

**Eksamensoppgave i**  
**TFY4109 FYSIKK**  
**for MTENERG**

**Faglig kontakt under eksamen:** Institutt for fysikk v/Morten Kildemo  
**Tlf.:** 93 28 77 44/73 59 32 11

**Eksamensdato:** Lørdag 16. desember 2017

**Eksamenstid:** 09:00 - 13:00

**Tillatte hjelpemidler (kode C):**

Bestemt enkel godkjent kalkulator.

Rottmann: Matematisk formelsamling.

Formelark i vedlegg.

**Annen informasjon:**

1. Denne eksamen teller 90 % på endelig karakter, laboratorierapport 10 %. For studenter med laboratorium godkjent 2016 og før teller denne eksamen 100 %.

2. Eksamenssettet består av en kombinasjon av flervalgsspørsmål og vanlige spørsmål. Hvert spørsmål teller like mye.

For hvert spørsmål er kun ett av svarene rett. Kryss av for ditt svar, eller du kan svare blankt.

**Rett svar gir 2 poeng, galt svar eller flere svar gir 0 poeng.**

3. Innlevering: Ett ark med svartabell for flervalgsspørsmål, vanlig full besvarelse for de resterende spørsmålene.

4. Alle de 22 første flervalgsspørsmålene er utarbeidet av Arne Mikkelsen og vurdert av Jon Andreas Støvneng og Morten Kildemo (disse 22 oppgavene er felles med TFY4115). Det resterende oppgavesettet er satt sammen eller utviklet av Morten Kildemo.

**Målform/språk:** Bokmål.

**Antall sider (uten framside):** 11.

**Antall sider vedlegg:** 4.

**Antall ark svartabell:** 2. (Ett ark leveres inn, det andre for din kopi.)

**Antall tilleggsark : svarark:** 2. (2 ark leveres inn.)

**Kontrollert av:**

Informasjon om trykking av eksamensoppgave:

Originalen er: 1-sidig; sort/hvitt

Originalen kopieres fra ensidig til tosidig

\_\_\_\_\_  
Dato

\_\_\_\_\_  
Sign

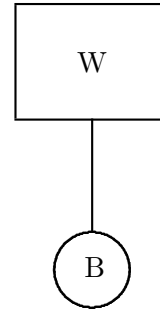
---

Merk! Studenter finner sensur i Studentweb. Har du spørsmål om din sensur må du kontakte instituttet ditt. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike spørsmål.

(blank side)

**1.** Systemet i figuren består av ei stålkule B forbundet med ei snor til ei stor treblokk W. Hvis systemet blir sluppet i vakuum, vil snorkrafta bli

- A) null
- B) lik differansen til massene til B og W
- C) lik differansen til vektene av B og W
- D) lik vekta av B
- E) ingen av A-D er rett svar

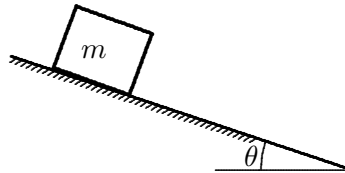


**2.** En rektangulær kloss på 50 kg hviler på et horisontalt underlag. Statisk friksjonskoeffisient er  $\mu_s = 0,50$ , kinetisk friksjonskoeffisient er  $\mu_k = 0,35$ . Ei horisontal kraft på 275 N blir påsatt klossen. Anta  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ . Hvilken av de følgende påstander er rett om klossens bevegelse?

- A) Klossen forblir i ro
- B) Klossen beveger seg og fortsetter å bevege seg med konstant hastighet i kraftas retning
- C) Klossen akselererer i kraftas retning
- D) Klossen beveger seg ikke før krafta økes til 500 N
- E) Ingen entydig konklusjon kan trekkes om klossens bevegelser fra de gitte informasjoner

**3.** En massiv rektangulær kloss med masse  $m$  ligger i ro på et skråplan som har vinkel  $\theta$  med horisontalplanet. Vinkelen er mye mindre enn at klossen begynner å gli. Statisk friksjonskoeffisient er  $\mu_s$ . Hvilken av de følgende påstander er rett om absoluttverdien av den statiske friksjonskrafta  $F_f$ ?

- A)  $F_f = \mu_s mg$
- B)  $F_f = \mu_s mg \cos \theta$
- C)  $F_f = mg \cos \theta$
- D)  $F_f = mg \sin \theta$
- E)  $F_f = mg \tan \theta$



**4.** Et legeme blir påvirket av ei kraft på 10 N og forflytter seg i kraftas retning slik at forflytningen  $s$  er gitt som  $s = 3,0 \text{ m/s}^2 \cdot t^2 + 2,0 \text{ m/s} \cdot t$ , hvor  $t$  er tida. Effekten av kraftas arbeid ved tid  $t = 2,0 \text{ s}$  er:

- A) 14 W
- B) 80 W
- C) 120 W
- D) 140 W
- E) 160 W

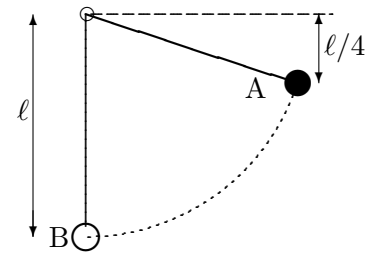
**5.** To like kuler henger i hver si snor med lik lengde. Ei av kulene blir sluppet fra en høyde  $h$  over bunnpunktet og treffer den andre kula på det laveste punktet i banen. Under kollisjonen (støtet) festes de to kulene til hverandre og beveger seg videre sammen. Hvilke(n) størrelse(r) er konstant under støtet? (Her er  $K$  total kinetisk energi,  $p$  total bevegelsesmengde og  $L$  totalt spinn om snorenes festepunkt i taket.)

- A)  $K$ ,  $p$  og  $L$
- B)  $K$  og  $p$
- C)  $p$
- D)  $K$  og  $L$
- E)  $p$  og  $L$



**6.** En masse  $m$  som henger i ei snor slippes fra stillstand i punktet A. Idet massen passerer det laveste punktet B, så er snorkrafta

- A) Ingen er riktige, svaret avhenger av snorlengden
- B)  $\frac{3}{2}mg$
- C)  $2mg$
- D)  $3mg$
- E)  $\frac{5}{2}mg$



**7.** Et legeme beveger seg rettlinjet med konstant akselerasjon. La startfarten være  $v_1$ . Etter at strekningen  $s$  er tilbakelagt, er farten  $2v_1$ . Hvor stor er farten etter at ytterligere en strekning  $s$  (totalt  $2s$ ) er tilbakelagt?

- A)  $\sqrt{6}v_1$
- B)  $\sqrt{7}v_1$
- C)  $\sqrt{8}v_1$
- D)  $3v_1$
- E)  $4v_1$

**8.** Ei konstant trekkraft virker på ei vogn som beveger seg uten startfart på et horisontalt underlag uten friksjon. Hvilken av de følgende påstander er riktig?

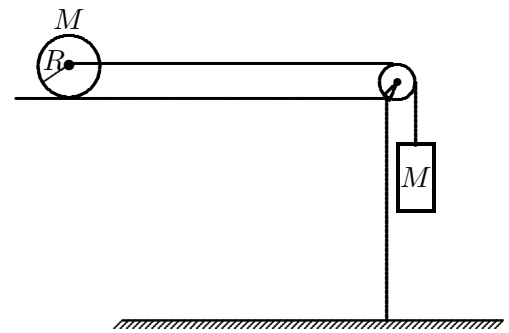
- A) Vogna får konstant fart
- B) Farten øker proporsjonalt med tida
- C) Den tilførte effekten er konstant
- D) Den kinetiske energien er proporsjonal med tida
- E) Bevegelsesmengden er konstant

**9.** Ei metallkule som faller i ei viskøs væske utsettes for friksjonskrafta  $f = -kv$ , der  $k$  er en konstant. Kula har masse  $M$ , og tyngdens akselerasjon er  $g$ . Hvilken likning bestemmer da kulas hastighet  $v(t)$ ?

- A)  $\frac{dv}{1 - kv/Mg} = g dt$
- B)  $\frac{dv}{1 + kv/M} = g dt$
- C)  $\frac{dv}{k - v/Mg} = g dt$
- D)  $\frac{dv}{v - Mg} = \frac{k}{g} dt$
- E)  $\frac{dv}{1 + kv/Mg} = \frac{k}{g} dt$

(Følgende oppsett og figur brukes i oppgavene 10, 11, 12.)

En massiv sylinder med masse  $M$ , radius  $R$  og treghetsmoment  $\frac{1}{2}MR^2$ , ligger på et horisontalt bord, se figuren. Sylindren kan rotere uten friksjon om sin egen akse, men det kan være friksjon mellom sylindren og bordflata. Til sylindrens akse er det festa ei snor på en slik måte at sylindren kan trekkes mot høyre uten å vri seg. I den andre enden er snora forbundet til en kloss også med masse  $M$  som henger fritt. Snora går via ei friksjonsløs og masseløs trinse og er hele tida stram og den kan regnes masseløs.



I de tre følgende spørsmål studerer vi tre ulike tilfeller av friksjon som angitt og du skal i hvert tilfelle finne systemets translasjonsakselerasjon  $a$ .

**10.** Det er ingen friksjon mellom sylindren og bordflata. Hva er akselerasjonen  $a$ ?

- A)  $g$       B)  $\frac{1}{4}g$       C)  $\frac{1}{2}g$       D)  $\frac{2}{5}g$       E)  $\frac{9}{20}g$

**11.** Det er stor nok friksjon mellom sylindren og bordflata til at sylindren ruller uten å glippe (rein rulling). Hva er akselerasjonen  $a$ ?

