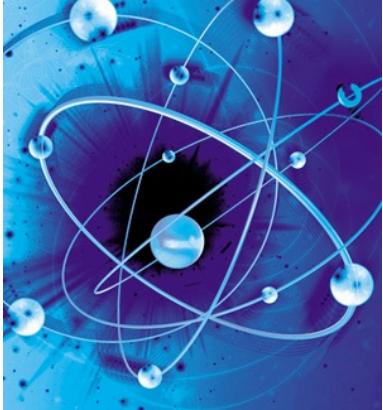


# Fizika 1 za matematičare



**Željko Skoko**

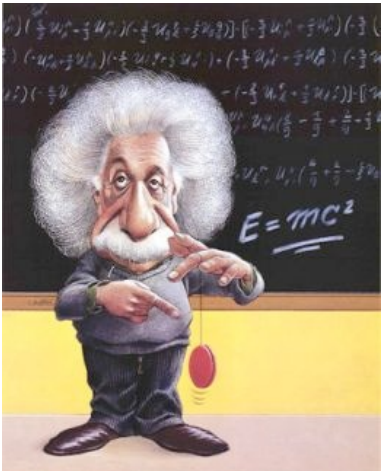
Fizički odsjek, PMF, Zagreb

Predavanja: utorak, 10-12 h, F102

Vježbe: četvrtak, 10-12 h, F102

**Bruno Gudac**

([bgudac@phy.hr](mailto:bgudac@phy.hr))



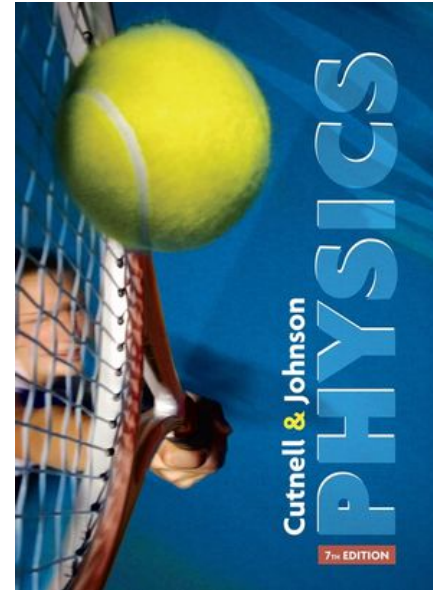
Konzultacije: prema dogovoru

e-mail: [zskoko@phy.hr](mailto:zskoko@phy.hr)

tel: 4605 813

# Fizika 1 za matematičare

Literatura: Cutnell & Johnson:  
Physics, 7th Edition



[www.phy.hr/~zskoko](http://www.phy.hr/~zskoko)

- nastavni materijali
- obavijesti
- ispitna pitanja
- termini ispita, rezultati
- itd...

## Pravila kolegija

- 2 kolokvija (studeni, siječanj)
- po jedan dodatni termin kolokvija za studente koji nisu položili jedan od kolokvija
- jedan konačni termin za ispravke po završetku nastave
- **uvjet za potpis: položena oba kolokvija!**
- bodovi iz kolokvija = **ocjena pismenog dijela ispita**
- usmeni ispit: informacije i prijava - ISVU

## Kako učiti fiziku

-predavanja:

razlučiti što je bitno, razumijevanje fizikalnih fenomena kroz teoriju i pokuse

-vježbe:

savladati osnovne matematičke alate i koncepte kolokviji i domaće zadaće

-preporučeni udžbenik:

utvrđivanje i proširivanje znanja, priprema za ispit

## Općenito o fizici

- gr.  $\pi\eta\psi\sigma\iota\varsigma$  = **priroda** (prvi poznati spomen – Homerova Odiseja)
- najosnovnija (najbazičnija) znanost, bavi se proučavanjem ponašanja i strukture materije
- **klasična** fizika (gibanje, fluidi, toplina, zvuk, svjetlost, elektricitet i magnetizam) i **moderna** fizika (relativnost, atomska struktura, kondenzirana materija, nuklearna fizika, elementarne čestice, kozmologija i astrofizika)
- usko vezana za matematiku, kemiju, biologiju, tehniku...
- utemeljena je na eksperimentu (opažanju) – potrebna je mašta  
Aristotel (384-322 P. K.) – mirovanje je prirodno stanje stvari,  
Galileo (1564-1642) – jednoliko pravocrtno gibanje je jednako prirodno
- sustavno eksperimentalno istraživanje – **model** → **teorija**
- teorija (fizikalni zakoni) – vrlo često pojednostavljena realne situacije
- **aproksimacije!**
- mogućnost predviđanja ponašanja prirode u nekoj situaciji na temelju eksperimentalnih podataka dobivenih u drugoj situaciji

