

Seminarski zadaci iz Opće fizike 3

Petar Stipanović

2017/18

Napomene

Zbog opširnosti neki se zadaci mogu raditi u grupi, a maksimalan broj studenata koji mogu raditi odabrani seminar naveden je u zgradama uz naziv seminarara.

Seminar dobiva student, odnosno grupa koji se prvi jave. Ako se nitko ne odluči za danu temu, seminari će biti podijeljeni nasumično odabranim studentima. Ako neka grupa ne bude surađivala ili se ne može dogovoriti oko podjele poslova, potrebno je javiti na vrijeme kako bi svima bili dodijeljeni točno određeni dijelovi te teme. Prema tome, odgoda izlaganja seminarara nekoliko dana prije obrane neće biti prihvaćena zbog opravdanja „loša suradnja grupe“.

Iznose fizikalnih veličina, koji nisu zadani, odaberite proizvoljno, ali smisleno kako bi bio izražajniiji efekt koji želite predočiti.

Sva objašnjenja moraju biti zasnovana na temelju napisanih relacija, odnosno numerički dobivenih podataka.

Prilikom izlaganja seminarara i tumačenja dopušteno je korištenje i video snimki dostupnih na internetu s tim da objašnjenja mora nužno iznositi onaj tko izlaže seminar.

Prije izlaganja seminarara pred studentima, potrebno je poslati e-mailom ili donijeti na vježbe napravljeni model i napisani izvještaj.

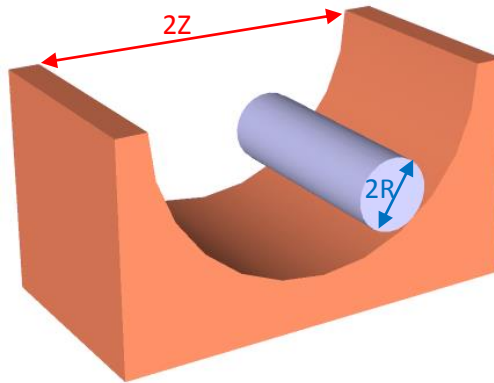
Popis tema za seminare:

1516 - S1 ::	Tijelo koje se kotrlja bez klizanja unutar zakrivljene posude (2)	1
1516 - S2 ::	Oscilacije u neinercijalnom sustavu (1).....	2
1718 - S1 ::	Kako kutni pomaci utječu na oscilacije matematičkog njihala? (1).....	3
1718 - S2 ::	Prigušeni harmonijski oscilator (1)	4
1718 - S3 ::	Oscilacije kocke na vodi (1).....	5
1718 - S4 ::	Tri vezana oscilatora (2).....	6
1718 - S5 ::	Dvostruko njihalo (2)	7
1718 - S6 ::	Tijela na kružnici povezana oprugama (1)	8
1718 - S7 ::	Vezane oscilacije dvaju dipola (1).....	9
1718 - S8 ::	Oscilacije triju vezanih njihala (3)	10
1718 - S9 ::	Newtonova kolijevka (1)	11
1718 - S10 ::	Vezane 2D oscilacije – Lissajousove krivulje (1)	12
1718 - S11 ::	Valovi na vodi (2)	13
1718 - S12 ::	Chladnijeve figure (2).....	14
1718 - S13 ::	Složeniji serijski spoj (1).....	15
1718 - S14 ::	Strujni most u krugu s izvorom izmjeničnog napona (1)	16
1718 - S15 ::	Fermatov princip + Monte Carlo simulacija =?= Snellov zakon (1).....	17
1718 - S16 ::	Fotometrija (2).....	18
1718 - S17 ::	Spektrometar s prizmom (3).....	19
1718 - S18 ::	Prirodno i Dopplerovo širenje rezonantnih linija (2)	20
1718 - S19 ::	Debele leće (1)	21
1718 - S20 ::	Utjecaj zakrivljenosti dioptra na percepciju (1).....	22

1516 - S1 :: Tijelo koje se kotrlja bez klizanja unutar zakrivljene posude (2)

Tijelo radijusa zakrivljenosti R nalazi se u ravnotežnom položaju na dnu zakrivljene posude u obliku polucilindra radijusa zakrivljenosti Z . Odredite period idealnog harmonijskog gibanja koje nastaje kotrljanjem tijela nakon što ga za mali pomak izmaknemo iz ravnotežnog položaja. Pretpostavite da se tijelo kotrlja bez klizanja, trenje kotrljanja i otpor zraka zanemarite.

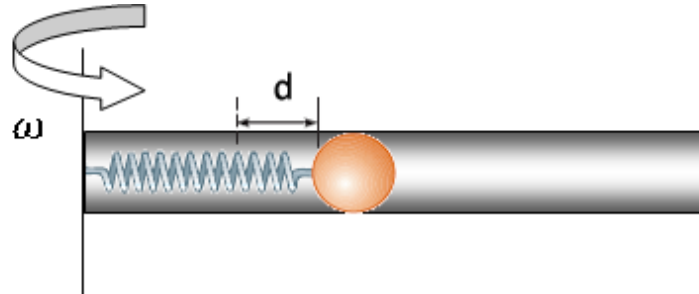
NAPOMENA: Zadatke riješite na 2 načina, računajući ukupni moment sile te koristeći zakon očuvanja energije.



Slika 1516 - S1 :: Skica sustava danog u zadatku

[1516 - S2 :: Oscilacije u neinerijalnom sustavu \(1\)](#)

U sustavu, prikazanome na slici dolje, kuglica mase m giba se bez trenja unutar šupljeg valjka, koji rotira stalnom kutnom brzinom ω oko jedne baze tako da je opruga s kuglicom uvijek u horizontalnoj ravnini. Kuglica je pričvršćena za os rotacije oprugom čija je konstanta elastičnosti k . Ako kuglicu izmaknemo iz položaja ravnoteže za d , koliki će biti period osciliranja ovog sustava? Grafički prikažite kako period ovisi o k/m i ω .