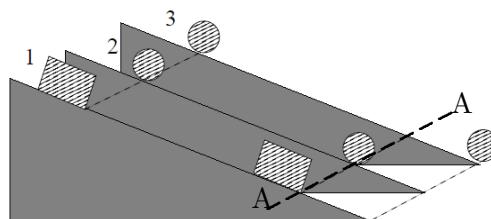
- A)  $g$       B)  $\frac{1}{4}g$       C)  $\frac{1}{2}g$       D)  $\frac{2}{5}g$       E)  $\frac{9}{20}g$

**12.** Friksjonskoeffisientene for statisk og kinematisk friksjon er lik  $\mu = 0,100$  og ikke stor nok til rein rulling for sylindren. Hva er akselerasjonen  $a$ ?

- A)  $g$       B)  $\frac{1}{4}g$       C)  $\frac{1}{2}g$       D)  $\frac{2}{5}g$       E)  $\frac{9}{20}g$

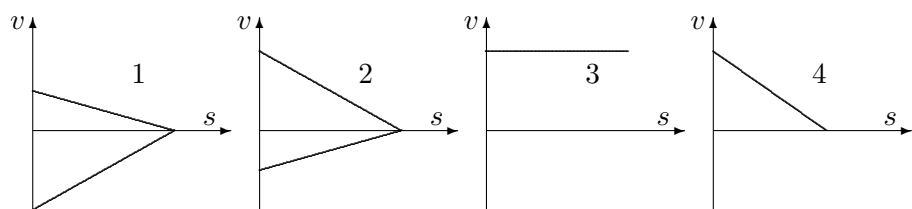
**13.** Figuren viser en kloss (1) og to sylinderesymmetriske legemer (2 og 3) på identiske skråplan. De tre legemene har lik masse. Klossen glir på skråplanet, de to sylindrene ruller uten å gli eller slure. Vi ser bort fra rullemotstand, dvs. ingen energitap pga. rulling. De tre slippes samtidig fra samme høyde på skråplanet, med null starthastighet. Som figuren indikerer, får sylinder 3 størst fart nedover skråplanet, mens klossen 1 og sylinder 2 får mindre, men samme fart. Vi betrakter den totale kinetiske energi,  $K$  (translasjon + rotasjon), til hvert legeme idet legemet **passerer linja markert A–A i figuren**. Ranger energiene  $K(1)$ ,  $K(2)$  og  $K(3)$  for henholdsvis legeme 1, 2 og 3.

- A)  $K(1) = K(2) < K(3)$   
 B)  $K(1) = K(2) = K(3)$   
 C)  $K(1) < K(2) < K(3)$   
 D)  $K(1) < K(2) = K(3)$   
 E)  $K(1) = K(2) > K(3)$



**14.** En kloss gis en viss startfart oppover et skråplan. Det er friksjon mellom klossen og underlaget, men friksjonskoeffisienter er ikke oppgitt. Hvilken eller hvilke av figurene viser mulig graf for klossens hastighet  $v$ ? ( $s$  angir klossens posisjon på skråplanet, og  $v$  og  $s$  er begge positive i retning oppover skråplanet.)

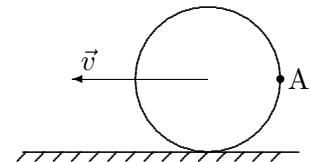
- A) Kun graf 1  
 B) Kun graf 2  
 C) Graf 2 og 4  
 D) Graf 1 og 3  
 E) Kun graf 4



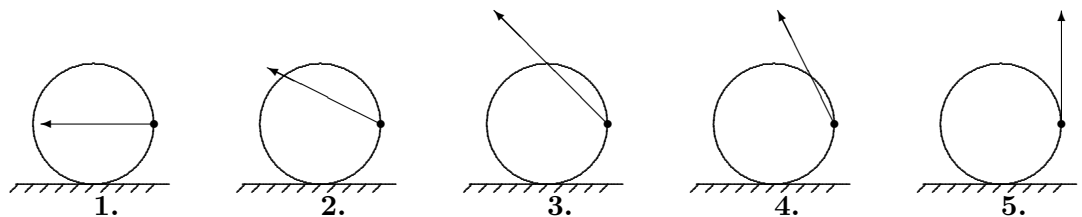
**15.** En fysikkprofessor sitter på en stol med armene utstrekt og holder ei bok i hver hånd. Stolen roterer initielt med en konstant vinkelhastighet  $\omega$  og rotasjonen er friksjonsfri. Professoren trekker så armene nærmere kroppen. Da vil det totale spinnet  $L$  om rotasjonsaksen og den totale kinetiske energien  $K$  til professor + stol endre seg slik:

- A)  $L$  øker og  $K$  øker
- B)  $L$  øker og  $K$  uendra
- C)  $L$  uendra og  $K$  øker
- D)  $L$  uendra og  $K$  uendra
- E)  $L$  uendra og  $K$  avtar

**16.** Et hjul med radius  $R$  ruller uten å gli på flatt underlag mot venstre med hastighet  $v$ . Hvilken av figurene representerer riktig hastighetsvektor for et punkt A på hjulet?



