

TFY4104 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.  
Test 7.

Oppgave 1



Prinsippet for en mekanisk klokke er et hjul med treghetsmoment  $I$  festet til ei spiralfjær som virker på hjulet med et dreiemoment  $\tau$  som er proporsjonalt med hjulets dreining  $\theta$  (målt i radianer, selvsagt) relativt spiralfjæras likevektsstilling,  $\tau = -D\theta$ . Her er  $D$  spiralfjæras torsjonsstivhet. Hva blir hjulets svingetid  $T$  for periodiske (harmoniske) svingninger omkring likevektsstillingen?

- A  $T = 2\pi\sqrt{I/D}$
- B  $T = \sqrt{I/D}/2\pi$
- C  $T = 2\pi\sqrt{D/I}$
- D  $T = \sqrt{D/I}/2\pi$
- E  $T = 2\pi\sqrt{DI}$

Oppgave 2

Ei kompakt kule med masse 1.0 kg og radius 5.0 cm henger i ei tilnærmet masseløs snor med lengde 2.5 cm. Hva blir kulas svingetid (periode) for harmoniske svingninger med små utsving? (For kompakt kule er  $I_0 = 2MR^2/5$ .)

- A 0.2 s
- B 0.4 s
- C 0.6 s
- D 0.8 s
- E 1.0 s

### Oppgave 3



Denne juletrekula har radius  $R$  og henger i en tynn tråd med lengde  $R$ . Hva blir juletrekulas svingetid når katten Petter såvidt når opp og gir den en dask med poten sin? ( $I_0 = 2MR^2/3$ )

- A  $2\pi\sqrt{R/3g}$
- B  $2\pi\sqrt{R/g}$
- C  $2\pi\sqrt{5R/3g}$
- D  $2\pi\sqrt{7R/3g}$
- E  $2\pi\sqrt{3R/g}$

### Oppgave 4

I en dempet, fri svingning med fjærkraft  $-kx$  og friksjonskraft (dempingskraft)  $-b\dot{x}$  (der  $x(t)$  er utsvinget) vil oscillatorens mekaniske energi  $E = m\dot{x}^2/2 + kx^2/2$  avta med tiden  $t$ . Tappt mekanisk energi pr tidsenhet,  $|dE/dt|$ , er da proporsjonal med...

- A ... utsvinget  $x$
- B ... hastigheten  $\dot{x}$
- C ... produktet av  $x$  og  $\dot{x}$
- D ... kvadratet av utsvinget,  $x^2$
- E ... kvadratet av hastigheten,  $\dot{x}^2$

### Oppgave 5



Stolen i ISS har masse 42 kg og svinger opp og ned som en enkel harmonisk oscillator med periode 0.79 s uten astronauten på. Med astronauten på er perioden 1.36 s. Hva er astronautens masse?

- A 72 kg
- B 77 kg
- C 82 kg
- D 87 kg
- E 92 kg

### Oppgave 6

Elektrisk ladning  $Q(t)$  på en kondensator med kapasitans  $C$  i en elektrisk krets bestående av nevnte kondensator samt en spole med induktans  $L$  oppfylder ligningen  $Q/C + L\ddot{Q} = 0$ . Hva er da frekvensen til harmoniske svingninger av ladningen  $Q$  i en slik elektrisk krets? (Dvs, kretsens resonansfrekvens.)

- A  $f = LC$
- B  $f = (2\pi\sqrt{LC})^{-1}$
- C  $f = \sqrt{LC}/2\pi$
- D  $f = (LC)^{-1}$
- E  $f = (2\pi LC)^{-1}$

### Oppgave 7

En kloss med masse  $m$  er festet til ei fjær med fjærkonstant  $k$  og utfører dempede svingninger. Friksjonskraften er  $bv$ , der  $v$  er klossens hastighet og  $b$  er en dempingskonstant. Systemets kvalitetsfaktor er  $Q = \sqrt{km/b^2}$ . Hva blir da kvalitetsfaktoren til en elektrisk krets bestående av en motstand  $R$ , en kapasitans  $C$  og en induktans  $L$  koblet i serie? Det oppgis at ladningen  $\pm q$  på kondensatorplatene oppfylder ligningen

$$L\ddot{q} + R\dot{q} + q/C = 0.$$

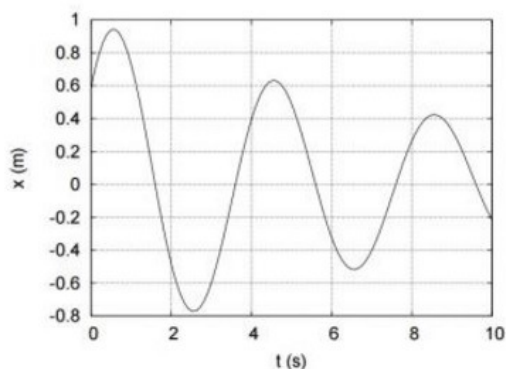
- A  $Q = \sqrt{L/CR^2}$
- B  $Q = \sqrt{LC/R^2}$
- C  $Q = \sqrt{R/LC}$
- D  $Q = \sqrt{RL/C}$
- E  $Q = \sqrt{RC^2/L}$

