

Popis izvoda (teorije) za ZAVRŠNI ISPIT iz FIZ1 AG 2008/2009

Last update: ponedjeljak, 22. lipanj 2009

3. ciklus

Ukupno **43** izvod ☺, ali do sad ih se **12** pojavilo (boldani) u teorijskom dijelu završnog ispita.

Za neke godine nisam uspio naći popis pitanja ☹

Za sve što mislite da je krivo ili imate nešto za nadopuniti javite...

FER2.net tema - <http://www.fer2.net/showthread.php?t=34159>

RELATIVISTIKA

1. Lorentzove transformacije
2. Michelson-Morleyev eksperiment
3. **Einsteinovi postulati**
4. Kontrakcija duljine
5. Dilatacija vremena

STATIKA FLUIDA

6. Tlak – općenito i primjer hidraulične preše (Pascalov princip)
7. **Hidrostatski tlak**
8. Atmosferski tlak (barometarska formula)
9. **Uzgon (Arhimedov zakon)**
10. Napetost površine
11. Tlak ispod zakrivljene površine tekućine
12. Kapilarnost (okrajni kut, elevacija, depresija)

DINAMIKA FLUIDA

13. Jednadžba kontinuiteta
14. **Bernoulijeva jednadžba**
15. Primjene Bernoulijeve jednadžbe (Toriccelijev zakon istjecanja, Venturijeva cijev, Pitot-Prandtlova cijev)
16. Viskoznost
17. **Reynoldsov broj i formula**
18. **Poiseuilleova jednadžba – izvod**
19. Otpor sredstva
20. Magnusov efekt

TOPLINA I TEMPERATURA

- 21. Linearno rastezanje
- 22. Površinsko rastezanje
- 23. Volumno rastezanje
- 24. Boyle-Mariotteov zakon (izotermna)
- 25. Gay-Lussacov zakon (izobarna)
- 26. Charlesov zakon (izohorna)
- 27. Jednadžba stanja idealnog plina (Avogadrov zakon)
- 28. Daltonov zakon parcijalnih tlakova
- 29. Specifični toplinski kapacitet
- 30. Dulong-Petitovo pravilo
- 31. Toplinski kapacitet plinova (Mayerova relacija)**
- 32. Fazni dijagram (vode)
- 33. Latentna toplota (promjena agregatnog stanja)
- 34. Prijenos topline (konvekcija – strujanje, kondukcija – vođenje, radijacija – zračenje)

TERMODINAMIKA

- 35. Prvi zakon termodinamike
- 36. Mayerova relacija II (u sklopu 1. zakona termodinamike)**
- 37. Drugi zakon termodinamike**
- 38. Carnotov kružni proces**
- 39. Entropija

KINETIČKO-MOLEKULARNA TEORIJA TOPLINE

- 40. Tlak idealnog plina**
- 41. Ekviparticijski teorem
- 42. Toplinski kapacitet plina
- 43. Toplinski kapacitet krutih tvari

Popis izvoda (teorije) sa prijašnjih ispita iz FIZ1

(za one koji vole kladionicu i statistiku ☺)

1. 2005/2006

1.1. 1. MI 2005/2006

- 1.1.1. Kružno gibanje – obodna i kutna brzina
- 1.1.2. Kružno gibanje – radijalna akceleracija, centripetalna sila i primjer
- 1.1.3. Kružno gibanje – tangencijalna akceleracija, kutno ubrzanje
- 1.1.4. Sudari – jednadžba očuvanja količine gibanja
- 1.1.5. Sudari – odnos relativnih brzina
- 1.1.6. Pokusi – elastični sudar loptice sa zidom i neelastični sudar dvije glinene loptice

1.2. 2. MI 2005/2006

- 1.2.1. Coriolisova sila
- 1.2.2. Foucaultov pokus
- 1.2.3. Steinerov stavak
- 1.2.4. Moment tromosti

1.3. ZI 2005/2006

- 1.3.1. Bernoulijeva jednačba – izvod i primjena (5 boda)
- 1.3.2. Mayerova relacija – izvod (2 boda)
- 1.3.3. Poissonova jednačba – izvod (3 boda)
- 1.3.4. Balistička krivulja – osnovne karakteristike (1 bod)
- 1.3.5. Kosi hitac – izvod brzine ako je sila proporcionalna otporu
- 1.3.6. Kosi hitac – napiši komponente brzine ako se sila otpora zanemaruje (1 bod)

