Universitetet i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

Eksamen i fag BIT 100	:	FYSIKK
Tid for eksamen	:	Lørdag 18. februar 2012. kl. 0900 - 1400 .
Tillatte hjelpemidler	:	Bestemt enkel kalkulator.
Vedlagt	:	BIT100 Fysikk – formelark (s. 7–8). Tabell over treghetsmomenter til noen homogene stive legemer (s. 9).

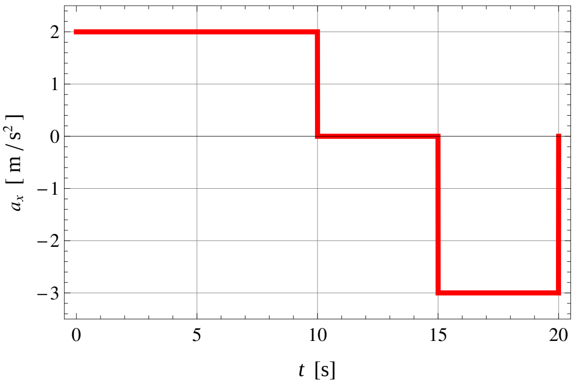
Oppgavesettet består av 6 oppgaver på 6 sider.

LYKKE TIL!

For tyngdens akselerasjon, g, nyttes verdien $g = 9.80\,\mathrm{m/s^2}$.

OPPGAVE 1.

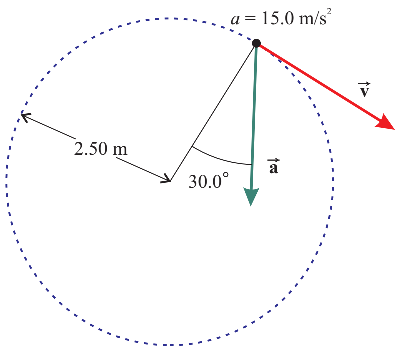
En partikkel starter sin bevegelse langs en rett linje fra en tilstand i ro ved tidspunktet $t = 0\,\text{s}$.
Partikkelen erfarer en akselerasjon, $a_x(t)$, som vist i figur 1.



Figur 1:

(a) Bestem partikkelens hastighet ved tidspunktet $t = 20\,\text{s}$.

En punktpartikkel beveger seg på en sirkelbane med radius $2.50\,\text{m}$, som vist i figur 2.
I det tidspunktet partikkelen er i den gitte posisjonen, er størrelsen på dens akselerasjon $|\vec{\mathbf{a}}| = 15.0\,\text{m/s}^2$. Akselerasjonsvektoren danner da en vinkel på $30.0°$ med retningen fra partikkelen til sirkelens sentrum.

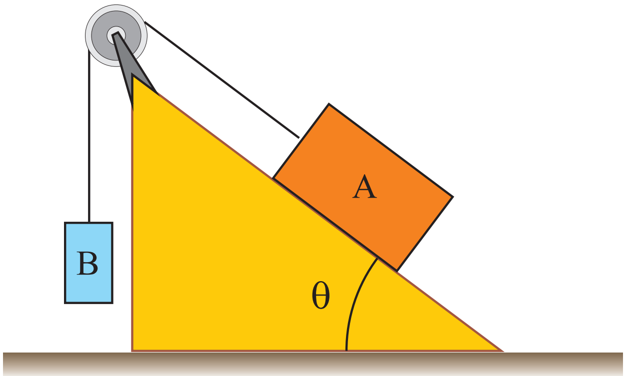


Figur 2:

(b) Bestem partikkelens banefart i det gitte tidspunktet.

OPPGAVE 2.

En blokk, A, med masse $m_A = 10.0\,\text{kg}$ holdes i ro på et skråplan som danner vinkelen $\theta = 36.9°$ med horisontalen. Blokk A er forbundet med en annen blokk, B, som har massen m_B, ved en masseløs snor. Snoren er lagt over en ideell trinse som vist i figur 3. Blokken B henger fritt.



Figur 3:

Den statiske friksjonskoeffisienten, μ_s, mellom blokk A og underlaget er $\mu_s = 0.400$.

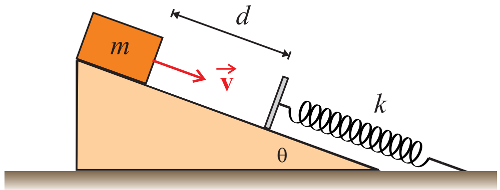
(a) Bestem det verdiområdet for massen m_B som medfører at systemet forblir i ro når det frigjøres.

