

**Oppgave 1**

En alpinist mister kontakten med bakken i det han kjører i stor fart over en kul i et bratt heng i bakken. Vi ser bort fra luftmotstanden. Hvilket utsagn er riktig når alpinisten er midt i svevet?

- A Ingen krefter virker på alpinisten
- B Summen av kreftene på alpinisten er lik 0
- C Det virker en normalkraft på alpinisten
- D Alpinisten er i fritt fall
- E Det virker en kontaktkraft på alpinisten

**Oppgave 2**

På et skråplan med helningsvinkel 22 grader ligger en kloss med masse på 2.5 kg. Friksjonstallet mellom kloss og bord er  $\mu = 0.5$ . Vi antar at det statiske og det kinetiske friksjonstallet er like. Klossen gis et lite puff slik at den får startfarten  $v_0 = 1.0$  m/s nedover skråplanet. Hvor lang tid tar det før klossen stopper?

- A 1.00 s
- B 1.05 s
- C 1.15 s
- D 1.20 s
- E 1.25 s

**Oppgave 3**

Hvor stort arbeide har friksjonskraften i oppgave 2 utført i løpet av denne tiden ?

- A - 6.5 J
- B - 7.1 J
- C - 8.0 J
- D - 8.5 J
- E - 9.7 J

**Oppgave 4**

En skiløper med masse på 80.0 kg starter fra toppen av en bakke som er 65.0 m høy. Vi antar at friksjonen fra snøen er neglisjerbar og vi ser bort fra luftmotstanden. Hvor stor hastighet har skiløperen i bunnen av bakken?

- A 31.3 m/s
- B 33.2 m/s
- C 34.5 m/s
- D 35.7 m/s
- E 39.4 m/s

**Oppgave 5**

En annen skiløper starter lengre nede i bakken i oppgave 3 og kjører deretter over et horisontalt område som er 70 m. Friksjonstallet mellom ski og snø på det horisontale området er her  $\mu = 0.2$ . Tyngdens akselerasjon er gitt ved  $9.81$  m/s<sup>2</sup>. I bunnen av bakken får skiløperen en hastighet på 25 m/s. Vi ser bort fra luftmotstand. Hvor stor er hastighetene til skiløperen etter at dette horisontale området er passert?

- A 16.2 m/s
- B 17.1 m/s
- C 18.7 m/s
- D 20.0 m/s
- E 21.3 m/s

**Oppgave 6**

Ei rotte med masse på 250 g sitter på bakken. En hønehauk stuper ned og griper rotten. Hønehauken sin fart reduseres fra 3.5 m/s til 3.0 m/s. Hvilken masse har hønehauken?

- A 1.2 kg
- B 1.5 kg
- C 1.7 kg
- D 1.8 kg
- E 2.0 kg

**Oppgave 7**

Finn den gjennomsnittlige effekten som hønehauken i oppgave 6 må utføre på rotta for å øke rotta sin fart fra 3.0 m/s til 5.0 m/s på 7 sekunder.

- A 0,28 W
- B 0,46 W
- C 0,73 W
- D 0,95 W
- E 1.10 W

**Oppgave 8**

En jernbanevogn blir snudd på en karusell. Det er ingen friksjon, og vognen roterer mot klokken om en vertikal akse gjennom sentrum. Karusellens masse kan ignoreres. To personer skyver på hver sin ende av vognen med konstante krefter på henholdsvis 200 N og 250 N. Vognen er 10 m lang og har masse 5000 kg. Hva blir det totale kraftmomentet på vognen?

- A 2110 Nm
- B 2137 Nm
- C 2175 Nm
- D 2200 Nm
- E 2250 Nm

**Oppgave 9**

Hva blir det totale arbeidet som utføres av de 2 personene i oppgave 8 i løpet av en halv rotasjon på  $180^\circ$ ?

- A 6856 J
- B 6925 J
- C 6956 J
- D 7069 J
- E 7250 J

**Oppgave 10**

Vi antar at vognen i oppgave 7 er formet som en tynn rektangulær stang. Vognen er opprinnelig i ro. Finn tiden det tar for de 2 personene å rotere vognen en halv rotasjon ( $180^\circ$ ).