## Povijest fizike

- stari Grci: Arhimed, Demokrit, Ptolomej...
- Arapi: važnost eksperimenta, optika, astronomija...
- Galileo Galilej (1564-1642)
- Isaac Newton (1643-1727)
- Michael Faraday (1791-1867), James Clerk Maxwell (1831-1879)
- Nikola Tesla (1856-1943)
- 1905 kvantna fizika: M. Planck, N. Bohr, W. Schroedinger, W. Heisenberg, P. A. M. Dirac
- nuklearna fizika: M. Curie, E. Rutherford
- Albert Einstein (1879-1955)
- Richard Feynman (1918-1988)
- ...

## SI – jedinice

## Système International d'unités

- dužina: metar –  $m$
  - vrijeme: sekunda –  $s$
  - masa: kilogram –  $kg$
  - električna struja: amper –  $A$
  - termodinamička temperatura: kelvin –  $K$
  - količina tvari: mol –  $mol$
  - intenzitet svjetlosti: kandela –  $cd$
- 
- sve ostale jedinice izvode se iz ovih 7!
  - vrlo važno je znati preračunavati među različitim sustavima!  
(npr. 1 in = 2.54 cm)

## Znanstveni zapis

u fizici se koristi zapis preko potencija od  $10$

$10^{-15}$ – femto (f)	$10^1$ – deka (da)
$10^{-12}$ – piko (p)	$10^2$ – hekta (ha)
$10^{-9}$ – nano (n)	$10^3$ – kilo (k)
$10^{-6}$ – mikro ( $\mu$ )	$10^6$ – mega (M)
$10^{-3}$ – mili (m)	$10^9$ – giga (G)
$10^{-2}$ – centi (c)	$10^{12}$ – tera (T)
$10^{-1}$ – deci (d)	$10^{15}$ – peta (P)

preciznost kojom se neka veličina zapisuje ovisi o njenoj izmjerenoj grešci

(fizika je eksperimentalna znanost)

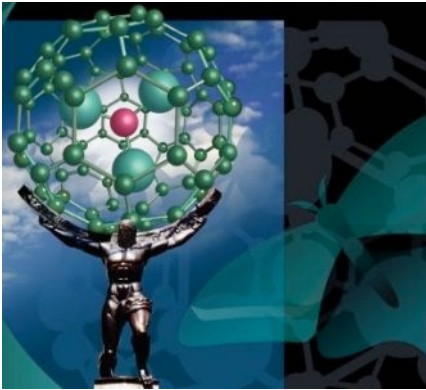
npr. masa elektrona je  $9.10938215(45) \times 10^{-31}$  kg



## Redovi veličina

- $10^{-18}$  m – gornja granica veličine kvarka i elektrona
- $3 \times 10^{52}$  kg – masa vidljivog Svemira
- $10^{-9}$  m/s – prosječna relativna brzina kretanja kontinenata
- $3 \times 10^8$  m/s – brzina svjetlosti u vakuumu
- 0 K – apsolutna nula
- $1.36 \times 10^7$  K – temperatura u središtu Sunca
- $3 \times 10^{-31}$  J – najniža izmjerena kinetička energija molekula
- $10^{70}$  J – energijski ekvivalent mase vidljivog svemira