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5



**17.** Tregghetsmomentet for ei tynn stang med masse  $m$  og lengde  $L$  om en transversal akse (akse normalt på staven) gjennom stanga i avstand  $\frac{1}{3}L$  fra den ene enden er

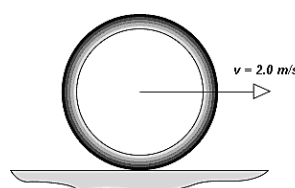
- A)  $(1/36)mL^2$
- B)  $(1/18)mL^2$
- C)  $(1/9)mL^2$
- D)  $(2/9)mL^2$
- E)  $(4/9)mL^2$

**18.** To massive baller (en stor og en liten) og en massiv sylinder ruller ned et skråplan uten rullemotstand. Det er ingen luftmotstand. Hvilken har den største farten ved bunnen av skråplanet og hvilken har den minste?

- A) Den lille ballen har størst, den store ballen har minst
- B) Sylindere har størst, den lille ballen har minst
- C) Sylindere har størst, de to ballene har den samme (og mindre) fart
- D) Begge ballene har samme største fart, sylindere har mindre
- E) Det mangler opplysninger til å gi entydig svar

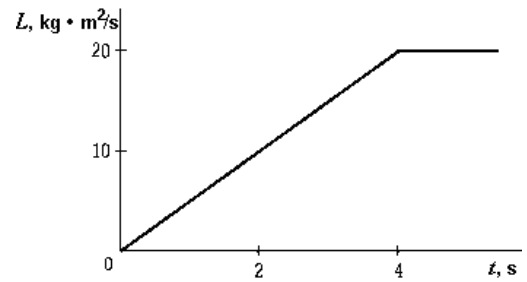
**19.** En tynn metallring med masse 1,00 kg og radius 0,50 m har en translasjonshastighet på 2,0 m/s idet den ruller uten å glippe. Spinnet (dreieimpulsen) til ringen omkring dens massesenter er

- A)  $1,00 \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}$
- B)  $2,00 \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}$
- C)  $8,00 \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}$
- D)  $4,00 \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}$
- E)  $0,50 \text{ kg m}^2\text{s}^{-1}$



**20.** Spinnnet,  $L$ , (dreieimpulsen) for et gitt legeme omkring en gitt akse er en funksjon av tida som vist i figuren. Det ytre kraftmomentet (dreiemomentet) som virker på dette legemet omkring den gitte aksen er ved tidspunktet  $t = 2$  s

- A) 0 Nm
- B) 5,0 Nm
- C) 10 Nm
- D) 20 Nm
- E) 40 Nm

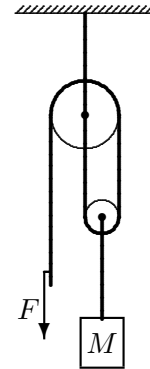


**21.**

Et legeme med masse  $M$  er hengt opp i et system av snorer og to trinser som vist i figuren. Trinsene er masseløse og kan gli friksjonsfritt om sin aksling. Øverste snor er festa i taket og ei ytre kraft  $F$  virker nedover på venstre snorende.

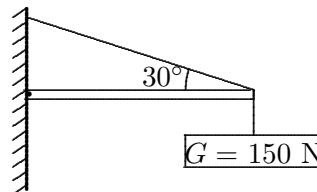
Hva er nødvendig kraft  $F$  for å holde systemet i ro?

- A)  $Mg$
- B)  $\frac{1}{4}Mg$
- C)  $\frac{1}{2}Mg$
- D)  $\frac{1}{3}Mg$
- E) 0



**22.** Et skilt med vekt 150 N holdes oppe av en horisontal bjelke og et skrått tau, som vist i figuren. Bjelken har jamn tykkelse og vekt 100 N og er hengslet ved veggen. (En hengsling kan oppta krefter i alle retninger men ingen vridningskrefter (moment)). Den **vertikale komponenten** av krafta på bjelken fra hengslingen ved veggen har verdi nærmest

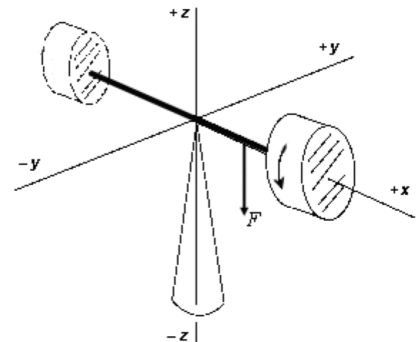
- A) 150 N
- B) 250 N
- C) 346 N
- D) 0 N
- E) 50,0 N



**23.**

Et gyroskop består av et svinghjul og en motvekt som holder svinghjulet i balanse. Akslingen mellom svinghjulet og motvekten er langs  $x$ -aksen med svinghjulet på positiv akse og med rotasjon som vist i figuren. P.g.a. motvekten preseserer ikke systemet. Hvis du skyver med ei kraft  $F$  nedover (retning  $z$ ) på akslingen som svinghjulet er festet på (vi demonstrerte dette med å henge et lodd på akslingen i forelesningene), vil denne akslingen få en tendens til å tippe i retning (sett inn fra  $+x$ -aksen)

