

TFY4104/TFY4125 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Test 6.

Oppgave 1

CO₂-molekylet er lineært, O = C = O, med CO bindingslengde (ca) 1.16 Å. (1 Å = 10⁻¹⁰ m.) Praktisk talt hele massen til hvert atom er samlet i den bittelille kjernen, så fordelingen av masse i molekylet kan beskrives med tre punktmasser, der $m = 12.01u$ for karbon og $M = 16.00u$ for oksygen. ($1u = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg.) Vi legger molekylet på z -aksen, med karbonatomet i origo. Hva er da molekylets treghetsmoment I_z (dvs med hensyn på z -aksen)?

- A Null
- B $16.2u\text{\AA}^2$
- C $21.5u\text{\AA}^2$
- D $43.1u\text{\AA}^2$
- E $59.2u\text{\AA}^2$

Oppgave 2

Med plassering som i forrige oppgave, hva er I_x , dvs CO₂-molekylets treghetsmoment mhp x -aksen? (Og av symmetrigrunner er selvsagt $I_y = I_x$.)

- A Null
- B $16.2u\text{\AA}^2$
- C $21.5u\text{\AA}^2$
- D $43.1u\text{\AA}^2$
- E $59.2u\text{\AA}^2$

Oppgave 3

Ozonmolekylet, O₃, er ikke lineært. (Og heller ikke med form som en likesidet trekant.) Bindingsvinkelen O-O-O er ca 116.8 grader, og bindingslengden O-O er ca 1.28 Å. Med det sentrale oksygenatomet og molekylets massesenter (CM) plassert på x -aksen, hva er molekylets treghetsmoment I_x , dvs med hensyn på x -aksen?

- A Null
- B $26.2u\text{\AA}^2$
- C $38.0u\text{\AA}^2$
- D $52.4u\text{\AA}^2$
- E $78.6u\text{\AA}^2$

Oppgave 4

Hva er treghetsmomentet til ei kvadratisk plate med masse M (uniformt fordelt - underforstått med mindre noe annet er opplyst) og sidekanter L , med hensyn på en akse gjennom CM, normalt på plata? (Tips: $\rho^2 = x^2 + y^2$, $dm = M dx dy / L^2$.)

- A $ML^2/12$
- B $ML^2/8$
- C $ML^2/6$
- D $ML^2/4$
- E $ML^2/3$

Oppgave 5

Hva er treghetsmomentet til ei kvadratisk plate med masse M og sidekanter L , mhp en akse gjennom CM, i platas plan, normalt på to av platas sidekanter? (Tips: $\rho^2 = y^2$, $dm = M dy / L$.)

- A $ML^2/12$
- B $ML^2/8$
- C $ML^2/6$
- D $ML^2/4$
- E $ML^2/3$

Oppgave 6

Hva er treghetsmomentet til ei kvadratisk plate med masse M og sidekanter L , mhp en akse gjennom CM, i platas plan, langs platas diagonal? (Tips: Legg diagonalen langs x -aksen, i xy -planet. Tegn figur! Regn først ut I_x for den fjerdedelen som ligger i kvadranten der $x > 0$ og $y > 0$. Del denne inn i tynne striper med høyde $L/\sqrt{2} - y$, bredde dy , avstand $\rho = y$ til x -aksen, og dermed masse $dm = M dy (L/\sqrt{2} - y) / L^2$.)

- A $ML^2/12$
- B $ML^2/8$
- C $ML^2/6$
- D $ML^2/4$
- E $ML^2/3$

Oppgave 7

Et sykkelhjul med masse 5.0 kg jevnt fordelt rundt felgen i avstand 30 cm fra sentrum settes i rotasjon ved at en konstant kraft på 45 N får virke på hjulet i et halvt sekund. Kraften angriper i og har retning tangentielt til felgen. Eikenes masse er mye mindre enn felgmassen og kan derfor neglisjeres. Hva blir sykkelhjulets vinkelhastighet når kraften har virket det halve sekundet?