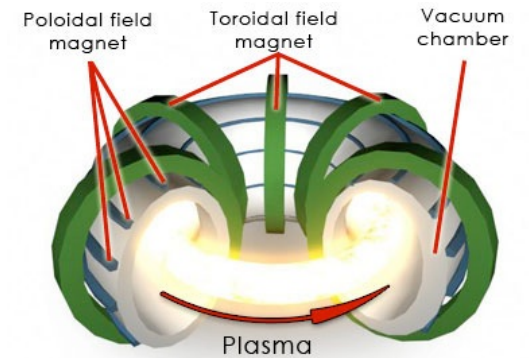
# Moderna fizika



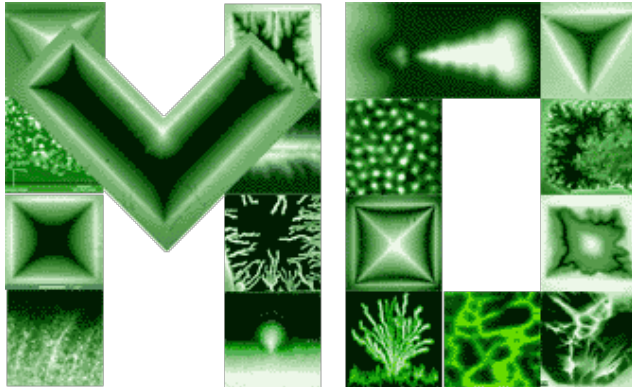
nanomaterijali



ISS – international space station



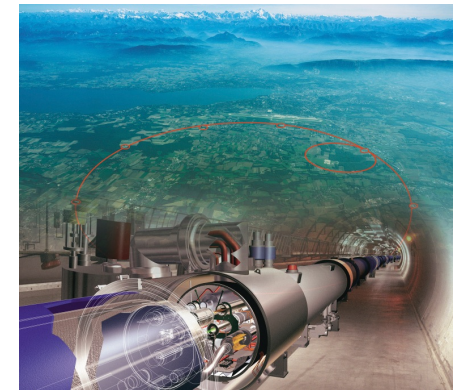
fusijski reaktor



novi supravodiči



Hubbleov teleskop



large hadron collider CERN

Trenutno najviša  $T_c = 138 \text{ K} (-135^\circ\text{C})!$

[nature.com](#) > [Journal home](#) > [Table of Contents](#)

## News and Views

*Nature* **453**, 1000-1001 (19 June 2008) | doi:10.1038/4531000a; Published online 18 June 2008

### Superconductivity: Prospecting for an iron age

Paul M. Grant<sup>1</sup>

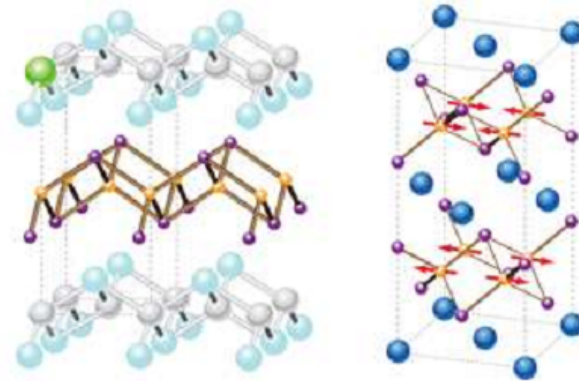
**Different material options for high-temperature superconductivity— conduction of electricity with little or no resistance at 'practical' temperatures — have arrived. Iron compounds are the latest thing.**

▲ Top

High-temperature superconductivity is back in the public eye, and with a bang. But as ever with this topic, we must first journey back to 1986 and 1987, and to Georg Bednorz and Alex Müller<sup>1</sup>, and Paul Chu and his colleagues<sup>2</sup>.

[www.nature.com](http://www.nature.com)

### High-temperature superconductivity in the iron pnictides



## Hubbleov teleskop



- u orbiti od 1990. godine
- nakon početnih problema senzacionalni rezultati
- ogromna uloga u popularizaciji znanosti
- cijena: oko 50 M\$
- visina orbite: 559 km (niska)
- u posljednjih 10-ak godina u Svemir je poslano više desetaka teleskopa koji mjere u različitim energijskim područjima



# LHC – large hadron collider

Blizu Ženeve, ispod Francusko-Švicarske granice

## Veličina

- opseg 27 km
- LEP tunel 175 m ispod zemlje
- brzina protona pri sudaru je  $0.999\,999\,991\,c$
- $60\,\mu\text{s}$  za jedan krug

