FIZIKA za študente FRI, š.l. 2018/19

Vprašanja za izpit iz teorije (ustni del):

MEHANIKA:

1) Razloži, kako opišemo gibanje točkastega telesa v eni in v več dimenzijah z uporabo vektorskega zapisa. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev pospešenega gibanja v dveh ali treh dimenzijah.

2) Razloži Newtonove zakone za točkasto telo; posebej razloži razliko med prvim in drugim zakonom v primeru ničelne vsote sil. Navedi primere laboratorijskih eksperimentov (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev teh zakonov.

3) Razloži, kako opišemo kroženje točkastega telesa z uporabo vektorjev in pojasni sile, ki nastopajo pri kroženju. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev zakonitosti pri kroženju.

4) Razloži izrek o delu in kinetični energiji za točkasto telo. Posebej obravnavaj ta izrek za primer zunanje sile trenja na gibajoče se telo in kako se ta izrek uporabi pri enakomernem kroženju točkastega telesa okrog nepremične osi.

5) Razloži izrek o gibalni količini za sistem točkastih teles. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega izreka.

6) Opiši gravitacijsko silo (interakcijo) med dvema telesoma. Napiši Keplerjeve zakone in s pomočjo le-te razloži tretji Keplerjev zakon (konstantno razmerje med...).

7) Razloži pojem težnostne potencialne energije ter povezavo med delom sile teže in potencialno energijo ter ilustriraj na primeru nošnje tovora z vznožja gore do vrha po različnih poteh. Posebej zapiši gravitacijsko potencialno energijo na primeru gibanja planetov okrog sonca.

8) Razloži Newtonove zakone za togo telo za primer premega gibanja in kroženja. Razloži izrek o gibanju težišča in pokaži, kako enačbe za togo telo preidejo v Newtonove zakone za točkasto telo.

9) Razloži izrek o vrtilni količini za vrtenje togega telesa okoli nepremične osi. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega izreka.

10) Razloži izrek o kinetični energiji za togo telo, ki se vrti okoli nepremične osi. Opiši primer kotaljenja polnega in praznega valja na klancu, ki smo ga pokazali na predavanjih.

ELEKTRIKA IN MAGNETIZEM:

11) Opiši električno silo (interakcijo) med dvema naelektrenima telesoma. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te interakcije.

12) Opiši pojem električnega polja ter razloži, kako ponazorimo silnice električnega polja v okolici naelektrenih teles. Opiši primer električnega dipolnega polja ter napiši izraz za navor na električni dipol v zunanjem električnem polju.

13) Razloži pojem električne potencialne energije, električnega potenciala in električne napetosti ter njihovo povezavo z delom pri premikanju naboja v električnem polju. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te povezave.

14) Opiši pojem električnega toka ter povezavo med tokom, napetostjo in električno energijo. Razloži Ohmov zakon na nivoju gibanja nosilcev naboja.

15) Napiši izpeljavo magnetnega dipolnega momenta tokovne zanke in navor nanjo v zunanjem magnetnem polju. Opiši magnetno polje v okolici točkastega magnetnega dipola (majhnega permanentnega magneta).

16) Opiši značilnosti magnetnega polja v okolici tokovnih vodnikov različnih oblik (ravni vodnik, tuljava ...) in njegov učinek na točkasti magnetni dipol. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta za ponazoritev tega polja.

17) Opiši sile, ki delujejo na vodnik z električnim tokom in na gibajoč se električni naboj, ko ga postavimo v zunanje magnetno polje. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev opisanih vplivov.

18) Razloži pojav električne indukcije. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega pojava.

19) Razloži odziv različnih elektronskih elementov (upor, kondenzator, tuljava) na izmenično napetost. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta za ponazoritev omenjenih pojavov.

20) Opiši elektromagnetno valovanje in pojasni vsaj eno izmed značilnih valovnih lastnosti vidne svetlobe. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te lastnosti.

FIZIKA za študente FRI, šolsko leto 2016/17

Vprašanja za izpit iz teorije (ustni del)

1) Razloži, kako opišemo gibanje točkastega telesa v eni in v več dimenzijah z uporabo vektorskega zapisa. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev pospešenega gibanja v dveh ali treh dimenzijah.

MEHANIKA:

1. Razloži, kako opišemo gibanje točkastega telesa v eni in v več dimenzijah. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev pospešenega gibanja v dveh ali treh dimenzijah.

Gibanje v 1, 2 ali 3 dimenzijah lahko opišemo s tremi spremenljivkami: lega, hitrost in pospešek, tako da v vsakem trenutku zabeležimo vrednosti vseh treh spremenljivk (le v 2D in 3D prostoru tudi pospešek).

Pri premem gibanju lahko iz nekaj poznanih vrednosti izračunamo ostale preko naslednjih treh spremenljivk:

$x(t) = x_0 + vt$ $\qquad$ $v(t) = \frac{dx}{dt}$

Pri enakomerno pospešenem gibanju:

$a(t) = \frac{dv}{dt}$ $\qquad$ $x(t) = x_0 + \int_0^t v(t)\,dt$

$v(t) = v_0 + \int_0^t a(t)\,dt$ $\qquad$ $v(t) = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$

$v(t) = v_0 + at$ $\qquad$ $v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0)$

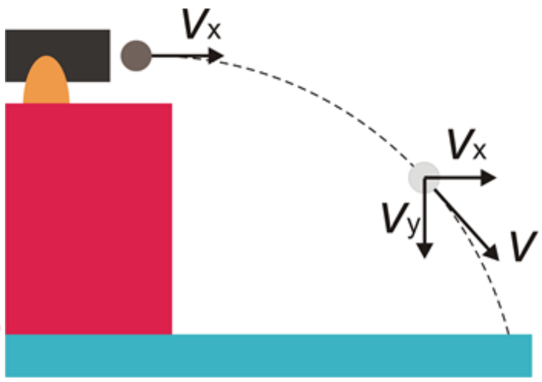
Pri kroženju lahko lego zapišemo s polarnimi koordinatami:

$\omega(t) = \frac{d\varphi}{dt}$ $\qquad$ $\alpha(t) = \frac{d\omega}{dt}$

enakomerno kroženje $\varphi = \varphi_0 + \omega t$:

enakomerno pospešeno kroženje: $\omega = \omega_0 + \alpha t$ in $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

Primer: Vodoravni met



Vodoravni met opisuje gibanje predmeta, ki ima ob začetku neko hitrost v vodoravni smeri. Čim ga spustimo, se začne pospešeno gibati proti tlom. Zato leti v vodoravni smeri samo v začetnem trenutku, nato pa se začne njegov tir ukrivljati in ima parabolično obliko. Gibanje je dvodimenzionalno, zato gibanje obravnavamo ločeno po komponentah. Gibanje razdelimo na enakomerno gibanje v vodoravni smeri in enakomerno pospešeno v navpični smeri. V vodoravni smeri telesa med letom namreč nič ne pospešuje ali zavira, zato je v tej smeri gibanje enakomerno in poteka s stalno hitrostjo v_0, ki smo jo dali telesu na začetku.

Gibanje zapišemo kot funkcijo spreminjanja lege v času, v eni dimenziji je to x = x(t), pri več dimenzijah pa dodamo še y = y(t) in z = z(t). Hitrost gibanja je odvod koordinate po času, pospešek pa je odvod hitrosti oz. drugi odvod koordinate po času.
Glede na velikost hitrosti razlikujemo enakomerno (velikost hitrosti se s časom ne spreminja) in neenakomerno gibanje (velikost se spreminja, če se spreminja linearno, imamo enakomerno pospešeno/pojemajoče gibanje – pospešek je konstanten).
Primer: jahač na nagnjeni zračni drči (skoraj brez trenja).

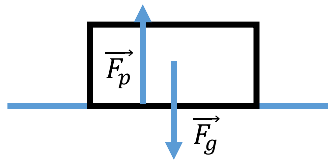
2) Razloži Newtonove zakone za točkasto telo; posebej razloži razliko med prvim in drugim zakonom v primeru ničelne vsote sil. Navedi primere laboratorijskih eksperimentov (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev teh zakonov.

2. Razloži Newtonove zakone za točkasto telo. Navedi primere laboratorijskih eksperimentov (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev teh zakonov.

1. $\sum_i \vec{F_i} = 0 \Leftrightarrow \vec{v} = konst.$

   Če na telo ne deluje nobena sila ali pa je rezultanta vseh sil na telo enaka 0, telo miruje ali pa se giblje premo enakomerno.

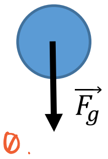
   Primer: Vsota sil je enaka 0, zato klada miruje. $\vec{F}_p = -\vec{F}_g$ in $|\vec{F}_p| = |\vec{F}_g|$



2. $\sum_i \vec{F_i} = m \cdot \vec{a}$

   Rezultanta sil na telo je enaka masi telesa krat pospešek. Pospešek telesa je premo sorazmeren s silo, ki deluje na telo.

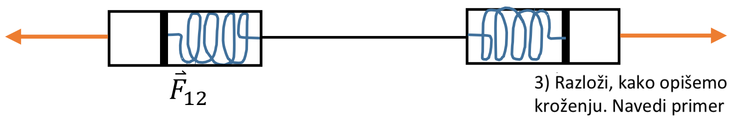
   Primer: Pospešek je premo sorazmeren gravitacijski sili F_g



Razlika:
Pri ničelni vsoti sil se telo giblje enakomerno ali pa miruje, pospešek je 0.

3. $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$ Če prvo telo deluje na drugo z neko silo, deluje drugo telo na prvo telo z nasprotno enako silo.

   Primer: Oba silomera kažeta enako veliko silo.



3) Razloži, kako opišemo kroženje točkastega telesa z uporabo vektorjev in pojasni sile, ki nastopajo pri kroženju. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev zakonitosti pri kroženju.

3. Razloži, kako opišemo kroženje točkastega telesa in pojasni sile, ki nastopajo pri kroženju. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev zakonitosti pri kroženju.

Kroženje lahko opišemo tako, da za vsak trenutek zabeležimo lego točke, ki kroži. To lahko zapišemo s kartezičnimi (x, y) ali polarnimi (r, φ) koordinatami.

Slednji način je dostikrat ugodnejši. $\vec{r} = (x(t), y(t))$ ali $\vec{r} = (r(t), \varphi(t))$

Pri kroženju veljajo naslednje enačbe:

$\omega(t) = \frac{d\varphi}{dt}$ $\alpha(t) = \frac{d\omega}{dt}$

$\varphi = \varphi_0 + \int_0^t \omega(t)\, dt$ $\omega = \omega_0 + \int_0^t \alpha(t)\, dt$

enakomerno: $\varphi = \varphi_0 + \omega t, \quad \omega = konst., \alpha = 0$

enakomerno pospešeno: $\omega = \omega_0 + \alpha t, \quad \alpha = konst., \quad \varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$

Smer vektorja hitrosti se pri kroženju nenehno spreminja in je vedno tangencialen na tir kroženja. Spreminjanje smeri hitrosti opišemo z radialnim pospeškom, ki kaže proti središči kroženja.

$a_t = \alpha r$

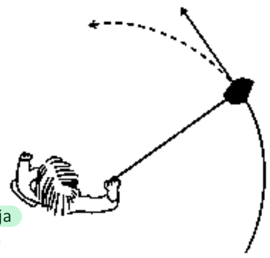
$$a_r = R\omega^2 = \frac{v^2}{R} = \omega v_0$$

Celoten pospešek na krožeče telo izračunamo po Pitagorovem izreku iz radialnega in tangencialnega pospeška.

