

i Forside

Institutt for fysikk

Eksamensoppgave i **FY1001 Mekanisk fysikk**

Faglig kontakt under eksamen: **Ragnvald Mathiesen**

Tlf.: 9769 2132

Eksamensdato: 16.12.2019

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

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: Kode C; Rottmann: Matematisk formelsamling.
Angell og Lian: Fysiske størrelser og enheter.

Annen informasjon: Hvert riktig svar gir poeng. Det trekkes ikke poeng for feil svar.

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.

1 Oppgave 1

Bladgull er tynn gullfolie med tykkelse ned til 100 nm. Gull har massetetthet 19.32 g/cm^3 . Hvor mye gull trengs det om du skal dekke overflaten av en kuppel med radius 100 cm med en 100 nm tykk gullfolie? (Areal av kuleoverflate:)

Velg ett alternativ

- 24 g
- 24 ng
- 24 mg
- 24 kg
- 24 g

Maks poeng: 1

2 Oppgave 2

Du er i ferd med å ommøblere leiligheten, og forsøker å skyve ditt gamle, tunge piano bortover det teppebelagte gulvet. Den statiske og kinetiske friksjonen er imidlertid veldig stor, med koeffisienter på henholdsvis 0.8 og 0.6, så til tross for at du dytter horisontalt med ei kraft på 700 N, er ikke pianoet til å rikke. Hva er friksjonen under kraftanstrengelsen?

Velg ett alternativ

- Vi har ikke nok opplysninger til å kunne bestemme friksjonskraften.
- 840 N
- 700 N
- 560 N
- 420 N

Maks poeng: 1

3 Oppgave 3

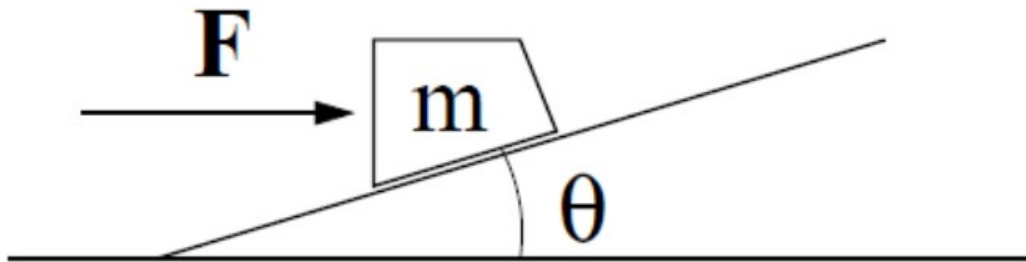
Rundkjøringa ved Lerkendal har omkrets på omlag 80 m. En bil kjører rundt i ring i rundkjøringa, som vi antar ligger i horisontalplanet (ϕ). Hva er maksimal hastighet bilen kan ha uten å begynne å skli ut av kjørebanelen dersom den statiske friksjonskoeffisienten mellom gummiblandingen i bilens hjul og asfalten er 0.8 ?

Velg ett alternativ

- 69 km/t
- 47 km/t
- 58 km/t
- 36 km/t
- 25 km/t

Maks poeng: 1

4 Oppgave 4



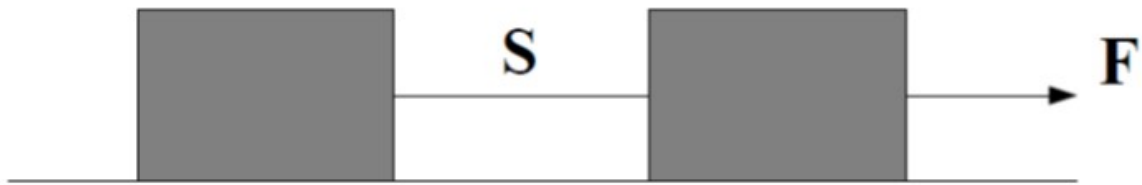
En horisontalt rettet kraft, F , blir brukt til å skyve en gjenstand med masse m oppover et skråplan, som vist i figuren. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er θ . Hva er riktig uttrykk for normalkraften som virker på m fra skråplanet?