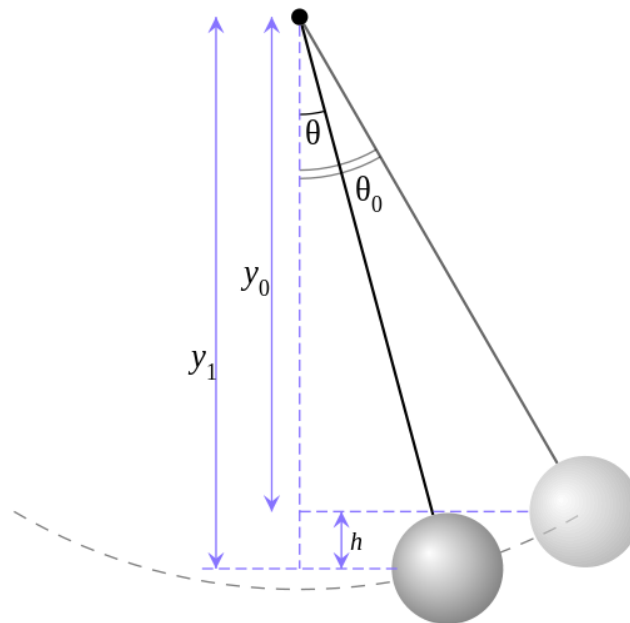


Slika 1516 - S2 :: Skica sustava danog u zadatku

1718 - S1 :: [Kako kutni pomaci utječu na oscilacije matematičkog njihala? \(1\)](#)

Koristeći Vensim napravite model matematičkog njihala. Ispitajte i diskutirajte što se događa s oscilacijama kada maksimalni pomaci θ_0 (prikazani na slici dolje) postaju takvi da ne vrijedi aproksimacija

$$\sin \theta \approx \theta .$$



Slika 1718 - S1 :: Skica sustava danog u zadatku

[1718 - S2 :: Prigušeni harmonijski oscilator \(1\)](#)

Koristeći Vensim napravite model prigušenog harmonijskog oscilatora. Promotrite tijelo mase m obješeno o oprugu konstante elastičnosti k .

Diskutirajte kako različiti tipovi gušenja

$$\vec{F} = -b\vec{v}$$

i

$$\vec{F} = -D|\vec{v}|\vec{v}$$

utječu na oscilacije.

1718 - S3 :: Oscilacije kocke na vodi (1)

Promotrite kocku koja pluta na vodi. Ako ju potisnemo idealno prema dolje i pustimo, kocka će se početi gibati. Koristeći zakon očuvanja energije izvedite i riješite jednadžbu njenog gibanja. U prvoj aproksimaciji zanemarite sile otpora.



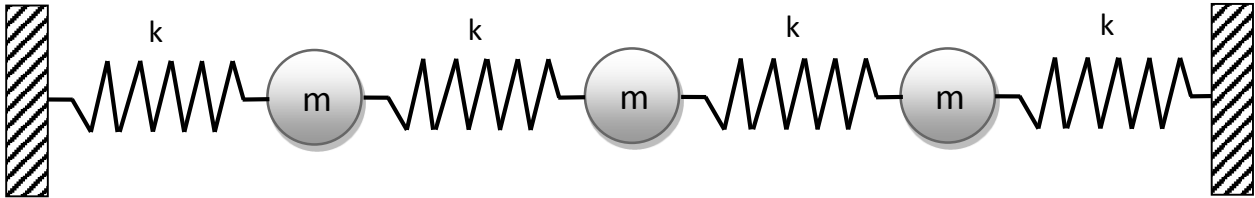
Slika 1718 - S3 :: Kocka na vodi¹

¹ Slika preuzeta sa: <http://www.gettyimages.com/detail/photo/ice-cube-falling-into-water-high-res-stock-photography/173108077>

[1718 - S4 :: Tri vezana oscilatora \(2\)](#)

Koristeći Vensim napravite model za tri vezana oscilatora prikazana na slici 1314-S3. Koristeći Newtonove zakone napišite jednadžbe gibanja za svako tijelo. Pronađite 3 normalna moda gibanja. Usporedite dobivene numeričke rezultate u Vensimu sa analitičkim rješenjima ili nekim eksperimentalnim rezultatima. Prodiskutirajte različite oblike ponašanja ovog sustava.

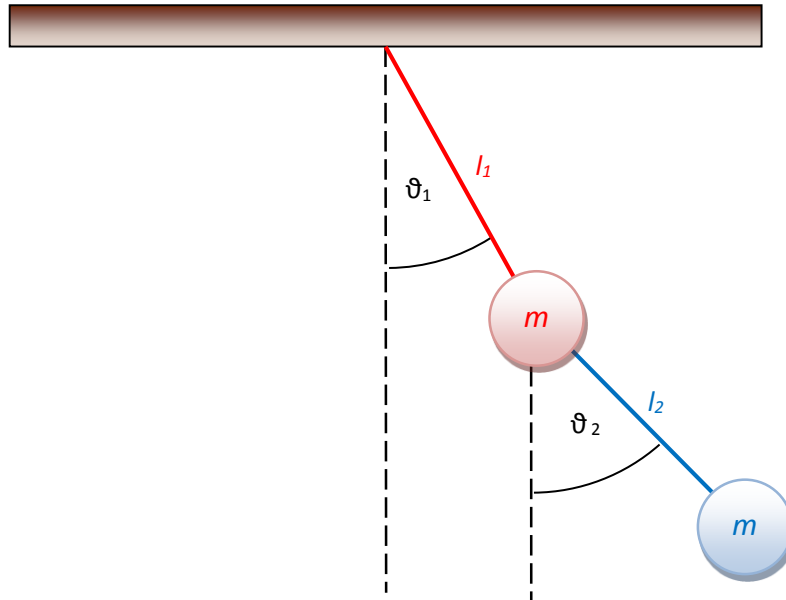
Riješite dani problem također i analitički.