Dersom massen til blokk B er $m_B = 10.0\,\text{kg}$, vil de to blokkene erfare en bevegelse med konstant akselerasjon. Kinetisk friksjonskoeffisient, μ_k, mellom blokk A og underlaget er $\mu_k = 0.300$.

(b) Bestem aktuell verdi for systemets akselerasjon og angi dets bevegelsesretning.

OPPGAVE 3.

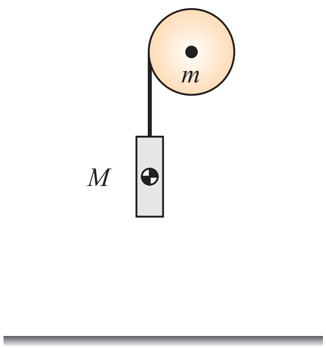
Et skråstilt friksjonsløst plan danner vinkelen $\theta = 20.0^\circ$ med horisontalen. En fjær med kraftkonstant $k = 500\,\mathrm{N/m}$ er festet slik at fjærens akse er parallell med planet. Se figur 4. En blokk med masse $m = 2.50\,\mathrm{kg}$ er plassert på planet i en avstand $d = 0.300\,\mathrm{m}$ fra fjæren. Fra denne posisjonen settes blokken i bevegelse nedover planet med en begynnelsesfart $v = 0.750\,\mathrm{m/s}$.



Figur 4:

(a) Hvor mye er fjæren blitt sammentrykket når blokken momentant kommer til ro?

Loddet i figur 5 henger i en snor som er viklet om en kompakt sylinder med uniform massefordeling. Snoren glipper ikke på sylinderflaten når systemet er i bevegelse.



Figur 5:

Loddet har massen $M = 12.0\,\mathrm{kg}$. Sylinderen har massen $m = 10.0\,\mathrm{kg}$. Sylinderen har en diameter som er $30.0\,\mathrm{cm}$. Sylinderen kan rotere friksjonsløst om en horisontal akse gjennom dens senter. Systemet, som opprinnelig er i ro, frigjøres og loddet begynner å falle.

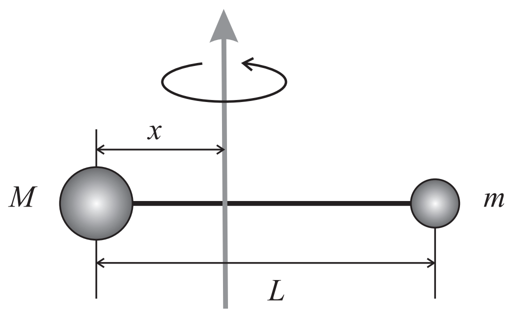
(b) Hvor langt har loddet beveget seg nedover når sylinderens kinetiske energi antar verdien $480\,\mathrm{J}$?

OPPGAVE 4.

Et objekt med masse $m_{\mathrm{A}} = 3.00\,\mathrm{kg}$ beveger seg med en hastighet $\vec{\mathbf{v}}_{\mathrm{A}} = (5.00\,\mathrm{m/s})\,\hat{\imath}$.
Et annet objekt med masse $m_{\mathrm{B}} = 2.00\,\mathrm{kg}$ beveger seg med en hastighet $\vec{\mathbf{v}}_{\mathrm{B}} = -(3.00\,\mathrm{m/s})\,\hat{\jmath}$.
De to objektene kolliderer og hefter seg til hverandre slik at de etter kollisjonen beveger seg som ett objekt.

(a) Bestem hastighetsvektoren til det sammensatte objektet *etter* kollisjonen.

To kuler med massene M og m er forbundet med en masseløs stang som vist i figur 6.



