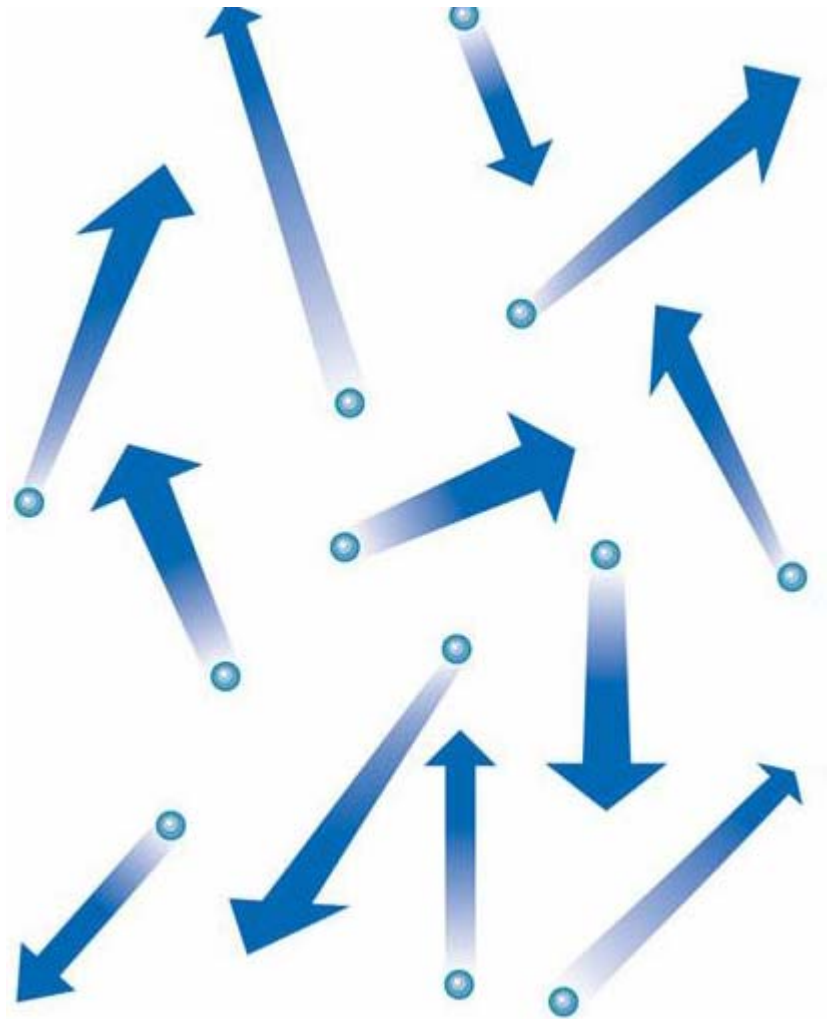
- Nedovoljna ocena se ne upisuje u indeks do zadnjeg ispitnog roka.

Želim Vam Ugodan rad!



Pojam temperature

- **POJAM TERMODINAMIČKE RAVNOTEŽE**
dva odvojena tela se nalaze u termičkoj ravnoteži ako posle njihovog spajanja njihovo termičko stanje, temperatura ostaje nepromenjena
- **PRVI POSTULAT TERMODINAMIKE**
ovu definiciju možemo proširiti na treće telo, tako što formulišemo postulat: ako je telo A i B u termalnoj ravnoteži sa telom C, tada je i telo A u termodinamičkoj ravnoteži sa telom B. Često ovo fizičari nazivaju prvim postulatom termodinamike
- **UNUTRAŠNJA ENERGIJA**
manifestacija mikroskopskih veličina ako prihvatimo da je unutrašnja energija jednaka zbiru energija mikroskopskih čestica od kojih je sastavljeno telo
- **KOLIKO IMAMO ČESTICA U JEDNOM TELU?**
 $N_{\{A\}} = 6.0221415 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$



Temperaturske skale

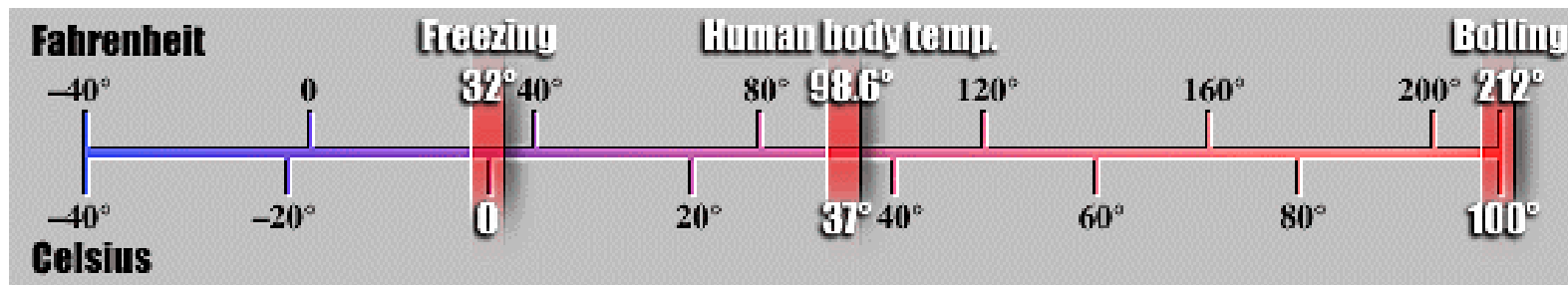
$$t = \frac{t_{ključanje} - t_{topljenje}}{FV_{ključanje} - FV_{topljenje}} \times (FV - FV_{topljenje})$$

FV-fizička veličina, koja linearno zavisi od temperature

t-temperatura

Ključanje i topljenje-toplotna stanja koja se pouzdano reprodukuju

$$t_C = \frac{5^\circ C}{9^\circ F} \times (t_F - 32^\circ F)$$



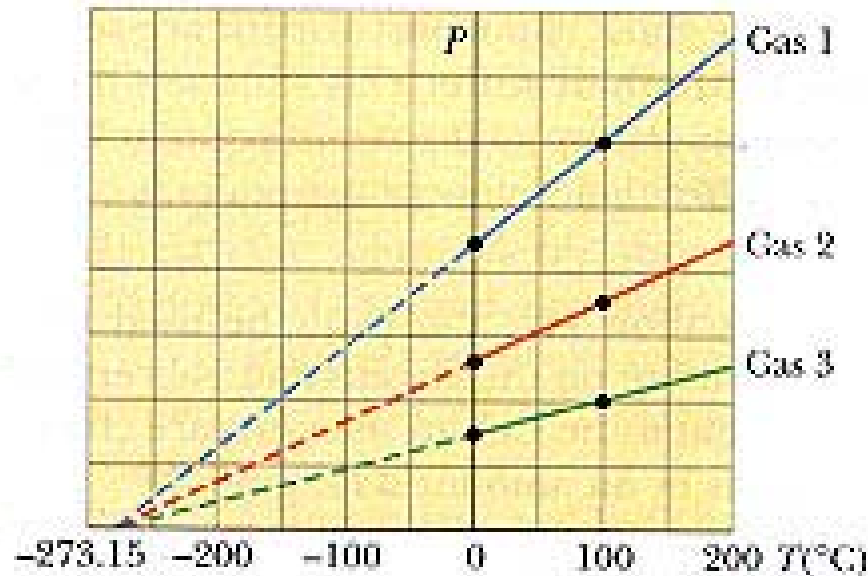
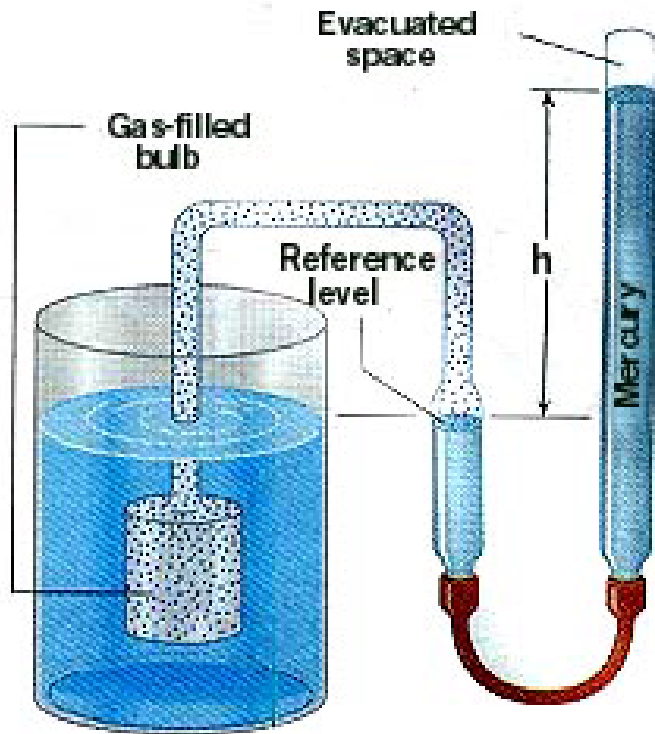
Kelvinova i termodinamička skala