Slika 1718 - S4 :: U bestežinskom prostoru 3 tijela (svako mase m) povezna oprugama konstanti elastičnosti

1718 - S5 :: [Dvostruko njihalo \(2\)](#)

Koristeći Vensim napravite model dvostrukog njihala prikazanog na slici 1112-S1. Prodiskutirajte kako gibanje ovisi o prethodno spomenutim veličinama. Usporedite dobivena rješenja s analitičkim izrazima ili sa nekim eksperimentalnim podacima. Pokušajte podesiti početne uvjete kako bi dobili tri različita tipa ponašanja sustava: periodično, kvaziperiodično i kaotično gibanje.



Slika 1718 - S5 :: Kuglica mase m_2 obješena je preko niti duljine l_2 na kuglicu mase m_1 koja visi na niti duljine l_1

1718 - S6 :: Tijela na kružnici povezana oprugama (1)

Dva tijela iste mase m , koja se mogu gibati bez trenja po kružnici, povezana su dvjema polukružnim oprugama (kao što je skicirano na slici dolje) iste konstante elastičnosti k . Na gornje tijelo djeluje vanjska sila opisana sa

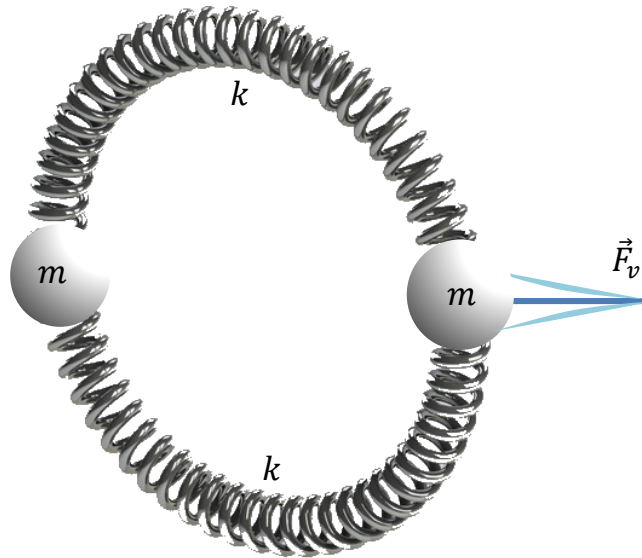
$$F_v = F_0 \cos(\omega_v t).$$

Zanemarimo li gravitaciju i pretpostavimo li partikularna rješenja u obliku

$$l_{1,2} = A_{1,2} \cos(\omega_v t),$$

odredite amplitude $A_{1,2}$.

Komentirajte kako amplitude $A_{1,2}$ ovise o ω_v te odgovore potkrijepite grafičkim prikazima. Zanemarite djelovanje gravitacijskih sila.

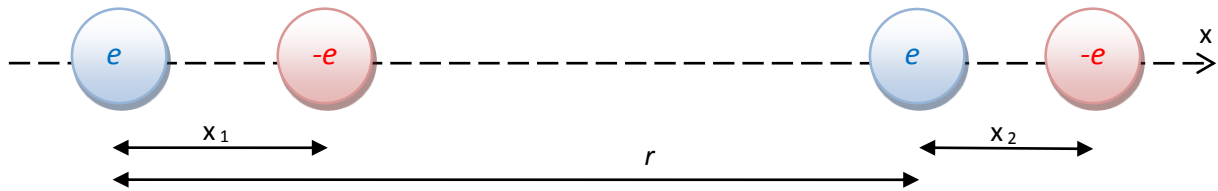


Slika 1718 - S6 :: Skica sustava danog u zadatku

1718 - S7 :: [Vezane oscilacije dvaju dipola \(1\)](#)

Dva dipola jednakih masa i jednake raspodjele naboja duž pravca x , a različitih dipolnih momenata $x_1(t)e$ i $x_2(t)e$ udaljeni su za r . Pretpostavite da naboji u slobodnom prostoru u svakom dipolu osciliraju frekvencijom $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ gdje je k konstanta povratne sile, a m masa dipola.

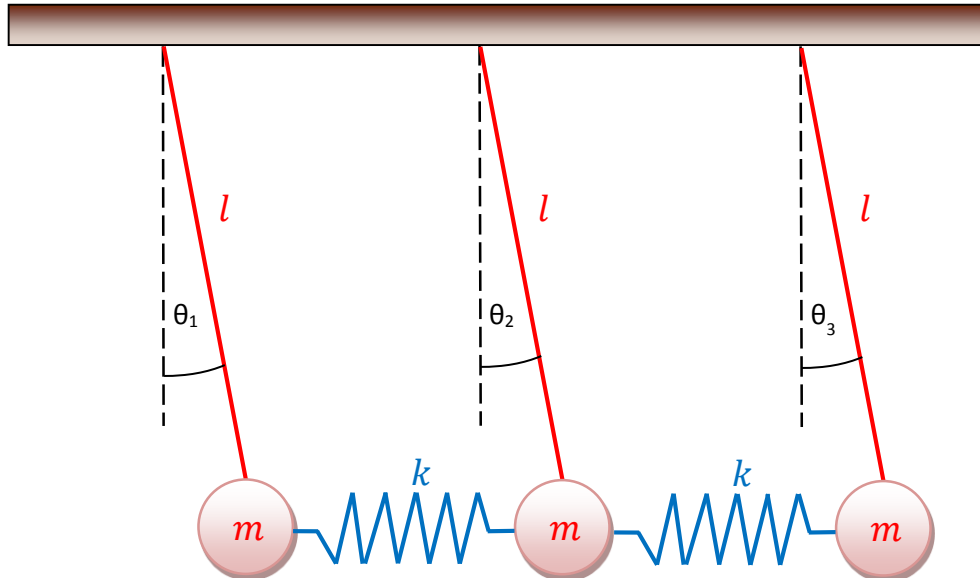
- Odredite potencijalnu energiju interakcije dipola te njenu aproksimaciju za slučaj $x_1(t), x_2(t) \ll r$.
- Odredite sile kojima međudjeluju dipoli udaljeni za $r \gg x_1(t), x_2(t)$.
- Napišite jednadžbe gibanja danih dipola.



