i **Institutt for fysikk**

Eksamensoppgave i
IFYA1000 Fysikk
IFYG1000 Fysikk
IFYT1000 Fysikk

Eksamensdato: 28.05.2024

Eksamenstid (fra-til): 09:00-13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: Hjelpemiddelkode H/Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt. Alle kalkulatorer tillatt.

Faglig kontakt under eksamen:
Trondheim: Knut B. Rolstad: 73 55 92 03/99 444 263
Ålesund: Ben David Normann: 73 55 94 59/93 84 87 23
Gjøvik: Are Strandlie: 61 13 52 39/41 000 699

Faglig kontakt møter i eksamenslokalet: NEI

ANNEN INFORMASJON:

Skaff deg overblikk over oppgavesettet før du begynner på besvarelsen din.

Les oppgavene nøye, gjør dine egne antagelser og presiser i besvarelsen hvilke forutsetninger du har lagt til grunn i tolkning/avgrensing av oppgaven. Faglig kontaktperson kontaktes kun dersom det er direkte feil eller mangler i oppgavesettet. Henvend deg til en eksamensvakt hvis du mistenker feil og mangler. Noter spørsmålet ditt på forhånd.

Håndtegninger: I oppgave **[6, 10, 12]** er det lagt opp til å besvare på ark. Andre oppgaver skal besvares direkte i Inspera. Nederst i oppgaven finner du en sjusifret kode. Fyll inn denne koden øverst til venstre på arkene du ønsker å levere. Det anbefales å gjøre dette underveis i eksamen. Dersom du behøver tilgang til kodene etter at eksamenstiden har utløpt, må du klikke «Vis besvarelse».

Vekting av oppgavene: Maksimal poengsum angis i hver oppgave. En oversikt over maksimal poengsum for alle oppgavene finnes i innholdsfortegnelsen.

Varslinger: Hvis det oppstår behov for å gi beskjeder til kandidatene underveis i eksamen (f.eks. ved feil i oppgavesettet), vil dette bli gjort via varslinger i Inspera. Et varsel vil dukke opp som en dialogboks på skjermen. Du kan finne igjen varselet ved å klikke på bjella øverst til høyre.

Trekk fra/avbrutt eksamen: Blir du syk under eksamen, eller av andre grunner ønsker å levere blankt/avbryte eksamen, gå til "hamburgermenyen" i øvre høyre hjørne og velg «Lever blankt». Dette kan <u>ikke</u> angres selv om prøven fremdeles er åpen.

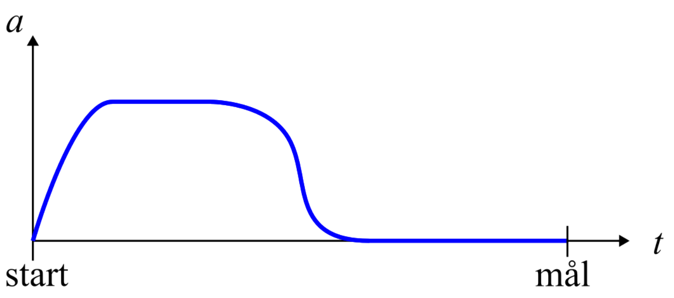
Tilgang til besvarelse: Etter eksamen finner du besvarelsen din i arkivet i Inspera. Merk at det kan ta én virkedag før eventuelle håndtegninger vil være tilgjengelige i arkivet.

1 Hvor mange $\mathrm{m/s^2}$ tilsvarer en akselerasjon på $1,0\ \mathrm{km/h^2}$?
Velg ett alternativ:

- $5,8\ \mathrm{m/s^2}$
- $0,28\ \mathrm{m/s^2}$
- $1,3 \cdot 10^4\ \mathrm{m/s^2}$
- $2,8\ \mathrm{m/s^2}$
- $7,7 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{m/s^2}$ ✔

Maks poeng: 2

2 Figuren under viser akselerasjonsgrafen $a(t)$ for en som løper 100 m.

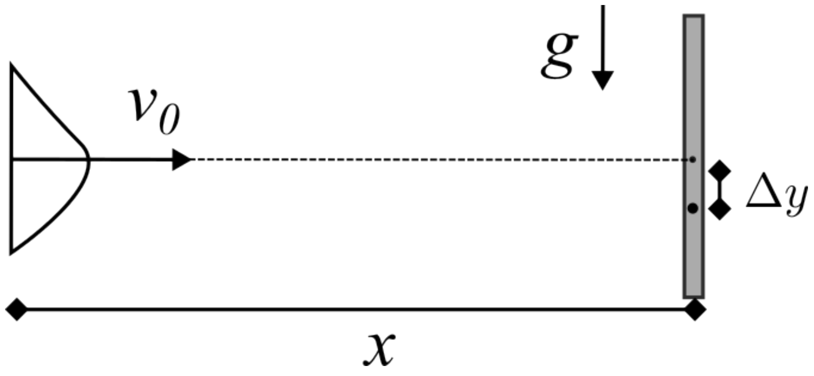


Hvilken påstand om løperens bevegelse er riktig?
Velg ett alternativ:

- Løperen løper med jevnt økende fart fra start til mål.
- Løperen holder tilnærmet konstant fart gjennom hele løpet.
- Løperen akselererer opp til en maksimal fart, som holdes konstant til målstreken. ✔
- Løperen akselererer opp til en maksimal fart, men farten dabber av mot målstreken.
- Løperen starter med en viss maksimal fart, som så avtar mot mål.

Maks poeng: 2

3 En pil skytes med horisontal startfart $v_0 = 90\ \mathrm{m/s}$ mot en vegg i horisontal avstand $x = 50\ \mathrm{m}$ fra skytteren. Se figuren under.



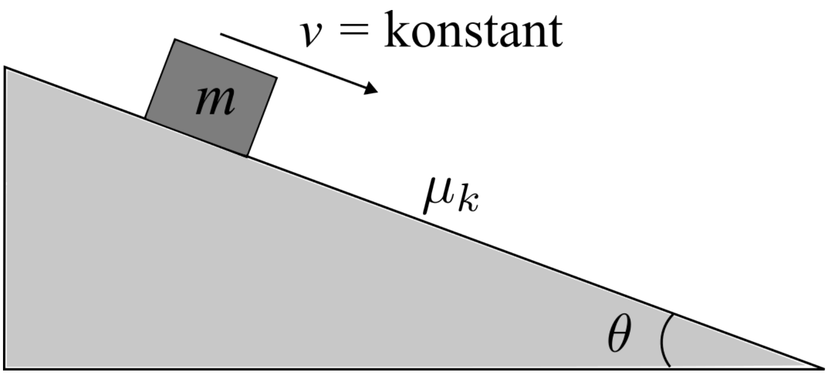
Bestem den vertikale avstanden Δy mellom siktelinja (startfarten) og punktet der pilen treffer veggen, dersom pilen betraktes som en punktpartikkel og vi neglisjerer luftmotstand.

Velg ett alternativ:

- $\Delta y = 0,050\ \mathrm{m}$
- $\Delta y = 0,56\ \mathrm{m}$
- $\Delta y = 1,5\ \mathrm{m}$ ✔
- $\Delta y = 0,20\ \mathrm{m}$
- $\Delta y = 1,8\ \mathrm{m}$

Maks poeng: 2

4 En kloss med masse m glir med konstant fart nedover et skråplan med helningsvinkel $\theta = 30°$. Klossens fart er såpass liten at luftmotstand kan neglisjeres. Se figuren under.



Hva er glidefriksjonstallet μ_k mellom klossen og underlaget?

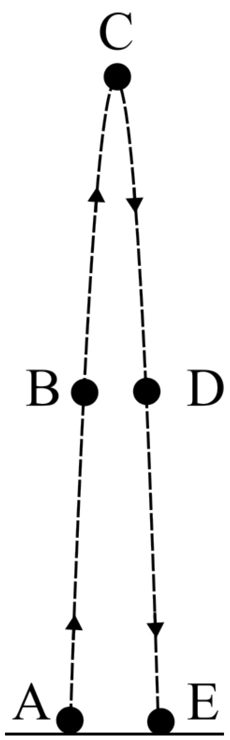
Velg ett alternativ:

- $\mu_k = 0,50$
- $\mu_k = 0,58$ ✔
- $\mu_k = 0,87$
- $\mu_k = 1,0$
- Avhenger av tallverdien til massen m

Maks poeng: 2

5 En ball kastes loddrett oppover med en viss startfart v_0 i punkt A, kommer til et høyeste punkt C og faller ned igjen til utgangspunktet. Luftmotstanden på ballen er proporsjonal med kvadratet av ballens fart. Tyngdeakselerasjonen g kan antas konstant under ballens bevegelse.

Figuren under viser ballen i 5 ulike punkter A-E i banen (bevegelsen er rettlinjet, men banen er tegnet svakt parabelformet for å lettere identifisere ulike punkt i banen).



I hvilket punkt er absoluttverdien av ballens akselerasjon størst?

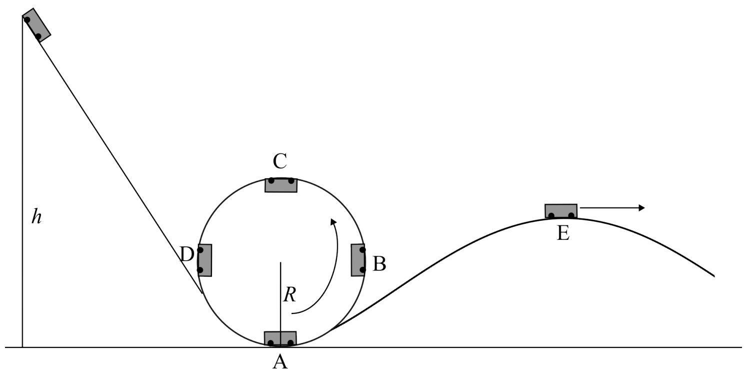
Velg ett alternativ:

- A (like etter at ballen er kastet) ✔
- B (midtveis til toppen, på vei opp)
- C (toppunktet)
- D (midtveis til toppen, på vei ned)
- E (like før ballen er tilbake til utgangspunktet)

Maks poeng: 2

6 *Oppgaven består av flere deloppgaver som kan besvares uavhengig av hverandre.*

En vogn med masse m i en berg-og-dalbane starter med null startfart fra en høyde $h = 3R$ over det laveste punktet A i en sirkulær loop med radius R. Vogna er ikke festet til underlaget, og kan gli friksjonsfritt på skinnene i banen. Se figuren under.



Vi ser bort fra friksjon og luftmotstand i hele denne oppgaven, og vogna kan betraktes som et punktlegeme.

a) Vis at farten til vogna i det laveste punktet i loopen (punkt A) er $v = \sqrt{6gR}$. (3 poeng)

b) Tegn kreftene som virker på vogna i det øverste punktet i loopen (punkt C) og bestem absoluttverdien av normalkrafta fra underlaget på vogna, uttrykt ved vognas tyngde G. *For full uttelling må det være et rimelig størrelsesforhold mellom kreftene på figuren, og alle kreftene må ha navn*. (3 poeng)

c) I hvilke(t) punkt A-D i loopen er absoluttverdien av vognas bane-/tangentielle akselerasjon $a_\parallel$ **størst**? Svaret må begrunnes kort i form av en illustrerende figur. (3 poeng)

d) Etter å ha passert loopen fortsetter vogna i oppoverbakke med toppunkt i E, som vist på figuren over. Tegn en figur som viser kreftene på vogna i E, for to ulike scenarier - f*or full uttelling må det være et rimelig størrelsesforhold mellom kreftene på figuren, og alle kreftene må ha navn.*

i) Vogna har kontakt med underlaget over bakketoppen (3 poeng)

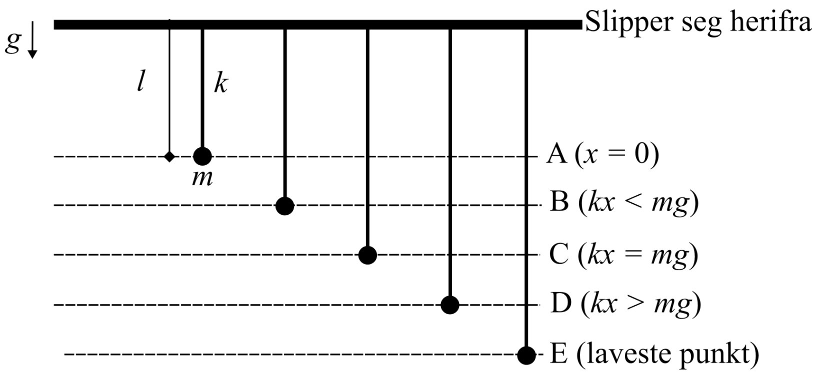
ii) Vogna mister akkurat kontakten med underlaget i punkt E (3 poeng)

Du kan skrive svaret i boksen under, eller skrive på Scantronark som leveres for innskanning. Vi anbefaler bruk av Scantron-ark.

Skriv ditt svar her

Maks poeng: 15

7 Figuren viser fem ulike punkter i et strikkhopp, der en person med masse m slipper seg fra ro og faller loddrett nedover. Strikken kan antas å følge Hookes lov med fjærkonstant k, og har lengden l i ustrukket/slapp tilstand. Forlengelsen av strikken er x. Vi ser bort fra luftmotstand.



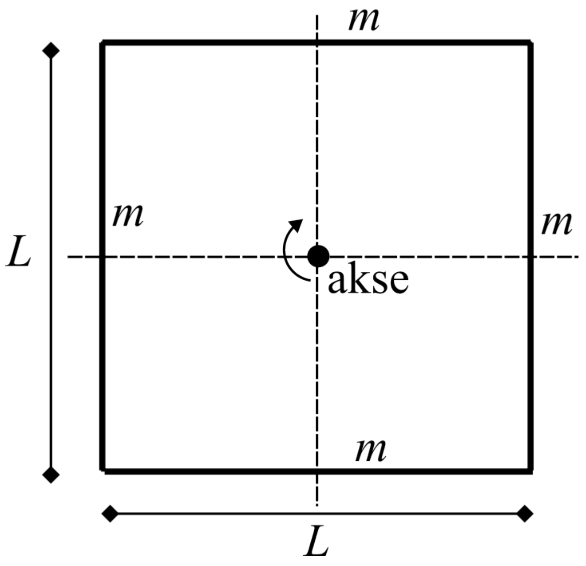
I hvilket punkt er absoluttverdien av hopperens fart maksimal?

Velg ett alternativ:

- A
- B
- C ✔
- D
- E

Maks poeng: 2

8 Et kvadratisk legeme består av 4 tynne, homogene stenger, hver med masse m og lengde L. Legemet kan rotere om en akse gjennom legemets massesenter som står vinkelrett på legemet, indikert på figuren under (stiplede linjer er hjelpelinjer).



Bestem legemets treghetsmoment I om aksen.

Velg ett alternativ:

- $I = 4mL^2$
- $I = \frac{1}{4}mL^2$
- $I = 2mL^2$
- $I = \frac{4}{3}mL^2$ ✔
- $I = mL^2$

Maks poeng: 2

9 Et legeme slippes fra ro og faller vertikalt under påvirkning av den konstante tyngdekraften mg og luftmotstanden $F_D = \frac{1}{2}\rho A C_d v^2$.

a) Vi skal skrive en Python-funksjon som beregner $F_D(v)$, for gitte verdier av A (gitt i m^2), C_d og ρ (gitt i $\mathrm{kg/m^3}$).

Hva skal stå i kodelinja KODE MANGLER for at Pyton-funksjonen Fd(v) skal returnere luftmotstanden F_D i newton på legemet, når funksjonsargumentet v (farten v) angis i kilometer per time (km/h)?

```
def Fd(v):
   rho=1.2
   A=0.70
   Cd=1.0
   return KODE MANGLER
```

Velg ett alternativ:

- ○ 0.5*rho*A*Cd*(v/3.6)**2 ✔
- ○ 0.5*rho*A*Cd*(v*3.6)**2
- ○ 0.5*rho*A*Cd*(v*3.6)^2
- ○ 0.5*rho*A*Cd*v^2
- ○ 0.5*rho*A*Cd*v**2

b) Vi skal numerisk bestemme farten $v(t)$ for det fallende legemet ved å anta akselerasjonen som konstant over et lite tidssteg dt, for $0 < t \leq t_{\text{maks}}$. Funksjonen for luftmotstanden $F_D(v)$ fra oppgave a) har nå blitt re-definert, slik at Fd(v) gir luftmotstanden i newton når funksjonsargumentet v (farten v) angis i meter per sekund (m/s).

Hva skal stå i kodelinja KODE MANGLER for å beregne farten v etter det neste tidssteget, dvs. $v(t + dt)$?

```
g=9.81
t=0
v=0 #fart i m/s
while (t < t_maks):
     KODE MANGLER
     t=t+dt
```

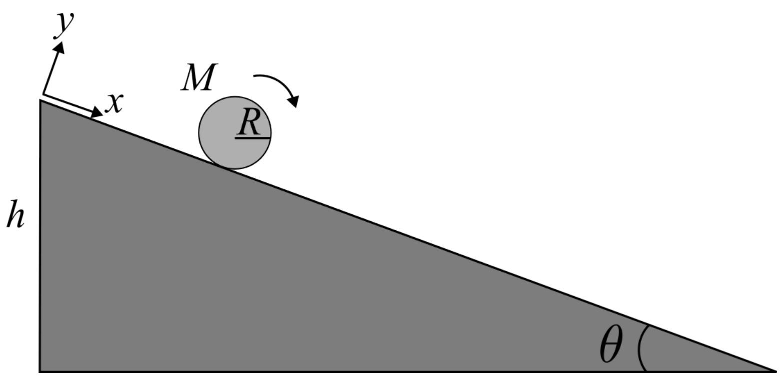
Velg ett alternativ

- ○ v=v+(g+Fd(v)/m)*dt
- ○ v=v+(g-Fd/m)*dt
- ○ v=v+g*dt
- ○ v=v+(g+Fd/m)*dt
- ○ v=v+(g-Fd(v)/m)*dt ✔

Maks poeng: 4

10 *Oppgaven består av flere deloppgaver som kan besvares uavhengig av hverandre*.

En homogen, massiv sylinder med masse M og radius R ruller rettlinjet uten å gli nedover et skråplan med helningsvinkel $\theta = 30^{\circ}$. Se figuren under.



Farten er såpass liten at luftmotstanden kan neglisjeres.

a) Tegn kreftene på sylinderen mens den ruller nedover skråplanet. *For full uttelling må det være et rimelig størrelsesforhold mellom kreftene på figuren, og alle kreftene må ha navn*. (3 poeng)

b) Vis at akselerasjonen til sylinderen nedover skråplanet er $a = \frac{1}{3}g$. (3 poeng)

c) Hvor lang tid bruker sylinderen på å rulle ned skråplanet dersom lengden av skråplanet er $\Delta x = 1,0\ \mathrm{m}$ og sylinderen starter fra ro? (3 poeng)

d) Sylinderen starter i $x = 0$ ved $t = 0$. Skisser sylinderens posisjonsgraf $x(t)$, fartsgraf $v(t)$ og akselerasjonsgraf $a(t)$. *For full uttelling må grafens* ***form*** *framgå tydelig. Alle tre grafer kan skisseres i samme diagram, uten enheter på aksene.* (3 poeng)

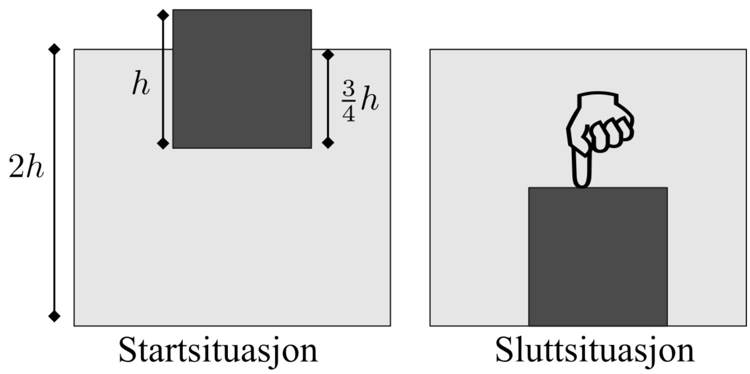
e) Sylinderen deltar deretter i et "kappløp" med en tynnvegget sylinder (ring) med samme masse M og radius R som sylinderen. De to legemene slippes samtidig med null startfart fra samme startpunkt, og begge ruller lengden $\Delta x = 1,0\ \mathrm{m}$ til enden av skråplanet.
i) Hvilket legeme kommer først i "mål"? Svaret må begrunnes kort (enten med et kvalitativt argument, eller ved utregning). (2 poeng)
ii) Hva blir tidsdifferansen Δt for "målgang" mellom de to legemene? (1 poeng)

Du kan skrive svaret i boksen under, eller skrive på Scantronark som leveres for innskanning. Vi anbefaler bruk av Scantron-ark.

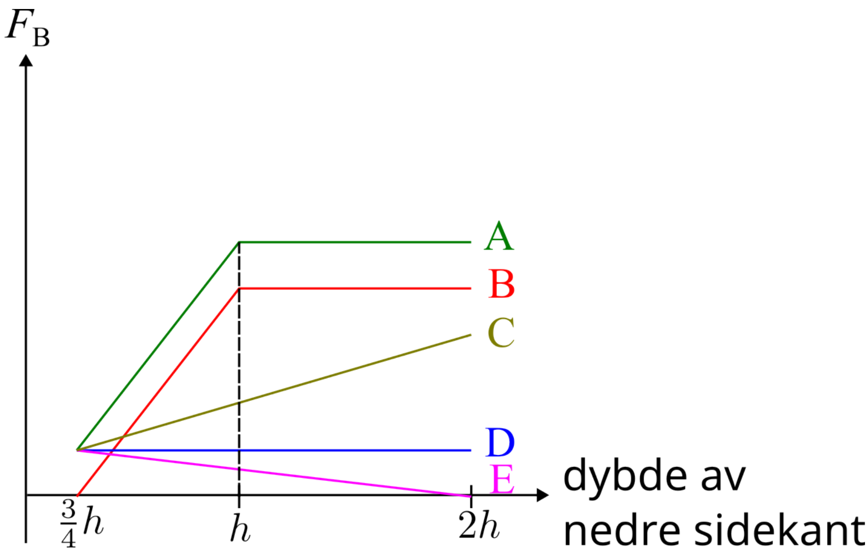
Skriv ditt svar her

Maks poeng: 15

11 En homogen terning med sidekant h flyter i utgangspunktet i ro i et kar med vann som har dybde $2h$. I utgangspunktet flyter terningen slik at $\frac{3}{4}h$ ligger under vannoverflaten. Terningen presses deretter nedover i vannet, helt til den nederste sidekanten er i kontakt med bunnen av karet. Se figuren under.



Hvilken av grafene A-E viser oppdriften F_B på terningen som funksjon av dybden til den nederste sidekanten? Enhetene på aksene i figuren er ikke tegnet i riktig skala.

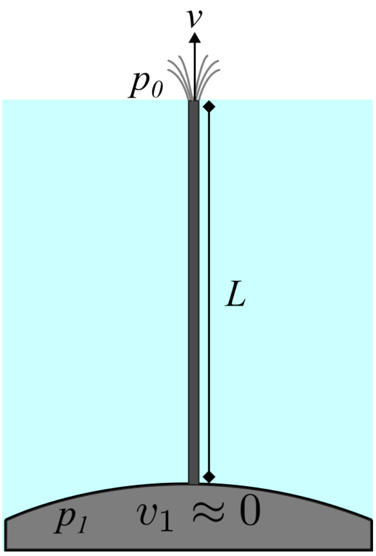


Velg ett alternativ:

- A ✔
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 2

12 Olje med massetetthet $9,0 \cdot 10^2\ \mathrm{kg/m^3}$ skal tappes fra et reservoar på havbunnen gjennom et vertikalt rør med lengde $L = 1,1\ \mathrm{km}$ og diameter $D = 0,20\ \mathrm{m}$. Trykket i reservoaret i det tappingen starter er $p_1 = 1,0 \cdot 10^7\ \mathrm{Pa}$, og oljen er tilnærmet i ro idet den kommer inn i røret. På overflata kommer oljen ut i luft der lufttrykket er $p_0 = 1,0 \cdot 10^5\ \mathrm{Pa}$. Se figuren under.



a) Vis at væskefarten ut av røret ved overflaten er $v = 20\ \mathrm{m/s}$ når vi neglisjerer alle former for tap. (3 poeng)

b) Bestem volumstrømmen i røret. (3 poeng)

c) Trykket i reservoaret vil reduseres etter hvert som olje tappes ut. Hva er trykket i reservoaret når oljestrømmen stopper opp? (3 poeng)

I resten av oppgaven skal vi ta hensyn til energitap for fluidstrømmen.

d) Røret har ruhet $\epsilon = 0,040\ \mathrm{mm}$, og oljen har dynamisk viskositet $\eta = 2,5 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{Pa\ s}$. På grunn av rørfriksjon måles væskefarten i røret til $v = 10\ \mathrm{m/s}$. Bestem friksjonsfaktoren f for væskestrømmen i røret. (3 poeng)

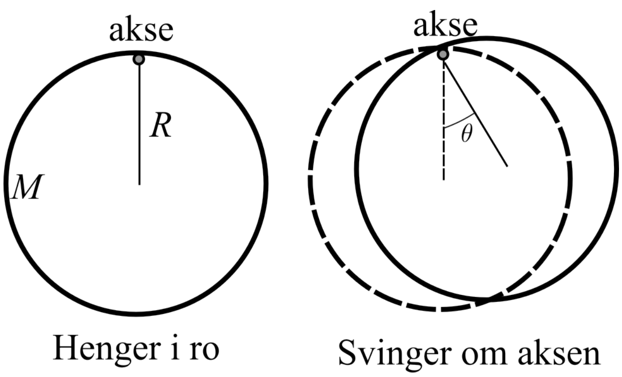
e) Beregn tapshøyden h_f på grunn av rørfriksjon under samme forutsetninger som i oppgave d). Forklar kort (maks. 3-4 linjer) hva tapshøyden representerer. (3 poeng)

Du kan skrive svaret i boksen under, eller skrive på Scantronark som leveres for innskanning. Vi anbefaler bruk av Scantron-ark.

Skriv ditt svar her

Maks poeng: 15

13 Figuren under viser en tynnvegget sylinder (ring) med masse M og radius R som svinger friksjonsfritt med små vinkelutslag θ om en akse gjennom periferien. Aksen står normalt på figuren.



Hva blir svingetiden (perioden) T for svingningene?

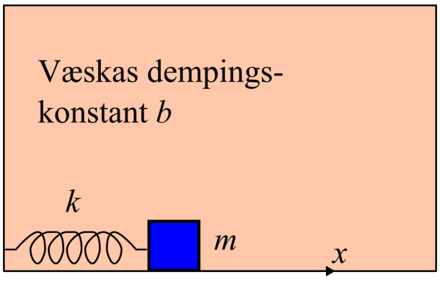
Velg ett alternativ:

- $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{3R}{2g}}$
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$ ✔
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{3R}{g}}$
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{2g}}$

Maks poeng: 2

14 Figuren under viser en kloss med masse m som er festet til en fjær med fjærkonstant k, og som kan svinge horisontalt (x-retningen på figuren). Klossen er nedsenket i en væske som gir opphav til en friksjonskraft $F_D = -bv$ rettet mot fartsretningen, der v er farten til klossen.

Dempingskonstanten b er slik at klossen utfører svakt/underkritisk dempede svingninger.



Klossen dras ut til startamplitude A_0 og slippes. I hvilket av de angitte punktene er klossens akselerasjon størst?

Velg ett alternativ:

- $x = \frac{1}{4}A_0$
- $x = \frac{3}{4}A_0$
- $x = A_0$ ✔
- $x = \frac{1}{2}A_0$
- $x = 0$

Maks poeng: 2

15 *Oppgaven består av to deloppgaver som kan besvares uavhengig av hverandre.*

a) Følgende to sinusformede tversbølger møtes:
$y_1(x,t) = (1,0\ \mathrm{m})\sin(1,0\ \mathrm{m}^{-1} \cdot x + 1,0\ \mathrm{s}^{-1} \cdot t)$
$y_2(x,t) = (1,0\ \mathrm{m})\sin(1,0\ \mathrm{m}^{-1} \cdot x - 1,0\ \mathrm{s}^{-1} \cdot t)$

Hvilken påstand om den resulterende bølgen er riktig?
Velg ett alternativ:

- Resulterende bølge blir en stående bølge med maksimal amplitude $A = 1,0\ \mathrm{m}$
- Resulterende bølge blir en stående bølge med maksimal amplitude $A = 2,0\ \mathrm{m}$ ✔
- Resulterende bølge blir null; bølgene utslokker hverandre
- Resulterende bølge beveger seg mot høyre med fart $v = 1,0\ \mathrm{m/s}$
- Resulterende bølge beveger seg mot venstre med fart $v = 1,0\ \mathrm{m/s}$

b) En stående bølge er gitt ved uttrykket
$y(x,t) = 2A\sin(kx)\cos(\omega t)$.

Hva er den maksimale vertikale farten v_y^{max} til et punkt på bølgen?
Velg ett alternativ

- $v_y^{\mathrm{max}} = 2A\omega$ ✔
- $v_y^{\mathrm{max}} = A\omega$
- $v_y^{\mathrm{max}} = \frac{1}{2}A\omega$
- $v_y^{\mathrm{max}} = \frac{1}{4}A\omega$
- $v_y^{\mathrm{max}} = \frac{1}{8}A\omega$

Maks poeng: 4

16 *Oppgaven består av to deloppgaver som kan besvares uavhengig av hverandre.*

a) En streng med lengde $L = 1,0\ \mathrm{m}$ er spent fast i begge ender. Når strengen settes i vibrasjon, er den laveste frekvensen som gir en stående bølge, lik $f = 40\ \mathrm{Hz}$.

Bestem bølgefarten på strengen.

Velg ett alternativ:

- $10\ \mathrm{m/s}$
- $20\ \mathrm{m/s}$
- $40\ \mathrm{m/s}$
- $60\ \mathrm{m/s}$
- $80\ \mathrm{m/s}$ ✔

b) En bestemt streng med lengde L, lineær massetetthet μ og snorstramming F_T som er spent opp i begge ender, vibrerer med grunnfrekvensen f (dvs. frekvensen tilsvarende ordenstall $n = 1$).

Hva ville grunnfrekvensen for strengen ha vært dersom lengden hadde vært $2L$, massetettheten 2μ og snorstrammingen $2F_T$ (dvs. alle størrelser er doblet)?

Velg ett alternativ

- $\frac{1}{4}f$
- $\frac{1}{2}f$ ✔
- f
- $2f$
- $4f$

Maks poeng: 2