Gay-Lusac-ov zakon $p/T = \text{const}$, $p=0 \dots T=?$ Kelvin: Kelvinova skala: 0 K, $p=0$

Topljenje leda: 273.15 K, 101325 Pa $\longrightarrow t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273.15$.

Termodinamička skala: 0-273.16 (trojna tačka vode),

1K = "rastojanje između ova dva stanja" / 273.16



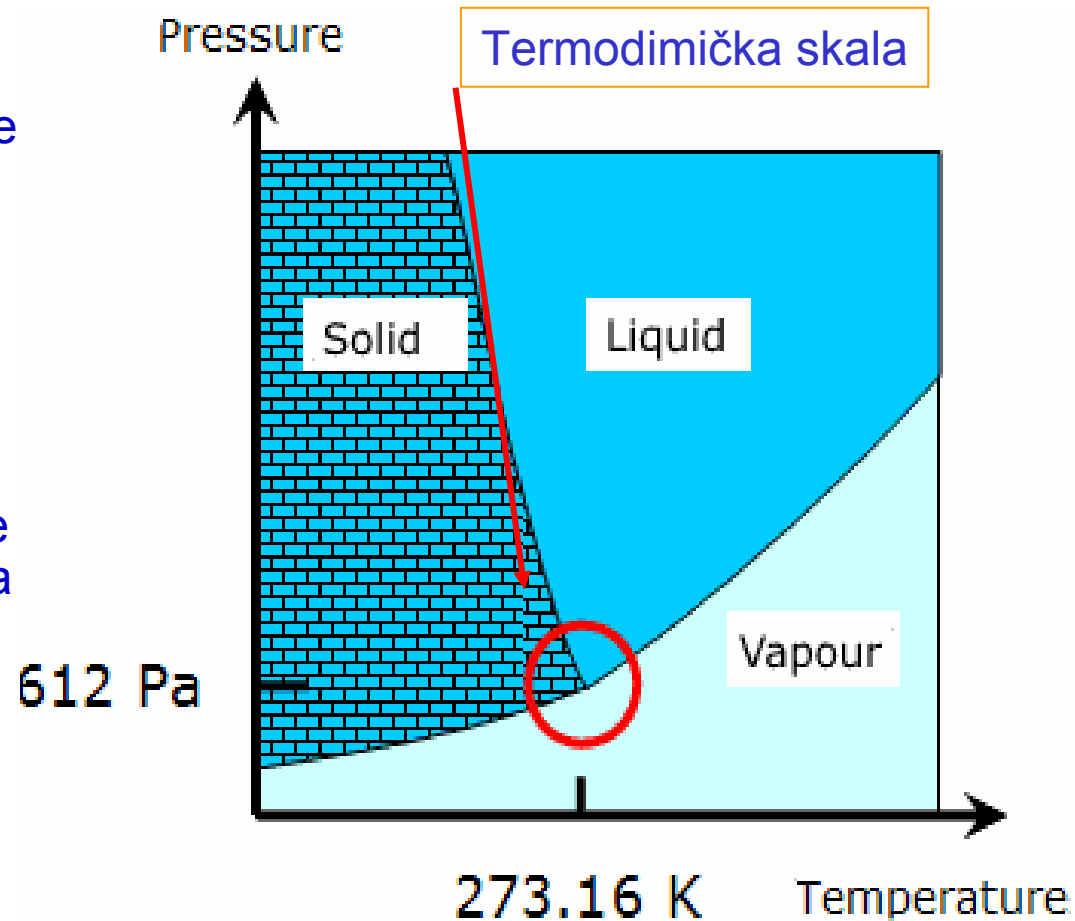
$$\frac{p}{T} = \text{const}$$



Kalibracija

The International Temperature Scale of 1990 (ITS-90) by International des Poids et Mesures Division of Physics

- Opsezi kalibracije i referentne tačke ITS-90 su sledeće:
- U opsegu od 0.65 K do 5.0 K kalibracija se vrši na osnovu karakterističnih tačaka pritiska pare 4He i 3He ·
- U opsegu 3.0 K do trojne tačke Neona (24.5561 K) kalibracija je predviđena gasnim (4He i 3He) termometrom ·
- U opsegu trojne tačke Vodonika (Hydrogen TP: 13.8033 K) do temperature očvršćavanja srebra (961.78°C) kalibracija se vrši na nizu unapred određenih tačaka otpornim termometrom od platine (Platinum Resistance Thermometer) ·
- Preko 961.78 °C kalibracija je određena Plankovim zakonom zračenja na osnovu definisanih referentnih



Upoređivanje skala

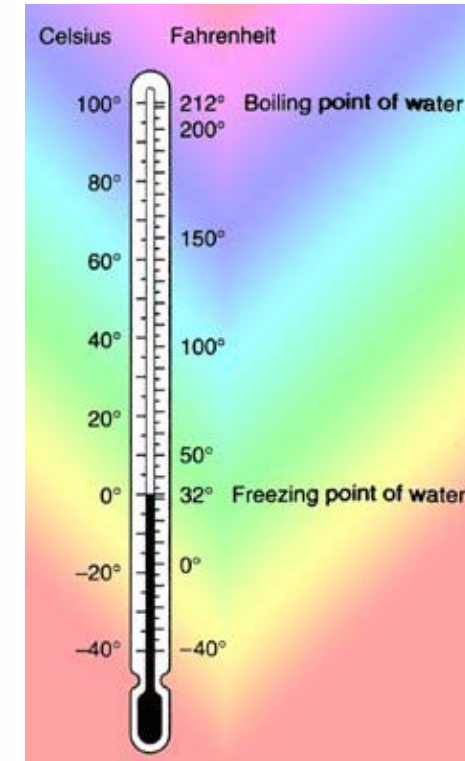
Termičko stanje	Kelvin	Celsius	Farenhajt
Apsolutna nula	0 K	-273.15 °C	-459.67 °F
Topljenje leda	273.15 K	0 °C	32 °F
Trojna tačka vode	273.16 K	0.01 °C	32.018°F
Ključanje vode	373.124 K	99.974 °C	211.971 °F
$1 \text{ K} = 1 \text{ °C}$ i $1 \text{ K} = 1.8 \text{ °F}$			

Tako, na osnovu ove skale ključanje kao jedno od karakterističnih termičkih stanja vode neće biti više 100 °C, nego 99.974 °C (pri normalnim atmosferskim pritiskom). Međutim bilo bi pogrešno tumačiti to kao da se promenila tačka ključanja vode. Reč je o tome da fizičari standardne tačke kalibracije sve preciznije određuju, dok broj podeoka na termodinamičkoj skali je fiksna veličina (273.16). Zbog ovoga se pomeraju prethodno određene vrednosti, merene ili određivane na osnovu drugih standarda ili definicija.