- A 5 radianer pr sekund
- B 10 radianer pr sekund
- C 15 radianer pr sekund
- D 20 radianer pr sekund
- E 25 radianer pr sekund

Oppgave 8

En hul sylinder med masse 0.1 kg ruller uten å gli nedover et skråplan med akselerasjon 0.6 m/s^2 . Hvor stor er friksjonskraften fra skråplanet på sylindere?

- A 0.06 N
- B 0.30 N
- C 0.60 N
- D 0.90 N
- E 1.15 N

Oppgave 9

Hva er helningsvinkelen på skråplanet i forrige oppgave?

- A 7 grader
- B 13 grader
- C 19 grader
- D 25 grader
- E 31 grader

Oppgave 10

Ei kasse med kubisk form (alle sidekanter like lange) står på et lastebilplan. Statisk friksjonskoeffisient mellom underlaget og kassa er 1.3. Lastebilplanet heves langsomt slik at helningsvinkelen blir større og større. Hva vil skje?

- A Kassa begynner å gli når helningsvinkelen overstiger 28 grader.
- B Kassa velter når helningsvinkelen overstiger 28 grader.
- C Kassa begynner å gli når helningsvinkelen overstiger 45 grader.
- D Kassa velter når helningsvinkelen overstiger 45 grader.
- E Kassa begynner å gli når helningsvinkelen overstiger 52 grader.

Oppgave 11

På en jojo med masse M er ei snor med neglisjerbar masse viklet opp rundt en aksling med radius R . Jojoen har treghetsmoment I_0 mhp (den åpenbare) rotasjonsaksen. Snora festes i taket, og jojoen slippes, slik at den vikles av snora uten at snora glir relativt akslingen. Hvor stor blir jojoens akselerasjon a ?

- A $a = g(1 + I_0/MR^2)$
- B $a = g(1 - I_0/MR^2)$
- C $a = g/(1 + I_0/MR^2)$
- D $a = g/(1 - I_0/MR^2)$
- E $a = g$

Oppgave 12

Ei tynn stang med masse M (uniform masse pr lengdeenhet) og lengde L står i utgangspunktet rett opp og ned i tyngdefeltet. Stanga er festet til og kan rotere friksjonsfritt omkring en aksling i den nederste enden. Stangas treghetsmoment mhp en akse som faller sammen med denne akslingen er derfor $ML^2/3$. Stanga gis en ørliten dytt slik at den begynner å rotere om akslingen. Hva blir stangas vinkelakselerasjon α som funksjon av vinkelen ϕ mellom stanga og vertikalen (loddlinjen)?

- A $\alpha = (g/L) \sin \phi$
- B $\alpha = (g/3L) \tan \phi$
- C $\alpha = (2g/3L) \cos \phi$
- D $\alpha = (3g/7L) \tan \phi$
- E $\alpha = (3g/2L) \sin \phi$

Oppgave 13

Et hjul med radius R ruller uten å gli med konstant hastighet V bortover et flatt gulv, i positiv x -retning. Loddrett opp velges som positiv y -retning. Banen til et punkt P på periferien til hjulet har da koordinatene $x(t) = Vt - R \sin \omega t$ og $y(t) = R - R \cos \omega t$, dvs punktet P har kontakt med gulvet ved tidspunktet $t = 0$. Hva er akselerasjonen $a(t)$ til punktet P (i absoluttverdi)?

- A $a(t) = V^2/R$
- B $a(t) = \omega^2 R \cos \omega t$
- C $a(t) = \omega V \sin \omega t$
- D $a(t) = (V/t) \sin^2 \omega t$
- E $a(t) = V/t$

Oppgave 14

Ei kompakt kule ruller uten å gli med konstant hastighet bortover et flatt gulv. Luftmotstand kan neglisjeres. I hvilken retning virker nå friksjonskraften fra gulvet på kula?