Slika 1718 - S7 :: Dva dipola dipolnih momenata $x_1(t)e$ i $x_2(t)e$ udaljeni su za r .

1718 - S8 :: [Oscilacije triju vezanih njihala \(3\)](#)

Koristeći Vensim napravite model koji će simulirati gibanje triju tijela masa m , obješenih o nit duljine l , povezanih oprugom konstante elastičnosti k kao što je prikazano na slici dolje. Pronađite kružne frekvencije svojstvenih modova gibanja. Diskutirajte kako rješenja ovise o masama kuglica. Što bi bilo kada bi srednja kuglica bila 2 puta lakša odnosno 2 puta teža?



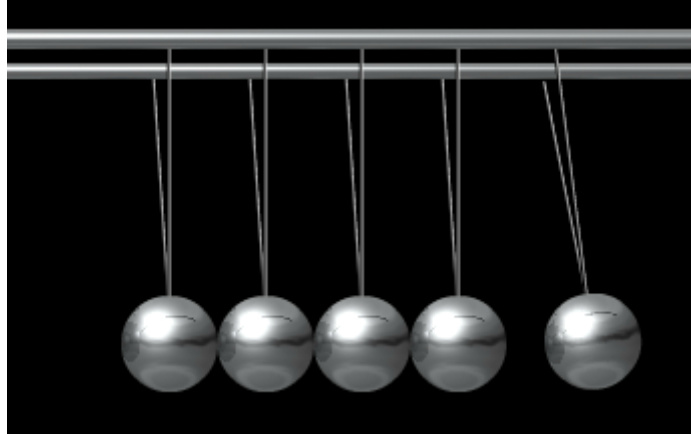
Slika 1718 - S8 :: Kuglice masa m obješene o niti duljine l povezane s oprugom konstante elastičnosti k

1718 - S9 :: [Newtonova kolijevka \(1\)](#)

Koristeći Vensim modelirajte Newtonovu kolijevku za dvije kuglice mase m obješene o nit duljine l :

- jedna u početnom trenutku miruje u ravnotežnom položaju;
- drugu izmaknemo za 30° te je pustimo u početnom trenutku.

Prikažite grafički promjene kutova i kutnih brzina. Diskutirajte kako rješenje ovisi o m i l .



Slika 1718 - S9 :: Newtonova kolijevka² s 5 kuglica (u zadatku su 2)

Animacije:

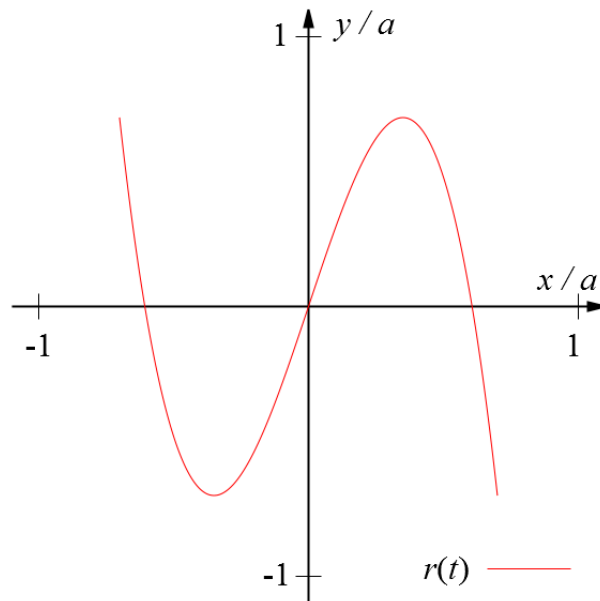
http://www.walter-fendt.de/ph14cr/ncradle_cr.htm

http://www.school-for-champions.com/science/newtons_cradle.htm

² Slika preuzeta sa: http://www.school-for-champions.com/science/newtons_cradle.htm#.ViaYE34rLIU

1718 - S10 :: Vezane 2D oscilacije – Lissajousove krivulje (1)

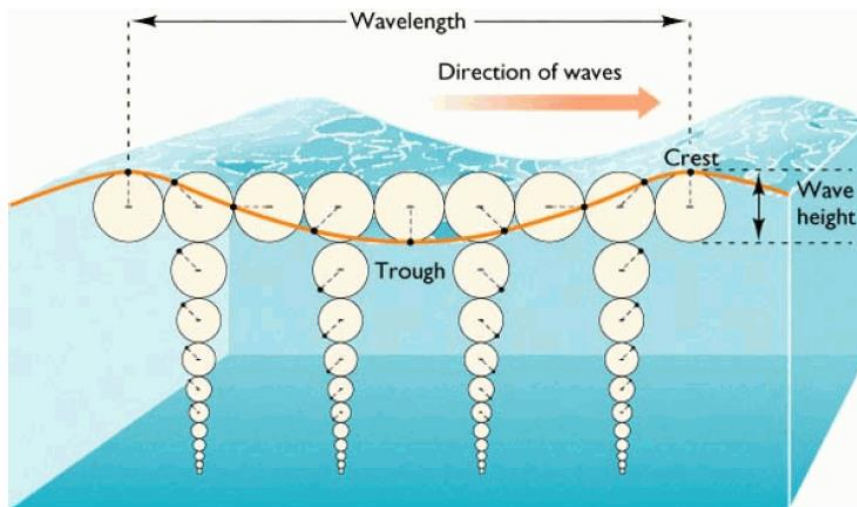
Tijelo mase m , koje se nalazi u ishodištu, povezano je sa 4 opruge konstanti elastičnosti k_i , učvršćene u točkama $(\pm a, 0)$ i $(0, \pm a)$. Odredite početne uvjete i konstante opruga kako bi se tijelo gibalo po crvenoj putanji prikazanoj na donjoj slici.