Principi merenja temperature

Naziv termometra	Fizički zakon	Objašnjenje oznaka
Tečni termometri bimetal termometri	$V = V_0(1 + \gamma\Delta T)$	V – zapremina, ΔT – promena temperature γ – zapreminski koeficijent termalnog širenja
Gasni termometri	$pV = NkT$	p – pritisak, V – zapremina, T – temperatura k – Boltzmannova konstanta, N – broj čestica
Dielektrični gasni termometar	$\varepsilon = \varepsilon_0 + Na_0/V$ $p = kT(\varepsilon - \varepsilon_0)/a_0$	ε – dielektrična konstanta, ε_0 – dielektrična konstanta vakuma a_0 – statička polarizabilnost dipola molekula gasa k – Boltzmannova konstanta
Termometri koji rade na principu detekcije termalne buke signala	$\frac{\langle \Delta I^2 \rangle}{\Delta \nu} = 4kT/R$	$\frac{\langle \Delta I^2 \rangle}{\Delta \nu}$ – vrednost buke po frekventnom opsegu R – otpor kroz koji se propušta signal
Akustički termometri	$c = \sqrt{(c_p/c_v) kT/m}$	c – brzina zvuka, m – masa jednog molekula c_p – specifična toplota pri stalnom pritisku c_v – specifična toplota pri stalnoj zapremini
Radijacioni termometri	$R(\nu, T) = (2h\nu^3/c^2) / (e^{h\nu/kT} - 1)$	$R(\nu, T)$ – zračna emitansa ili osvetljaj površine temperature T c – brzina svetlosti h – Plankova konstanta
Termometri koji rade na principu Doplerovog proširenja zračenja	$\Delta\nu_D = \sqrt{(2kT/mc^2)} \times \nu_0$	$\Delta\nu_D$ – Doplerovo proširenje linije spektra ν_0 – Frekvencija apsorpcije ili emisije
Otporni termometri (RTDs)	$R_T = R_0 \times$ $\times (1 + aT + bT^2 + cT^3 + dT^4)$	R_0 – otpornost na $0^\circ C$ a, b, c, d – koef. koji zavise od materijala za većinu provodnika $b, c, d/a \leq 10^{-3}$
Termopar termometri	$U = \int_{T_1}^{T_2} [S(B) - S(A)] dT$	$S(B)$ – Zebekova konstanta materijala B $S(A)$ – Zebekova konstanta materijala A
Termistorski termometar	$R = R_0 e^{B(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0})}$	B – Materijalna konstanta $B > 0$ - PTC, $B < 0$ - NTC



Optički i infrared termometri

Pirometri: detekcija izračene radijacije:

- Optički pirometri: 600-3000 C, vidljiva oblast zračenja, vizualno poređivanje emitance sa standardom
- Infracrveni pirometri: -18 -500 C, 0.7-200 mikrom, elektronika računa temperaturu, potrebno je poznavati emisivnost površine ili izvršiti kalibraciju

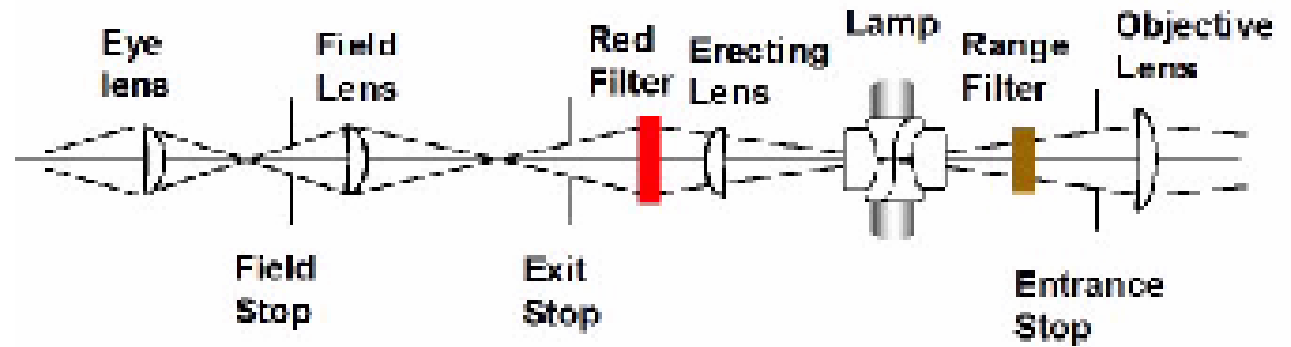
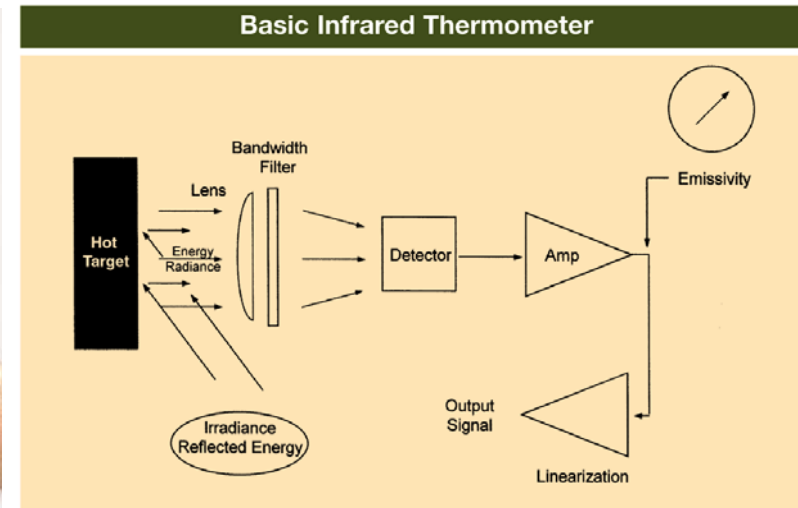


