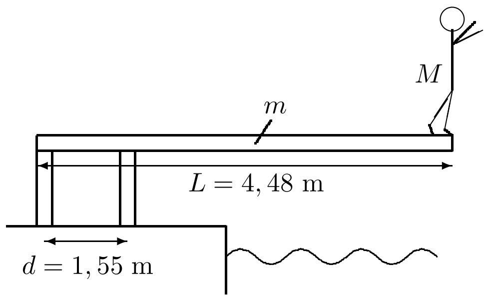
Institutt for fysikk 2006

TFY4145/FY1001 Mekanisk fysikk
Øving 12

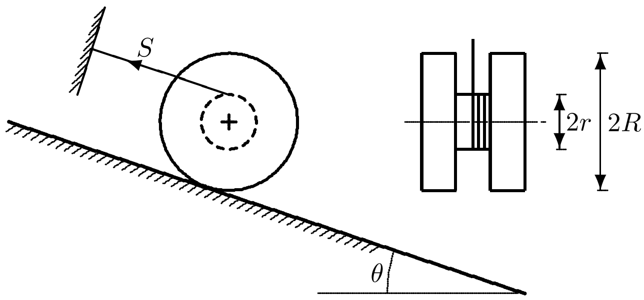
Veiledning: Tors. 16. nov. kl. 14-16(TFY4145, Grp 1+2); fred. 17. nov. kl. 10-12(TFY4145) og 12-14(FY1001)
Innlevering: Mandag 20. nov. kl. 14:00.
Formler oppgitt på siste side i oppgavesettet, på den formen det blir gitt til eksamen.

Oppgave 1.

En stuper med masse $M = 60,0$ kg står på enden av et uniformt, stivt, stupebrett av lengde $L = 4,48$ m og masse $m = 14,5$ kg, som vist på figuren. Stupebrettet er festet til to støtter, som er $d = 1,55$ m fra hverandre. Finn krafta i hver av de to støttene.



Oppgave 2. Denne oppgaven ble presentert/demonstrert i forelesning 2.nov, her kommer oppgaven som helhet:



Ei snelle – to hjul med radius R forbundet med en aksel med radius r ligger på et skråplan med helningsvinkel θ. Ei snor er vikla om akselen, og strukket parallellt med skråplanet til et festepunkt P på oversida av det lille hjulet.

Snellas treghetsmoment om aksen er I, massen er M, statisk friksjonskoeffisient mot skråplanet er μ_S og kinetisk friksjonskoeffisient (glidende friksjon) er μ_K, der $\mu_K < \mu_S$.

Skråplanet bikkes (helningsvinkelen økes) og ved en helningsvinkel $\theta = \theta_0$ begynner snella å gli .

a. Ved $\theta = \theta_0$ like før den starter å gli er snella i likevekt (i ro). Finn herfra uttrykk for vinkelen θ_0 og for strekket S i snora rett før snella begynner å gli. De skal kunne skrives på form $\theta_0 = \arctan\left[\mu_S\left(1 + R/r\right)\right]$ og $S = Mg\,\mu_S \cos\theta_0 \cdot R/r$ (og hermed har du fasitsvaret...!).

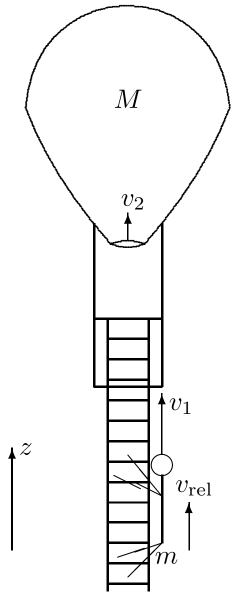
b. Finn så uttrykk for strekket S_1 i snora når snella har begynt å gli – dvs. å bevege seg lineært nedover samtidig som den roterer. Helningsvinkelen holdes på fast vinkel θ litt større enn θ_0.
(Tips: Nå kan du regne friksjonskrafta og vinkelen som kjent. Total kraft og totalt kraftmoment er forbundet med lineær akselerasjon og vinkelakselerasjon.)

Oppgave 3.