- A 9.77 s
- B 10.12 s
- C 10.79 s
- D 11.05 s
- E 11.30 s

**Oppgave 11**

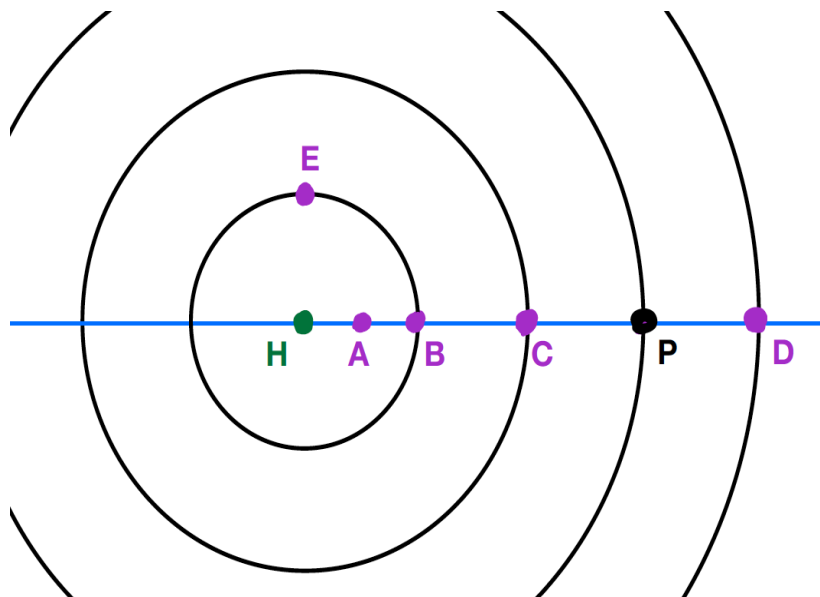
En scooter kjører med konstant fart 15 km/t. På innsiden av felgen i en avstand på 30 cm fra akselen på hjulet, sitter en liten larve. Hva er larvens akselerasjon?

- A 55.9 m/s<sup>2</sup>
- B 57.9 m/s<sup>2</sup>
- C 59.9 m/s<sup>2</sup>
- D 61.9 m/s<sup>2</sup>
- E 63.9 m/s<sup>2</sup>

**Oppgave 12**

En blekksprut er et rovdyr som må kunne bevege seg raskt for å fange et bytte. Den kan bevege seg raskt over en kort strekning ved å sende ut en vannstråle. En blekksprut som er full av vann har en masse på 200 g. Den kan sende ut 56 g med vann med en gjennomsnittsfart på 65 cm/s, målt i forhold til vannet rundt den. Dersom vi ser bort fra motstanden i vannet, hvor fort vil blekkspruten bevege seg umiddelbart etter at vannet er sendt ut?

- A 0.19 m/s
- B 0.21 m/s
- C 0.25 m/s
- D 0.30 m/s
- E 0.33 m/s

**Oppgave 13**

Figuren ovenfor viser bølgefronter fra en høytaler som er plassert i punktet H. Vi ønsker å plassere ut en ny høytaler som sender ut lyd med samme frekvens og fase (dvs. begge høytalerene skal sende ut bølgetopper samtidig) som med den som står i punkt H.

I hvilket av punktene A til E skal den andre høytaleren plasseres for å få til fullstendig destruktiv interferens i punktet P (dvs. at det blir stille i punktet P)?

- A
- B
- C
- D
- E

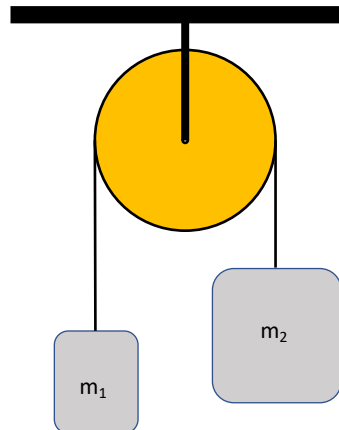
**Oppgave 14**

To racerbiler kjører rett mot hverandre på en rett strekning. Begge bilene har en hastighet på 175 km/t og lager ett lydsignal med frekvens 400 Hz. Hvilken frekvens hører førerne på lydsignalet fra den andre bilen? Denne dagen er lydshastigheten i luft lik 344 m/s.

- A 485.6 Hz
- B 498.4 Hz
- C 502.2 Hz
- D 510.1 Hz
- E 531.6 Hz

**Oppgave 15**

2 klosser  $m_1 = 15 \text{ kg}$  og  $m_2 = 60 \text{ kg}$  henger i masseløse snorer  $T_1$  og  $T_2$  fra en trinse (gul farge) som er formet som en massiv sylinder. Akselerasjonen til den tyngste klossen er  $5.6 \text{ m/s}^2$ . Tyngden sin akselerasjon er gitt som  $9,8 \text{ m/s}^2$ .