Figure - Optical system of DFP 2000 pyrometer



$$R(\lambda, T) = e(\lambda, T) \times R_{act}(\lambda, T)$$

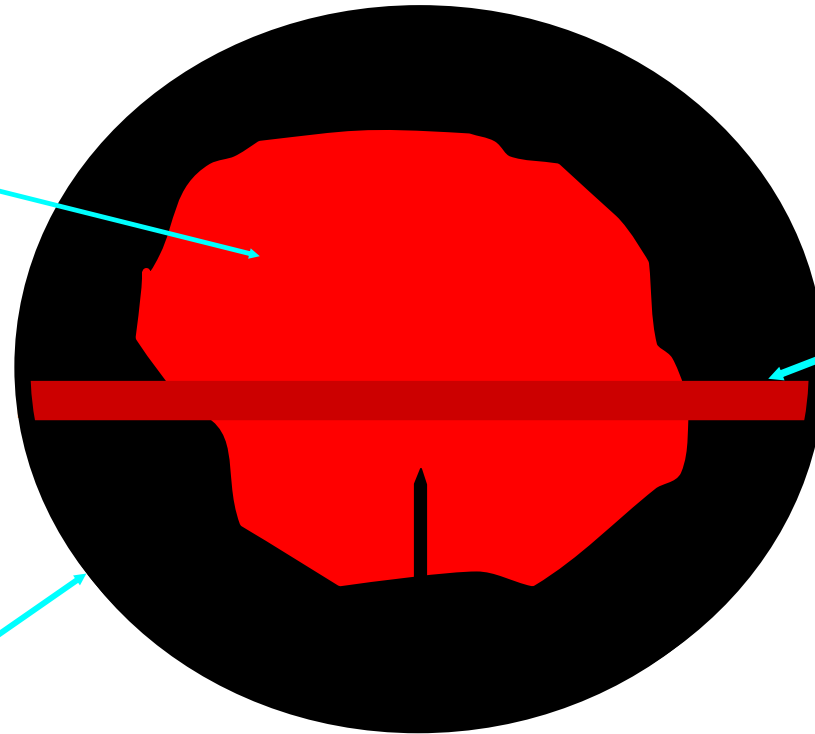
Princip rada optičkog pirometra

Korisnik upoređuje boju, emitancu targeta sa bojom filameta (užarenog vlakna).

Prvo, filament je hladniji, zato njegova boja je tamnija

Površina čija
temperatura
se meri

Target



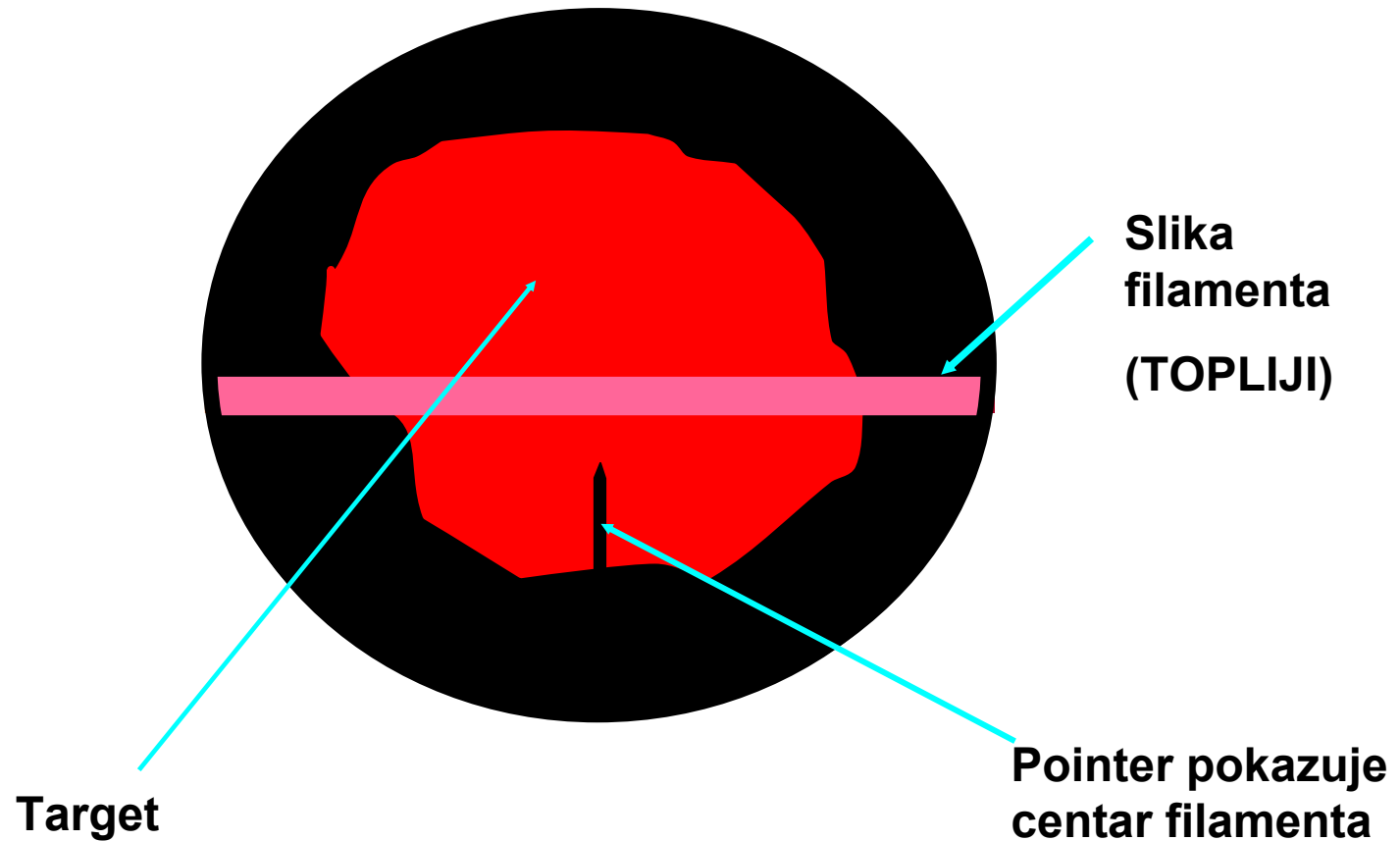
Užareno
vlakno

Filament
(HLADNIJI)

pozadina

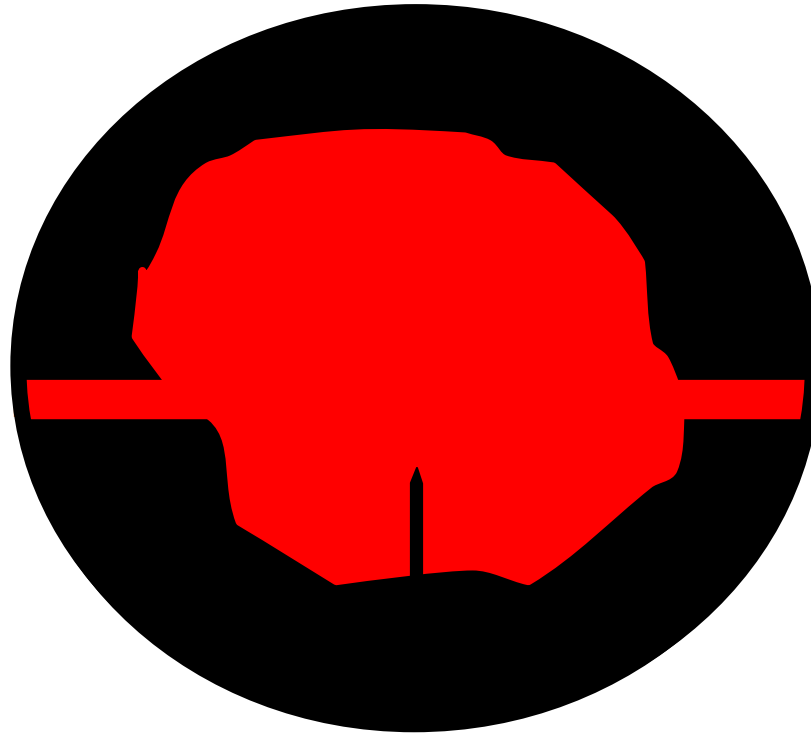
Princip rada optičkog pirometra

Struja grejača se podešava
Filament postaje topliji



Princip rada optičkog pirometra

Struju podesimo tako da se emitanca filameta i targeta izjednače
Filament “nestaje”