Slika 1718 - S10 :: Lissajousova krivulja

1718 - S11 :: [Valovi na vodi \(2\)](#)

Opišite kako mogu nastati valovi na vodi te objasnite kako njihova svojstva ovise o dubini i gustoći vode.



Slika 1718 - S11 :: Gibanje čestica vode u ovisnosti o dubini³

Pojavljuju li se na vodi i udarni valovi.

Video:

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=7yPTa8qi5X8

³ Slika preuzeta sa: <http://www.earth.lsa.umich.edu/~kacey/ugrad/coral7.html>

1718 - S12 :: Chladnijeve figure (2)

Pobudimo li napetu membranu na titranje frekvencijom pri kojoj se formira stojni val i pospemo li membranu prahom, formirat će se dvodimenzijski geometrijski uzorci koji odgovaraju čvornim linijama kao što je prikazano na slici i video snimkama dolje.



Slika 1718 - S12 :: Formiranje Chladnijevih figura⁴

Objasnite kako nastaju ovi uzorci na kvadratnoj membrani. Što je potrebno kako bi se pojavio uzorak u obliku dijagonala.

Video:

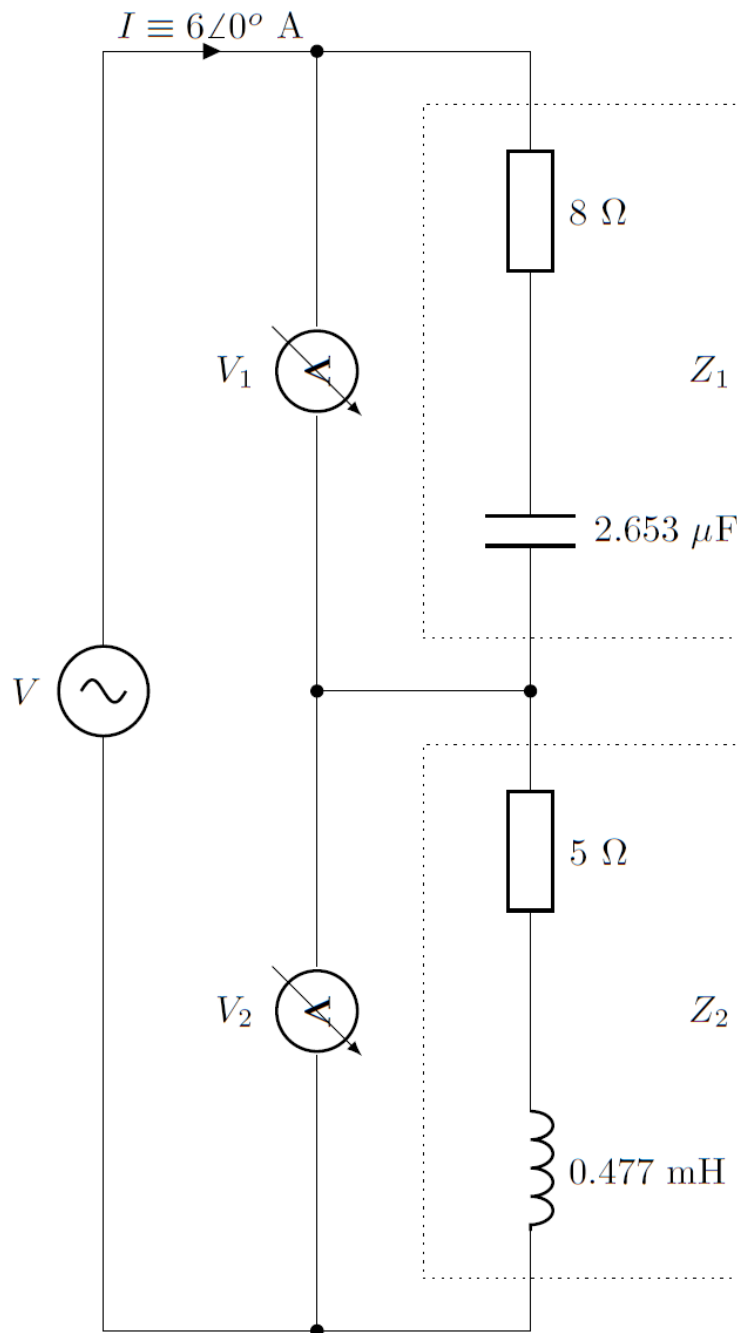
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=J-gLtOXic2o

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=Qf0t4qIVWF4

⁴ Slika preuzeta sa: <http://www.phywe.com/images/p2150515.jpg>

1718 - S13 :: Složeniji serijski spoj (1)