1.4. PZI 2005/2006

- 1.4.1. Uzgon
- 1.4.2. Hidrostatski tlak
- 1.4.3. Carnotovo kružno proces
- 1.4.4. Kinetička energija kod rotacije čvrstog tijela – izvod

2. 2006/2007

2.1. 1. MI 2006/2007

- 2.1.1. Centripetalna sila i akceleracija – pitanja (a, b, c) i primjer (4 boda)
- 2.1.2. Horizontalni hitac – domet
- 2.1.3. Neelastični sudar – izvod
- 2.1.4. Zakon o očuvanju količine gibanja – izvod

2.2. 2. MI 2006/2007

- 2.2.1. Kutna količina gibanja kod rotacije oko nepomične osi (4 boda)
- 2.2.2. Kada vrijedi $L = I \cdot \omega$? (1 bod)
- 2.2.3. Coriolisova sila – kompletni izvod s akceleracijama (4 boda)
- 2.2.4. Foucaultov pokus (1 bod)

2.3. P2. MI 2006/2007

- 2.3.1. Precesija zvrka
- 2.3.2. Coriolisova sila

3. 2007/2008

3.1. 1. MI 2007/2008

- 3.1.1. Newtonovi aksiomi (3)
- 3.1.2. Kosina – rad sile teže
- 3.1.3. Kinetička energija – utjecaj mase na energiju
- 3.1.4. Kutna i obodna brzina (2 boda)
- 3.1.5. Centripetalna akceleracija – kompletni izvod (2 boda)

3.1.6. Centripetalna sila – iskazati i navesti primjere (1 bod)

3.2. 2. MI 2007/2008

3.2.1. Coriolisova i centrifugalna sila – kompletni izvod (5 bodova)

3.2.2. Rotacija krutog tijela oko nepomične osi – kompletni izvod (5 bodova)

3.3. ZI 2007/2008

3.3.1. Bernoulijeva jednadžba (4 boda)

3.3.2. Reynoldsova formula (1 bod)

3.3.3. Drugi zakon termodinamike (1 bod)

3.3.4. Molekularno kinetička teorija – izvedi p i T (4 boda)

3.3.5. Uvjet statičke ravnoteže krutog tijela (1 bod)

3.3.6. Konzervativne sile – definicija i formula (2 bod)

3.3.7. Kosi hitac i kinetička energija (1 bod)

3.3.8. Količina gibanja (1 bod)

3.4. PZI 2007/2008

3.4.1. Količina gibanja – na zaokruživanje

3.4.2. Kosi hitac – različiti kutevi, koje će zadnje pasti

3.4.3. Odnos neinercijalnog i inercijalnog sustava (ubrzava akceleracijom prema gore)

3.4.4. Einsteinovi postulati

3.4.5. Izvod Lorentzovih transformacija

3.4.6. Carnotov kružni proces – izvod rada i koeficijenta te računanje koeficijenta ali sa temperaturama

4. 2008/2009

4.1. 1. MI 2008/2009

4.1.1. Sila trenja – na zaokruživanje

4.1.2. Teorem o radu i promjena kinetička energija (1 bod)

4.1.3. Zakon o očuvanju količine gibanja – centralni savršeno elastični sudar dvije čestice (2 boda)

4.1.4. Impuls sile preko količine gibanja (1 bod)

4.2. P1. MI 2008/2009

4.2.1. Sila trenja – kakva je sila ako se kut povećava

4.2.2. Kružno gibanje – ucrtati vektor akceleracije

4.2.3. Zakon o očuvanju količine gibanja – metak se zabije u ploču i ako znamo v_{metak} , $m_{\text{ploča}}$, m_{metak} , kako možemo dobiti v nakon sudara

4.2.4. Newtonovi zakoni gibanja

4.2.5. Kružno gibanje – kružna akceleracija, kutna brzina i akceleracija

4.2.6. Zakon o očuvanju količine gibanja - centralni elastični sudar

4.3. 2. MI 2008/2009

4.3.1. Gravitacijski potencijal

4.3.2. Precesija zvrka

4.3.3. Coriolisova sila

4.4. P2MI. 2008/2009

4.4.1. Galilejeve transformacije

4.4.2. Keplerovi zakoni

4.4.3. Rotacija krutog tijela oko nepomične osi

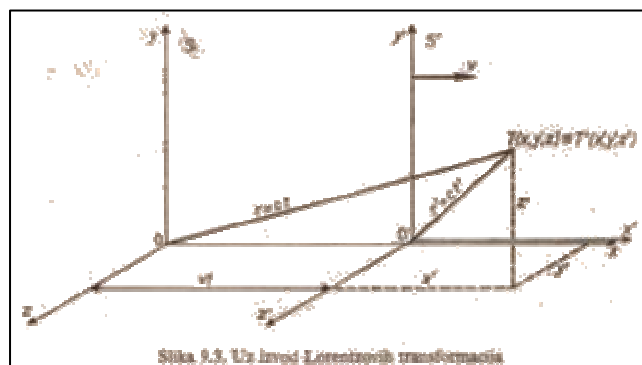
Izvodi 3. ciklusa

EINSTEINOVİ POSTULATI (Dr. sc. Saša Ilić, 1.07)