En mann med masse $m = 75$ kg henger i en taustige under en ballong med masse $M = 550$ kg, som vist i figuren. Ballongen er i ro i forhold til bakken.

a. Mannen begynner å klatre oppover med hastigheten $v_{\rm rel} = 0,20$ m/s i forhold til taustigen. Dette gir mannen og ballongen en hastighet i forhold til jorda på henholdsvis v_1 og v_2. Hva blir hastigheten v_2 til ballongen? Hvilken retning har v_2?

b. Hva skjer med bevegelsen til ballongen dersom mannen stopper å klatre?



Oppgave 4. **Gravitasjon.**

En satelitt med masse $m = 5000$ kg går i en sirkulær bane i en høyde 8000 km over jordoverflata. Den blir utsatt for atmosfærisk friksjon slik at banehøyden over tid reduseres til 650,0 km. Anta at banen til enhver tid er sirkulær. Finn forandringen i

a. satelittens hastighet,

b. satelittens kinetiske energi,

c. satelittens potensielle energi,

d. satelittens totale mekaniske energi.

OPPGITT: Jordas masse $M_\mathrm{j} = 5,974 \cdot 10^{24}$ kg. Jordas radius $R_\mathrm{j} = 6378$ km.

Oppgave 5. **Noen flervalgsoppgaver**

Kun ett av svarene (A, B, C, D, E) er rett. Rett svar gir 5 p, galt svar gir 0 p og ubesvart (blank) gir 1 p.

a. Hvis potensiell energi ($U = E_\mathrm{p}$) varierer med avstand r fra origo som vist i Figur A, så er krafta gitt ved følgende kurve i Figur B

A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

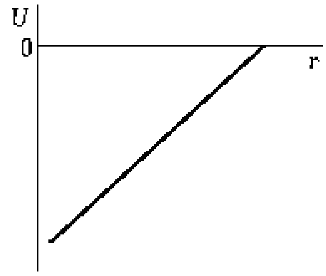


Figure A

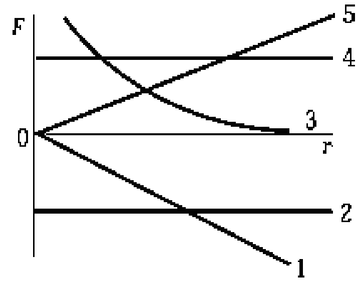


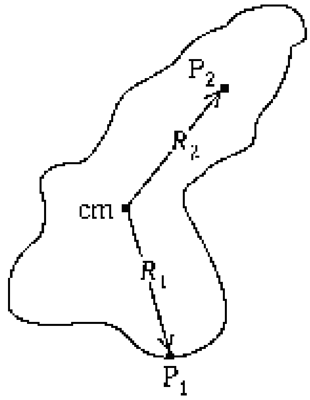
Figure B

b. To baller blir sluppet fra samme høyde 6,0 m. Ball A spretter opp til en høyde 4,0 m mens ball B spretter opp til 2,0 m. Hvilken ball mottar den største impulsen (får størst endring i bevegelsesmengden) i løpet av kollisjonen mot golvet? Se bort fra luftmotstand.
A) ball A
B) ball B
C) De får begge samme impulsen
D) Umulig å vite uten å vite massen til ballene.
E) Umulig å vite uten å vite lengden på kollisjonen.

c. En **horisontal** kraft $\vec{\boldsymbol{F}}$ blir brukt for å skyve en gjenstand med masse m oppover et skråplan. Vinkelen mellom skråplanet og horisontalplanet er θ. Normalkrafta som virker fra skråplanet på massen m har størrelse:
A) $mg\cos\theta + F\cos\theta$
B) $mg\cos\theta$
C) $mg\cos\theta + F\sin\theta$
D) $mg\cos\theta - F\cos\theta$
E) Umulig å bestemme uten å vite friksjonskoeffisient og/eller akselerasjon.

d. For legemet vist i figuren er $R_1 = R_2$ og "cm" er massesenteret (tyngdepunktet) til legemet. Treghetsmomentet om en akse gjennom punktet P1 er I_1, treghetsmomentet om en akse gjennom punktet P2 er I_2 og treghetsmomentet om en akse gjennom cm er I_cm. Alle aksene er parallelle. Relasjonen mellom de ulike treghetsmoment er

A) $I_1 = I_2 > I_\mathrm{cm}$
B) $I_1 = I_2 < I_\mathrm{cm}$
C) $I_1 > I_2 > I_\mathrm{cm}$
D) $I_1 < I_2 > I_\mathrm{cm}$
E) $I_1 = I_2 = I_\mathrm{cm}$



Utvalgte fasitsvar:
1: $F_\mathrm{A} = 1175$ N, $F_\mathrm{B} = 1905$ N; 3a: $-0,024$ m/s; 4a: 2266 m/s; 4c: $-14,50 \cdot 10^{10}$ J.