Velg ett alternativ

-
-
-
-
- $mg \cos \theta$

Maks poeng: 1

5 Oppgave 5



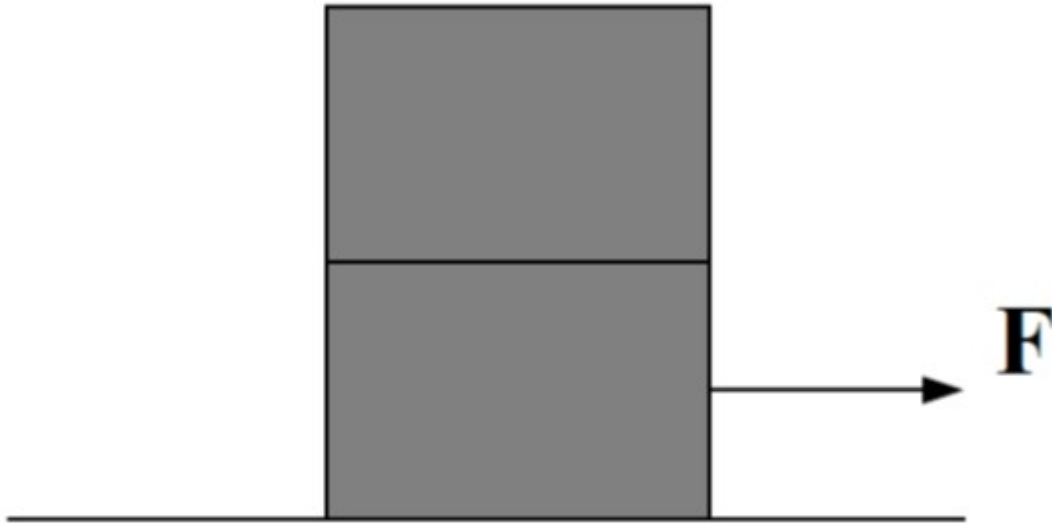
To kasser, med lik masse m , er festet til hverandre med et tau. Du drar med ei kraft F i et annet tau, festet i høyre kasse, slik at kassene begynner å bevege seg mot høyre. Hva er snordraget, S , i tauet mellom kassene? (anta begge tau som masseløse, og se bort fra friksjon mot underlaget)

Velg ett alternativ

- $2F$
- $-F$
- F
- $F/2$
- 0

Maks poeng: 1

6 Oppgave 6



To identiske kasser med samme masse m er plassert oppå hverandre, som vist i figuren. Kontaktflaten mellom kassene har friksjonskoeffisient μ . På den underste kassen virker en kraft F , slik at begge kassene beveger seg til høyre med konstant hastighet, v . Hva blir friksjonskraften på den øverste kassa?

Velg ett alternativ

- $2\mu mg$
- μmg
-
-
-

Maks poeng: 1

7 Oppgave 7

Hva blir friksjonskrafta mellom den nederste kassen og underlaget i oppgave 6?

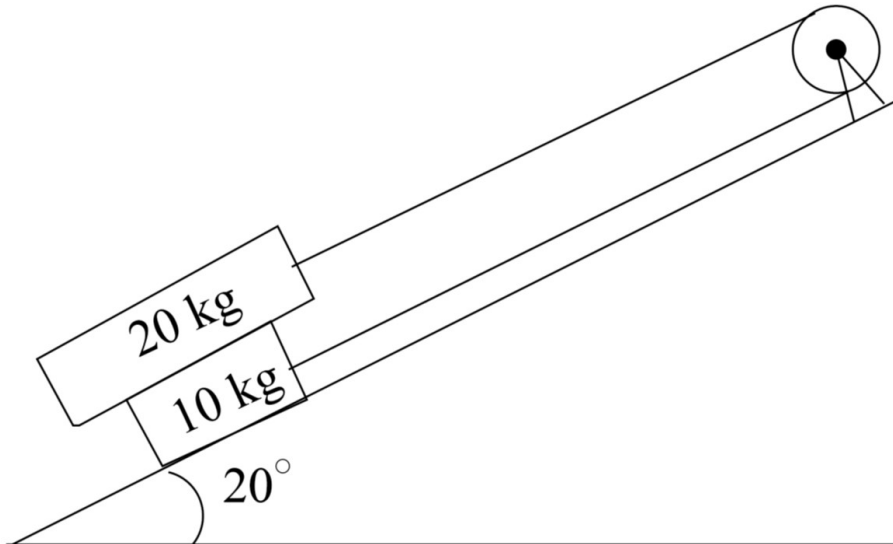
Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

8 Oppgave 8

Figuren under viser et legeme med masse 20 kg plassert oppå et annet legeme med masse 10 kg som ligger på et skråplan med helningsvinkel . De to massene er festet til hverandre med ei tilnærmet masseløs snor som løper over ei talje med neglisjerbart treghetsmoment som roterer friskjonsfritt om akslingen. Se også bort fra friksjon i kontaktflata mellom legemene, og mellom det underste legemet og skråplanet. Hva blir tallverdien av akselerasjonen til de to legemene?