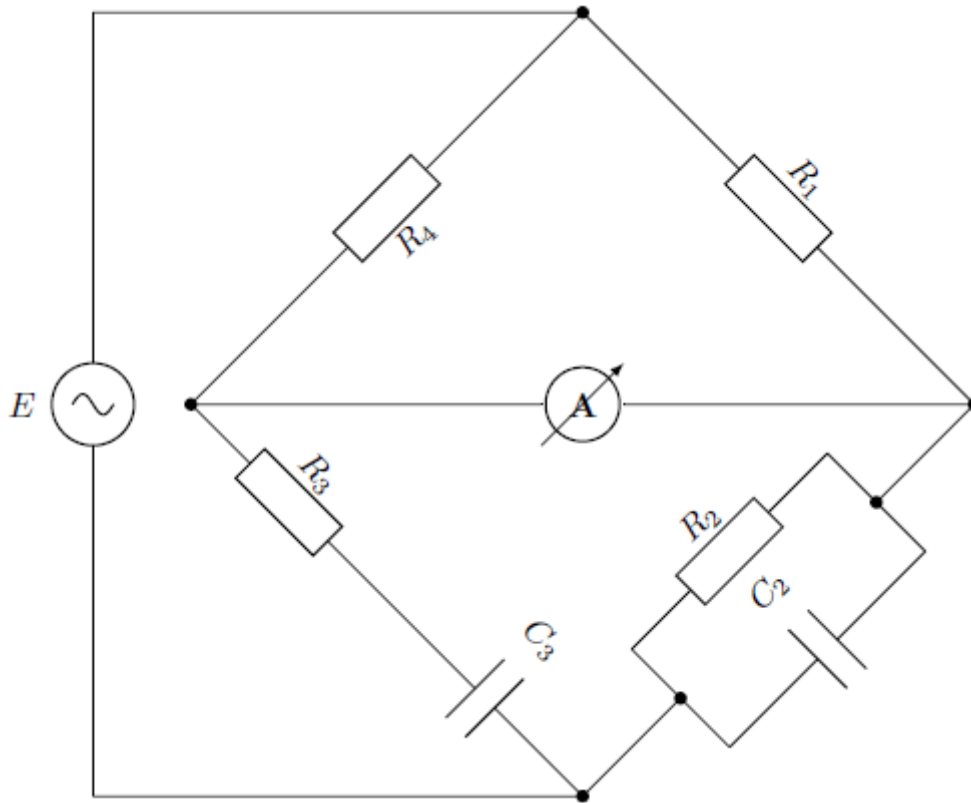
Za strujni krug prikazana na slici dolje, odredite vrijednosti napona V_1 i V_2 ako je frekvencija izvora 4 kHz te prikažite fazorima V , I , V_1 i V_2 .



Slika 1718 - S10 :: Strujni krug s izvorom izmjeničnog napona

1718 - S14 :: [Strujni most u krugu s izvorom izmjeničnog napona \(1\)](#)

Wienov most prikazan na donjoj slici sastoji se od elemenata $R_2 = R_3 = 30 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$ i $C_2 = C_3 = 1 \text{ nF}$. Izvedite „ravnotežne“ jednadžbe za dani most i odredite otpor R_1 i frekvenciju mosta f .



Slika 1718 - S14 :: Most u krug s izvorom izmjeničnog napona

1718 - S15 :: Fermatov princip + Monte Carlo simulacija =?= Snellov zakon (1)

Neka svjetlost upada iz medija indeksa loma n_1 u medij indeksa loma n_2 pa u medij indeksa loma n_3 ... Granica medija je ravnina. Koristeći Fermatov princip i Monte Carlo metodu (generator nasumičnih brojeva) odredite putanju svjetlosti.

Simulaciju počimamo od ravne linije (zadan položaj početka-izvora i kraja-detektora) a zatim nasumično biramo probnu točku u kojoj se linija na jednoj granici područja lomi tako da je pomaknemo za neki nasumični broj iz intervala $[-d, d]$ (Mone Carlo metoda).

Probnu razlomljenu liniju prihvaćamo samo ako je vrijeme putovanja svjetlosti po toj probnoj liniji kraće (Fermatov princip). Ako nije, pamtimo stari položaj i staro vrijeme.

Simulirajte gibanje svjelosti u mediju zrak-voda te zrak-staklo-voda te provjerite je li simulacija u skladu sa Snellovim zakonom.



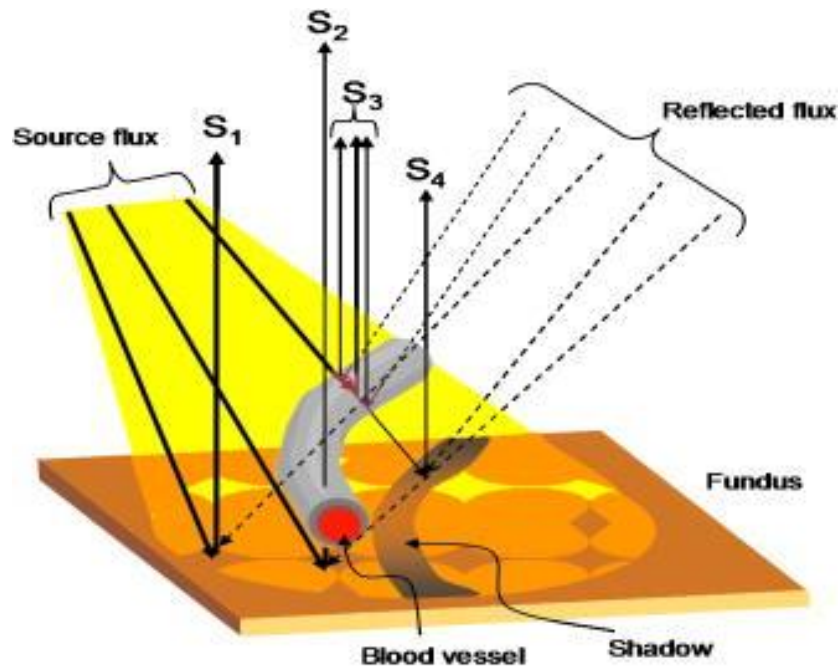
Slika 1718 - S15 :: Ilustracija – kako simulirati svjetlost? ⁵

⁵ Slika preuzeta sa <http://walleh.com/wp-content/uploads/2013/06/DK-Technology-Group-Wallpaper.jpg>

1718 - S16 :: Fotometrija (2)

Objasnite osnovne pojmove koji se koriste u fotometriji, odnosno radiometriji: snaga zračenja, spektralna svjetlosna učinkovitost, svjetlosni tok, jakost svjetlosti (intenzitet), ploha svijetljenja, osvjetljenost (iluminacija), luminancija (sjaj).