## Sudari hadrona

- uglavnom protona
- ali i teških elemenata; Pb, Au

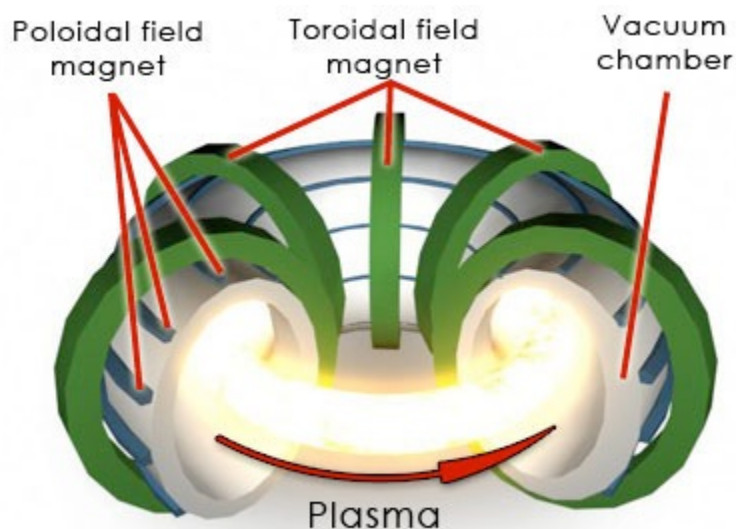
## Sudarač

- $\sim 7$  puta veće energije
- $\sim 100$  puta većeg intenziteta snopa u odnosu na prethodnika (TEVATRON)