Centripetalna sila: Kaže od telesa proti središču kroženja. Je vedno zunanja sila (vrvice, F_g, F_e, F_m).
$\vec{F_c} = m \cdot \vec{a_r} = m \cdot \frac{v^2}{R}$

Pri enakomernem kroženju vpeljemo še dve količini: frekvenco $\mathcal{V} = \frac{\omega_0}{2\pi}$ in nihajni čas $t_0 = \frac{2\pi}{\omega}$.

Primer: Vrtimo kamen privezan na vrvico. Ko ga izpustimo, odleti v smeri tangencialno na tir kroženja.



4) Razloži izrek o delu in kinetični energiji za točkasto telo. Posebej obravnavaj ta izrek za primer zunanje sile trenja na gibajoče se telo in kako se ta izrek uporabi pri enakomernem kroženju točkastega telesa okrog nepremične osi.

4. Razloži izrek o kinetični energiji za točkasto telo. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega izreka.

Kinetična energija je skalar. Je neodvisna od smeri gibanja telesa. Odvisna je od velikosti vektorja hitrosti. Delo, ki je potrebno, da telo z maso m spravimo iz mirovanja v gibanje s hitrostjo v.

$$A = \Delta W_k \qquad Wk = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\mathrm{Wk} = \mathrm{A} = \int_0^{\vec{r}} \vec{\mathrm{F}} \cdot d\vec{r} = \int_0^t (m\vec{a}) \cdot (\vec{v}dt) = \int_0^t \left(m\frac{d\vec{v}}{dt}\right) \cdot (\vec{v}dt) = \int_0^v mvdv$$

Primer: Klado podrsamo po tleh. Sila trenja mora opraviti delo, ki je enako začetni kinetični energiji klade, da se klada povsem ustavi.

5. Razloži izrek o gibalni količini za sistem točkastih teles. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega izreka.

Sprememba skupne gibalne količine teles je enaka skupnemu sunku vseh zunanjih sil na ta telesa. Sil med telesi znotraj sistema ne upoštevamo, saj so po 3. Newtonovem zakonu nasprotno enake, torej so sunki med telesi nasprotno enaki. To pa pomeni, da je sprememba gibalne količine enega telesa enaka nasprotni gibalni količini drugega telesa. Skupna gibalna količina se torej ohranja v odsotnosti zunanjih sil.

Gibalna količina telesa: $\vec{G} = m\vec{v}$

Gibalna količina n teles: $\vec{G} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \cdots + m_n\vec{v}_n$

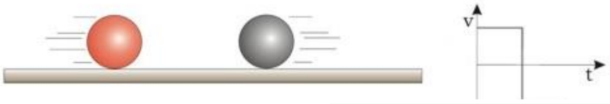
$\vec{F}_R = m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}}{dt} \quad \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}r\,dt = m\int_{t_1}^{t_2} \frac{d\vec{v}}{dt}dt = m\int_{t_1}^{t_2} d\vec{v} = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1 = \Delta\vec{G}$

Primer: Popolnoma prožni trk

Ker na telesi ne deluje nobena zunanja sila, se G in W_k ohranjata.

$-m_1v_{1k} + m_2v_{2k} - m_1v_{1z} + m_2v_{2z} = 0$ Če sta masi enaki, dobimo preprost rezultat:

$v_{1k} = v_{2z}$ in $v_{2k} = v_{1z}$ Enaki telesi torej pri prožnem trku zamenjata hitrosti.



6) Opiši gravitacijsko silo (interakcijo) med dvema telesoma. Napiši Keplerjeve zakone in s pomočjo le-te razloži tretji Keplerjev zakon (konstantno razmerje med...).

6. Opiši gravitacijsko silo (interakcijo) med dvema telesoma. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te interakcije.

Vsako telo z maso deluje privlačno na vsa ostala telesa z maso.

$$\vec{F}_{12} = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2} = -\vec{F}_{21}$$

$W_G = -\kappa \frac{m_1 m_2}{r^2}$ Gravitacijska energija

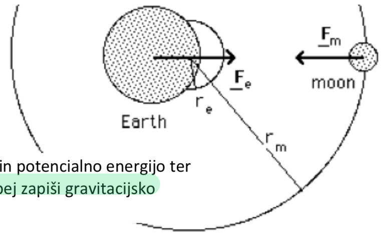
$g_0 = \frac{\kappa M}{R^2}$ Gravitacijski pospešek na površju planeta (M – masa planeta, R – polmer planeta)

κ – (kapa) gravitacijska konstanta $6{,}67 \cdot 10 - 11 \frac{Nm^2}{kg^2}$

Na površju planeta je gravitacijska sila kar sila teže. Gravitacijska sila je vedno centralna sila in vedno privlačna sila. Sodi med konservativne sile, katerih delo je po sklenjeni zanki enako nič. Je zelo šibka sila, a ima dolg doseg.

Primer: Kroženje Lune okoli Zemlje

- Sila je privlačna in ima zelo dolg doseg
- Ker imata obe telesi zelo veliko maso, te sile ne moremo zanemariti (zanemarimo jo lahko npr. pri preučevanju sil med manjšimi predmeti, med atomi in molekulami, …)
- F_g je vzrok za kroženje Lune in bibavico na Zemlji



7) Razloži pojem težnostne potencialne energije ter povezavo med delom sile teže in potencialno energijo ter ilustriraj na primeru nošnje tovora z vznožja gore do vrha po različnih poteh. Posebej zapiši gravitacijsko potencialno energijo na primeru gibanja planetov okrog sonca.

7. Razloži pojem težnostne potencialne energije ter povezavo med delom sile teže in potencialno energijo. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te povezave.