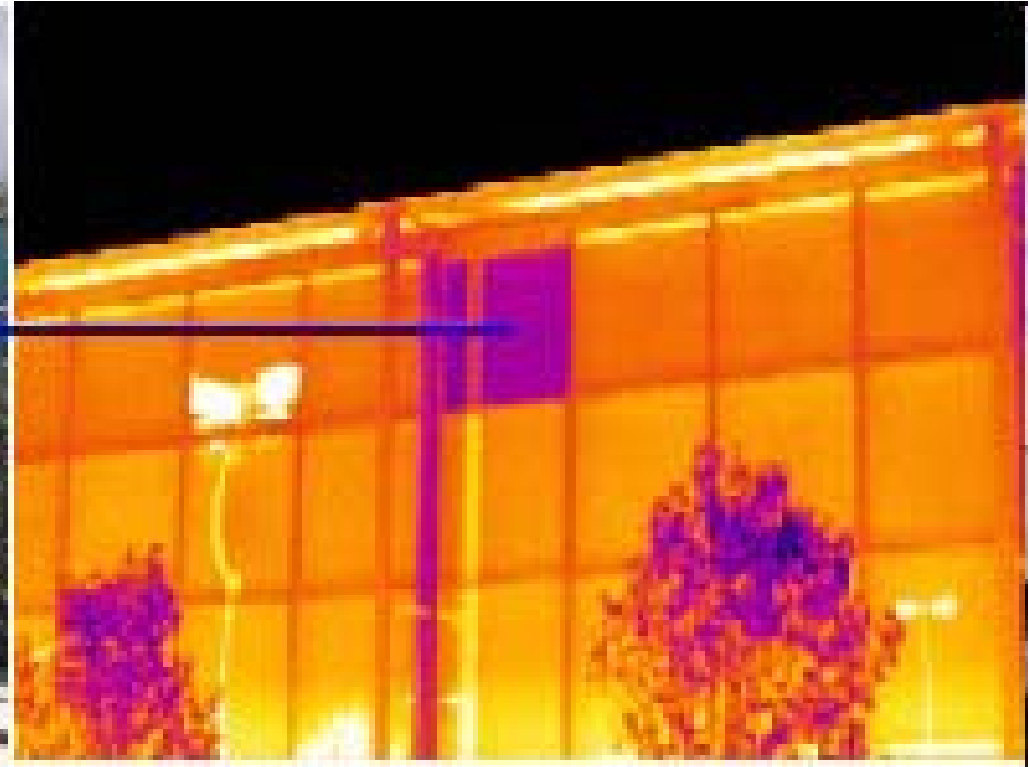
Temperature su skoro izjednačene

Tačna vrednost temperature se računa na osnovu standarda **ASTM Standard E1256**

Infracrvene kamere

Infracrvene kamere rade na principu merenja zračenog infracrvenog spektra:

- Profinjena optika, vizualizacija, ispitivanje izolacije zgrada
- Snimak, termogram



Šta je to termalni komfor?



Definicija

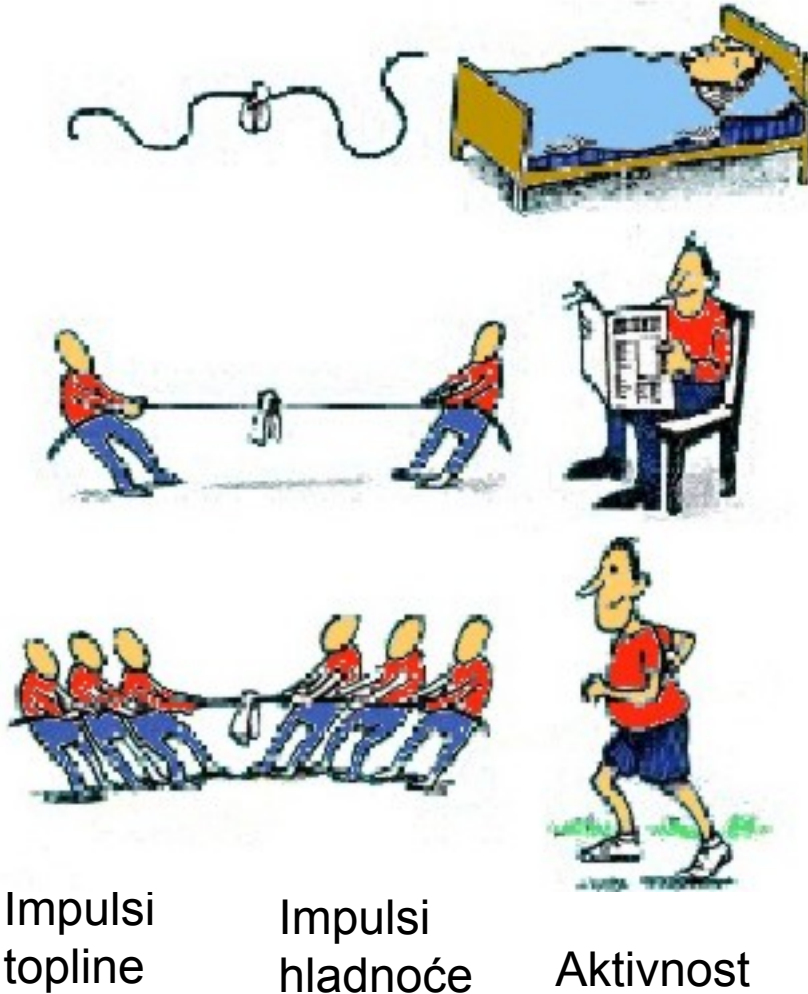
To je psihološko stanje, kada smo zadovoljni sa termalnim uslovima shodno standardu ISO 7730

Temperatura tela



- Normalna temperatura gornjih slojevatela je 37 °C.
- Imamo odvojene senzore za osećaj topline i hladnoće.
- Senzori za osećaj topline i hladnoće su “smešteni” u koži.
- Senzori za toplinu posreduju impulse mozgu, kada temperatura tela pređe 37 °C.
- Senzori za hladnoću posreduju impulse mozgu, kada temperatura površine kože padne ispod 34 °C.
- Imamo više senzora za hladnoću
- Mehanizmi tela za povišenje temperature:
 - Smanjenje protoka krvi.
 - Drhtanje
- Mehanizmi za smanjenje temperature:
 - Povećanje protoka krvi
 - Znojenje (Isparavanje vode).