Proton – proton 14 TeV

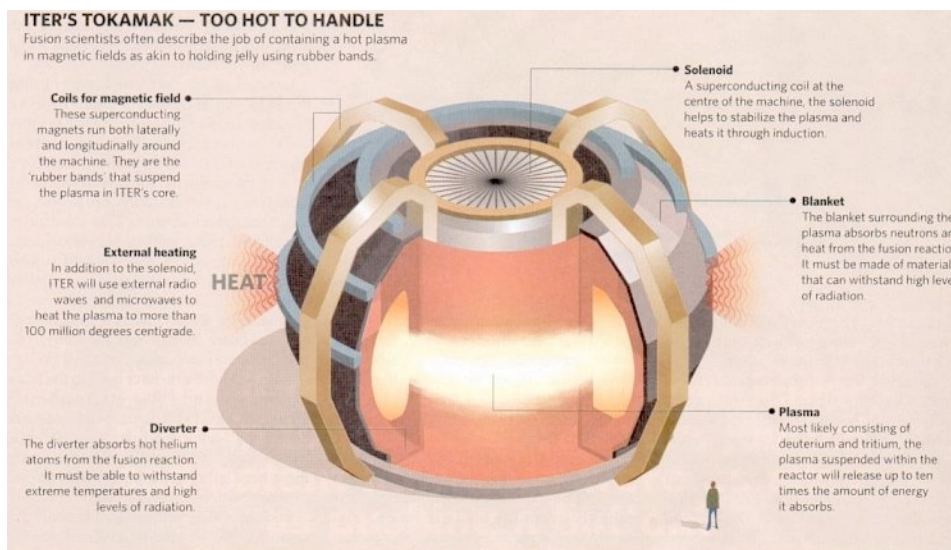
# ITER

od eng. International Thermonuclear Experimental Reactor

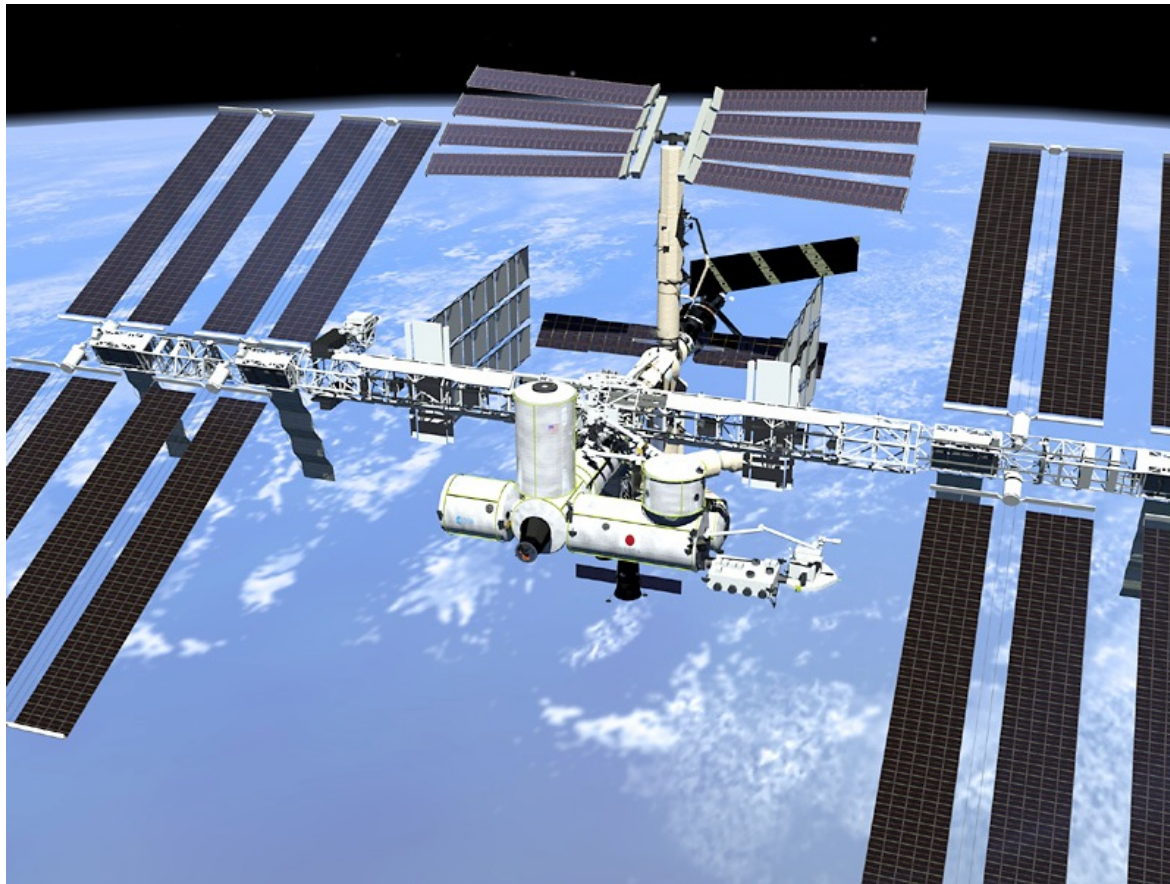


© 2005 HowStuffWorks

- posljednji korak prema komercijalnom fusijskom reaktoru?
- planirani proračun: oko 20 mld. \$
- lokacija gradnje: Cadarache (Francuska)