Težnostna potencialna energija je enaka delu, ki ga na dani razdalji s opravi sila, ki nasprotuje sili teže in vleče telo enakomerno navzgor. Nanaša se na energijo zaradi gravitacijskega privlaka med dvema telesoma.

ja enkrat gres z potencialno za h gor drugic gres pa kukr da bi sou po klancu in mors da prids gor opravit delo gravitacije

$Wp = mg\Delta h$ (h je višina telesa glede na izbrano lego)

Običajno govorimo o spremembi potencialne količine: $\Delta W_p = mg\Delta h$

Vseeno je, po kakšnem tiru se telo giblje – pomembna je le razlika med začetno in končno višino.

$$A_g = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} ((0,0,-mg)(dx, dy(dz)) = \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} -mg\, dz = -\mathrm{mg} \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} dz = -mg(z_2 - z_1) = -mg\Delta z = -\Delta W_p$$

Sprememba Wp je enaka negativnemu delu sile teže.

Primer: Telo z dano maso ima zaradi težnostnega privlaka v Zemljinem težnostnem polju potencialno energijo. Telo teži k točki z manjšo težnostno potencialno energijo, zato telo, če ga spustimo, pade proti središču Zemlje na tla.

8) Razloži Newtonove zakone za togo telo za primer premega gibanja in kroženja. Razloži izrek o gibanju težišča in pokaži, kako enačbe za togo telo preidejo v Newtonove zakone za točkasto telo.

8. Razloži Newtonove zakone za togo telo. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev teh zakonov.

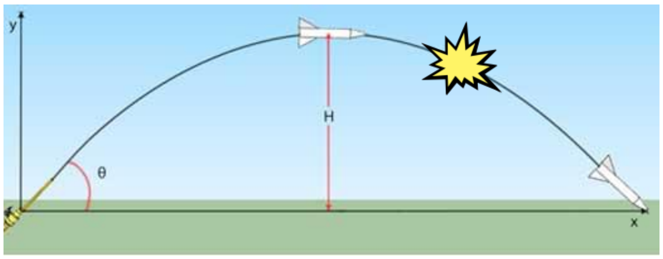
1. Togo telo se pod vplivom teles ne deformira. Pri togih telesih določimo masno središče oz. težišče. To je točka v sistemu teles, ki se giblje kot da bi bila v tej točki zbrana vsa masa celotnega sistema in bi bilo v njej prijemališče vseh zunanjih sil. Če telo miruje (se ne giblje in ne vrti) ali pa se giblje premo enakomerno, je vsota vseh zunanjih sil in navorov enaka nič.

   Primer: Palica, ki je podprta na težišču, miruje.

2. Vsota vseh zunanjih sil, ki delujejo na telo, je enaka skupnem seštevku produktov mase in pospeška, pomnoženih s pospeškom telesa. Notranje sile se zaradi 3. Newtonovega zakona izničijo in ne vplivajo na gibanje masnega središča (težišča). $\sum \vec{F}_{zun} = m \cdot \vec{a}^*$

   Gibanje togega telesa lahko razstavimo na gibanje težišča in vrtenje telesa okoli težišča.

   Primer: Če izstrelimo raketo, bo ta letela po parabolični poti. Če bo raketa eksplodirala, bodo sile eksplozije postale notranje sile sistema. Pred eksplozijo je bil sistem samo raketa, po eksploziji pa njeni delci. Če zanemarimo zračni upor, je vsota vseh zunanjih sil, ki vplivajo na sistem enaka gravitacijski sili na sistem, enaka ne glede na to ali raketa eksplodira ali ne. Zato je pospešek masnega središča $\vec{a}^*$ po eksploziji enak g. To pomeni, da bodo delci potovali po enaki parabolični poti, kot če raketa ne bi eksplodirala.



9. Razloži izrek o vrtilni količi za vrtenja togega telesa okoli nepremične osi. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega izreka.

Vrtilna količina je količina, ki ustreza gibalni količini za vrtenje.

Vrtilna količina je odvisna od hitrosti telesa, mase in izbire lege referenčne točke predmeta (osi).

$\vec{\Gamma} = \vec{r} \times \vec{G} = \vec{r} \times m\vec{v}$

Vrtilna količina je produkt njegovega vztrajnostnega momenta in kotne hitrosti.

$\Gamma = J\omega$ => $\Delta\Gamma = \int_0^t \vec{M}\, dt = J\vec{\omega} - J\vec{\omega}_0$

Izrek vrtilne količine pravi, da je sprememba vrtilne količine enaka sunku zunanjih navorov (analogija z gibalno količino). Če ni sunka zunanjih navorov, se vrtilna količina ohranja.

Primer: Imamo osebo na stolu, ki se vrti. V rokah drži uteži. Osebo zavrtimo z začetno kotno hitrostjo ω_0, pri čemer ima iztegnjeni roki. Oseba nato skrči, kar zmanjša njen vztrajnostni moment iz J_0 na J, ker pomakne masi uteži bližje k osi vrtenja. Ker se vrtilna količina ohranja in se je vztrajnostni moment zmanjšal, se mora kotna hitrost sorazmerno povečati. Hitrost lahko znova upočasni, če iztegne roki.

$J\vec{\omega} = J_0\vec{\omega}_0$ Če se vztrajnostni moment zmanjša, se kotna hitrost poveča.

10. Razloži izrek o kinetični energiji za togo telo, ki se vrti okoli nepremične osi. Navedi primer

10) Razloži izrek o kinetični energiji za togo telo, ki se vrti okoli nepremične osi. Opiši primer kotaljenja polnega in praznega valja na klancu, ki smo ga pokazali na predavanjih.

Skupno kinetično energijo togega telesa lahko zapišemo kot vsoto dveh členov. Gibanje togega telesa lahko razstavimo na gibanje težišča in vrtenje telesa okoli težišča. Kinetična energija togega telesa je zato vsota translacijskega in rotacijskega dela.

$$w_k = \frac{m{r^*}^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}$$

Prvi člen je translacijska kinetična energija masnega središča – kot da je vsa masa sistema zbrana v masnem središču. Njena velikost je enaka kinetični energiji točkastega telesa. Drugi člen pa je rotacija – pomeni vsoto posameznih kinetičnih energij glede na težiščni sistem.