Velg ett alternativ

- 0.84 m/s²
- 1.68 m/s²
- 3.36 m/s²
- 6.71 m/s²
- 1.12 m/s²

Maks poeng: 1

9 Oppgave 9

Et legeme med masse m faller i jordas tyngdefelt. Under fallet er legemet utsatt for luftmotstand av ei kraft, , hvor dragkoeffisienten D bl.a. avhenger av legemets form og overflate. Opprinnelig, ved tiden $t=0$, er legemet i ro.

Hvilket av uttrykkene under er en mulig løsning for $v(t)$, hvor er terminalhastigheten ?
(Hint:)

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

10 Oppgave 10

Et prosjektil med masse 15 g og hastighet $v= 160$ m/s, trenger inn i en pendelmasse på 5 kg som henger i ro i likevektsposisjon i en matematisk pendel med lengde 1.2 m (d.v.s. fullstendig uelastisk støt). Hva blir maksutslaget, , til pendelen ?

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

11 Oppgave 11

Oppgave 11-12:

En bil kjører på en rett vei. Bilens posisjon ved tidspunktet er gitt ved funksjonen

med og . Hvor langt kjører bilen før den snur?

Velg ett alternativ

- 70 m
- 57 m
- 32 m
- 15 m
- 3 m

Maks poeng: 1

12 Oppgave 12

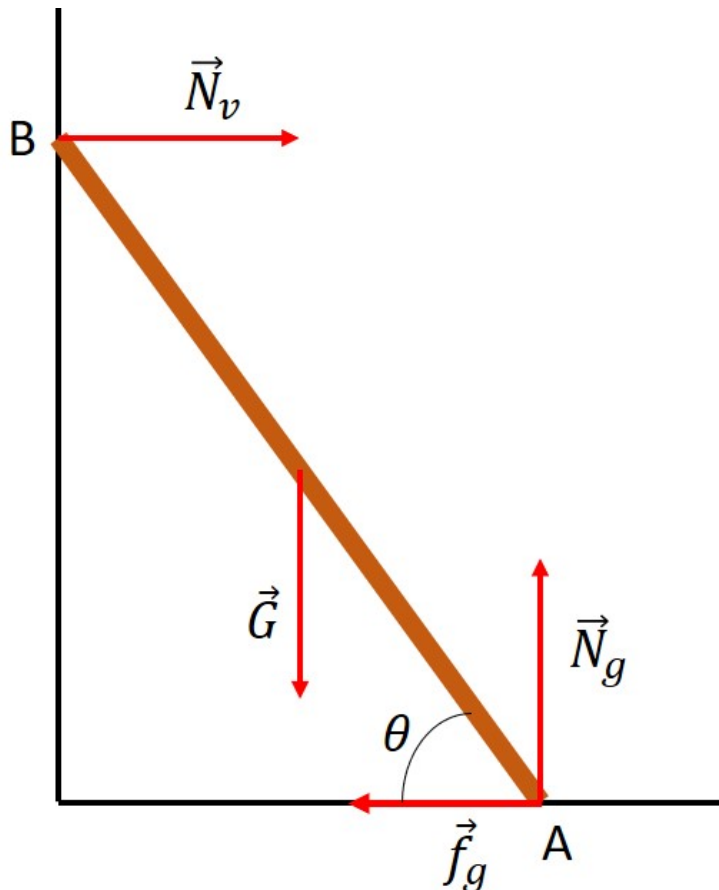
Ved hvilket tidspunkt har bilen i forrige oppgave maksimal (positiv) hastighet?

Velg ett alternativ

- 17.07 s
- 8.20 s
- 5.03 s
- 2.93 s
- 1.46 s

Maks poeng: 1

13 Oppgave 13



En stige med lengde l står stillt opp langs en vegg med en helningsvinkel θ i forhold til gulvet, som vist i figuren. Vi antar at veggene er så glatte at den kan tilnærmes som friksjonsfri, slik at kontaktkreftene som virker på stigen i berøringspunktene A og B mot henholdsvis gulv og vegg er begrenset til normalkrefter på stigen i begge punkter, samt friksjon mot gulvet. I tillegg kommer tyngdekraften på stigen, slik at alle ytre krefter på stigen er vist i figuren.