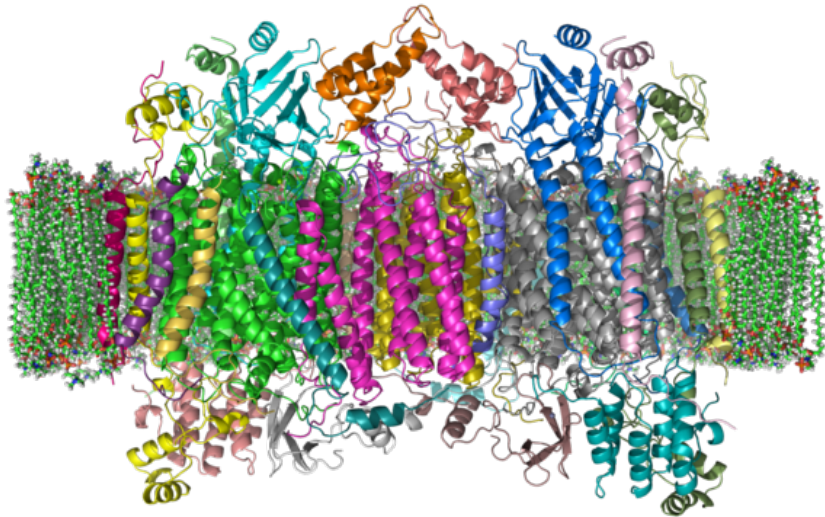


# ISS – International Space Station

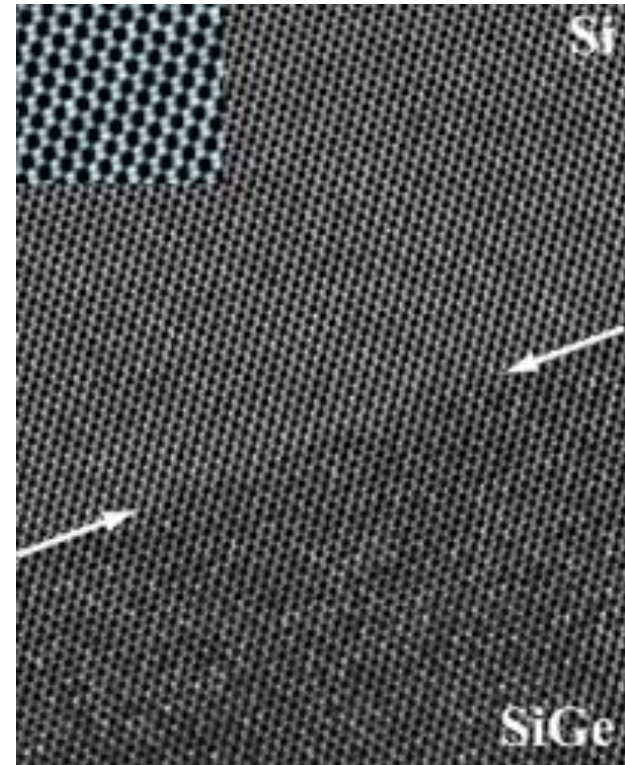


- lansirana 1998 godine
- masa 278 tona (ciljana 428 tona)
- orbita 330-340 km, period 91.3 min
- proračun ???

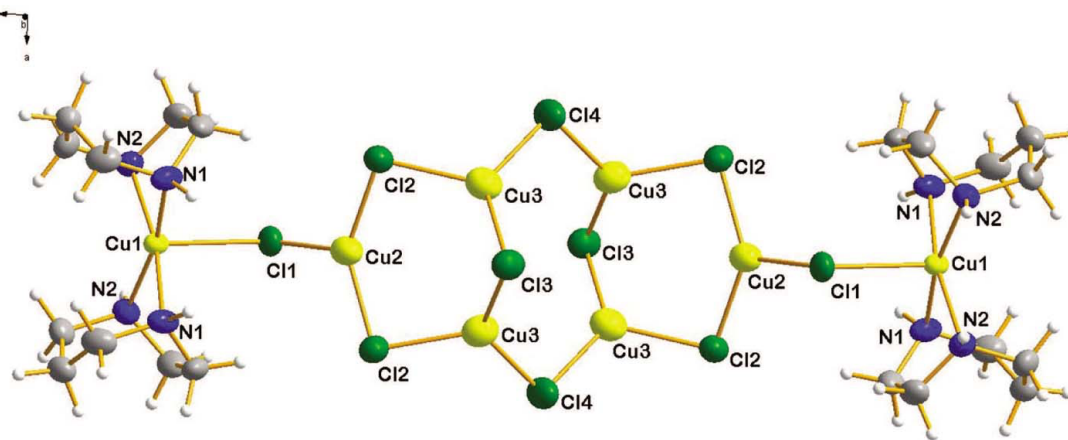
# Kristalografija - rješavanje struktura novih materijala



Struktura proteina



Visokorazlučiva  
elektronska mikroskopija



Kristalna struktura



# Matematički alati i koncepti

## Što je potrebno savladati?

- trigonometriju
- Kartezijev koordinatni sustav
- vektore (komponente, zbrajanje, vektorski i skalarni produkt)
- pojam funkcije jedne ili više varijabli i prikaz u koordinatnom sustavu
- infinitezimalni račun (derivacija i integrali)
- diferencijalne jednačbe

## Što nam treba?

- kalkulator
- logaritamske tablice, Bronstein ili neki drugi matematički priručnik

# Rješavanje fizikalnih problema

Konceptualni problemi – predavanja

Zadaci – vježbe

Što treba okvirno naučiti:

- redove veličina i dozvoljene vrijednosti pojedinih fizikalnih varijabli

Treba paziti - da li je rješenje fizikalno?

- dimenziona analiza rješenja
- mjerne jedinice!

## Dimenziona analiza

- tehnika kojom provjeravamo ispravnost neke formule (ili ju čak izvodimo!)
- princip: lijevu i desnu stranu svesti na temeljne mjerne jedinice; na obje strane moramo dobiti jednaku dimenziju!

Primjer 1:  $s = \frac{1}{2} a \cdot t^2$  ?