Usporedite prethodno definirane pojmove za različite vrste rasvjetnih tijela (žarulje sa žarnom niti, fluorescentne, CFL, LED, OLED...). Pokušajte pronaći neke testne podatke i usporedite njihovu efikasnost ili po želji prikažite njihovu primjenu u nekom području.



Slika 1718 - S16 :: Upadni i reflektirani tok svjetlosti⁶

Video:

<http://www.youtube.com/watch?v=viSE80NZL1s>

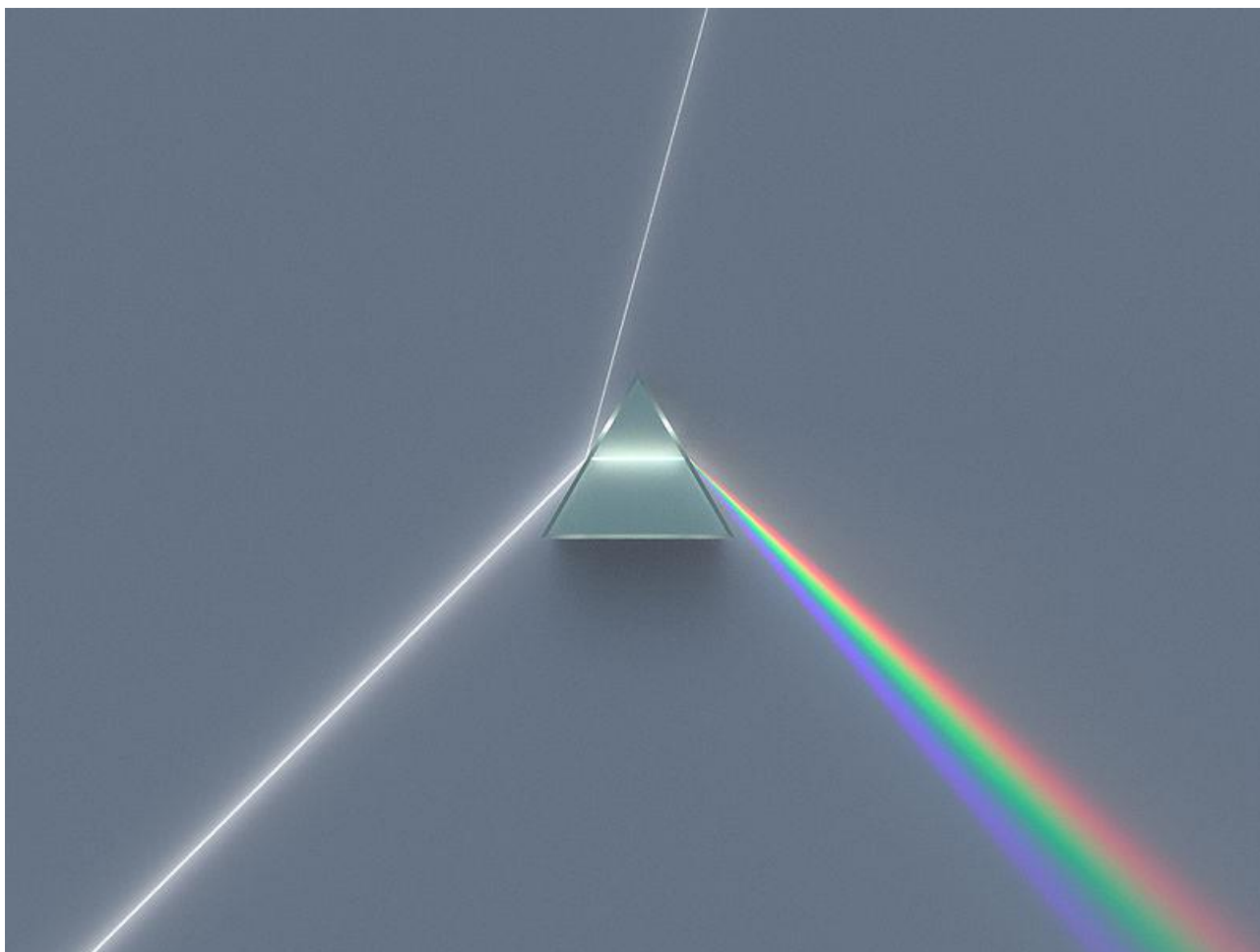
<http://www.youtube.com/watch?v=4xqDOoK8Oag&feature=related>

⁶ Slika preuzeta sa <http://biomedicaloptics.spiedigitallibrary.org/article.aspx?articleid=1102828%20>

1718 - S17 :: Spektrometar s prizmom (3)

Čemu služe spektrometri i kako ih klasificiramo? Opišite kako se postavlja i kako funkcionira spektrometar s prizmom. Kako računamo kutnu i linearnu disperziju te razlučivost za taj spektrometar?

Koje su mane ovakvih spektrometara? S čime bismo mogli zamijeniti prizmu i bi li to bilo bolje?



Slika 1718 - S17 :: Prolaz bijele svjetlosti kroz prizmu⁷

Atom zrači plavi dublet čija je srednja valna duljina $\lambda_p = 400$ nm, a razmak linija $\delta\lambda = 0.04$ nm, ali i crveni dublet čija je srednja valna duljina $\lambda_c = 800$ nm, a razmak linija $\delta\lambda = 0.04$ nm. Linije se registriraju prizmenim spektrografom. Duljina baze prizme $g = 10$ cm, upotrebljava se u minimumu devijacije, vršni kut prizme je 60° , a staklo je „fused silica“⁸. Leće imaju fokusne udaljenosti $f = 10$ cm.