1. Brzina svjetlosti je u svim sustavima ista i ne ovisi o brzini izvora ili promatrača
2. Svi fizikalni zakoni imaju isti oblik u svim koordinatnim sustavima koji se jedan u odnosu na drugi gibaju jednoliko po pravcu

LORENTZOVE TRANSFORMACIJE (Dubravko Horvat, 1.08: Mehanika i toplina, 2002)

- prelaze u Galilejeve transformacije za $v \ll c$
- simetrične u odnosu na $\pm v$ jer su relativni sustavi ekvivalentni i ne možemo utvrditi tko se giba a tko miruje jer je brzina svjetlosti uvijek c
- nove transformacije moraju biti linearne funkcije koordinata x, y, z i vremena t ($x = ax' + bt'$) jer je prostor izotropan (u svim smjerovima ista svojstva) i homogen (sve točke prostora imaju ista svojstva)
- sukladne sa 1. Einsteinovim postulatom da je brzina svjetlosti ista u svim sustavima i ne ovisi o brzini izvora ili promatrača



Slika 9.1. Uvod Lorentzovih transformacija
Petar Kulišić: Mehanika i toplina, ŠK, 1991

Tražimo transformaciju koja će sustav S prevesti u sustav S' a da pritom budu zadovoljeni sljedeći uvjeti:

1. Transformacija mora biti linearna zbog homogenosti i izotropnosti prostora (uvodimo nepoznatu konstantu a koju smo nazvali γ).

$$x = ax' + bt' = \left| \text{izlučimo } a \right| = a \left[x' + \frac{b}{a} t' \right] = \left| v = \frac{b}{a} \right| = a(x' + vt') = |a = \gamma| = \gamma(x' + vt')$$

2. Pošto su transformacije simetrične u odnosu na $\pm v$ onda možemo odmah i pisati $x' = \gamma(x - vt)$ (1)
3. Sustavi se poklapaju u početnom trenutku - $t = 0, t' = 0, x = 0, x' = 0$
4. Gibanje ishodišta O' s obzirom na sustav S jest jednoliko po pravcu - $x' = 0, x = vt$

U početnom trenutku $t = t' = 0$ (tj. kada se oba sustava S i S' poklapaju) iz ishodišta se pošalje svjetlosni signal koji nakon vremena t dođe u točku T.

Udaljenost OT je $r = c * t$ i promatrač u sustavu S' primjetit će da je svjetlost došla u istu točku u momentu t' te je udaljenost koju je signal prešao s obzirom na sustav S' jednaka $O'T = r' = c * t'$.

Pošto je po 2. EP brzina svjetlosti jednaka u oba sustava vrijedi:

$$x = c * t = \gamma(x' + vt') = \gamma(ct' + vt') = \gamma t'(c + v)$$

$$x' = c * t' = \gamma(x - vt) = \gamma(ct - vt) = \gamma t(c - v)$$

Izrazimo iz druge jednadžbe t' i uvrstimo u prvu:

$$t' = \frac{x'}{c} = \frac{\gamma t(c - v)}{c}$$

$$x = c * t = \gamma t'(c + v) = \gamma \frac{\gamma t(c - v)}{c} (c + v)$$

$$ct = \gamma \frac{\gamma t(c - v)}{c} (c + v)$$

$$ct = \frac{\gamma^2 t(c^2 - v^2)}{c} \rightarrow / * c$$

$$c^2 t = \gamma^2 t(c^2 - v^2) \rightarrow / * \frac{1}{t}$$

$$\gamma^2 = \frac{c^2}{(c^2 - v^2)} \rightarrow / \sqrt{}$$

$$\gamma = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}} * \frac{c}{c}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Time smo izračunali pravilo za transformaciju koordinata iz sustava S' u sustav S.

$$x = \gamma(x' + vt') = \frac{(x' + vt')}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

Transformacija „miješa“ prostor i vrijeme i potrebno je još izraziti t preko t' tako da u (1) uvrstimo (2) i dobijemo:

$$x' = \gamma[\gamma(x' + vt') - vt] = \gamma^2 x' + \gamma^2 vt' - \gamma vt$$

$$t = \gamma(t' + \frac{vx'}{c^2}) = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Ostale koordinate se ne mijenjaju pa vrijedi: $y = y', z = z'$.