Percepcija termalnih uslova



- Senzori za toplinu posreduju impulse hipotalamusu, kada temperatura tela pređe 37°C .
- Senzori za hladnoću posreduju impulse hipotalamusu, kada temperatura površine kože padne ispod 34°C .
- Što je veća temperaturska razlika, imamo veći broj impulsa.
- Izjednačenost impulsa – neutralno stanje
- Razlika u impulsima – osećaj topline ili hladnoće

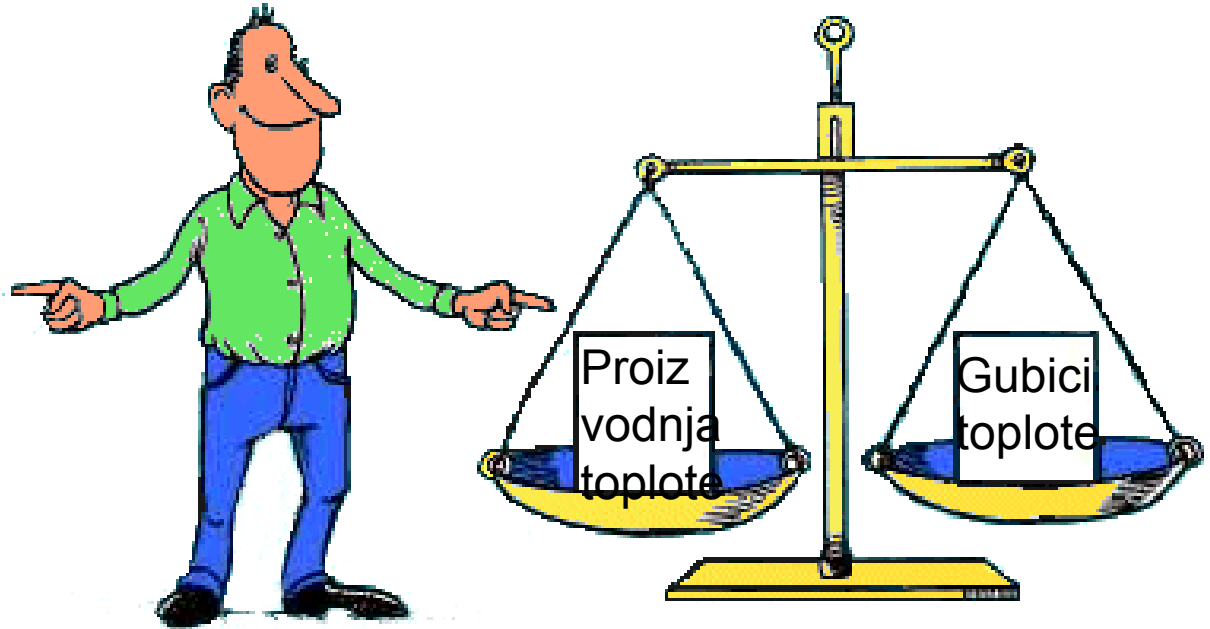
Bilans energije

$$H = E_d + E_{sw} + E_{re} + K,$$

$$K = R + C,$$

$$H = M - W.$$

$$\eta = \frac{W}{M}$$



$$1Met = 58.15 W/m^2,$$

M-Energija metabolizma koja se oslobađa u organizmu u jedinici vremena, [M]=W

H-Toplota koja se oslobađa u organizmu u jedinici vremena, [H]=W

W-Rad izvršen od strane organizma u jedinici vremena, [W]=W=Wat

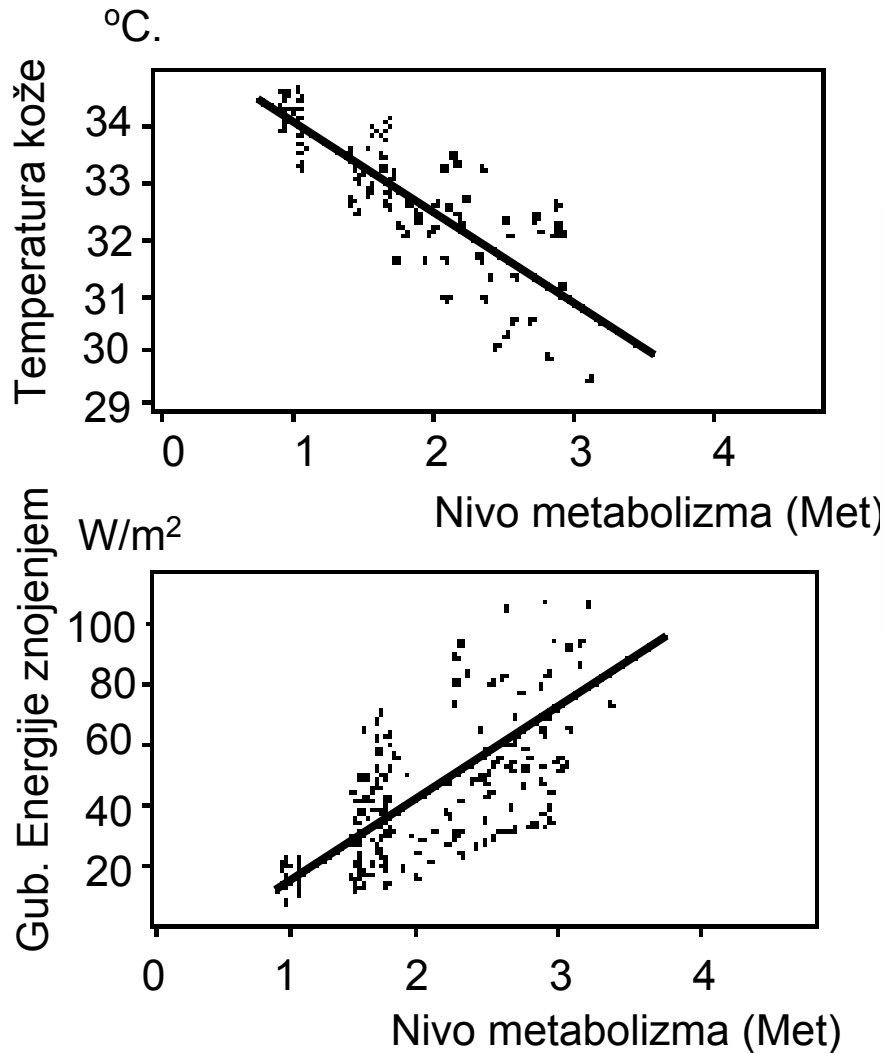
E_d Toplotna snaga izgubljena procesom difuzije pare iz unutrašnjosti do površine kože, [E_d]=W

E_{sw} Toplotna snaga izgubljena procesom znojenja [E_{sw}]=W

E_{re}-Toplotna snaga izgubljena kroz respiratorne organe [E_{re}]=W

K-Toplota koja se prenosi sa naše kože na okolni vazduh (radijacija+konvekcija), [K]=W

Osećaj komfora



- Dva uslova moraju biti ispunjena
 - Gubici toplote = Proizvodnja toplote
 - Neutralni bilans impulsa u hipotalamusu.

$$t_s = 35.7 - 0.032 \frac{H}{F_{Du}}$$

$$E_{sw} = 0.49 F_{Du} \left(\frac{H}{F_{Du}} - 50 \right)$$

F_{du} -površina kože

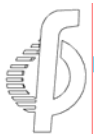
- FANGER je pošao od modela:
 - Znojenje je u funkciji snage metabolizma
 - Temperatura površine kože je u funkciju snage metabolizma
 - Na osnovu istraživanja na velikom broju uzoraka povukao “prave” komfora.