Hvilken masse har trinsen?

- A 6.0 kg
- B 7.5 kg
- C 8.0 kg
- D 9.5 kg
- E 11.0 kg

**Oppgave 16**

Trinsen i oppgave 15 erstattes med en tilsvarende trinse som har masse  $M = 5.0 \text{ kg}$  med en radius på 0.5 m. Etter 5 sekunder med rotasjon treffer den største klossen  $m_2$  gulvet. Hvilket spinn (dreieimpuls) har trinsen når dette skjer?

- A  $15 \text{ kg m}^2/\text{s}$
- B  $25 \text{ kg m}^2/\text{s}$
- C  $35 \text{ kg m}^2/\text{s}$
- D  $45 \text{ kg m}^2/\text{s}$
- E  $55 \text{ kg m}^2/\text{s}$

**Oppgave 17**

Trinsen i oppgave 15 fortsetter å spinne (pga. rotasjonsenergien) og drar den minste klossen  $m_1$  oppover. Bestem høyden som den minste klossen løftes til, etter at den store klossen har truffet gulvet.

- A 38.4 m
- B 40.3 m
- C 42.1 m
- D 46.7 m
- E 50,1 m

**Oppgave 18**

Ei kule med masse 2.0 kg ligger på et horisontalt friksjonsfritt bord inntil ei ideell masseløs fjær som er presset sammen 10.0 cm fra sin likevektslengde. Fjæra er festet i en vegg og fjærkonstanten er 162 N/m. Fjæra løses ut og gir kula en hastighet. Hva er kulas hastighet i det fjæra får tilbake sin likevektslengde?

- A 0.6 m/s
- B 0.7 m/s
- C 0.9 m/s
- D 1.1 m/s
- E 1.2 m/s

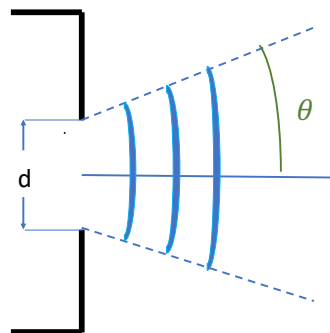
**Oppgave 19**

Bestem treghetsmomentet rundt en rotasjonsakse P som er lokalisert på randen av ei kompakt skive. Rotasjonsaksen står vinkelrett på planet gjennom (utspent av) den kompakte skiven.

- A  $MR^2$
- B  $3MR^2/2$
- C  $2MR^2$
- D  $2MR^2/3$
- E  $5MR^2/2$

**Oppgave 20**

Lydhastigheten i et rom med temperatur 21°C er 344 m/s. Lyd med frekvens 550 Hz passerer gjennom en rektangulær dør med bredde  $d = 65$  cm (se figur).



Hva blir diffraksjonsvinkelen  $\theta$  ?

- A 65°
- B 68°
- C 71°
- D 74°
- E 76°

**Oppgave 21**

Ved hvilken vinkel  $\theta$  i oppgave 20, blir lyden mest intens ?

- A  $0^\circ$
- B  $5^\circ$
- C  $15^\circ$
- D  $25^\circ$
- E  $45^\circ$

**Oppgave 22**

I rommet i oppgave 20, er det også en lydkilde som slipper ut lyd med bølgelengde på 63 cm. Hva blir svevningsfrekvensen?

- A 1 Hz
- B 2 Hz
- C 4 Hz
- D 6 Hz
- E 8 Hz

**Oppgave 23**

Vi antar at luften i rommet i oppgave 20 er en ideell gass og at temperaturen senkes fra  $21^\circ\text{C}$  til  $0^\circ\text{C}$ . Lyden har fremdeles frekvens 550 Hz. Finn den nye diffraksjonsvinkelen.

- A  $66^\circ$
- B  $68^\circ$
- C  $70^\circ$
- D  $72^\circ$
- E  $74^\circ$

**Oppgave 24**

En rødglødende ovn har temperaturen  $787^\circ\text{C}$ . Hva er bølgelengden der strålingen har størst utstrålt effekt?

- A  $2.60 \cdot 10^{-5}$  m
- B  $2.00 \cdot 10^{-6}$  m
- C  $2.10 \cdot 10^{-6}$  m
- D  $2.40 \cdot 10^{-6}$  m
- E  $2.74 \cdot 10^{-6}$  m

**Oppgave 25**

Carnotprosessen angir en teoretisk grense for hvor gode varmekraftmaskiner det er mulig å konstruere. En varmekraftmaskin arbeider mellom et varmt reservoar med temperaturen  $150^\circ\text{C}$  og et kaldt reservoar med temperaturen  $10^\circ\text{C}$ . Hva er den maksimale Carnot virkningsgraden den kan ha?