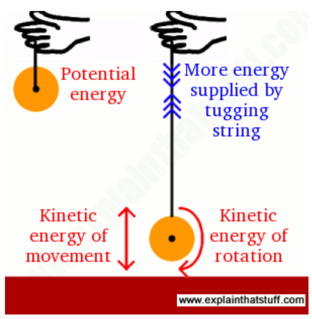
Navor: $M = J\alpha$, pri čemer je J vztrajnostni moment, velja: $J = mr^2$

Če želimo izračunati kinetično energijo vrtečega togega telesa, ne moremo uporabiti izraza za kinetično energijo točkastega telesa, saj se različni deli telesa vrtijo z različnimi (kotnimi) hitrostmi. Telo razdelimo na veliko delčkov in jih seštejemo – integriramo.

$$W_k = \frac{1}{2}\omega^2 \int_V dmr^2 \qquad J = \int_V dmr^2 \quad => \quad W_{k\,rot.} = \frac{J\omega^2}{2}$$

Vztrajnostni moment je odvisen od mase in oblike telesa kot od postavitve in orientacije vrtilne osi.

Primer: Jo-jo – Ko spustimo jo-jo se potencialna energija pretvarja v kinetično energijo. Del se je spremeni v translacijsko kinetično energijo (vertikalno premikanje jo-jota) in drug del v rotacijsko kinetično energijo (ko se vrvica razvija, se vrtenje jo-jota pospešuje in pridobiva rotacijsko kinetično energijo). Ko se vrvica popolnoma razvije, se jo-jo vrti z neko kotno hitrostjo in ima neko vrtilno količino. Ker se slednja ohranja, se jo-jo vrti naprej in začne ponovno navijati vrvico ter potovati navzgor. Kinetični energiji se postopno pretvorita nazaj v potencialno energijo.



ELEKTRIKA IN MAGNETIZEM:

11. Opiši električno silo (interakcijo) med dvema naelektrenima telesoma. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te interakcije.

Električna sila deluje med dvema nabitima delcema. Nabite delce delimo na pozitivne in negativne. Istoimenski naboji se odbijajo, nasprotnoimenski pa privlačijo.

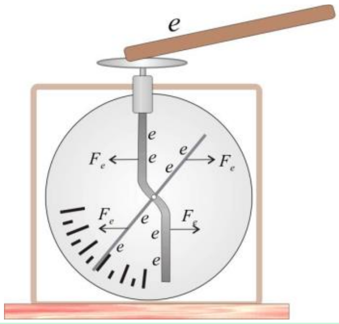
Električno silo lahko opišemo z Coulombovim zakonom.

$$F_e = \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

Sila narašča z velikostjo naboja in pada s kvadratom razdalje med nabojema. Konstanto ε_0 imenujemo influečna konstanta in znaša $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{As}{Vm}$.

Laboratorijski eksperiment: Delovanje elektroskopa

Elektroskop deluje na osnovi odbojnih sil med dvema kovinskima lističema, na katerih je razporejen istoimenski naboj. Naboj prenesemo na lističa s pomočjo naelektrenega predmeta preko zunanje kovinske plošče. Če na lističih ni naboja, je kot med njima nič. Ko se z nabitim telesom dotaknemo zunanje plošče, se naboj prenese in enakomerno razporedi tudi po obeh lističih. Med njima je odbojna električna sila, zato se lističa razmakneta. Kot, ki ga oklepata, je sorazmeren električnemu naboju.



Opiši primer električnega dipolnega polja ter napiši izraz za navor na električni dipol v zunanjem električnem polju.

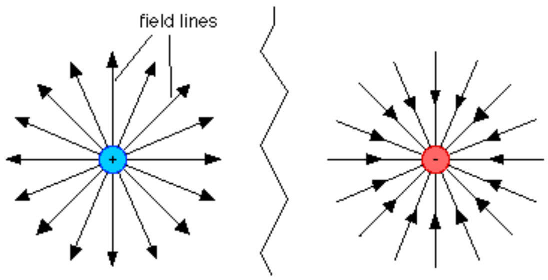
12. Opiši pojem električnega polja ter razloži, kako ponazorimo silnice električnega polja v okolici naelektrenih teles. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev opisanih pojmov.

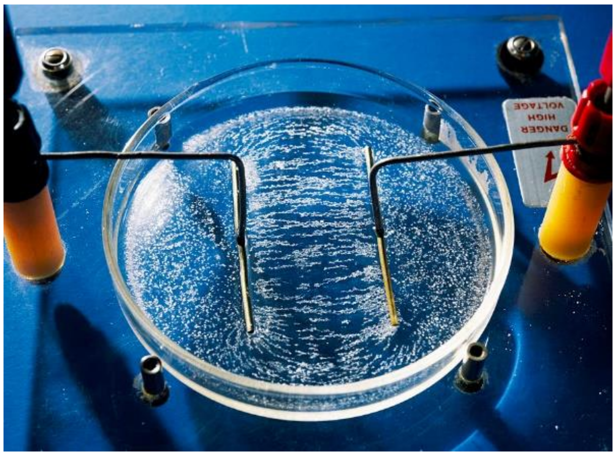
Električno polje je prostor, v katerem na električni naboj deluje elektrostatska sila in ima v vsaki točki prostora določeno velikost in smer. Določeno je z jakostjo električnega polja $\vec{E}$ in gostoto električnega polja $\vec{D}$. Vsako naelektreno telo v svoji okolici ustvari električno polje.

Električna sila na naboj je produkt naboja in jakosti električnega polja na tistem mestu.

$$\vec{F_e} = e\vec{E} \qquad E = \frac{e}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

V vsem prostoru okrog pozitivnega naboja električno polje kaže radialno navzven, pri negativnem naboju pa radialno navznoter.





Laboratorijski eksperiment: Električno polje med dvema nabitima žicama. Nabiti žici sta potopljeni v tekočino, ki omogoča prosto premikanje prevodnih delcev. Ko v žici spustimo tok, se prevodni delci razporedijo v črte, ki ponazarjajo električne silnice.

13. Razloži pojem električne potencialne energije, električnega potenciala in električne napetosti ter njihovo povezavo z delom pri premikanju naboja v električnem polju. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te povezave.

Električna potencialna energija je enaka delu, ki ga moramo opraviti, da naboj e_1 iz neskončnosti prinesemo na oddaljenost r od naboja e_2. Električna potencialna energija za točkasto telo z nabojem e_1 v polju drugega naboja e_2 je tako $W_e = \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon_0 r}$. Električna sila je konservativna. To pomeni, da je delo po zaključeni zanki v prostoru vedno enako nič ali drugače, da je delo električne sile odvisno samo od začetne in končne lege. Zapišemo lahko izrek o ohranitvi energije, ki pravi, da je delo zunanjih sil razen električne enako spremembi potencialne in kinetične energije.

$$A = \Delta W_e + \Delta W_k = \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon_0 r} - \frac{e_1 e_2}{4\pi\varepsilon_0 r_0} + \frac{1mv^2}{2} - \frac{1mv_0^2}{2}$$

Električni potencial je skalar in je električna energija na enoto naboja z enoto volt [V].

$V = \frac{W_e}{e}[\mathrm{V}]$

Pri izračunu električnega potenciala upoštevamo in seštejemo prispevke vseh prisotnih nabojev.

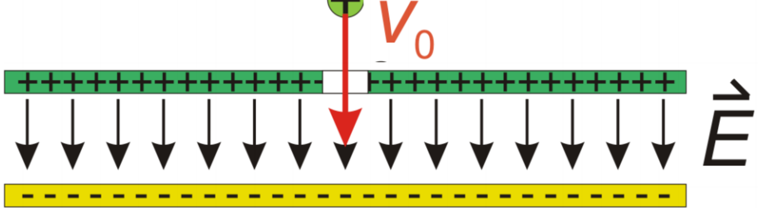
Električna napetost U je definirana kot razlika dveh potencialov med dvema točkama v prostoru.

$U = V_2 - V_1$

Napetost med dvema točkama v homogenem polju je $U = Ed$ in narašča linearno z razdaljo med opazovanima točkama.

Primer: Pospeševanje delca v kondenzatorju. Delec svojo začetno električno potencialno energijo pretvori v končno kinetično energijo.

$$\Delta W_e + \Delta W_k = 0$$



14) Opiši pojem električnega toka ter povezavo med tokom, napetostjo in električno energijo. Razloži Ohmov zakon na nivoju gibanja nosilcev naboja.

14. Opiši pojem električnega toka ter povezavo med tokom, napetostjo in električno energijo. Razloži Kirchoffova zakona za električna vezja. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev teh zakonov.

O električnem toku govorimo, kadar se električni naboj premika iz enega mesta na drugo. Tok v vodniku z danim presekom definiramo kot naboj, ki se v časovnem intervalu pretoči skozi dani presek.

$I = \frac{de}{dt}$ ali pri konstantem toku $I = \frac{e}{t}$, enota za tok je amper $[A]$.

Nosilci naboja so lahko elektroni (prevodniki), vrzeli (polprevodniki) in ioni.

Ploščinska gostota toka je $j = \frac{dI}{dS}$.

Zveza med tokom, napetostjo in električno energijo je električna moč $P = \frac{d(\Delta W_e)}{dt} = \frac{de}{dt}U = IU$, enota za moč je watt [W].

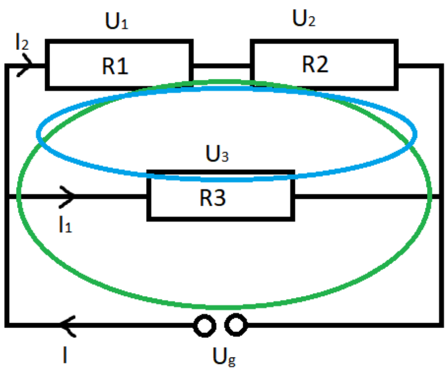
Prvi Kirchoffov zakon pravi, da je v vsakem razvejišču električnega vezja vsota vstopnih tokov enaka vsoti izhodnih tokov. To je posledica bolj splošnega zakona o ohranitvi naboja, da se naboj na razvejišču ne kopiči, ampak da kolikor ga v dani časovni enoti priteče, tudi odteče.

$$\sum_{i=1}^{n} I_n = I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

Drugi Kirchoffov zakon pravi, da je v poljubni sklenjeni zanki (krožni poti) v vezju vsota napetosti enaka nič. Ali drugače: Napetost med dvema točkama je vedno razlika njunih električnih potencialov. Če se po krožni poti vrnemo v isto točko, je razlika potencialov seveda enaka nič. Paziti moramo le na predznake napetosti.

$$\sum_{i=1}^{n} U_n = U_1 + U_2 + U_3 = 0$$

Primer:



$I = I_1 + I_2$

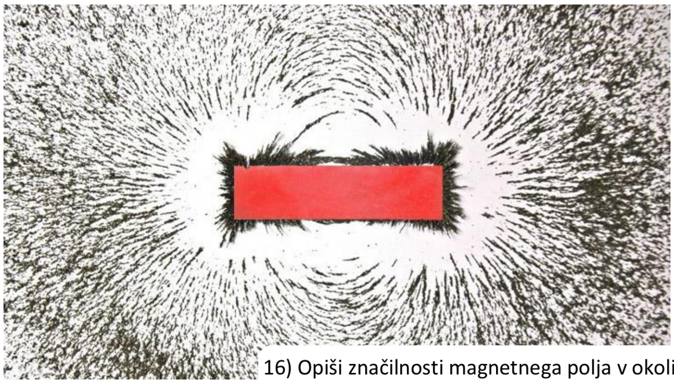
$U_g = U_1 + U_2 = U_3$

15) Napiši izpeljavo magnetnega dipolnega momenta tokovne zanke in navor nanjo v zunanjem magnetnem polju.
Opiši magnetno polje v okolici točkastega magnetnega dipola (majhnega permanentnega magneta).

15. Opiši magnetno polje v okolici točkastega magnetnega dipola (majhnega permanentnega magneta) in njegov učinek na drugi točkasti magnetni dipol. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega polja.

Magnetno polje je prostor okrog trajnih magnetov ali vodnikov po katerih teče električni tok, v katerem se lahko zazna magnetno silo ali magnetni navor. Določeno je z gostoto magnetnega polja $B\ [T = \frac{Vs}{m^2}]$. V magnetnem polju lahko vpeljemo silnice, ki so tangencialne na smer magnetnega polja in so zaključene zanke. Prvi magnet na drugega deluje z navorom ali silo.

Primer: železovi opilki v magnetnem polju



Opilki se razporedijo v obliki silnic. Njihova oblika je podobna razporeditvi prevodnih delcev okoli električnega polja.

16) Opiši značilnosti magnetnega polja v okolici tokovnih vodnikov različnih oblik (ravni vodnik, tuljava ...) in njegov učinek na točkasti magnetni dipol. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta za ponazoritev tega polja.

16. Opiši značilnosti magnetnega polja v okolici vodnikov s tokom in njegov učinek na točkasti magnetni dipol. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega polja.

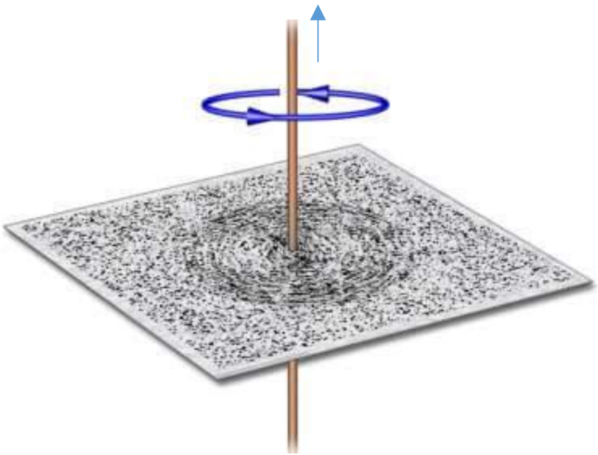
Okrog dolgega ravnega vodnika, po katerem teče tok I, nastane magnetno polje. Take magnete lahko preprosto vklapljamo in izklapljamo ter spreminjamo gostoto magnetnega polja, ki ga povzročijo. Silnice okrog vodnika so krogi s središčem v žici, smer polja pa določimo po pravilu desne roke ali desnega vijaka.

Magnetnica (magnetni dipol) se obrne v smeri $\vec{B}$.

Gostota polja narašča s povečanjem toka I in pojema obratno sorazmerno z naraščajočo oddaljenostjo r.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

Primer: Žica prebada ravnino z železovimi opilki

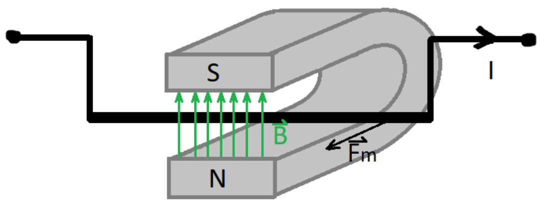


17) Opiši sile, ki delujejo na vodnik z električnim tokom in na gibajoč se električni naboj, ko ga postavimo v zunanje magnetno polje. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev opisanih vplivov.

17. Opiši sile in navore, ki delujejo na vodnik z električnim tokom, ko ga postavimo v zunanje magnetno polje. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev opisanih vplivov.

Magnetna sila $\vec{F} = I(\vec{L} \times \vec{B})$, smer sile določimo po pravilu desne roke (L: velikost – dolžina vodnika, smer – smer toka).

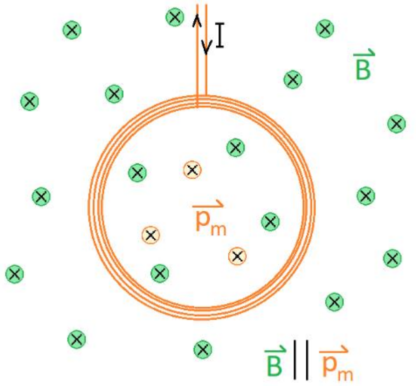
Magnetni navor $\vec{M} = \overrightarrow{p_m} \times \vec{B}$, ($\overrightarrow{p_m}$, smer – pravokotno na ploskev zanke), upoštevamo pravilo desne roke.



Primer: Magnetna gugalnica

Ko po prečki teče tok, se prečka odkloni.

Primer 2: Navor na tuljavo v magnetnem polju Zemlje



V ravnovesni legi kaže $\overrightarrow{p_m}$ v smeri Zemljinega magnetnega polja. Če tuljavo izmaknemo iz ravnovesne lege, začne nihati okoli navpične osi (zaradi navorov).

18. Razloži pojav električne indukcije. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev tega pojava.

Indukcija je pojav povezan s spremembo magnetnega pretoka. Ni pomembno kaj povzroča te spremembe. Te so lahko: spreminjanje velikosti ploskve zanke, spreminjanje magnetnega polja ali spreminjanje kota med ploskvijo in magnetnim poljem.

$U_i = -\frac{d\phi_m}{dt}$ $\qquad$ $\phi_m = \vec{B}\vec{S}\vec{N} = LI\ [Wb = Tm^2 = Vs]$

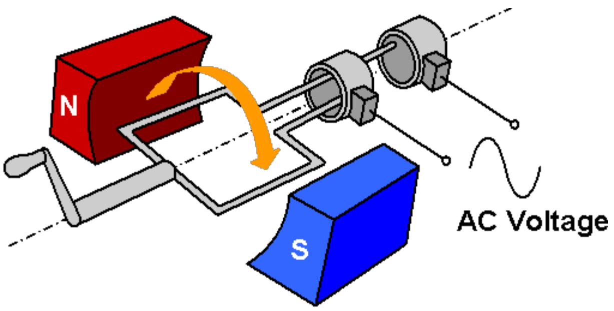
Lorenzevo pravilo: Ob spremembi magnetnega pretoka ϕ_m se pojavi inducirana napetost U_i, ki požene tok I v tisti smeri, da zmanjšuje spremembe magnetnega pretoka ϕ_m. Električni tok I, ki steče, namreč ustvari dodatno magnetno polje, tako da:

a) Če se magnetno polje $\vec{B}$ povečuje, kaže inducirano magnetno polje $\vec{B_i}$ v nasprotno smer, da zmanjšuje povečanje magnetnega pretoka ϕ_m.
b) Če se magnetno polje $\vec{B}$ zmanjšuje, kaže inducirano magnetno polje $\vec{B_i}$ v tisto smer, da zmanjša zmanjševanje magnetnega pretoka ϕ_m.

Primer: Pridobivanje elektrike v elektrarnah

Tuljavo z N ovoji in prečnim prerezom S vrtimo v homogenem zunanjem polju B s konstantno kotno hitrostjo ω. Dobimo napetost U_i, ki sinusno niha - izmenično napetost.

$U_0 = NBS\omega$ $\qquad$ $U_i = NBS\omega \sin(\omega t)$



19. Razloži odziv različnih elektronskih elementov (upor, kondenzator, tuljava) na izmenično napetost. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta za ponazoritev omenjenih pojavov.

V splošnem Ohmov zakon za izmenično napetost ne velja – tok skozi vezje ni nujno sorazmeren trenutni napetosti na njem. Zato vpeljemo fazni premik δ, ki pove fazno zakasnitev med tokom in napetostjo. Če je fazna razlika med tokom in napetostjo enaka nič, dobimo največjo povprečno moč. Vsakršna druga fazna razlika med tokom in napetostjo na elementu električno moč zmanjša. V skrajnem primeru, ko je ta razlika $\frac{\pi}{2}$ oziroma četrt nihaja, je povprečna moč enaka nič.

$U = U_0 \cos(\omega t + \delta)$ $\qquad$ $I = I_0 cos(\omega t + \delta)$ $\qquad$ $\langle P \rangle = \frac{U_0 I_0}{2} \cos(\delta)$

a) Upornik

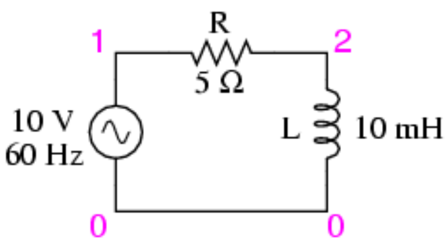
$Z_R = \frac{U_0}{I_0}$ $\qquad$ Tok in napetost sta v fazi (fazni zamik je $\delta = 0$)

b) Kondenzator

$Z_C = \frac{U_0}{I_0} = \frac{1}{\omega C}$ $\qquad$ Tok prehiteva napetost za ¼ nihaja (fazni zamik je $\delta = \frac{\pi}{2}$).

c) Tuljava

$Z_C = \frac{U_0}{I_0} = L\omega$ $\qquad$ Tok zaostaja za napetostjo za ¼ nihaja (fazni zamik je $\delta = -\frac{\pi}{2}$).



Primer: Opazimo zamik med tokom in napetostjo. V tem primeru tok zaostaja za napetostjo.

$U_g = U_0 \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

20. Opiši elektromagnetno valovanje in pojasni vsaj eno izmed značilnih valovnih lastnosti vidne svetlobe. Navedi primer laboratorijskega eksperimenta (ali analize pojava v naravi) za ponazoritev te lastnosti.

Pri električnem nihajnem krogu segata električno in magnetno polje (ter s tem električna in magnetna energija) izven kondenzatorja oziroma tuljave. Tako se elektromagnetna energija v obliki elektromagnetnih valov širi v prostor.

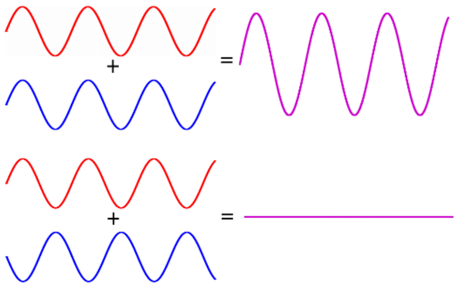
Elektromagnetno valovanje ima enako frekvenco kot nihajni krog.

Po praznem prostoru se vsa EMV širi s hitrostjo svetlobe.

$\vec{E}$ in $\vec{B}$ se spreminjata z isto frekvenco in sta v fazi. Polji sta med seboj pravokotni in hkrati pravokotni na smer širjenja valovanja. Gre za polarizirano valovanje (E in B nihata v ravninah). Smer valovanja običajno podamo z vektorjem $\vec{k} \rightarrow |\vec{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$. Velja tudi $c = \lambda\nu = \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi\nu}{k}$.

Zveza med $\vec{E}$, $\vec{B}$ in $\vec{c}$: $\vec{E} = \vec{B} \times \vec{c}\ (\vec{c} \parallel \vec{k})$

Interferenca je pojav, ko dve valovanji potujeta v isto smer in tam nastane nov valovni vzorec. Valovanji imata enako valovno dolžino in frekvenco, vendar je drugo fazno premaknjeno glede na prvo. Če je fazni zamik med dvema valovanjema $2k\pi$, govorimo o ojačitvi valovanja oziroma konstruktivni interferenci. Če pa je fazni zamik enak $2k\pi + \pi$, govorimo o oslabitvi valovanja oziroma destruktivni interferenci.



Primer: Z laserjem posvetimo na zaslonko z eno režo. Na zaslonu opazimo vrsto ojačitev in oslabitev valovanja.