Osnovni parametri termalnog komfora

$$f \left(\frac{M}{F_{Du}}, \eta, I_{cl}, t_a, t_{mrt}, p_a, v_{ar} \right) = 0.$$

Parametri koji su određeni načinom i kvalitetom odevanja	Parametri koji karakterišu našu aktivnost	Osnovni parametri sredine, prostorije u kojoj se nalazimo
I_{cl}, f_{cl}	$\frac{M}{F_{Du}}, \eta, v_{ar}$	$t_a, t_{mrt}, p_a, v_{ar}$

I_{cl}-faktor odevanja, F_{cl}-odnos površine odevenog i golog tela, M-snaga metabolizma po jedinici površine kože, F_{du}-površina kože, v_{ar}-relativna brzina strujanja vazduha, t_a-temperatura ambijenta, t_{mrt}-srednja radijativna temperatura sredine, p_a-parcijalni pritisak vodene pare u vazduhu



Kompleksni problem termalnog komfora

Primena

Termalna
sredina

Standardi

Termalni Komfor

Jednačine
komfora

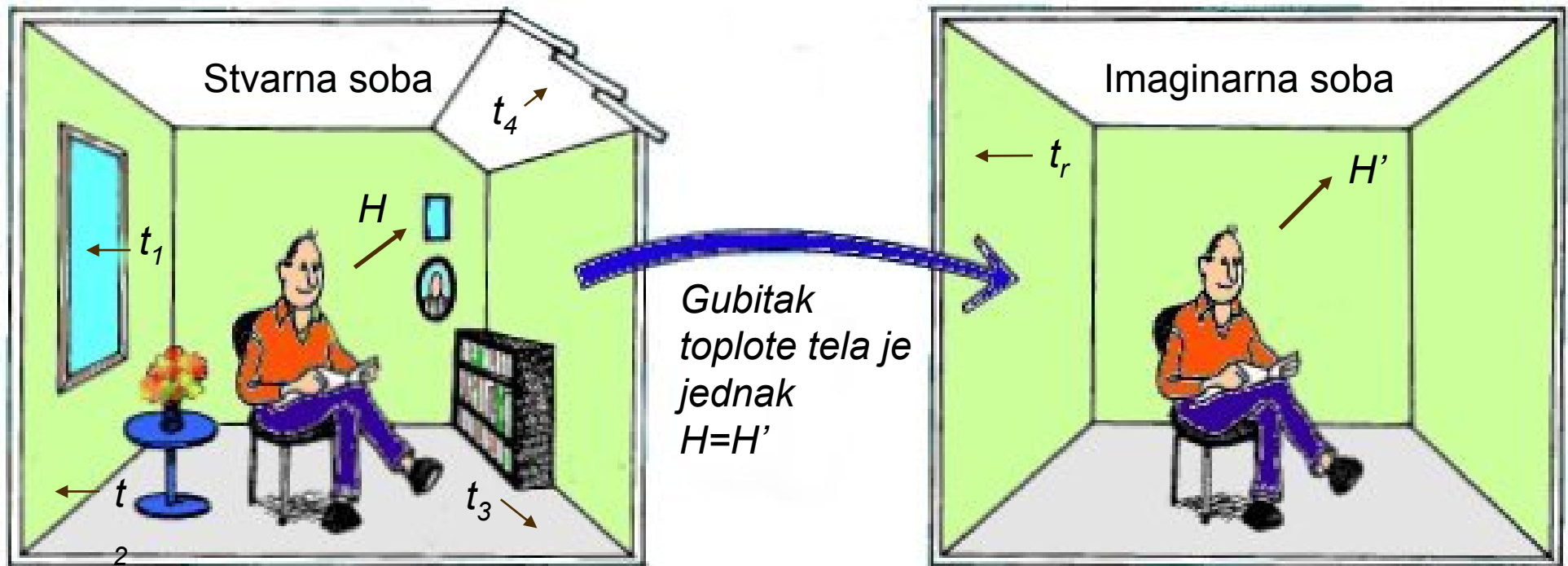
Software

Instrumenti
za merenje

Lokalni uslovi
diskomfora



Nova interpretacija pojma temperature okoline

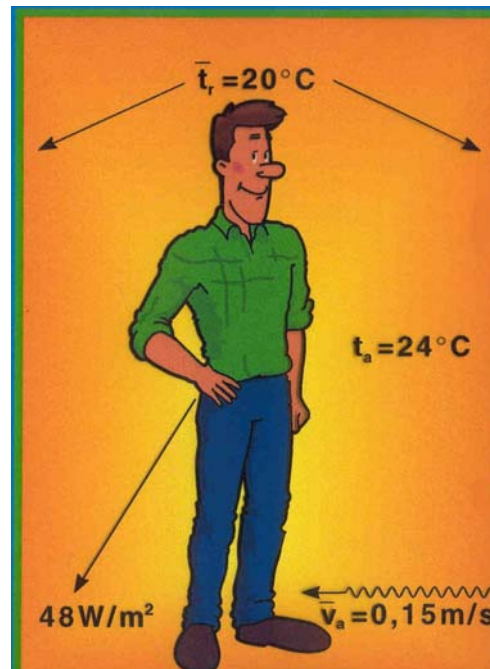
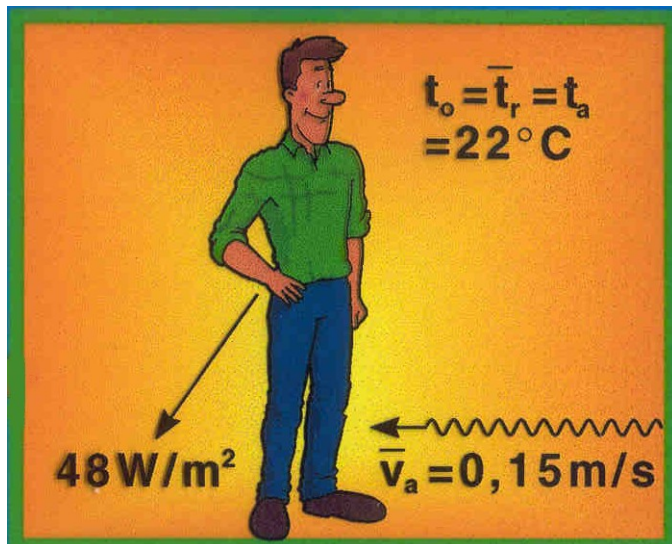


- Na levoj strani je realna situacija
- Na desnoj strani je imaginarna soba sa uniformnom temperaturom t_0
- Gubitak toplote tela u oba slučaja je isti

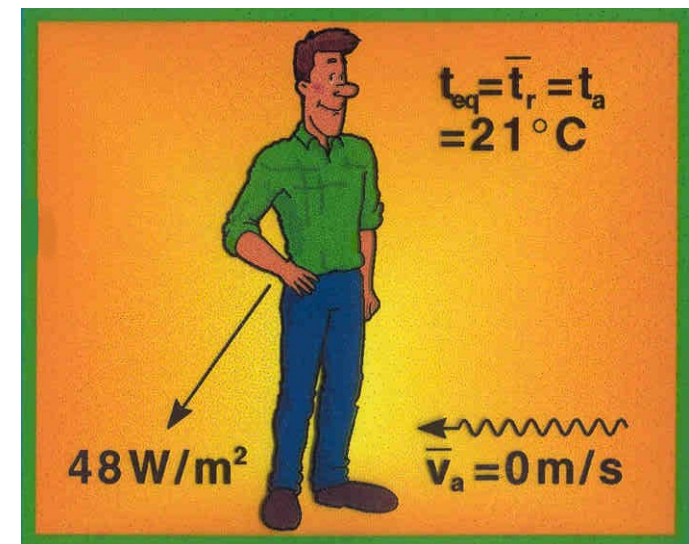
Temperature i interpretacije

Oznaka	Naziv	Brzina vazduha	Pritisak pare
t_o	Operativna temperatura	$v'_a = v_a$	$p'_a = p_a$
t_{eq}	Ekvivalentna temperatura	$v'_a = 0$	$p_a = p_a$
ET	Efektivna temperatura	$v'_a = v_a$	$RH' = 50\%$
$E'_d + E'_{sw} + E'_{re} + K' = E_d + E_{sw} + E_{re} + K$			