Dersom den statiske friksjonskoeffisienten mellom gulv og stige er μ , hva blir den minste helningsvinkelen stigen kan ha, uten å begynne å gli?

(Tips: Velg rotasjonsakse om A, og bruk N_1 og N_1 -rot.)

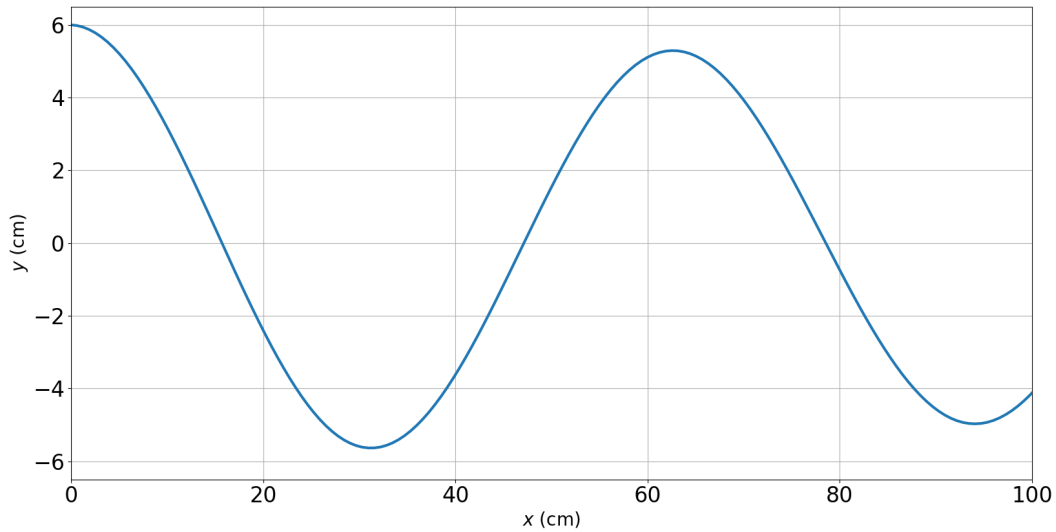
Velg ett alternativ

- 51.3
- 48.3
- 39.3
- 45.3
- 42.3

Maks poeng: 1

14 Oppgave 14

Oppgave 14-18:



Ei kule (radius 1.0 cm, masse 30 g) ruller uten å gli på en bane med form

der y cm, m^{-1} og m^{-1} . Her angir banehøyde som funksjon av horisontal posisjon x . Kula slippes med null starthastighet i $x = 0$; dvs med massesenteret (CM) i $x = 0$. Hva er kulas maksimale hastighet?
(Tips: Energibevarelse.)

Velg ett alternativ

- 0.95 m/s
- 1.26 m/s
- 1.71 m/s
- 2.13 m/s
- 2.58 m/s

Maks poeng: 1

15 Oppgave 15

Hva er maksimal helningsvinkel, θ , langs banen? (Tips:)

Velg ett alternativ

- 46
- 38
- 30
- 34
- 42

Maks poeng: 1

16 Oppgave 16

Den lokale krumningsradien langs banen er gitt ved r . Ved bruk av krumningsradien kan vi i ethvert punkt langs banen tilnærme den lokale banegeometrien som en sirkel med radius r beregnet i punktet x ved uttrykket gitt over.

Dermed vil kulas massesenter bevege seg langs tilnærmet sirkulære baner med radius r i bakketopper, og radius r i bunnpunkter. Hva blir normalkraften fra underlaget på kula i bunnpunktet ?

Velg ett alternativ

- 0.34 N
- 0.25 N
- 0.58 N
- 0.46 N
- 0.29 N

Maks poeng: 1

17 Oppgave 17

Hva er kulas akselerasjon helt i starten av banen (ved) ?

(Tips: For små helningsvinkler er)

Velg ett alternativ

- 10.0 cm/s
- 13.7 cm/s
- 14.5 cm/s
- 8.4 cm/s
- 5.5 cm/s

Maks poeng: 1

18 Oppgave 18

Anta at banen flater ut etter noen bakketopper og blir horisontal i høyde . Langs den horisontale banen er hastigheten $v = 91.7$ cm/s. Hva er kulas totale dreieimpuls , med hensyn på en rotasjonsakse gjennom origo i $x=y=0$?