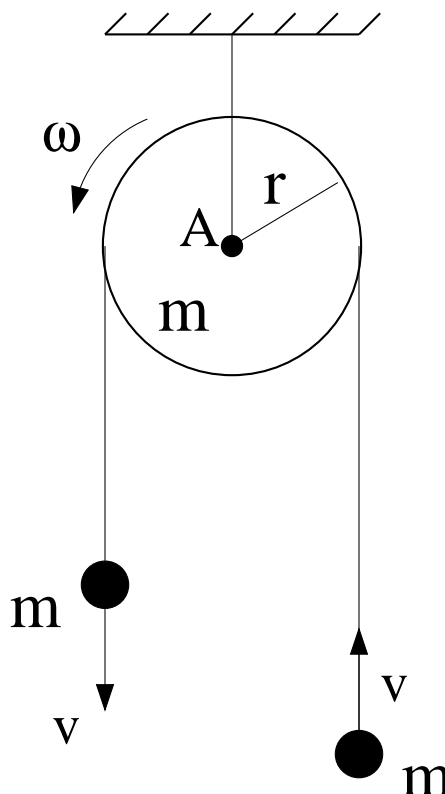
- A) oppover ( $+z$ -retning)
- B) nedover ( $-z$ -retning)
- C) til høyre ( $+y$ -retning)
- D) til venstre ( $-y$ -retning)
- E) vil ikke bevege seg



**24.**

Oppsettet til høyre (en såkalt "Atwood-maskin") består av to små kuler, hver med masse  $m$ , forbundet med ei vektløs snor som er lagt over ei skive med masse  $m$  og radius  $r$ . Skiva har treghetsmoment  $I_0 = mr^2/2$  mhp en akse gjennom tyngdepunktet (A), normalt på skiva. Det er tilstrekkelig friksjon mellom snora og skiva til at snora ikke glir. Hva er systemets (to lodd pluss skive) totale dreieimpuls  $L_A$  mhp punktet A i skivas sentrum?

- A)  $\frac{3mrv}{2}$
- B)  $\frac{5mrv}{2}$
- C)  $\frac{7mrv}{2}$
- D)  $\frac{9mrv}{2}$
- E)  $\frac{mrv}{2}$



**25.** Akselerasjonen,  $a$ , til en partikkel som beveger seg i en harmonisk oscillasjon er gitt ved

$$a = -16,0 \text{ s}^{-2} \cdot x,$$

der  $x$  er posisjonen. Oscillasjonsbevegelsens periode (svingetid) er lik

- A) 0,250 s
- B) 0,392 s
- C) 1,57 s
- D) 4,00 s
- E) 16,0 s

**26.** Et legeme svinger harmonisk ifølge likninga

$$x(t) = 0,040 \text{ m} \cdot \sin(30 \text{ s}^{-1} t + \pi/6).$$

Maksimalhastigheten til legemet avrundet til to sifre er lik

- A)  $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- B) 0,040 m/s
- C) 1,2 m/s
- D) 30 m/s
- E) 36 m/s

**27.** Ei pendelklokke på jordoverflata har en svingeperiode på 1,000 s. På en annen planet må pendelens lengde forkortes litt for å gi en periode på 1,000 s med samme maksimale vinkelutslag. Hva er rett for tyngdens akselerasjon på denne planeten? Se bort fra friksjon og luftmotstand for pendelen.

- A) Tyngdens akselerasjon på planeten er litt større enn  $g$  på jorda
- B) Tyngdens akselerasjon på planeten er litt mindre enn  $g$  på jorda
- C) Tyngdens akselerasjon på planeten er lik  $g$  på jorda
- D) Kan ikke svare uten å vite massen til pendelen
- E) Kan ikke svare uten å vite maksimalt vinkelutslag for pendelen

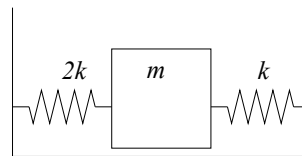


**28.** Vi ser på torsjonsspendelen (som demonstrert i forelesningene). Den består av en torsjonstråd som henger i et oppheng. I tråden er det festet ei stang med to punktmasser på hver side. Gitt at tråden har lengde  $l$ , er av stål (masse tetthet  $\rho$ ), stanga har masse  $m$ , lengde  $d$ , og de to punktmassene festet på hver enda av stanga har hver masse  $m$ . Vi vet at Hookes lov i dette tilfellet er gitt  $\tau = -\Gamma\theta$ , der  $\Gamma$  er torsjonskonstanten og  $\theta$  er vridningsvinkelen. (Differensialligningen er i dette tilfellet ikke oppgitt i formelsamlinga og må eventuelt utledes). Anta at vi har eksperimentelt målt svingeperioden til å være  $T$ . Torsjonskonstanten  $\Gamma$  er da gitt som:

- A)  $\frac{Td}{\pi m^2}$ .
- B)  $\frac{7\pi^2 md^2}{15T^2}$ .
- C)  $\frac{\pi^2 md^2}{T^2}$ .
- D)  $\frac{7\pi^2 md^2}{3T^2}$ .
- E)  $\frac{11\pi^2 md^2}{3T^2}$ .