- A 0.25
- B 0.29
- C 0.33
- D 0.39
- E 0.41

**Oppgave 26**

I en innsjø lever det et lite dyr som har en kuleformet luftboble som den bruker til å kontrollere oppdriften sin og dermed den vertikale posisjonen i vannet. Trykket på overflaten av innsjøen er  $101,3 \cdot 10^3$  Pa, tettheten til vannet er 1000 g/l, mens  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ . Ved overflaten av innsjøen har luftboblen en radius på 1 mm. Anta at temperaturen i dyret holder seg konstant og at gassen i luftboblen kan beskrives som en ideell gass. Hva blir radius på luftboblen i dybden 12 m?

- A 0.60 mm
- B 0.65 mm
- C 0.70 mm
- D 0.77 mm
- E 0.89 mm

**Oppgave 27**

Vann har en spesifikk varmekapasitet på 4184 J/K ved romtemperatur. En termos har temperaturen 22 °C (romtemperatur). 300 g vann som har en temperatur på 95 °C, helles på termosen. Etter at vannet er helt over på termosen, viser målinger at vannet i termosen har fått temperaturen 90 °C. Hva er termosens varmekapasitet  $C_{\text{termos}}$ ?

- A 85 J/K
- B 92 J/K
- C 99 J/K
- D 104 J/K
- E 109 J/K

**Oppgave 28**

En høyttaler står på bakkenivå og sender lyd jevnt utover. Lyden trenger ikke ned i bakken. 7.0 m fra høyttaleren blir det målt et lydtryknivå på 60 dB. Hva er lydtryknivået 14 m fra høyttaleren?

- A 50 dB
- B 54 dB
- C 57 dB
- D 60 dB
- E 64 dB

**Oppgave 29**

En gitarstreng har lengden 70 cm. Bølgefarten er 425 m/s. Hva blir frekvensen til den laveste egensvingningen (grunntonen)?

- A 296.0 Hz
- B 300.0 Hz
- C 303,6 Hz
- D 307.3 Hz
- E 310.1 Hz

**Oppgave 30**

En beholder med volum  $250,0 \text{ dm}^3$  er fylt med luft med et trykk på 101 kPa. Luften komprimeres deretter adiabatisk til et volum på  $35,0 \text{ dm}^3$ . Hva blir trykket? Adiabatkonstanten for luft er lik 1.40.

- A 1530 kPa
- B 1545 kPa
- C 1556 kPa
- D 1572 kPa
- E 1584 kPa

**Oppgave 31**

En vegg har et areal på  $30 \text{ m}^2$  og består av to lag: 10 cm tre i ytterveggen og 10 cm glavaisolasjon i den indre veggen. Tre har varmeledningsevnen (termisk konduktivitet)  $\kappa_t = 0.15 \text{ W/K m}$ , mens glava har  $\kappa_g = 0.035 \text{ W/K m}$ . Hvor stor er varmestrømmen gjennom veggen (antar stasjonær varmeledning i en dimensjon) hvis innetemperaturen er  $23^\circ \text{ C}$  og utetemperaturen er  $-10,0^\circ \text{ C}$  ?

- A 273 W
- B 281 W
- C 290 W
- D 302 W
- E 311 W

**Oppgave 32**

Vi antar at en lydbølge kan beskrives som en plan harmoniske bølge på en slik måte at forskyvningen til luftmolekylene (midlere longitudinalt utsving fra likevekt) er gitt ved  $\xi(x, t) = \xi_0 \cdot \sin(kx - \omega t)$ . Lydbølgen har en frekvens på 1,7 kHz og beveger seg i luft med massetetthet  $\rho = 1.29 \text{ kg/m}^3$  med en intensitet gitt ved  $10^{-8} \text{ W/m}^2$ . Bølgehastigheten er  $v = 340 \text{ m/s}$ .

Hva er lydbølgens bølgelengde?