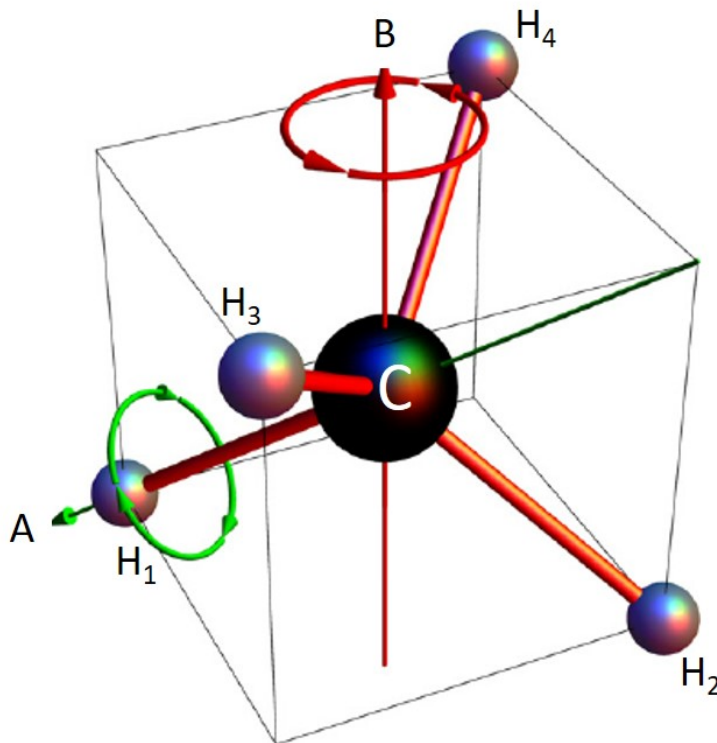
Velg ett alternativ

- 2.9 kg cm/s
- 3.9 kg cm/s
- 2.9 kg cm/s
- 2.9 kg cm/s
- 3.9 kg cm/s

Maks poeng: 1

19 Oppgave 19

Oppgave 19-21:



CH_4 -molekylet har såkalt tetrahedrisk symmetri, hvor C-H bindingene har lengde = 1.087 \AA , og alle H-C-H bindingsvinkler er = 109.5 . Massen til H-atomet er 1.008 u , mens massen til C-atomet er 12.011 u . ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$, $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$)

Som illustrert i figuren har CH_4 -molekylet to ulike symmetriske rotasjonsakser gjennom molekylets massesenter, en som går gjennom den ene C-H bindingen, markert A i figuren gjennom aksene C- H_1 , slik at de 3 resterende H-atomene ligger i et felles plan, og en annen akse markert B i figuren, slik at atompårene (H_1, H_2) og (H_3, H_4) danner hvert sitt rotasjonsplan henholdsvis under og over massesenteret. Vi antar at atomene hver for seg kan tilnærmes som punktmasser. Hva blir tallforholdet mellom treghetsmomentene for de to aksene, ?

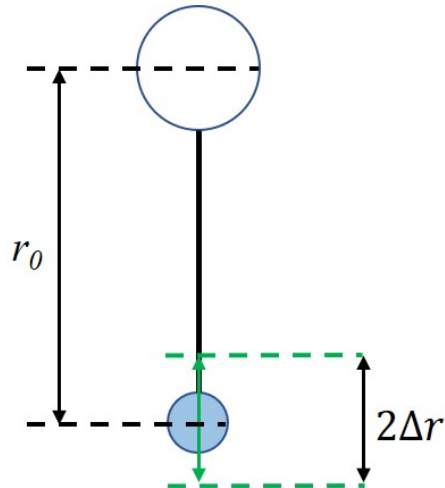
Velg ett alternativ

- 2.05
- 1.71
- 2.77
- 1.00
- 0.75

Maks poeng: 1

20 Oppgave 20

I oppgave 19 representerer r_0 og θ_0 bindingslengder og vinkler der molekylets atomer er i likevektsposisjoner. I realiteten svinger atomene om likevektsposisjonene med amplituder som vokser med temperaturen. For små utsving fra likevekt kan molekylvibrasjonene tilnærmes som harmoniske oscillatorer. Den mekaniske energien oscillatorene får tilført er gitt ved $\frac{1}{2}k_B T$, der k_B er Boltzmanns konstant, mens T er absolutt temperatur (i Kelvin).