Time smo dobili Lorentzove transformacije i napišimo ih još jednom za oba prijelaza (S' \rightarrow S i S \rightarrow S'):

$$S' \rightarrow S$$

$$x = \frac{(x' + vt')}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$S \rightarrow S'$$

$$x' = \frac{(x - vt)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

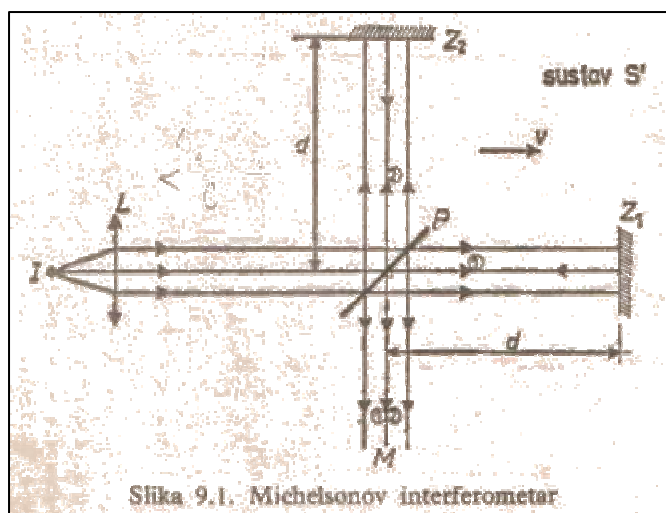
$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

MICHELSON-MORLEYEV EKSPERIMENT (Petar Kulišić: Mehanika i toplina, ŠK, 1991)

- pokušali izmjeriti gibanje Zemlje u odnosu prema eteru i tako dokazati njegovo postojanje
- paralelni snop zraka dobiven pomoću izvora I dijeli se na poluprozirnoj staklenoj ploči P u reflektirani i transmitirani snop
- ti se snopovi nakon refleksije na ogledalima Z_1 i Z_2 vraćaju te ponovo reflektiraju na ploči P (odnosno prolaze kroz nju) i zajedno nastavljaju put prema zastoru M
- interferencijska slika na zastoru M ovisi o vremenskoj razlici dolaska snopa 1 i 2 do zastora (fazna razlika obaju snopova)



Slika 9.1. Michelsonov interferometar

Vrijeme t_1 potrebno zraci 1 da napravi put PZ_1P :

$$t_1 = \frac{d}{c-v} + \frac{d}{c+v} = \frac{2d}{c^2 - v^2} = \frac{\frac{2d}{c}}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow \text{razvijanje u red}$$

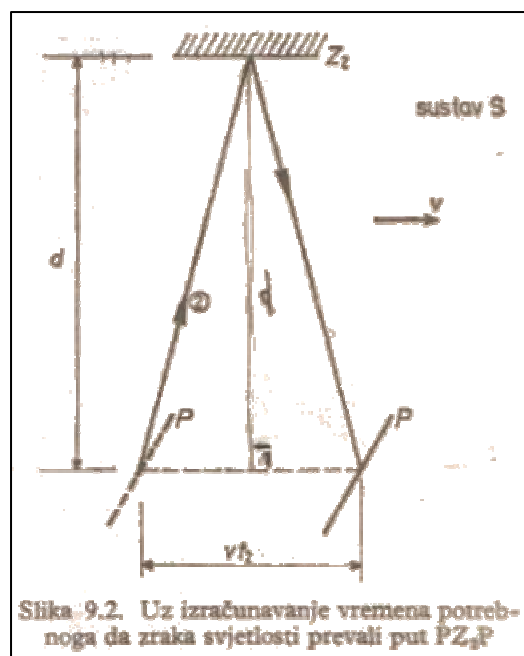
$$t_1 \approx \frac{2d}{c} \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)$$

Vrijeme t_2 potrebno zraci 2 da napravi put PZ_2P :

$$ct_2 = 2\sqrt{d^2 + \left(\frac{vt_2}{2}\right)^2}$$

$$t_2 = \frac{2d}{\sqrt{c^2 - v^2}} \approx \frac{2d}{c} \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right)$$

Razlika u vremenu dolaska zrake 1 i 2 na zastor M:



Slika 9.2. Uz izračunavanje vremena potrebnog da zraka svjetlosti pređe put PZ_2P