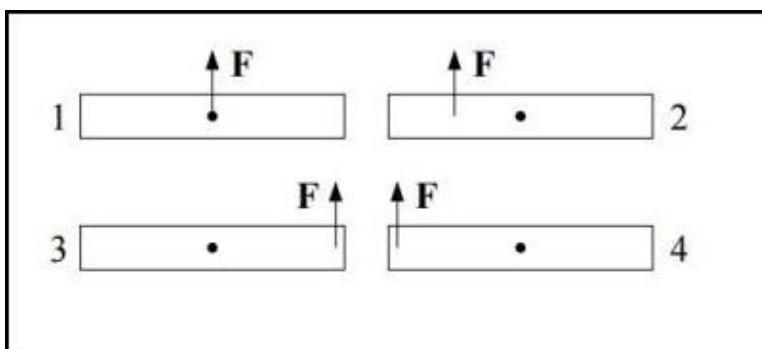
- A Loddrett oppover
- B Loddrett nedover
- C I motsatt retning av kulas hastighet
- D I samme retning som kulas hastighet
- E Friksjonskraften er null

Oppgave 15

Ei kompakt kule sendes avgårde oppover et skråplan slik at den ruller uten å gli. I hvilken retning virker friksjonskraften fra skråplanet på kula?

- A Oppover langs skråplanet
- B Nedover langs skråplanet
- C Loddrett på skråplanet, oppover
- D Loddrett på skråplanet, nedover
- E Friksjonskraften er null

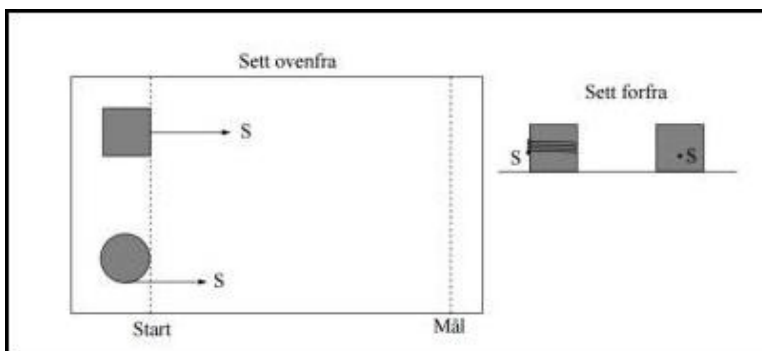
Oppgave 16



Figuren viser fire like staver som utsettes for samme ytre kraft F , men med ulike angrepspunkt. Hva kan du da si om absoluttverdien A_i til akselerasjonen til massesenteret til stav nr i ($i = 1, 2, 3, 4$)?

- A $A_1 > A_2 > A_3 = A_4$
- B $A_1 = A_2 = A_3 = A_4$
- C $A_1 < A_2 < A_3 = A_4$
- D $A_1 = A_2 < A_3 = A_4$
- E $A_1 > A_2 = A_3 > A_4$

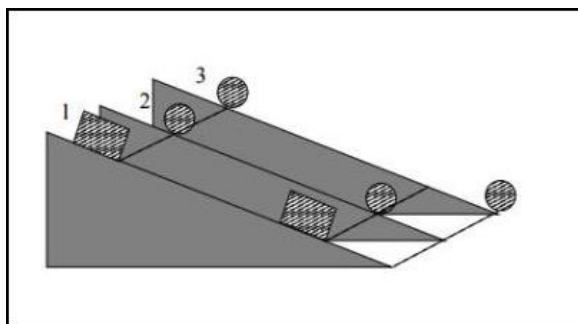
Oppgave 17



Figuren viser en kloss og en spole med like stor masse. De trekkes med samme snordrag S mot høyre. Snora er viklet flere ganger rundt spolen (som på ei trådsnelle). På klossen er snora festet litt under midten på den ene sideflaten. Det er ingen friksjon mot underlaget. Hvilket legeme bryter mållinjen først? Roterer spolen når den bryter mållinjen?

- A Klossen bryter mållinjen først. Spolen roterer.
 B Klossen bryter mållinjen først. Spolen roterer ikke.
 C Klossen og spolen bryter mållinjen samtidig. Spolen roterer.
 D Klossen og spolen bryter mållinjen samtidig. Spolen roterer ikke.
 E Spolen bryter mållinjen først. Spolen roterer.

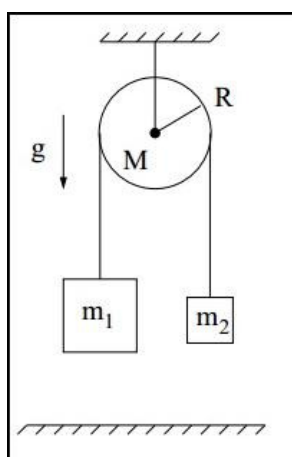
Oppgave 18



En kloss (legeme 1) og to legemer som kan rulle (nr 2 og 3) har alle like stor masse. Klossen glir, de to andre ruller rent. De tre slippes samtidig fra samme høyde på skråplanet. Legeme 3 når bunnen av skråplanet først, nr 1 og 2 har kommet like langt men er ennå ikke helt nede. Ranger friksjonskreftene fra skråplanet på de tre legemene.

- A $f_1 = f_2 > f_3$
 B $f_1 > f_2 > f_3$
 C $f_2 < f_1 < f_3$
 D $f_1 = f_2 < f_3$
 E $f_1 = f_2 = f_3$

Oppgave 19



Figuren viser en *Atwoods maskin* som består av to lodd med masser m_1 og $m_2 < m_1$ forbundet med ei tilnærmet masseløs snor som er lagt over ei skive med masse M og radius R . Skivas treghetsmoment om akslingen er $I_0 = MR^2/2$. Friksjon gjør at snora ikke glir relativt skiva. Friksjon i akslingen kan neglisjeres. De to loddene holdes i utgangspunktet i ro, med stram snor. Deretter slippes loddene. Hvilken vei går bevegelsen, og hva kan du si om snordragene S_1 og S_2 på hhv venstre og høyre side?

- A Nr 1 går ned, nr 2 går opp. $S_1 = S_2$.
- B Nr 2 går ned, nr 1 går opp. $S_1 = S_2$.
- C Nr 1 går ned, nr 2 går opp. $S_1 > S_2$.
- D Nr 1 går ned, nr 2 går opp. $S_1 < S_2$.
- E Nr 1 går opp, nr 2 går ned. $S_1 < S_2$.

Oppgave 20

Hvis du måler loddenes hastighet v i forrige oppgave, kan du umiddelbart konkludere med at skiva roterer med vinkelhastighet

- A v^2/R
- B v/R
- C vR
- D R/v
- E v/R^2

Oppgave 21

Hva er nå systemets (dvs skive + to lodd) totale dreieimpuls relativt skivas massesenter?

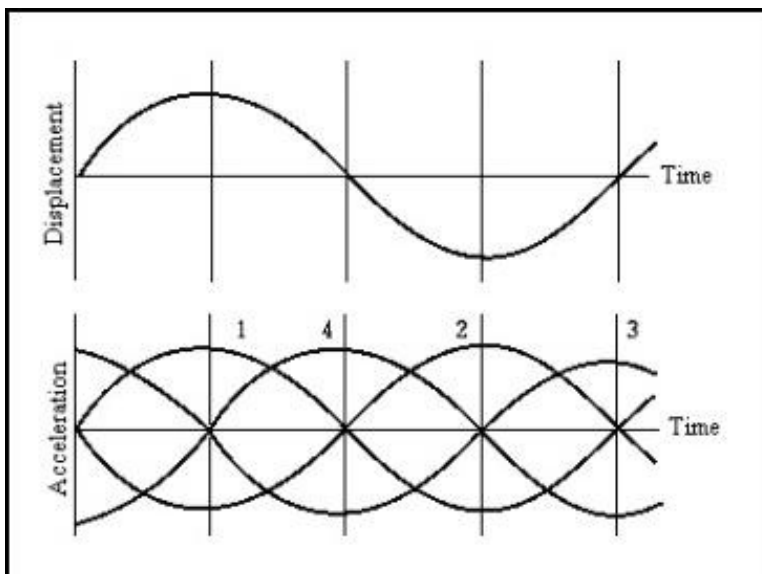
- A $L = (m_1 + m_2 + M/2)vR$
- B $L = MvR/2$
- C $L = (m_1 - m_2 + M/2)vR$
- D $L = (m_1 + m_2)vR$
- E $L = MR^2/2$

Oppgave 22

Anta nå at det ikke er friksjon mellom snora og skiva i Atwood-maskinen ovenfor. La $b = m_2/m_1 < 1$ betegne forholdet mellom de to loddmassene. Hva blir loddenes akselerasjon a ?

- A $a = g$
- B $a = g(1 - b)$
- C $a = g(1 + b)/(1 - b)$
- D $a = g(1 + b)(1 - b)$
- E $a = g(1 - b)/(1 + b)$

Oppgave 23



Den øverste grafen viser posisjon som funksjon av tid for en partikkel i harmonisk svingning. Hvilken av de nederste kurvene viser da partikkelens akselerasjon som funksjon av tid?

- A Graf nr 1
- B Graf nr 2
- C Graf nr 3
- D Graf nr 4
- E Ingen av dem

Oppgave 24

Akselerasjonen $a(t)$ til en masse som svinger harmonisk langs x -aksen er gitt ved $a(t) = -40x(t)$, der $x(t)$ er massens posisjon, og alle størrelser og tallverdier inngår i SI-enheter. Hva er da svingningens periode (svingetid) T ?

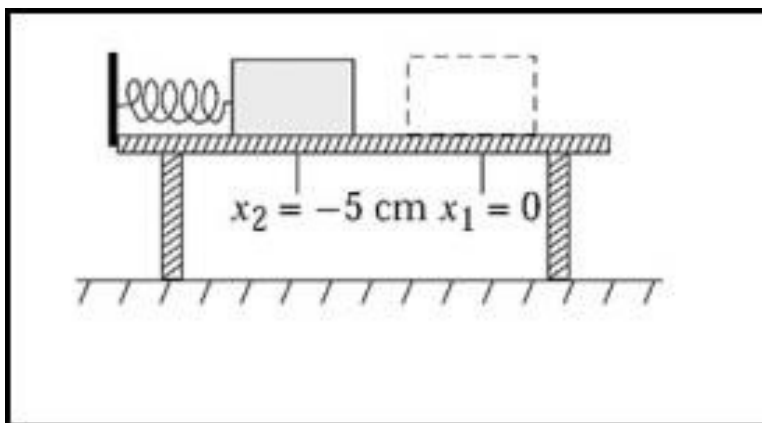
- A $T = 1.0$ s
- B $T = 2.0$ s
- C $T = 3.0$ s
- D $T = 4.0$ s
- E $T = 5.0$ s

Oppgave 25

En masse er festet til ei masseløs fjær og svinger harmonisk med amplitude 4.0 cm. Når massen er 2.0 cm fra sin likevektsstilling, hvor stor brøkdel utgjør den potensielle energien av den totale energien?

- A $1/2$
- B $1/3$
- C $1/4$
- D $1/5$
- E $1/6$

Oppgave 26



En kloss med masse 2.5 kg har starthastighet v og glir på et bord, uten friksjon, med retning mot ei fjær med fjærkonstant 500 N/m . Fjæras maksimale sammenpressing blir 5.0 cm . Hvor stor starthastighet v hadde da klossen?

- A 0.71 m/s
- B 1.00 m/s
- C 1.40 m/s
- D 1.55 m/s
- E 1.70 m/s

Oppgave 27



Prinsippet for en mekanisk klokke er et hjul med treghetsmoment I festet til ei spiralfjær som virker på hjulet med et dreiemoment τ som er proporsjonalt med hjulets dreining θ (målt i radianer, selvsagt) relativt spiralfjæras likevektsstilling, $\tau = -D\theta$. Her er D spiralfjæras torsjonsstivhet. Hva blir hjulets svingetid T for periodiske (harmoniske) svingninger omkring likevektsstillingen?

- A $T = 2\pi\sqrt{I/D}$
- B $T = \sqrt{I/D}/2\pi$
- C $T = 2\pi\sqrt{D/I}$

D $T = \sqrt{D/I}/2\pi$
 E $T = 2\pi\sqrt{DI}$

Oppgave 28

Ei kompakt kule med masse 1.0 kg og radius 5.0 cm henger i ei tilnærmet masseløs snor med lengde 2.5 cm. Hva blir kulas svingetid (periode) for harmoniske svingninger med små utsving? (For kompakt kule er $I_0 = 2MR^2/5$.)