I en forenklet modell (se figur), betrakter vi utslaget til et enkelt hydrogenatom relativt molekylets massesenter i C-atomet, som vi antar står i ro. Oscillatoren er altså langs CH-bindingen, og svingemassen er et hydrogenatom (m_H).

Egenfrekvensen til oscillatoren kan bestemmes ved hjelp av IR-spektroskopi. Målinger gir egenfrekvens $f_0 = 9.162 \cdot 10^{13}$ Hz.

Hva blir maksutslaget ved romtemperatur (295 K) for CH -oscillatoren?

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

21 Oppgave 21

I gjennomsnitt (over en svingeperiode) vil energien som ble tilført oscillatoren i forrige oppgave fordele seg likt mellom kinetisk og potensiell energi, slik at gjennomsnittsutslaget for svingesystemet blir . I molekylet vil de 4 CH- bindingene svinge i fase, så i vår forenklete modell lar alle 4 bindingene seg representere ved det ene svingesystemet fra forrige oppgave.

Hva blir usikkerheten i tallforholdet du fant i oppgave 19, altså , når du tar hensyn til gjennomsnittsutslaget for romteperaturvibrasjonen langs C-H bindingene?

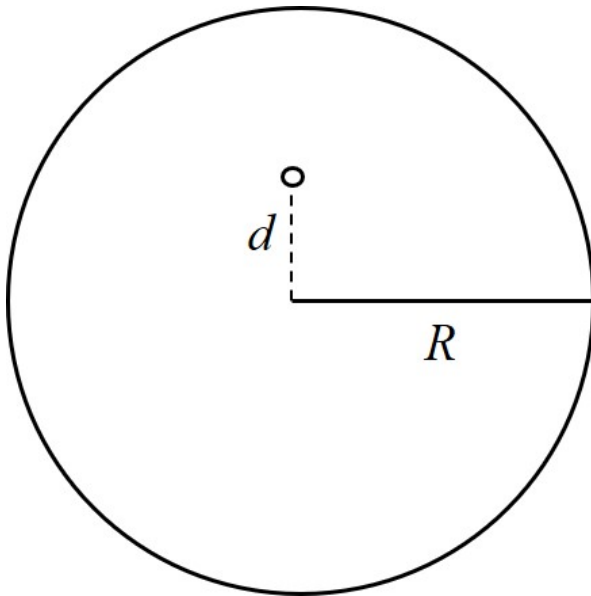
Velg ett alternativ

- 0.07
- 0.035
- 0.05
- 0.025
- 0.0

Maks poeng: 1

22 Oppgave 22

Oppgave 22 og 23:



Figuren viser en fysisk pendel laget av en kompakt sirkulær skive med masse $M = 6$ kg fordelt uniformt, og med radius $R = 0.8$ m. Pendelen er hengt opp i et punkt i avstand d fra skivas sentrum. Hvor lang må d være for at pendelen skal ha en svingetid på 2.5 s?

Velg ett alternativ

- 12 cm
- 24 cm
- 60 cm
- 36 cm
- 48 cm

Maks poeng: 1

23 Oppgave 23

Hvilken avstand d gir den minste svingeperioden for pendelen?

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

24 Oppgave 24

En enkel harmonisk oscillator svinger med egenfrekvens 8 s^{-1} . Ved tiden $t = 0$ er svingeutslaget $x_0 = 4.0 \text{ cm}$ og hastigheten til oscillatoren $v_0 = -24 \text{ cm/s}$. Hvilket av uttrykkene beskriver svingesystemets utslag $x(t)$ (målt i cm)?

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

25 Oppgave 25

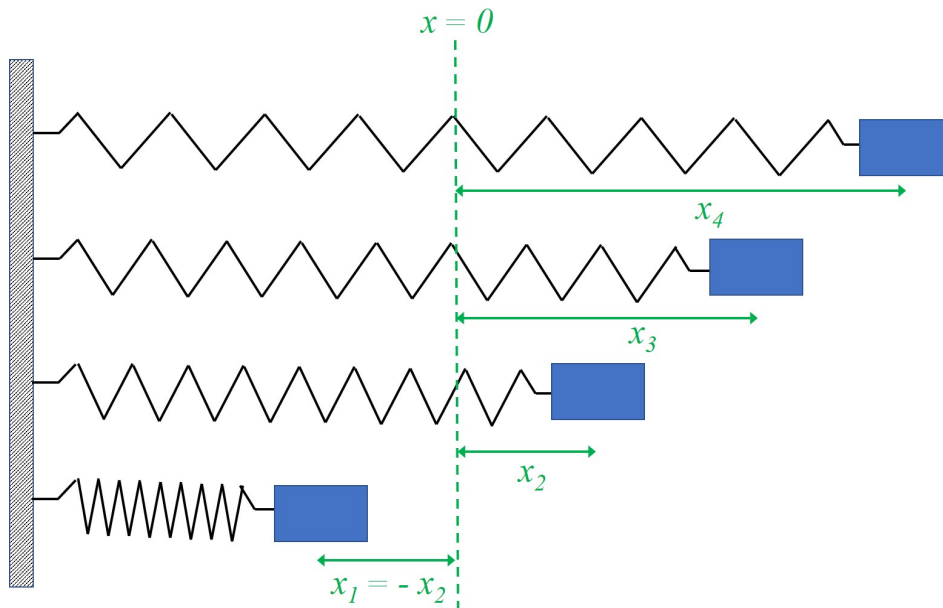
I et jordskjelvutsatt område har jordskorpa egensvingninger (resonans) med en periode på 53 min, og en Q -faktor på 400. Etter et kraftig jordskjelv, kan man registrere svingebevegelser i mer enn 2 måneder. Dersom vibrasjonsenergien som utløses av selve jordskjelvet er E_0 , hva er vibrasjonsenergien som gjenstår en uke etter at jordskjelvet inntraff?

Velg ett alternativ

- $0.1E_0$
- $0.03E_0$
- $0.05E_0$
- $0.07E_0$
- $0.01E_0$

Maks poeng: 1

26 Oppgave 26



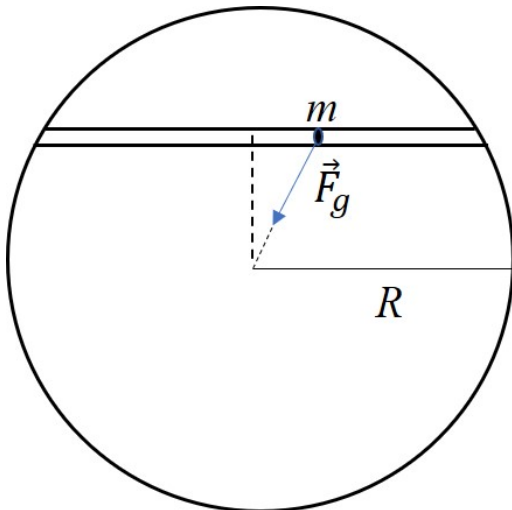
Fire identiske masser m er festet til en vegg med identiske fjærer. Massene forskyves fra likevektsposisjonen i $x=0$ til ulike utslagsposisjoner, x_i , $i=1,\dots,4$, som vist i figuren, og slippes samtidig med utgangshastigheter $v_1=v_2=v_3=v_4=0$. Det antas at det verken rår friksjon eller noen form for dempekraft, slik at de fire svingesystemene kan betraktes som uavhengige harmoniske oscillatorer. La t_i , $i=1,\dots,4$, være tiden det tar fra startøyeblikket i $t=0$ til hver av oscillatorene passerer likevektsposisjonen for første gang. Hva blir forholdet mellom de 4 tidene?

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

27 Oppgave 27



Vi tenker oss at vi har boret en tunnel gjennom jordkloden, som vist i figuren. Vi fører en liten masse m inn i tunnelen, og slipper denne med en liten hastighet idet vi nærmer oss midtpunktet i tunnelen. Inne i tunnelen kan det vises at gravitasjonskrafta på den lille massen er gitt som $F_g = \frac{GM_J m r}{R^3}$, hvor M_J er jordmassen, og R jordradien, mens r er avstanden m befinner seg i, målt radielt utover fra jordas sentrum.

Etter at vi har sluppet massen, slik som nevnt ovenfor, observerer vi at massen begynner å oscillere om midtpunktet i tunnelen. Hva blir svingeperioden til oscillatoren? (NB! Vi antar, noe spekulativt, at massen kan bevege seg friksjonsfritt langs tunnelveggen.)