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{2d}{c} \left(\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right) \approx \frac{d}{c} \frac{v^2}{c^2}$$

Kada se aparat zarotira za 90° zraka 1 postane zraka 2 te razlika u vremenu iznosi:

$$\Delta t' = t_1' - t_2' = \frac{2d}{c} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \right) \approx -\frac{d}{c} \frac{v^2}{c^2}$$

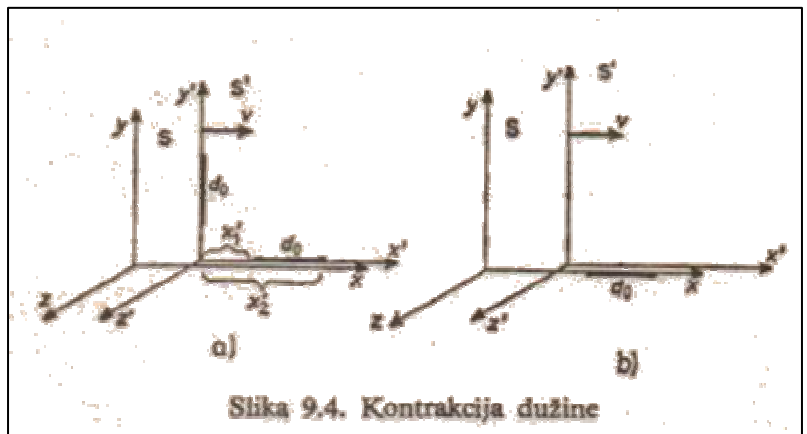
Ukupna vremenska razlika nastala rotacijom uređaja iznosi:

$$\Delta t - \Delta t' \approx \frac{2d}{c} \frac{v^2}{c^2}$$

- interferencijska slika trebala se dakle promijeniti kada se uređaj zarotira ali to se nije dogodilo te je time pokazano da je brzina svjetlosti i u jednom i u drugom sustavu ista
- to je tek 1905. godine uočio Einstein te postavio 1. EP

KONTRAKCIJA DULJINE (Petar Kulišić: Mehanika i toplina, ŠK, 1991)

- posljedica Lorentzovih transformacija
- ako zamislimo neki štap čvrsto vezan uz sustav S' taj štap za promatrača vezanog uz sustav S' ima duljinu d_0 koja se zove vlastita duljina pošto je mjerena s obzirom na sustav u kojem štap miruje
- koliku će duljinu imati taj štap za promatrača koji je vezan uz sustav S pokraj kojeg taj štap i promatrač u sustavu S' prođu brzinom v u smjeru osi x ?
 - ako je štap orijentiran u smjeru osi y ili z duljina će mu biti ista



Orijentacija u smjeru osi $x' \rightarrow$ promatrač u S' izmjeri duljinu $d_0 = x_2' - x_1'$.

Promatrač u S pored kojeg štap prođe brzinom v u smjeru osi x izmjerit će duljinu $d = x_2 - x_1$.

Vežu između te dvije duljine naći ćemo pomoću Lorentzovih transformacija:

$$d_0 = x_2 - x_1 = x_2' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} + vt - x_1' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} - vt = x_2' - x_1' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$d = d_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

- štap koji se giba prema promatraču brzinom v izgleda promatraču skraćen za faktor $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ te se ta pojava naziva Lorentzova kontrakcija

DILATACIJA VREMENA (Petar Kulišić: Mehanika i toplina, ŠK, 1991)

- slično kao i za kontrakciju duljine može se pokazati da je promatraču u sustavu S' proces koji se odvija u S duži nego promatraču koji se giba zajedno sa sustavom S u kojemu se odvija taj proces
- također se pomoću Lorentzovih transformacija može izračunati ta dilatacija vremena

U sustavu S' na mjestu x' odvija se određeni proces u vremenu $\Delta t' = t_1' - t_2'$.

Promatrač u sustavu S izmjeri da je proces trajao $\Delta t = t_1 - t_2$ što je prema transformacijama jednako:

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{t_2' + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \frac{t_1' + \frac{v}{c^2} x'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{t_2' - t_1'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Pri tome je bitno da je promatrač u sustavu S obilježio početak i kraj događaja na istome mjestu x' sustava S' .

- sat najbrže ide u onom sustavu u kojemu miruje prema promatraču
- vlastiti sustav je sustav u kojemu tijelo miruje, duljina tijela u tom sustavu zove se vlastita duljina, a vlastiti vremenski interval je vrijeme zabilježeno satom vezanim za promatrano tijelo