Operativna temperatura



Evivalentna temperatura



Oprativna temperatura

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A) \cdot t_{mrt}$$

$$A = 0.5$$

$$v_{ar} < 0.2 \text{ m/s}$$

$$A = 0.6$$

$$0.2 < v_{ar} < 0.6 \text{ m/s}$$

$$A = 0.7$$

$$0.6 < v_{ar} < 1 \text{ m/s}$$



t_o – operativna temperatura

t_{mrt} – srednja radijaciona temperatura okoline

v_{ar} – relativna brzina vazduha

A - koeficijent

Comfor i operativna temperatura

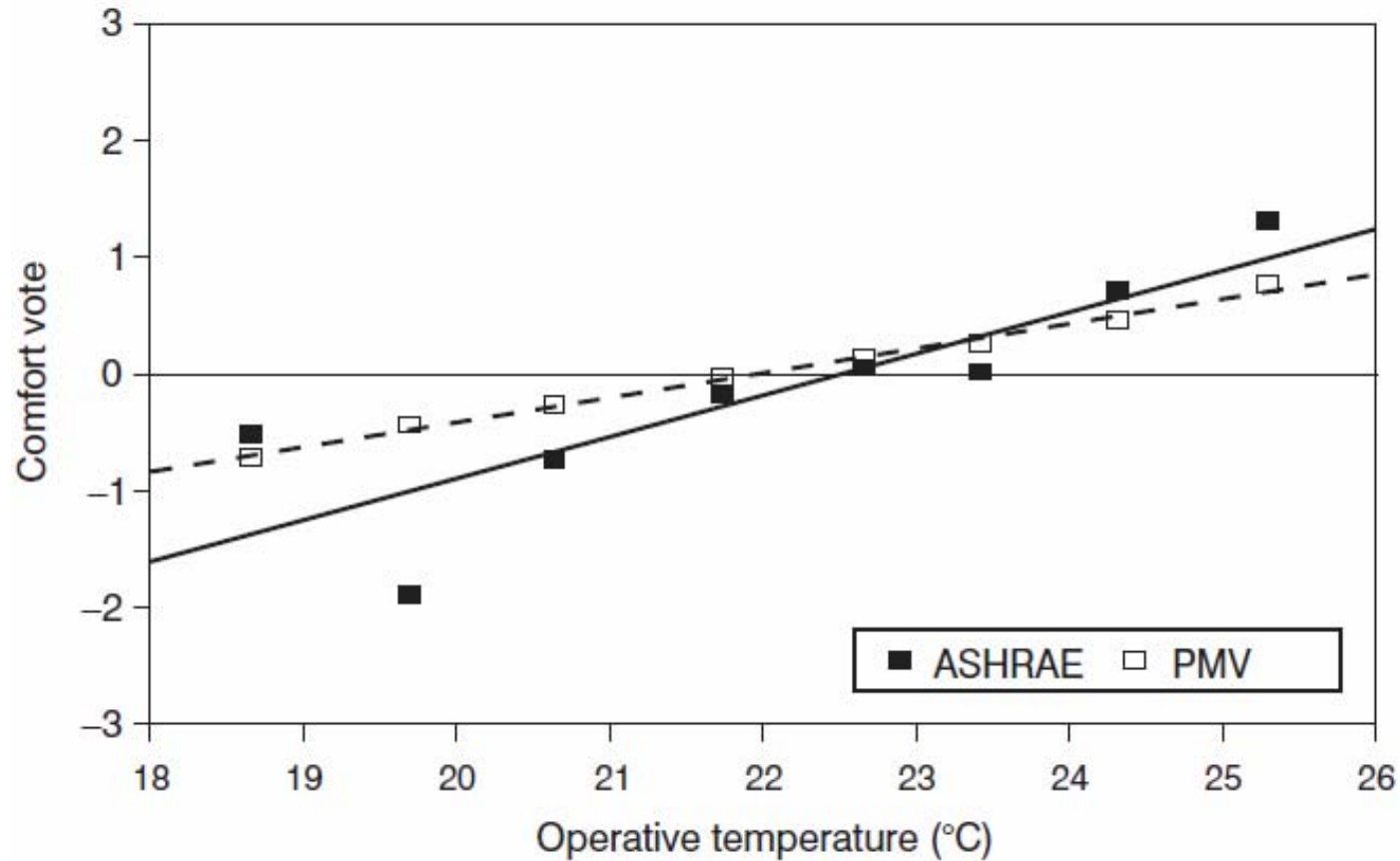
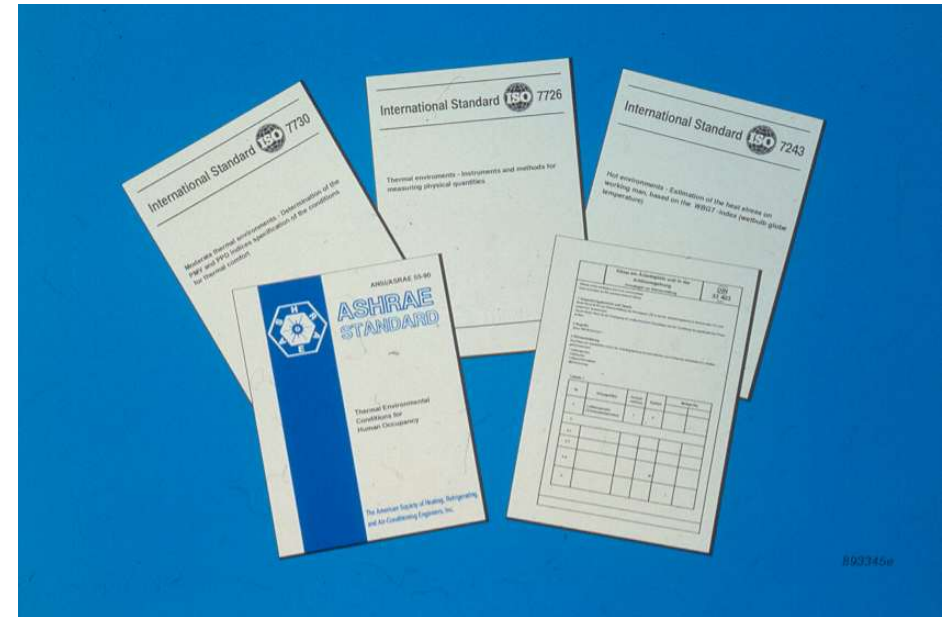


Fig. 1: a) Comparison of mean thermal comfort votes (ASHRAE scale) with predictions by the PMV model in an English office building (Fishman and Pimbert, 1979), activity $80 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, clothing 0.64 up to 0.82 clo; b) Comparison of mean thermal comfort votes (ASHRAE scale) with predictions by the PMV model in a building (Newsham and Tiller, 1995), activity $70 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, clothing 0.78 ± 0.21 clo.





- ISO 7730 (PMV)
- ISO 7743 (WBGT-Wet Bulb Globe Temperature)
- ISO 7933 (Heat Stress)
- ISO 7726 (Measurement Quality)





- 8 razmeštenih sondi.
- Merenje ekvivalentne temperature.
- Mogućnost korišćenja "Manikin"-a
- Moguća simulacija ljudskog tela
- Izrada softvera za analizu rezultata merenja
- Primena rezultata
- Kontrola primenjenih rešenja

Pitanja...????????????