### Oppgave 8

En kloss med masse  $m$  ligger på et bord og er festet til ei ideell fjær med fjærkonstant  $k$ . Friksjonskoeffisientene mellom kloss og bord er  $\mu_s$  (statisk) og  $\mu_k$  (kinetisk). Klossen trekkes en avstand  $A$  ut fra likevekt (slik at fjæra strekkes) og slippes med null starthastighet. Hvilke(t) krav må vi stille til  $A$  for at klossen skal begynne å gli?

- A  $A > \mu_s mg/k$
- B  $A < \mu_s mg/k$
- C  $A > gk/\mu_s m$
- D  $A < gk/\mu_s m$
- E  $A > mg/\mu_s k$

## Oppgave 9



Figuren ovenfor viser en dempet svingning der utsvinget er gitt som

$$x(t) = Ae^{-t/\tau} \cos(\omega t + \phi).$$

Hva er omtrent  $\ddot{x}(0)$  for denne oscillatoren?

- A  $+1.5 \text{ m/s}^2$
- B  $-1.5 \text{ m/s}^2$
- C  $+15 \text{ m/s}^2$
- D  $-15 \text{ m/s}^2$
- E  $-22 \text{ m/s}^2$

## Oppgave 10

Anslå dempingstiden  $\tau$  i uttrykket for  $x(t)$  i forrige oppgave.

- A ca 5 s
- B ca 10 s
- C ca 15 s
- D ca 20 s
- E ca 25 s

## Oppgave 11

Vi betrakter frie svingninger i en enkel udempet endimensjonal harmonisk oscillator, mer presist en masse  $m$  festet til ei ideell fjær med fjærkonstant  $k$ . Hvilken av påstandene nedenfor er da feil?

- A Den totale mekaniske energien endrer seg ikke med tiden.
- B Den kinetiske energien oscillerer med periode  $2\pi\sqrt{m/k}$ .
- C En doubling av massen reduserer svingefrekvensen med i underkant av tredve prosent.
- D Massens utsving fra likevekt og dens akselerasjon er i motfase.
- E Massens utsving fra likevekt og dens hastighet har en faseforskjell på nitti grader.

### Oppgave 12

Omtrent hvor mye ladning har alle elektronene i kroppen din til sammen? Anta at kroppen din inneholder like mange nøytroner som protoner.

- A noen mC
- B noen C
- C noen kC
- D noen MC
- E noen GC

### Oppgave 13

Tre punktladninger, en positiv ( $2q$ ) og to negative ( $-q$ ), er plassert i hvert sitt hjørne av en likesidet trekant med sidekanter  $a$ . Hva er systemets elektriske dipolmoment?

- A  $\sqrt{3}qa$
- B  $qa/\sqrt{3}$
- C null
- D  $3qa$
- E  $qa/3$

### Oppgave 14

Hva er potensialet i sentrum av trekanten i forrige oppgave? (Null potensial fra en punktladning velges i uendelig avstand fra punktladningen.)

- A  $-3q/4\pi\epsilon_0a$
- B  $-\sqrt{3}q/4\pi\epsilon_0a$
- C null
- D  $\sqrt{3}q/4\pi\epsilon_0a$
- E  $3q/4\pi\epsilon_0a$

### Oppgave 15

Hva er den elektriske feltstyrken  $|\mathbf{E}|$  i sentrum av trekanten i oppgave 13?

- A null
- B  $q/4\pi\epsilon_0a^2$
- C  $q/\pi\epsilon_0a^2$
- D  $7q/4\pi\epsilon_0a^2$
- E  $9q/4\pi\epsilon_0a^2$

### Oppgave 16

En tynn stav med lengde 1 mikrometer har uniform positiv ladning pr lengdeenhet lik 1 nC/m på den ene halvdel og negativ ladning pr lengdeenhet lik -1 nC/m på den andre halvdel. Hva er stavens dipolmoment?

- A  $0.25 \cdot 10^{-25}$  Cm
- B  $0.25 \cdot 10^{-21}$  Cm
- C  $0.25 \cdot 10^{-17}$  Cm
- D  $0.25 \cdot 10^{-13}$  Cm
- E  $0.25 \cdot 10^{-9}$  Cm

### Oppgave 17

En lang tynn tråd ligger langs  $x$ -aksen og har ladning

$$\lambda(x) = \lambda_0 \frac{e^{-\alpha|x|}}{\alpha x}$$

pr lengdeenhet. Her er  $\lambda_0$  og  $\alpha$  konstanter. Anta at tråden kan regnes som uendelig lang. Hva blir da trådens dipolmoment?