Inst. for fysikk 2006

TFY4145/FY1001 Mekanisk fysikk
Formelark

Formlenes gyldighetsområde og de ulike symbolenes betydning antas å være kjent. Symbolbruk som i forelesningene. Til eksamen vil bli oppgitt formelark omlag som denne, men det kan bli små justeringer. I tillegg finnes en mengde definisjoner og formler i Angell & Lian: Fysiske størrelser og enheter. Siste revisjon: 6.11.06

$g = 9,81\,\mathrm{m/s^2}$ Resten av konstantene hentes fra Angell & Lian: Fysiske størrelser og enheter.

$\vec{F}(\vec{r},t) = \frac{\mathrm{d}\vec{p}}{\mathrm{d}t}$, der $\vec{p}(\vec{r},t) = m\vec{v} = m\dot{\vec{r}}$

Konstant a: $v = v_0 + at$ $\quad s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ $\quad v^2 - v_0^2 = 2as$

Kinetisk energi $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2}mv^2$

$E_\mathrm{p}(\vec{r})$ = potensiell energi (f.eks. tyngde: mgh, fjær: $\frac{1}{2}kx^2$) Konservativ kraft: $\vec{F} = -\vec{\nabla}E_\mathrm{p}(\vec{r})$

$|F_\mathrm{f}| \le \mu_\mathrm{s} \cdot F_\perp$ $\quad |F_\mathrm{f}| = \mu_\mathrm{k} \cdot F_\perp$ $\quad$ Luftmotstand o.l.: $\vec{F}_\mathrm{f} = -k_\mathrm{f}\vec{v}$

Massefellespunkt: $\vec{r}_\mathrm{M} = \frac{1}{M}\sum_i \vec{r}_i m_i \rightarrow \frac{1}{M}\int \vec{r}\cdot \mathrm{d}m$

$v = r\omega$ $\quad$ Sentripetalaksel. $a_\mathrm{c} = -v\omega = -\frac{v^2}{r} = -\omega^2 r$ $\quad$ Baneaksel. $a_\mathrm{t} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$

Kraftmoment $\vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F}$ $\quad$ Statisk likevekt: $\Sigma\vec{F}_i = \vec{0}$ $\quad \Sigma\vec{\tau}_i = \vec{0}$

Spinn (dreieimpuls) $\vec{L} = \vec{r}\times\vec{p}$ $\quad \vec{\tau} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\vec{L}$ $\quad$ Stive legemer: $\vec{L} = I\cdot\vec{\omega}$ $\quad \vec{\tau} = I\cdot\frac{\mathrm{d}\vec{\omega}}{\mathrm{d}t}$

Kinetisk energi $E_\mathrm{k} = \frac{1}{2}I\,\omega^2$ $\quad$ der treghetsmoment $I = \sum_i m_i r_i^2 \rightarrow \int r^2\mathrm{d}m$

Massiv kule: $I = \frac{2}{5}MR^2$ $\quad$ Ring: $I = MR^2$ $\quad$ Sylinder/skive: $I = \frac{1}{2}MR^2$ $\quad$ Kuleskall: $I = \frac{2}{3}MR^2$

Lang, tynn stav: $I = \frac{1}{12}M\ell^2$ $\quad$ Parallellakseteoremet: $I = I_\mathrm{cm} + Mh_\mathrm{cm}^2$

Gravitasjon: $\vec{F}_{12}(\vec{r}_{12}) = -G\frac{m_1 m_2}{r_{12}^2}\hat{r}_{12}$ $\quad E_\mathrm{p}(r) = -G\frac{M}{r}\cdot m$

Udempet svingning: $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ $\quad \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\quad T = \frac{2\pi}{\omega_0}$ $\quad f_0 = \frac{1}{T} = \frac{\omega_0}{2\pi}$

Pendel: $\ddot{\theta} + \omega_0^2\sin\theta = 0$, der $\sin\theta \approx \theta$ $\quad$ Fysisk: $\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{I}}$ $\quad$ Matematisk: $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$