- A 0.2 s
- B 0.4 s
- C 0.6 s
- D 0.8 s
- E 1.0 s

Oppgave 29



Denne juletrekula har radius R og henger i en tynn tråd med lengde R . Hva blir juletrekulas svingetid når katten Petter såvidt når opp og gir den en dask med poten sin? ($I_0 = 2MR^2/3$)

- A $2\pi\sqrt{R/3g}$
- B $2\pi\sqrt{R/g}$
- C $2\pi\sqrt{5R/3g}$
- D $2\pi\sqrt{7R/3g}$
- E $2\pi\sqrt{3R/g}$

Oppgave 30

I en dempet, fri svingning med fjærkraft $-kx$ og friksjonskraft (dempingskraft) $-b\dot{x}$ (der $x(t)$ er utsvinget) vil oscillatorens mekaniske energi $E = m\dot{x}^2/2 + kx^2/2$ avta med tiden t . Tapt mekanisk energi pr tidsenhet, $|dE/dt|$, er da proporsjonal med...

- A ... utsvinget x
- B ... hastigheten $\dot{x}$
- C ... produktet av x og $\dot{x}$
- D ... kvadratet av utsvinget, x^2
- E ... kvadratet av hastigheten, $\dot{x}^2$

Oppgave 31



Stolen i ISS har masse 42 kg og svinger opp og ned som en enkel harmonisk oscillator med periode 0.79 s uten astronauten på. Med astronauten på er perioden 1.36 s. Hva er astronautens masse?

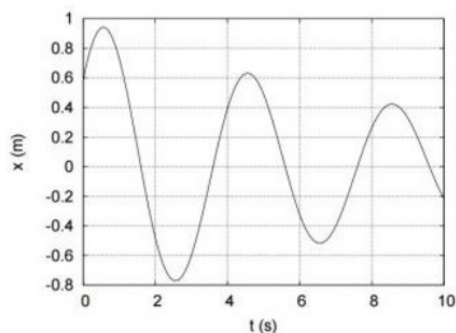
- A 72 kg
- B 77 kg
- C 82 kg
- D 87 kg
- E 92 kg

Oppgave 32

En kloss med masse m ligger på et bord og er festet til ei ideell fjær med fjærkonstant k . Friksjonskoeffisientene mellom kloss og bord er μ_s (statisk) og μ_k (kinetisk). Klossen trekkes en avstand A ut fra likevekt (slik at fjæra strekkes) og slippes med null starthastighet. Hvilke(t) krav må vi stille til A for at klossen skal begynne å gli?

- A $A > \mu_s mg/k$
- B $A < \mu_s mg/k$
- C $A > gk/\mu_s m$
- D $A < gk/\mu_s m$
- E $A > mg/\mu_s k$

Oppgave 33



Figuren ovenfor viser en dempet svingning der utsvinget er gitt som

$$x(t) = Ae^{-t/\tau} \cos(\omega t + \phi).$$

Hva er omtrent $\ddot{x}(0)$ for denne oscillatoren?

- A $+1.5 \text{ m/s}^2$
- B -1.5 m/s^2
- C $+15 \text{ m/s}^2$
- D -15 m/s^2
- E -22 m/s^2

Oppgave 34

Anslå dempingstiden τ i uttrykket for $x(t)$ i forrige oppgave.

- A ca 5 s
- B ca 10 s
- C ca 15 s
- D ca 20 s
- E ca 25 s

Oppgave 35

Vi betrakter frie svingninger i en enkel udempet endimensjonal harmonisk oscillator, mer presist en masse m festet til ei ideell fjær med fjærkonstant k . Hvilken av påstandene nedenfor er da feil?

- A Den totale mekaniske energien endrer seg ikke med tiden.
- B Den kinetiske energien oscillerer med periode $2\pi\sqrt{m/k}$.
- C En doubling av massen reduserer svingefrekvensen med i underkant av tredve prosent.
- D Massens utsving fra likevekt og dens akselerasjon er i motfase.
- E Massens utsving fra likevekt og dens hastighet har en faseforskjell på nitti grader.