Velg ett alternativ

- 84 min.
- 54 min.
- 100 min.
- 72 min.
- 37 min.

Maks poeng: 1

28 Oppgave 28

En satellitt med masse $m = 100$ kg går i sirkulær bane om jorda, i en høyde 400 km over jordoverflaten. Jordas masse er 6×10^{24} kg, og gjennomsnittlig jordradius er 6371 km. Hva blir satellittens omløpstid/periode?

Velg ett alternativ

- 75.4 min
- 92.4 min
- 57.4 min
- 84.4 min
- 66.4 min

Maks poeng: 1

29 Oppgave 29

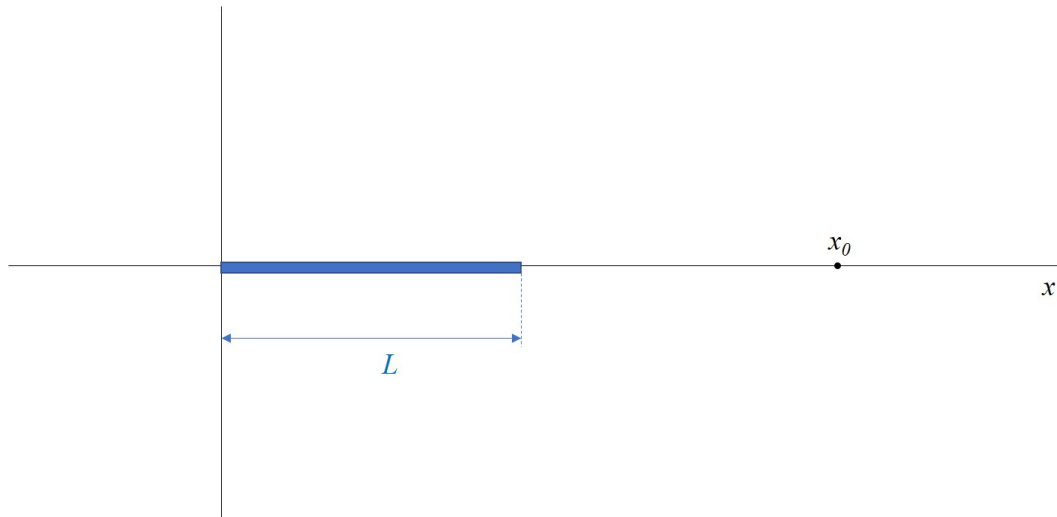
Hva blir den totale mekaniske energien $E = K + U$ for satellitten i forrige oppgave? (Sett).

Velg ett alternativ

- 5.9 GJ
- 2.9 GJ
- 0
- 2.9 GJ
- 5.9 GJ

Maks poeng: 1

30 Oppgave 30



En rett stang med masse M og lengde L er plassert langs x -aksen, slik at endepunktene ligger i 0 og L . Staven har ikke-uniform lineær massetetthet λ , der a er en konstant. Hvilket av uttrykkene under svarer til gravitasjonsfeltet fra staven i en posisjon $x_0 > L$?

(Hint: Ta utgangspunkt i λ , hvor r er avstanden fra beregningspunktet x_0 til massebidragene dm , og integrer opp feltet over lengden av stanga).

Velg ett alternativ

-
-
-
-
-

Maks poeng: 1

31 Oppgave 31

Oppgave 31-33:

En partikkel med masse m og hastighet $v=0.8c$ kolliderer fullstendig uelastisk med en tilsvarende partikkel som ligger i ro. Etter kollisjonen består systemet kun av en partikkel med masse M som beveger seg med hastighet v_1 . Hva blir v_1 ?

Velg ett alternativ

- 0.3 c
- 0.5 c
- 0.4 c
- 0.2 c
- 0.6 c

Maks poeng: 1

32 Oppgave 32

Hva blir resultantmassen M i forrige oppgave?

Velg ett alternativ

- 2.5 m
- 2.0 m
- 1.9 m
- 2.3 m
- 2.6 m

Maks poeng: 1

33 Oppgave 33

Hva blir den kinetiske energien til resultantpartiklen M ?

Velg ett alternativ

- 0.36 mc^2
- 0.49 mc^2
- 0.25 mc^2
- 0.63 mc^2
- 0.54 mc^2

Maks poeng: 1