- A 15 cm
- B 20 cm
- C 25 cm
- D 30 cm
- E 35 cm

**Oppgave 33**

Den venstre enden av en (lang) streng strukket i x-retning tvinges til å vibrere normalt på strengens utstrekning (dvs. såkalt transversalt) med et utsving gitt ved  $y(x, t) = A \cdot \sin(\omega t - kx)$ , hvor  $A = 0.01 \text{ m}$  og frekvensen  $f = 5 \text{ Hz}$ . Strekket i strengen er  $S = 25 \text{ N}$  og massen pr lengdeenhet er  $\mu = 250 \text{ g/m}$ .

Hva er bølgehastigheten  $v$  på strengen ?

- A 3 m/s
- B 5 m/s
- C 8 m/s
- D 10 m/s
- E 13 m/s

**Oppgave 34**

Hva blir den transversale hastigheten for strengen i oppgave 33 i punktet  $x = 0.25 \text{ m}$  ved  $t = 0.1 \text{ s}$ ?

- A - 0.63 m/s
- B - 0.45 m/s
- C - 0.22 m/s
- D 0.32 m/s
- E 0.55 m/s



**Oppgave 35**

En masse på 2.0 kg er festet til ei lang, ideell fjær med fjærkonstant 400 N/m. En ytre harmonisk kraft med amplitude 6.0 N, påvirker massen. Friksjonskraften  $f$  er proporsjonal med massen sin hastighet, dvs.  $f \propto \dot{x}$ . Dette forholdet mellom friksjonskraften og massens hastighet er lik 450 g/s. Vi studerer en stasjonær situasjon hvor amplituden ikke lengre endrer seg. Hva er oscillatoren sin energi når den drives på resonans? Dette svarer til at den ytre kraften sin frekvens er lik oscillatoren sin egenfrekvens.

- A 125 J
- B 177 J
- C 214 J
- D 253 J
- E 310 J

**Oppgave 36**

Et lodd med masse 800 g festes til ei ideell og tilnærmet masseløs fjær som henger vertikalt i tyngdefeltet. Når loddet henger i ro er fjæra forlenget med  $z$  cm. Loddet trekkes ytterligere 4 cm ned. Herfra slippes loddet med null starthastighet, hvoretter det utfører harmoniske signinger opp og ned. Vi måler den maksimale hastigheten som loddet får til å være 20 cm/s. Hvilken fjærkonstant har fjæra?

- A 10 N/m
- B 20 N/m
- C 30 N/m
- D 40 N/m
- E 50 N/m

**Oppgave 37**

Tanken på en luftkompressor inneholder 20 l med tørr luft ved en temperatur på  $30^\circ \text{C}$ . Da viser manometeret på tanken at trykket er  $4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Vi antar at luften kan beskrives som en ideell gass. Tørr luft har da en molar masse på 28.9 g/mol. Hvilken masse har luften på tanken?

- A 0.095 kg
- B 0.105 kg
- C 0.115 kg
- D 0.125 kg
- E 0.135 kg

**Oppgave 38**

I en barnehage står det en flat, kompakt dreieskive som har en radius på 1.0 meter og en totalmasse på 100.0 kg. Dreieskiven roterer med vinkelfarten  $\omega = 1.5 \text{ rad/s}$  rundt dens vertikale aksel gjennom sentrum. Et barn på 25 kg hopper opp på dreieskiven på et punkt nær ytterkanten. (Vi antar at barnet kan behandles som en partikkel med massen samlet i et punkt). Bestem dreieskivens vinkelfart etter at barnet har landet.

- A 0.4 rad/s
- B 0.6 rad/s
- C 0.8 rad/s
- D 1.0 rad/s
- E 1.2 rad/s

**Oppgave 39**

En gass er stengt inne i en horisontal liggende sylinder som består av et rør som er lukket i den ene enden, mens det er et bevegelig stempel i den andre enden av røret. Gassen varmes opp ved å tilføre 8 J med energi. Det medfører at stempelet heves 1.5 m. I denne prosessen trykker gassen hele tiden på stempelet med en kraft på 2 N. Hva blir den totale endringen av den indre energien til systemet?

- A 3 J
- B 5 J
- C 8 J
- D 1 J
- E -5 J

**Oppgave 40**

Et menneske har en overflate på  $1.2 \text{ m}^2$  og en overflate temperatur på  $30^\circ \text{ C}$ . På grunn av utstrålingen fra kroppen i det infrarøde området er det en god approksimasjon å bruke emissivitet på  $e = 1$  (dette gjelder for alle typer pigmenter i huden). Stefan-Boltzmann sin konstant er gitt ved  $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ . Finn den samlede energien som stråles ut av denne overflaten?

- A 488 W
- B 506 W
- C 528 W
- D 556 W
- E 574 W