- Izračunajte kutnu disperziju (rad/nm) spektrografa kod 400 i 800 nm.
- Koji od dva dubleta će biti u potpunosti razlučen ovim spektrografom (objasniti odgovor)?

Koristeći izraz za linearnu disperziju spektrografa izračunajte razmak vrhova razlučenih atomskih linija na detektoru.

Video:

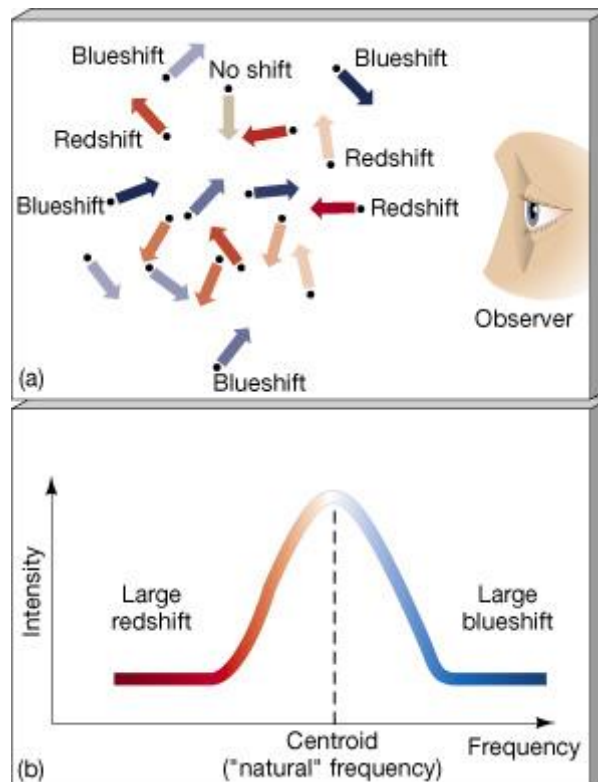
<http://www.youtube.com/watch?v=fRedvbiXF1c>

⁷ Slika preuzeta sa http://en.wikipedia.org/wiki/File:Dispersive_Prism_Illustration_by_Spigget.jpg

⁸ http://refractiveindex.info/?group=GLASSES&material=F_SILICA

1718 - S18 :: Prirодно i Dopplerovo širenje rezonantnih linija (2)

Koje posljedice na detektirane rezonantne linije, dobivene prilikom relaksacije ili ekscitacije atoma, ima gibanje atoma, a koje konačno vrijeme života nivoa?



Slika 1718 - S18 :: Ilustracija Dopplerovog širenja ⁹

Rezonantna linija ($5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$) atoma rubidija (Rb) nalazi se na 780.0 nm. Vrijeme života $5^2P_{3/2}$ nivoa je $\tau = 26.2$ ns.

- Odredite prirodnu širinu rubidijeve $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$ linije.
- Odredite Dopplerovu širinu rubidijeve $5^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$ linije na temperaturi $t=27$ °C.

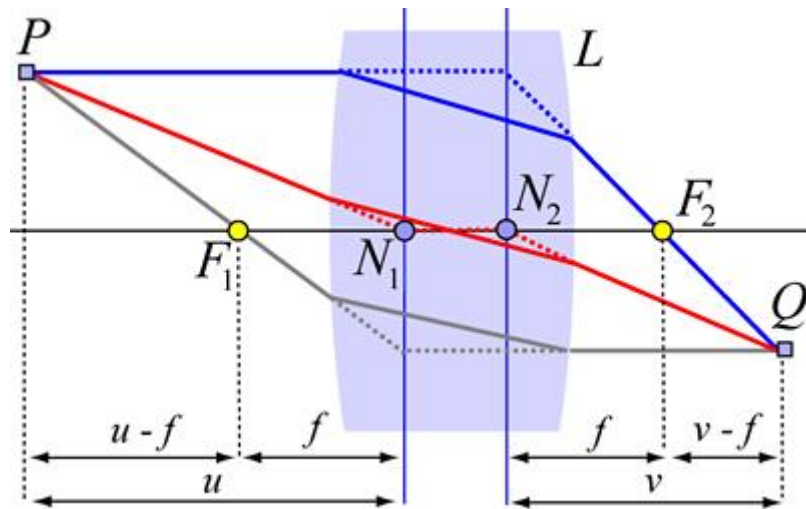
Video:

<http://www.youtube.com/watch?v=fRedvbiXF1c>

⁹ Slika preuzeta sa <http://astronomy.nju.edu.cn/~lixd/GA/AT4/AT404/HTML/AT40404.htm>

1718 - S19 :: [Debele leće \(1\)](#)

Kako se stvara slika nekog predmeta kod debelih leća. Usporedite ih sa tankima i komentirajte kada smijemo koristiti aproksimaciju tankima.



Slika 1718 - S19 :: Zrake kroz debelu leću¹⁰

¹⁰ Slika preuzeta sa <http://blog.dcvie.com/article.php?a=UWwGZwBoUGU%253D>

1718 - S20 :: Utjecaj zakrivljenosti dioptra na percepciju (1)

Ribu, koja se giba jednoliko prema vama brzinom 0.5 m/s , promatrate iz podmornice kroz staklo zanemarive debljine koje je:

- ravno;
- polusfera s ispučenjem prema vani;
- polusfera s ispučenjem prema unutrašnjosti podmornice.

Prikažite grafički kako prividna brzina ribe, njena visina i položaj ovise o vremenu i o udaljenosti od granice dioptra zrak-voda.



Slika 1718 - S20 :: Pogled iz podmornice¹¹

¹¹ Slika preuzeta sa <http://sibenskiportal.hr/2013/05/22/turizam-avanturizam-kairosom-zaronite-u-murtersko-podmorje/>