- $s$  (put) se mjeri u metrima (m)
- $a$  (akceleracija) se mjeri u  $\text{m/s}^2$
- $t$  (vrijeme) se mjeri u sekundama (s)
- desna strana –  $(\text{m/s}^2) \cdot \text{s}^2 = \text{m}$  (što imamo i na lijevoj strani)  
→ formula je ispravna!

# Trigonometrijske funkcije

$$\sin(x)$$

$$\cos(x)$$

$$\tan(x) = \sin(x)/\cos(x)$$

## Pravokutni trokut

$$\sin(\theta) = a/c$$

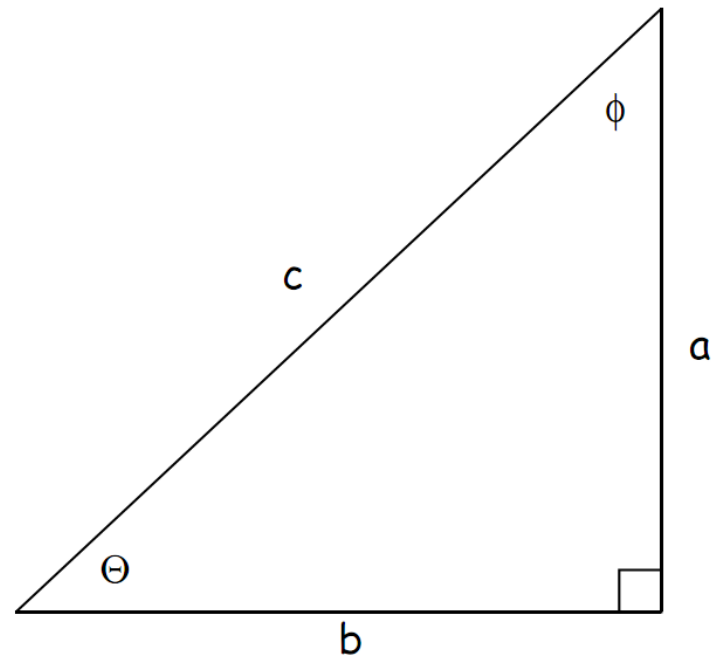
$$\cos(\theta) = b/c$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

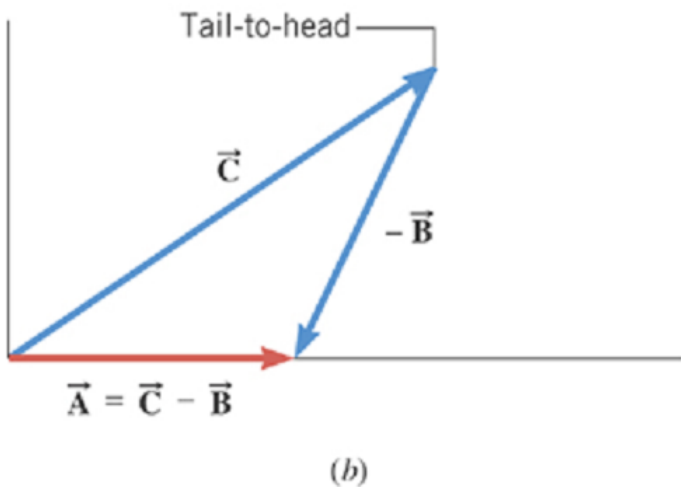
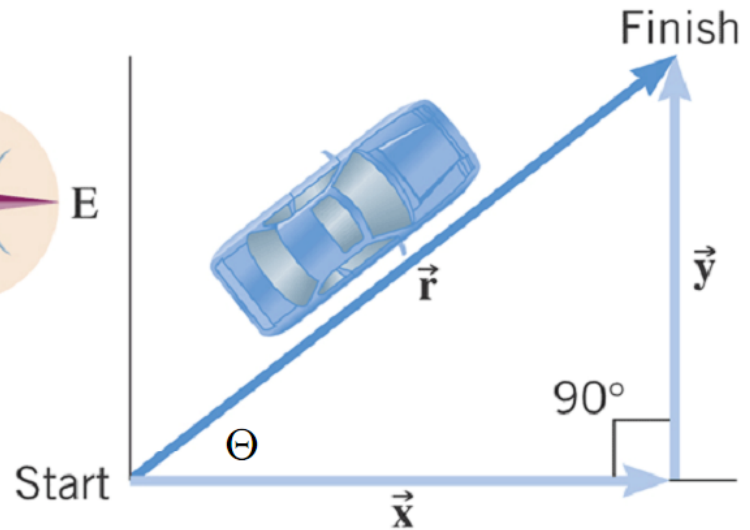
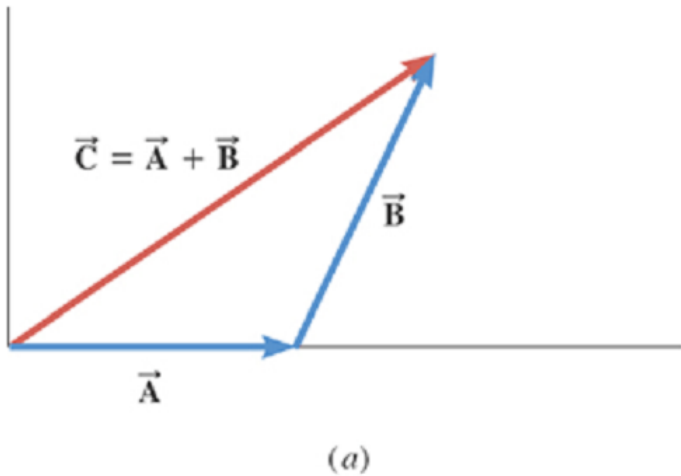
$$\sin^2(\theta) + \cos^2(\theta) = 1$$