**29.** En masse  $m$  er festet til fjærer med fjærkonstanter  $2k$  og  $k$  som vist i figuren. Hva blir vinkelfrekvensen for (horisontale) svingninger av  $m$ ?

- A)  $\sqrt{k/2m}$
- B)  $\sqrt{k/m}$
- C)  $\sqrt{2k/m}$
- D)  $\sqrt{3k/m}$
- E)  $\sqrt{4k/m}$



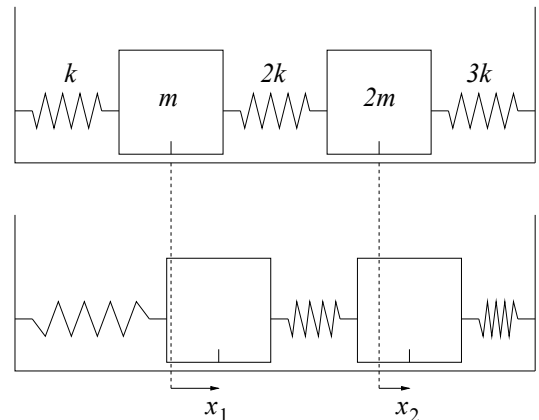
**30.** To klosser, med masse  $m_1$  og  $m_2$ , er festet til masseløse fjærer med fjærkonstant henholdsvis  $k$  (for den innerste til venstre),  $2k$  (den i midten) og  $3k$  (den ytterste til høyre). I den øverste figuren er hele systemet i likevekt: Begge masser er i ro, alle fjærer har samme lengde, og de er verken strukket eller sammenpresset. Nederst er det vist en generell tilstand, der  $x_1$  og  $x_2$  angir "utsvingene" til henholdsvis masse 1 og 2.

De koplede bevegelsesligningene for de to klossene er gitt på formen

$$\begin{aligned}\ddot{x}_1 + a_1 x_1 &= b_1 x_2 \\ \ddot{x}_2 + a_2 x_2 &= b_2 x_1,\end{aligned}$$

der  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b_1$  og  $b_2$  er gitt som

- A)  $a_1 = \frac{5k}{m}, a_2 = \frac{k}{m}, b_1 = \frac{k}{m}, b_2 = \frac{2k}{m}$ .
- B)  $a_1 = \frac{3k}{m}, a_2 = \frac{5k}{2m}, b_1 = \frac{2k}{m}, b_2 = \frac{k}{m}$ .
- C)  $a_1 = \frac{2k}{m}, a_2 = \frac{k}{2m}, b_1 = \frac{3k}{m}, b_2 = \frac{k}{m}$ .
- D)  $a_1 = \frac{k}{3m}, a_2 = \frac{2k}{5m}, b_1 = \frac{k}{2m}, b_2 = \frac{2k}{m}$ .
- E)  $a_1 = \frac{4k}{3m}, a_2 = \frac{2k}{5m}, b_1 = \frac{k}{2m}, b_2 = \frac{k}{m}$ .



**31.** En plan, harmonisk lydbølge med partikkelutsving

$$\xi(\mathbf{r}, t) = \xi_0 \cos(1, 2x\hat{x} + 1, 2y\hat{y} + 1, 6z\hat{z} + \omega t + \phi).$$

Hva er bølgelengden  $\lambda$ ?

- A) 2,58
- B) 2,69
- C) 3,21
- D) 11,78
- E) 13,45

**32.** Den plane lydbølgen i oppgave 31, forplanter seg i en retning som danner vinkel  $\alpha$  med  $z$ -aksen. Hvor stor er vinkelen  $\alpha$ ?

- A)  $35,3^\circ$
- B)  $46,7^\circ$
- C)  $57,3^\circ$
- D)  $133,3^\circ$
- E)  $144,7^\circ$

**33.** Et uvær ved Røst genererer østgående dønninger med bølgelengde 100 m. Bølgene beskrives av dispersjonsrelasjonen  $\omega(k) = \sqrt{gk}$ , der  $g$  er tyngdens akselerasjon og  $k$  er bølgetallet. Hvor lang tid tar det før dønningene når fram til Bodø, 100 km lengre øst?

- A ca 1 timer og 40 minutter
- B ca 2 timer og 15 minutter
- C ca 2 timer og 40 minutter
- D ca 3 timer og 15 minutter
- E ca 3 timer og 40 minutter

**34.** En bølgepakke ute på havet har (hovedsaklig) bølgelengde 20 m. Bølgepakken beveger seg rett mot kysten som ligger 10 km unna. Hvor lang tid tar det før bølgepakken når land? Du kan anta at vi hele tiden er på dypt vann. Dispersjonsrelasjonen for dypvannsbølger er  $\omega(k) = \sqrt{gk + \gamma k^3/\rho}$ , med  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ,  $\gamma = 0,073 \text{ J/m}^2$  og  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ .

- A ca et kvarter
- B ca en halvtime
- C ca en time
- D ca to timer
- E ca fire timer

**35.** En harmonisk transversal bølge med amplitude 4 mm kommer inn fra venstre på en streng med massetetthet 15 g/m. Bølgen blir delvis reflektert og delvis transmittert der strengen er skjøtt sammen med en annen streng med massetetthet 90 g/m. Hvor stor blir amplituden til den reflekterte bølgen?

- A)  $y_r=0,7 \text{ mm}$
- B)  $y_r=1,7 \text{ mm}$
- C)  $y_r=2,1 \text{ mm}$
- D)  $y_r=2,5 \text{ mm}$
- E)  $y_r=2,9 \text{ mm}$

**36.** For strengen i oppgave 35. Antar strengen er strukket med en kraft på 6 N og vinkelfrekvensen er  $10\pi \text{ s}^{-1}$ . Hva er den midlere transporterte effekten i den transmitterte bølgen etter skjøten?

- A) 2,0 mW
- B) 2,5 mW
- C) 3,0 mW
- D) 3,5 mW
- E) 2,5  $\mu\text{W}$

**37.** En bassgitarstreng med lengde 80 cm er festet i begge ender. Strekket i strengen er 150 N og massen er 15,7 g. Hva er frekvensen til strengens 3. harmoniske (dvs 3. laveste egenfrekvens)?

- A) 144 Hz
- B) 154 Hz
- C) 164 Hz
- D) 174 Hz
- E) 220 Hz

**38.** Oppgitt partikkelutsvingsbølgen for en lydbølge i luft,  $\xi(x, t) = \xi_0 \cos(kx - \omega t)$ , med modulen  $B = 1,4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $\xi_0 = 2,7 \text{ mm}$ , bølgelengda  $\lambda = 10 \text{ cm}$ , lydhastigheten  $v = 340 \text{ m/s}$ . Hvor stor er lydtrykkutsvingsamplituden (i absoluttverdi)?

- A) 150 Pa
- B) 500 Pa
- C) 12 kPa
- D) 24 kPa
- E) 101 kPa

**39.** Et langt, tynt rør som er åpent i den ene enden og lukket i den andre skal brukes til å lage stående lydbølger med frekvens 20 Hz. Dette skal være rørets laveste resonansfrekvens (grunntonen). Hvor langt må da røret være? Lydhastigheten er 340 m/s.

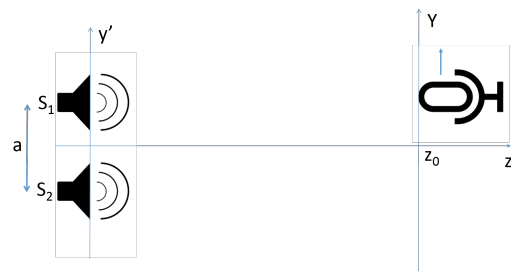
- A) 85 cm
- B) 170 cm
- C) 355 cm
- D) 425 cm
- E) 550 cm

**40.** Hva blir nest laveste resonansfrekvens i røret i oppgave 39?

- A) 30 Hz
- B) 40 Hz
- C) 60 Hz
- D) 80 Hz
- E) 150 Hz

**41.** To kulebølgekilder (høytalere) ligger på  $y'$  akse med en ukjent avstand  $a$  mellom disse. Disse to høytalerne sender ut lydbølger med identisk frekvens  $f = 5 \text{ kHz}$  og identisk intensitet, og lydhastigheten antar vi er 340 m/s. En avstand  $z_0 = 20 \text{ m}$  fra kildene plasserer vi en mikrofon, som vist i figur. Vi antar at  $z_0 \gg a$  og at vi har nært tilnærmet plane bølger langs  $Y$  akse ved  $z_0$ . Når vi beveger mikrofonen langs  $Y$  akse, så mottar vi maksimal lydintensitet ved  $Y = -5,66 \text{ m}$ ,  $Y = -1,82 \text{ m}$ ,  $Y = 0$ ,  $Y = 1,82 \text{ m}$ ,  $Y = 5,66 \text{ m}$ . Hva er avstanden,  $a$ , mellom høytalerne?

- A) 0,25 m
- B) 0,5 m
- C) 0,75 m
- D) 0,4 m
- E) 0,9 m



**42.** Vi har nå byttet kabler til høyteren  $S_1$  og får de følgende intensitetsmaxima langs Y-aksen:  $Y=-3,53$ ,  $Y=0,15$ ,  $Y=1,97$ , og  $Y=3,84$ . Det virker nå være et faseskift mellom de to kulebølgene. Vi mistenker at  $S_1$  høyteren nå sender ut med et faseskift i forhold til  $S_2$  høyteren. Gitt intensitetsmaximaene hvor stort må et slikt faseskift være?