- A  $2\lambda_0\alpha^2$
- B  $2\lambda_0\alpha$
- C  $2\lambda_0/\alpha$
- D  $2\lambda_0/\alpha^2$
- E  $2\lambda_0/\alpha^3$

### Oppgave 18

Fire punktladninger, to positive ( $Q$ ) og to negative ( $-Q$ ), er plassert i hvert sitt hjørne av et kvadrat i  $xy$ -planet. Kvadratet er sentrert i origo. De to positive ladningene har posisjon  $(x, y) = (a, -a)$  og  $(-a, a)$  mens de to negative har posisjon  $(a, a)$  og  $(-a, -a)$ . Ranger verdien av det elektriske potensialet i følgende fire posisjoner:

- 1:  $(-a, 0)$
- 2:  $(0, 0)$
- 3:  $(2a/3, -a)$
- 4:  $(a, 2a/3)$

Her bør du absolutt vurdere å tegne en figur.

- A  $V_3 > V_1 = V_2 > V_4$
- B  $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$
- C  $V_1 > V_3 > V_4 > V_2$
- D  $V_1 > V_3 = V_4 > V_2$
- E  $V_4 = V_3 > V_2 = V_1$

### Oppgave 19

En punktladning  $2Q$  er plassert i origo, og to punktladninger  $-Q$  er plassert på  $z$ -aksen i  $z = a$  og  $z = -a$  (slik at systemets nettoladning er null). Hva er systemets dipolmoment  $\mathbf{p}$ ?

- A 0
- B  $-Qa\hat{z}$
- C  $Qa\hat{z}$
- D  $-2Qa\hat{z}$
- E  $2Qa\hat{z}$

### Oppgave 20

I forrige oppgave, i hvilken retning peker det elektriske feltet  $\mathbf{E}$  i en posisjon ute på den positive  $x$ -aksen?

- A Feltet er null.
- B Feltet peker der i positiv  $z$ -retning.
- C Feltet peker der i negativ  $z$ -retning.
- D Feltet peker der i positiv  $x$ -retning.
- E Feltet peker der i negativ  $x$ -retning.

### Oppgave 21

Tre punktladninger  $-4q$ ,  $3q$  og  $-4q$  er plassert på  $x$ -aksen i posisjon hhv  $x = 0$ ,  $x = a$  og  $x = 2a$ . Her er  $q = 2.00$  nC og  $a = 2.00$  mm. Hva er den elektriske feltstyrken i avstand 2 m fra de tre punktladningene?

- A 11.5 N/C
- B 22.5 N/C
- C 33.5 N/C
- D 44.5 N/C
- E 55.5 N/C

### Oppgave 22

På  $x$ -aksen ligger et elektron og to protoner. Elektronet ligger fast i origo, og det ene protonet ligger fast i  $x = a$ . Det andre protonet slippes med null starthastighet fra sin startposisjon i  $x = 3a$ . Hva blir hastigheten til dette protonet når det har kommet langt ut på  $x$ -aksen?

- A  $\sqrt{e^2/12\pi\epsilon_0 a}$
- B  $\sqrt{e/12\pi\epsilon_0 a}$
- C  $\sqrt{e^2/12\pi\epsilon_0 m_p a}$
- D  $\sqrt{e/12\pi\epsilon_0 m_p a^2}$
- E  $\sqrt{e^2/12\pi\epsilon_0 m_p a^2}$

### Oppgave 23

Fire punktladninger,  $q$ ,  $-2q$ ,  $3q$  og  $-4q$  er plassert i hvert sitt hjørne av et kvadrat med sidekanter 1.0 mm. Hva er den elektriske feltstyrken i avstand 30 cm fra de fire punktladningene  $q = 1.0 \mu\text{C}$ ?

- A 2 kN/C
- B 50 kN/C
- C 200 kN/C
- D 5 MN/C
- E 25 MN/C

### Oppgave 24

En tynn ring med radius  $R$  er plassert i  $xy$ -planet med sentrum i origo. Ringen har ladning

$$\lambda(\theta) = \lambda_0 \cos \theta$$

pr lengdeenhet. Her er  $\lambda_0$  en konstant. Vinkelen  $\theta$  er målt relativt positiv  $x$ -akse, som vanlig med polarkoordinater. Hva er ringens dipolmoment?

- A  $\lambda_0 R^2 / 4\pi$
- B  $\lambda_0 R^2 / \pi$
- C  $\lambda_0 R^2$
- D  $\pi \lambda_0 R^2$
- E  $4\pi \lambda_0 R^2$

### Oppgave 25

En partikkel med negativ ladning og null starthastighet plasseres i et område med elektrisk felt  $\mathbf{E}$ . Partikkelens bevegelse blir

- A i retning lavere elektrisk potensial.
- B i retning lavere potensiell energi.
- C i retning høyere potensiell energi.
- D i samme retning som  $\mathbf{E}$ .
- E i retning normalt på  $\mathbf{E}$ .