$$\theta + \varphi + 90^\circ = 180$$

radijan je SI jedinica  
 $2\pi$  radijana =  $360^\circ$

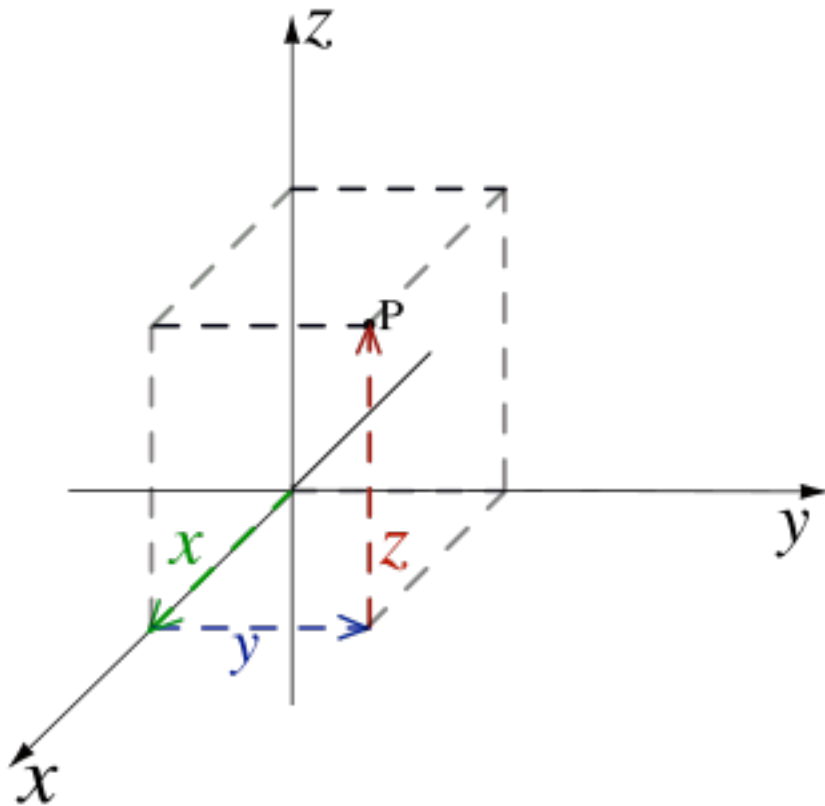


# Vektori



- zbrajanje vektora
  - oduzimanje vektora
  - rastavljanje vektora na komponente
- $$x = r \cdot \cos(\theta)$$
- $$y = r \cdot \sin(\theta)$$

# Koordinatni sustavi



- 1 dim. –  $x$
- 2 dim. –  $x, y$
- 3 dim. –  $x, y, z$

Kartezijev (pravokutni) koordinatni sustav

Koriste se također **sferni** i **cilindrični** koordinatni sustavi.