- A) ca  $0,4a$  rad
- B) ca  $0,5a$  rad
- C) ca  $0,6a$  rad
- D) ca  $0,7a$  rad
- E) ca  $2/a$  rad

**43.** En bølgepakke er her gitt som superposisjon av to enharmoniske (eller monokromatiske) bølger med forskjellig frekvens:

$$D(x, t) = 5\cos(28x - 7t) + 5\cos(50x - 10t)$$

Hva er fasehastigheten,  $v$ , og gruppehastigheten,  $v_g$ , til denne bølgepakken?

- A)  $v=0,250$  and  $v=0,200$ ,  $v_g=0,225$
- B)  $v=0,218$ ,  $v_g=0,136$
- C)  $v=0,206$ ,  $v_g=0,158$
- D)  $v=0,236$ ,  $v_g=0,194$
- E)  $v=0,225$ ,  $v_g=0,225$

**44.** Du har en stemmegaffel som genererer en 440 Hz tone. Når du slår på stemmegaffelen og A-tangenten på pianoet ditt samtidig, hører du lydmaksima med 0,5 sekunds mellomrom. Du kan da konkludere med at pianoets A-streng genererer en lydbølge med frekvens

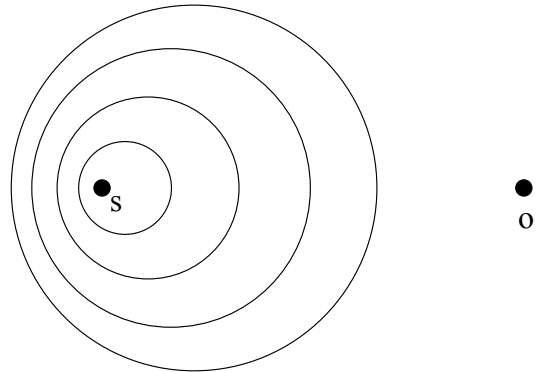
- A) 438 Hz
- B) 441 Hz
- C) 438 eller 442 Hz
- D) 439 eller 441 Hz
- E) 442

**45.** Ei lita flaggermus flyr mot en plan vegg med hastighet 10 m/s, og sender ut ultralydssignaler med frekvens 100 kHz. Vi antar ultralydhastigheten til å være 340 m/s. Hvilken frekvens hører flaggermusa på ekkot? (Tips: Veggene mottar og reflekterer med en og samme frekvens.)

- A) 94 kHz      B) 98 kHz      C) 96 kHz      D) 102 kHz      E) 106 kHz

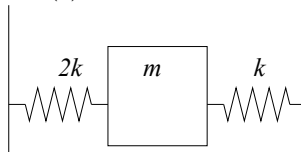
**46.** Figuren viser en lydkilde (s) som sender ut lydbølger med en bestemt frekvens. De fire sirklene angir posisjoner for fire påfølgende bølgetopper. Hva er kildens hastighet  $v_s$ , inklusive retning, i forhold til lydhastigheten  $v$ ?

- A)  $v_s = v/8$ , mot o.
- B)  $v_s = v/2$ , mot o.
- C)  $v_s = v/8$ , bort fra o.
- D)  $v_s = v/2$ , bort fra o.
- E)  $v_s = v$ .

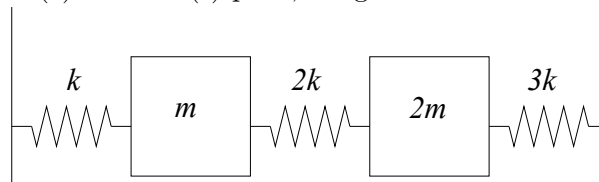


**Oppgaver som skal besvares med skisse på eget svarark som legges ved.**

**47.** Bruk vedlagt svarark, oppgave 47, for å tegne den elektrisk ekvivalente kretsen (i form av spole(r), L, kondensator(er), C, og eventuelt motstand(er) R, til systemet i Figur (tilsvarer oppgave 29). Oppgi ekvivalent(e) størrelse(r) på L, C og eventuelt R.



**48.** Bruk vedlagt svarark, oppgave 48, for å tegne den elektrisk ekvivalente kretsen (i form av spole(r), L, kondensator(er), C, og eventuelt motstand(er) R, til systemet i Figur (tilsvarer oppgave 32). Oppgi ekvivalent(e) størrelse(r) på L, C og R.



**49.** En streng er festet i begge ender. Bruk vedlagt svarark, oppgave 49, for å skissere bølgeprofilen for maksimalt utslag ved  $y(x, 0)$  for 3. harmoniske normalmode (3 nederste resonansfrekvens).

**50.** Skisser bølgeprofilen ved maksimalt utslag for den stående trykkutsvingsbølgen  $p(x, 0)$ , for 1. harmoniske (det vil si laveste resonansfrekvens). Bruk vedlagt svarark, oppgave 50.

**Kandidatnummer:**

Kandidatnummer:

