i **Institutt for fysikk**

Eksamensoppgave i
IFYA1000 Fysikk
IFYG1000 Fysikk
IFYT1000 Fysikk

Eksamensdato: 15.08.2024

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: Per Harald Ninive: 61 13 52 59/99 58 76 72

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, 9, 11]** 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 ikke 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 *Oppgaven består av flere deloppgaver som kan besvares uavhengig av hverandre*.

a) Verdensrekorden for menn på $400\ \mathrm{m}$ er $43,03\ \mathrm{s}$. Hvor mange $\mathrm{km/h}$ (kilometer per time) tilsvarer dette?
Velg ett alternativ:

- $30,1\ \mathrm{km/h}$
- $2,58\ \mathrm{km/h}$
- $39,9\ \mathrm{km/h}$
- $33,5\ \mathrm{km/h}$ ✔
- $28,5\ \mathrm{km/h}$

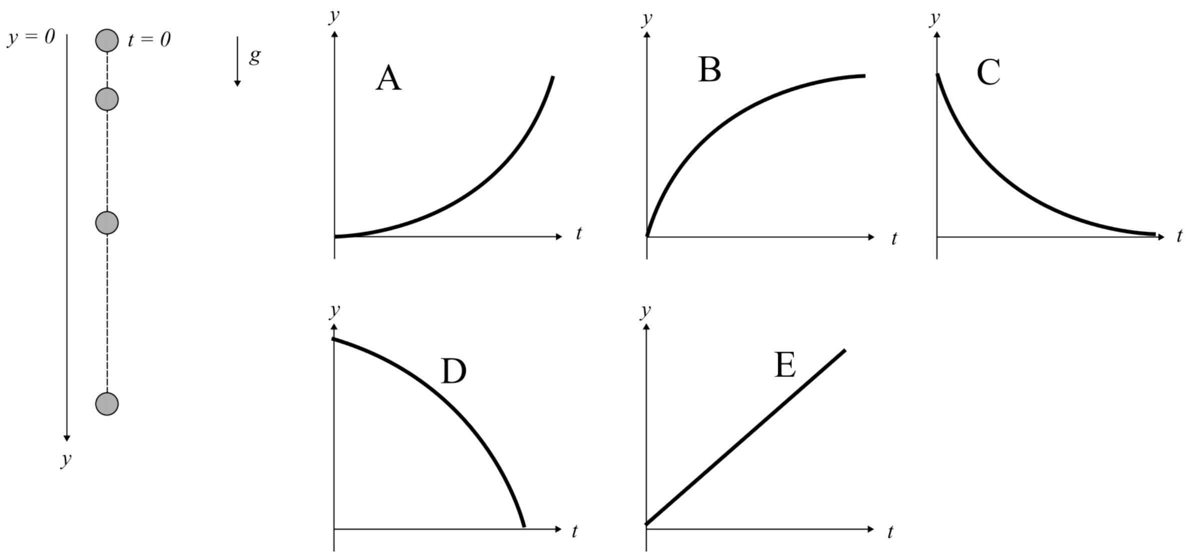
b) Jorda går i en sirkelbane rundt Sola med radius $R = 150\ 000\ 000\ \mathrm{km}$ (150 millioner kilometer), og bruker 365 dager på én runde.
Bestem banefarten til Jorda.

Velg ett alternativ

- $50\ \mathrm{km/s}$
- $10\ \mathrm{km/s}$
- $30\ \mathrm{km/s}$ ✔
- $40\ \mathrm{km/s}$
- $20\ \mathrm{km/s}$

Maks poeng: 4

2 Et legeme som i utgangspunktet henger i ro, faller ved $t = 0$ vertikalt nedover under påvirkning av tyngdekraften, **uten** luftmotstand. Vi legger inn et koordinatsystem slik at positiv y-retning er loddrett nedover, som vist på figuren.



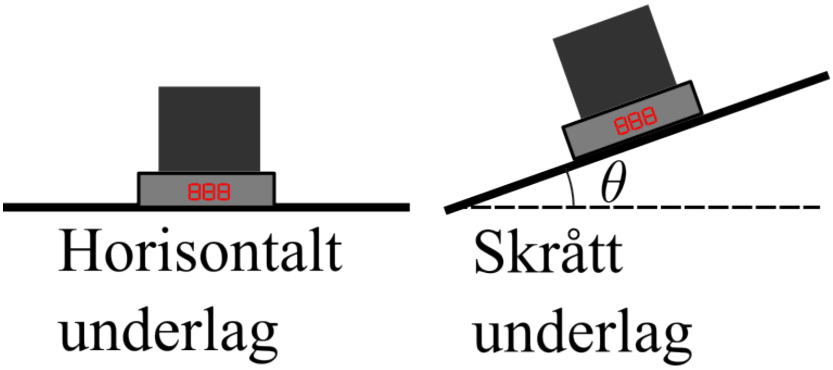
Hvilken av grafene A-E til høyre viser posisjonen $y(t)$ for det fallende legemet?
Velg ett alternativ

- A
- B
- C
- D
- E

Maks poeng: 2

3 En badevekt er en kraftmåler som viser krafta som til enhver tid presser normalt ned på badevekta. Badevekta er imidlertid kalibrert til å vise krafta i "kg", slik at $1\ \mathrm{kg} = 9,81\ \mathrm{N}$.

En kasse er plassert på badevekta i de to situasjonene på figuren under. Når badevekta og kassa står på horisontalt underlag, viser badevekta $1,0\ \mathrm{kg}$ (til venstre).



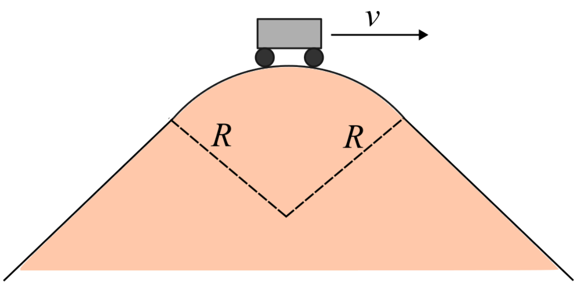
Så plasseres badevekta, med kassa oppå, på et skrått underlag med helningsvinkel $\theta = 30°$, slik at kassa står i ro oppå vekta. Hva viser badevekta i denne situasjonen (til høyre)?

Velg ett alternativ:

- $0,58\ \mathrm{kg}$
- $1,0\ \mathrm{kg}$
- $0,87\ \mathrm{kg}$ ✔
- $0,50\ \mathrm{kg}$
- $1,2\ \mathrm{kg}$

Maks poeng: 2

4 En vogn med masse m i en berg-og-dalbane har en viss banefart $v > 0$ i det den kjører over en bakketopp formet som del av en sirkel med radius R. Vogna beholder hele tiden kontakten med underlaget. Se figuren under.



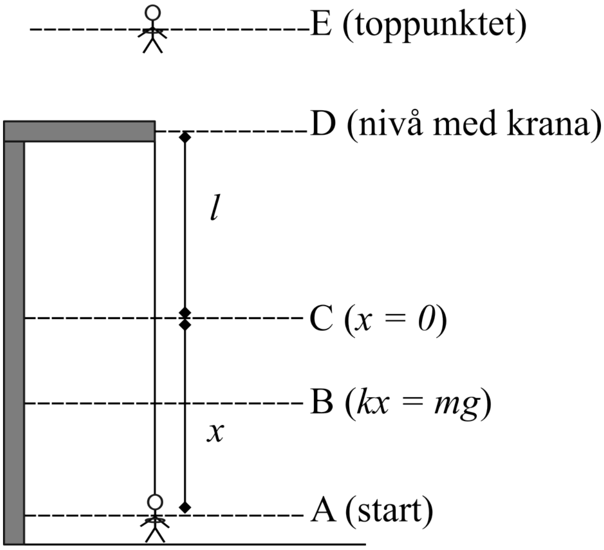
Hvilken påstand om normalkrafta N fra underlaget på vogna vil alltid gjelde i det vogna passerer toppen (situasjonen vist på figuren)?

Velg ett alternativ:

- $N = mg$
- $N > mg$
- $N = \frac{mv^2}{R}$
- $N < mg$ ✔
- $N = 0$

Maks poeng: 2

5 En person med masse m som i utgangspunktet står på bakkenivå, har på seg en sele som er festet til en stram strikk. Den andre enden av strikken er festet til en høy kran. På et gitt signal utløses strikken, slik at personen spretter til værs. Strikken kan antas å være masseløs samt følge Hookes lov med fjærkonstant k, og har lengden l i ustrukket/slapp tilstand. Forlengelsen av strikken er x. Se figuren under.



I hvilket av punktene A-E er hopperens fart maksimal på vei **oppover**?

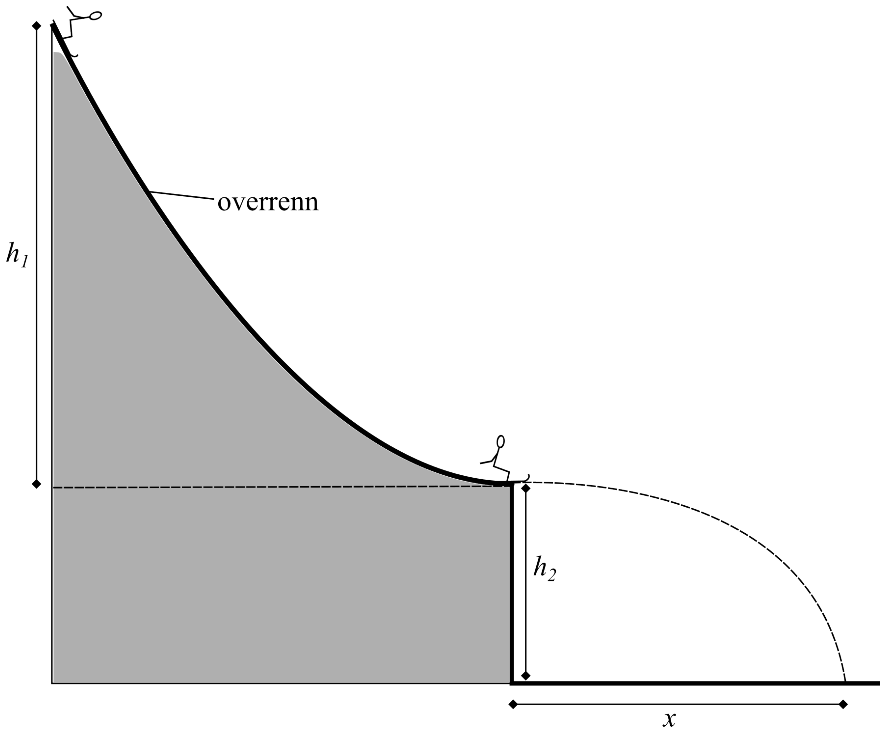
Velg ett alternativ:

- A
- B ✔
- C
- D
- E

Maks poeng: 2

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

En skihopper starter fra ro og sklir uten friksjon ned overrennet i en hoppbakke. Høydeforskjellen mellom startpunktet og hoppkanten er $h_1 = 30\ \mathrm{m}$. Vi ser bort fra luftmotstand i hele denne oppgaven.



a) Tegn kreftene som virker på hopperen på vei ned overrennet, og forklar hvorfor hopperens mekaniske energi er bevart. (4 poeng)

b) Vis at hopperen har farten $v = 24\ \mathrm{m/s}$ ved hoppkanten. (3 poeng)

c) Hopperen forlater hoppkanten med horisontal fart. Hvor langt unna hoppkanten i horisontal retning lander hopperen (avstanden x på figuren), når hopperen lander på den horisontale bakken som ligger en vertikal avstand $h_2 = 20\ \mathrm{m}$ under hoppkanten? (4 poeng)

d) Beregn følgende i nedslagspunktet, dvs. der hopperen treffer bakken:

i) Absoluttverdien av farten (2 poeng)

ii) Fartens retning (2 poeng)

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

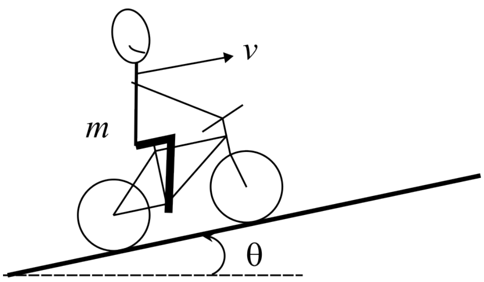
Skriv ditt svar her

Format

Words: 0

Maks poeng: 15

7 En syklist sykler med konstant fart v opp en oppoverbakke med helningsvinkel θ. En enkel sykkelcomputer fungerer slik at brukeren taster inn informasjon om den totale massen m av sykkel + syklist, og så bruker computeren sensorer som måler syklistens fart v samt vinkelen θ til å beregne effekten P som syklisten produserer. Denne enkle computeren tar ikke med luftmotstand i beregningen. Se figuren under.



Hva må stå i kodelinja KODE MANGLER for at funksjonen P(v,theta) skal gi effekten som syklisten produserer, som funksjon av farten v målt i m/s og helningsvinkelen θ målt i grader?

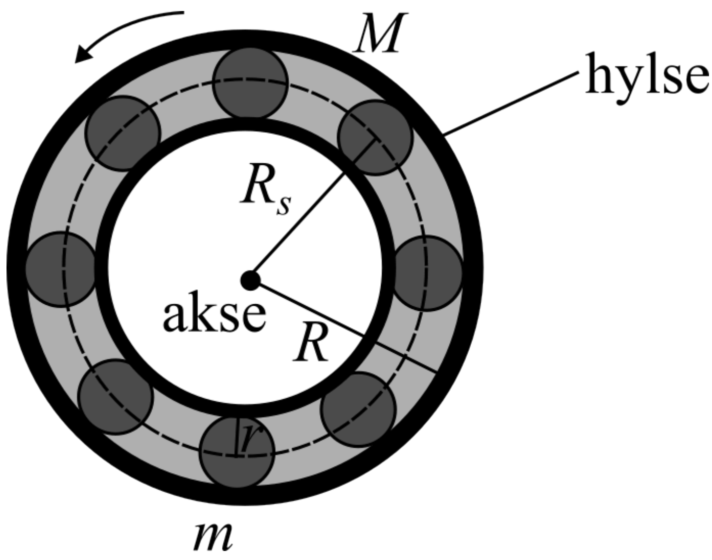
```
import math

def P(v,theta):
    m=80
    g=9.81
  return KODE MANGLER
```

Velg ett alternativ:

- (m*g*math.sin(math.radians(theta)))*v**3
- (m*g*math.cos(math.radians(theta)))*v**2
- (m*g*math.sin(math.radians(theta)))*v ✔
- (m*g*math.cos(math.radians(theta)))*v
- (m*g*math.sin(math.radians(theta)))*v**2

Maks poeng: 2

8 Et kulelager består av en hylse i form av en tynnvegget sylinder ("hoop") med masse M og radius R, og 8 stk. massive kuler med masse m og radius r. Massesenteret til kulene ligger på en sirkel med radius R_s i forhold til sentrum i kulelageret. Se figuren under.



Hylsen og de 8 massive kulene kan rotere om en akse gjennom sentrum av kulelageret som står normalt på figurplanet (aksen er inntegnet på figuren), mens den indre kanten av kulelageret (med radius $R_s - r$) ikke roterer. Bestem treghetsmomentet til kulelageret om denne aksen.

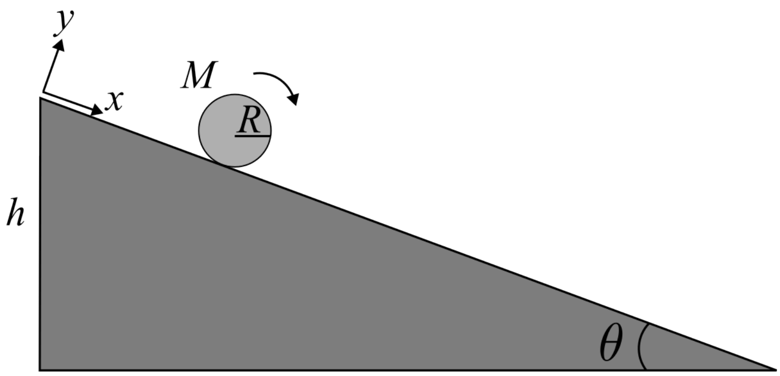
Velg ett alternativ:

- $I = MR^2 + 8m(r^2 + R_s^2)$
- $I = MR^2 + m(\frac{16}{5}r^2 + 8R_s^2)$ ✔
- $I = MR^2 + 8mR_s^2$
- $I = MR^2 + 8mr^2$
- $I = MR^2 + \frac{16}{5}mr^2$

Maks poeng: 2

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

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



Farten er såpass liten at luftmotstanden kan neglisjeres.

a) Tegn kreftene på kula mens den ruller nedover skråplanet. *For full uttelling må det være et rimelig størrelsesforhold mellom kreftene på figuren*. (3 poeng)

b) Forklar kort (maks. 5 linjer) hvorfor den mekaniske energien til kula er bevart under rullingen. (3 poeng)

c) Bestem farten til kula nederst i skråplanet dersom den starter en høyde $h = 0,60\ \mathrm{m}$ over bunnen. (3 poeng)

d) Vis at akselerasjonen til kula nedover skråplanet er $a = \frac{5}{14}g$. (3 poeng)

e) Kula starter fra ro i $x = 0$ ved $t = 0$. Skisser kulas posisjonsgraf $x(t)$, fartsgraf $v(t)$ og akselerasjonsgraf $a(t)$. *For full uttelling må det være et* ***resonnement*** *som argumenterer for grafens* ***form****, og formen må framgå tydelig. Alle tre grafer kan skisseres i samme diagram, uten enheter på aksene.* (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

Format

Words: 0

Maks poeng: 15

10 a) I 2023 imploderte undervannsfartøyet "Titan" katastrofalt i en dybde av $4,0\ \mathrm{km}$. Hva var trykket mot skroget i en slik dybde? Lufttrykket på overflaten var $101\ \mathrm{kPa}$.

Velg ett alternativ

- $19\ \mathrm{MPa}$
- $29\ \mathrm{MPa}$
- $39\ \mathrm{MPa}$ ✔
- $49\ \mathrm{MPa}$
- $59\ \mathrm{MPa}$

b) En badeball er formet som en kule med radius $R = 0,50\ \mathrm{m}$. Beregn oppdrifta på ballen dersom hele ballen er under vann.

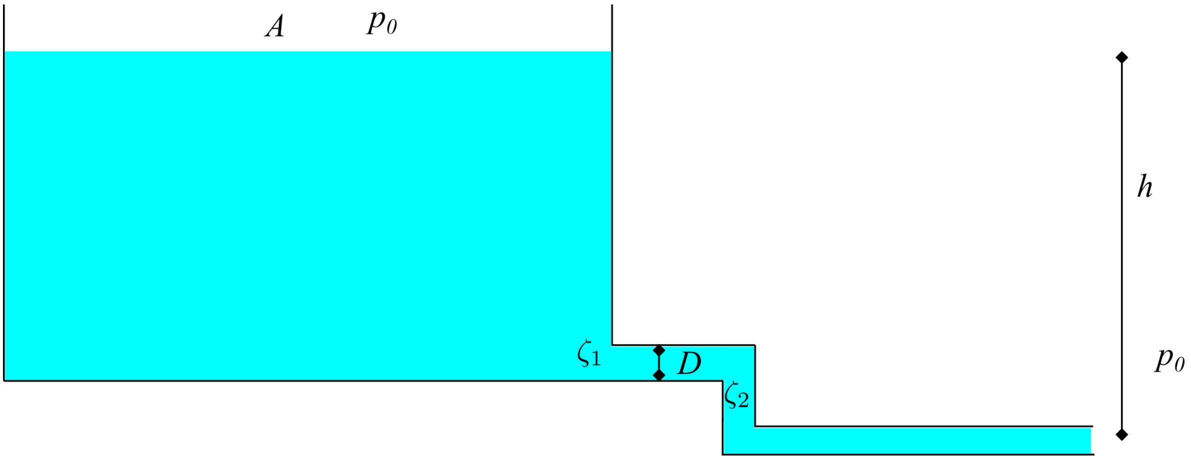
Velg ett alternativ

- $0,52\ \mathrm{N}$
- $0,52\ \mathrm{kN}$
- $5,1\ \mathrm{kN}$ ✔
- Oppdriften avhenger av hvilken dybde badeballen befinner seg i
- Oppdriften avhenger av massen av badeballen

Maks poeng: 4

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

Et åpent, vannfylt basseng har rektangulær bunn med grunnflate $A = 10\ \mathrm{m} \times 20\ \mathrm{m}$, og vannspeilet i bassenget ligger i utgangspunktet en høyde $h = 5,0\ \mathrm{m}$ over utløpet til et tapperør med diameter $D = 63\ \mathrm{mm}$ i bunnen av bassenget. Det er lufttrykk p_0 over vannspeilet og ved rørutløpet. Se figuren under.



a) Forklar kort hva Bernoullis likning for et ideelt fluid uttrykker, og angi forutsetningene for at likningen skal være gyldig (til sammen maks. 5 linjer). (3 poeng)

b) Neglisjer alle former for tap og vis at vannspeilet i bassenget synker med en fart på $0,15\ \mathrm{mm/s}$ idet tappingen starter. (3 poeng)

c) Bestem væskefarten og volumstrømmen i røret idet tappingen starter dersom vi neglisjerer alle former for tap. (3 poeng)

d) Tapperøret har en total lengde $L = 10\ \mathrm{m}$, ruhet $\epsilon = 0,13\ \mathrm{mm}$ og har et $90°$-rørbend med tapskoeffisient $\zeta_2 = 0,70$. I tillegg har rørinnløpet en tapskoeffisient $\zeta_1 = 1,0$ (se figuren over). Væskefarten i røret måles til $4,0\ \mathrm{m/s}$. Beregn

i) Den totale tapshøyden (2 poeng)

ii) Det totale trykktapet (1 poeng)

e) En driftig bassengeier ønsker å utnytte energien fra strømmen i tapperøret. Hvor stor effekt kan hentes ut herifra? (3 poeng)

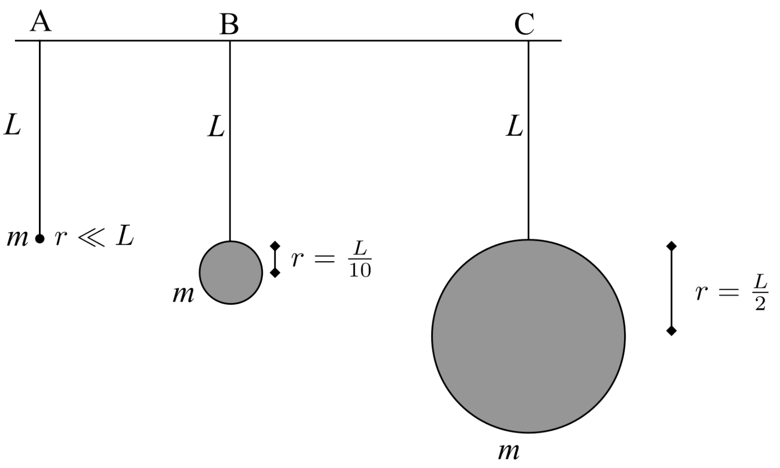
Du kan skrive svaret i boksen under, eller skrive på Scantronark som leveres for innskanning. Vi anbefaler bruk av Scantron-ark.

Skriv ditt svar her

Words: 0

Maks poeng: 15

12 Tre homogene kuler A, B og C med samme masse m henger i masseløse snorer med lengde L. Kulene har radier hhv. $r \ll L$, $r = \frac{L}{10}$ og $r = \frac{L}{2}$. Når kulene settes i bevegelse, svinger de i et vertikalt plan med små utslag. Se figuren under.



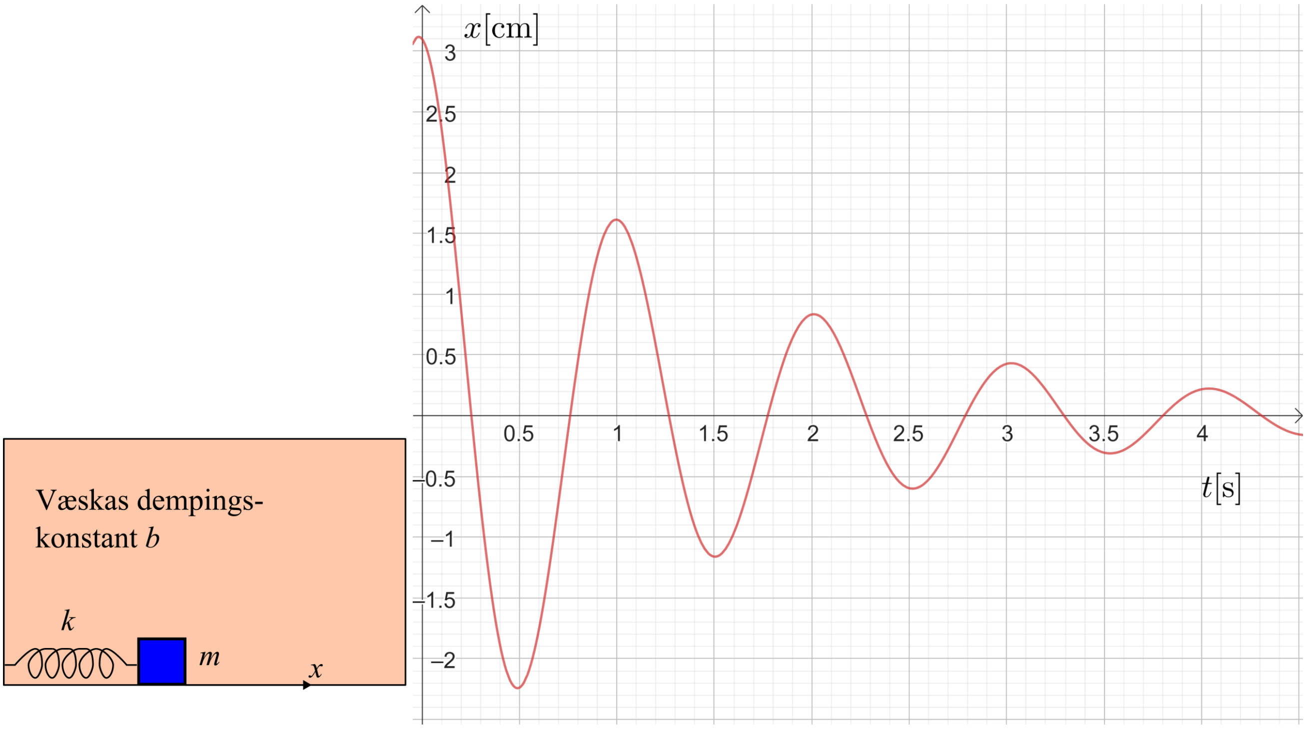
Hvilken påstand er riktig om størrelsesforholdet mellom svingetidene T_A, T_B og T_C til de tre pendlene?

Velg ett alternativ:

- $T_A = T_B = T_C$
- $T_A > T_B > T_C$
- $T_C > T_B > T_A$ ✔
- $T_C > T_A > T_B$
- $T_B > T_C > T_A$

Maks poeng: 2

13 En kloss med masse $m = 0,50\ \mathrm{kg}$ er festet til en fjær med fjærkonstant $k = 19\ \mathrm{N/m}$, og kan svinge horisontalt (x-retningen på figuren til venstre). Klossen er nedsenket i en væske som gir opphav til en friksjonskraft $F_D = -bv$ rettet mot fartsretningen, der v er farten til klossen. Se figuren under.



Klossen trekkes ut til siden og slippes. Posisjonen $x(t)$ til klossen er vist i grafen til høyre. Beregn verdien av dempingskonstanten b. [Hint: amplituden for en svakt dempet svingning er $A(t) = A_0 e^{-\frac{b}{2m}t}$.]

Velg ett alternativ:

- $b \approx 6\ \mathrm{kg/s}$
- $b \approx 5\ \mathrm{kg/s}$
- $b \approx 2\ \mathrm{kg/s}$
- $b \approx 3\ \mathrm{kg/s}$
- $b \approx 0,7\ \mathrm{kg/s}$ ✔

Maks poeng: 2

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

a) Gitt følgende to sinusformede tversbølger:
$y_1(x,t) = (1,0\ \mathrm{m}) \sin(1,0\ \mathrm{m}^{-1} \cdot x - 1,0\ \mathrm{s}^{-1} \cdot t)$
$y_2(x,t) = (1,0\ \mathrm{m}) \sin(1,0\ \mathrm{m}^{-1} \cdot x - 1,0\ \mathrm{s}^{-1} \cdot t + \frac{\pi}{2})$

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 og har maksimal amplitude $1,4\ \mathrm{m}$ ✔
- Resulterende bølge beveger seg mot høyre og har maksimal amplitude $2,0\ \mathrm{m}$

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

Hva er den absoluttverdien av 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

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

a) En vibrerende streng med lengde $L = 1,0 \text{ m}$, masse $5,0 \text{ g}$ og snorstramming ("tension") $F_T = 50 \text{ N}$ er spent fast i begge ender.

Bestem grunnfrekvensen til strengen, dvs. den laveste frekvensen som gir en stående bølge.

Velg ett alternativ:

- 10 Hz
- 20 Hz
- 30 Hz
- 40 Hz
- 50 Hz ✔

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 $\frac{L}{2}$, massetettheten $\frac{\mu}{2}$ og snorstrammingen $\frac{F_T}{2}$ (dvs. alle størrelser halveres)?

Velg ett alternativ

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

Maks poeng: 2