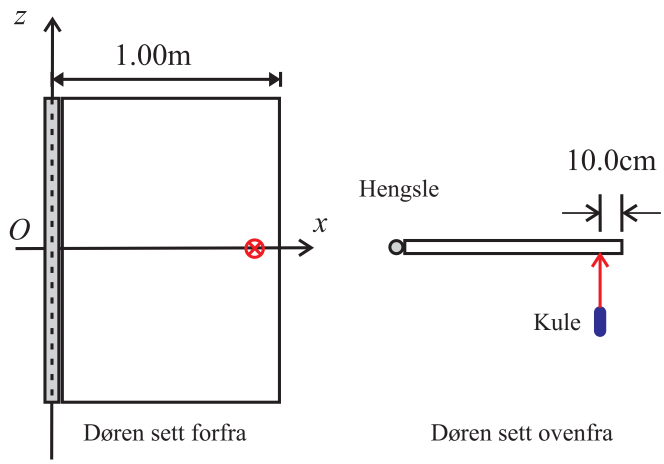
Figur 6:

Systemet kan rotere om en akse som står vinkelrett på stangen.

(b) Vis at systemets treghetsmoment har sin minste verdi, I_{min}, når rotasjonsaksen går gjennom dets massesenter: $x = x_{\mathrm{CM}}$.
Bestem aktuelt uttrykk for I_{min}.

OPPGAVE 5.

En kule med massen $m = 5.00 \times 10^{-3}\,\mathrm{kg}$ beveger seg horisontalt med en fart $v = 1.00 \times 10^{3}\,\mathrm{m/s}$. Kulen treffer en dør 10.0 cm fra den sidekanten som er lengst bort fra hengslene. Kulen setter seg fast i døren.



Figur 7:

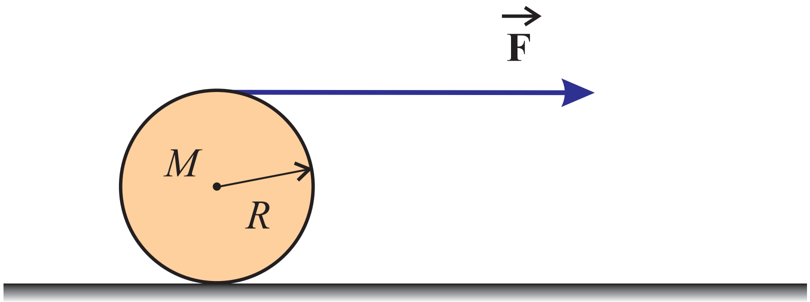
Dørens bredde er $L = 1.00\,\mathrm{m}$ og dens masse er $M = 18.0\,\mathrm{kg}$.
Døren svinger fritt om hengslene (z-aksen) uten energitap på grunn av friksjon.

(a) Bestem størrelse og retning til kulens spinn om punktet O (origo i koordinatsystemet) umiddelbart *før* kulen treffer døren.
Dette svarer til kulens spinn relativt til dørens rotasjonsakse.

(b) Vis at dørens treghetsmoment om dens rotasjonsakse har verdien $6.00\,\mathrm{kgm}^2$, og bestem dørens vinkelhastighet umidddelbart *etter* at den er truffet av kulen. En kan i dette punktet se bort i fra kulens masse.

OPPGAVE 6.

En snelle med tråd har massen M og radius R. Snellen kan betraktes som en uniform kompakt sylinder.
Tråden trekkes ut under anvendelse av en konstant kraft av størrelse $F = |\vec{\mathbf{F}}|$.



Figur 8:

Snellen glipper (sklir) ikke på underlaget under sin bevegelse, som dermed kan klassifiseres som *ren* rulling.

(a) Vis at størrelsen på snellens massesenterakselerasjon, a_{CM}, kan uttrykkes ved:

$$a_{\mathrm{CM}} = \frac{4}{3}\frac{F}{M}$$

(b) Bestem et uttrykk for størrelsen på friksjonskraften som virker på snellen. Angi også friksjonskraftens retning.

(c) Dersom snellen starter fra en tilstand i ro, bestem et uttrykk for massesenterfarten etter at den har forskjøvet seg en lengde d.

BIT100 Fysikk – formelark

Rotasjon om en fast akse	**Éndimensjonal bevegelse**
Vinkelhastighet $\omega = \frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$	Hastighet $v = \frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$
Vinkelakselerasjon $\alpha = \frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t}$	Akselerasjon $a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$
Resultantmoment $I\,\alpha = \sum_k \tau_k$	Resultantkraft $m\,a = \sum_k F_k$
$\alpha = \text{konstant} \begin{cases} \omega_f = \omega_i + \alpha\, t \\ \theta_f = \theta_i + \omega_i\, t + \frac{1}{2}\alpha\, t^2 \\ \omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\,\alpha\,(\theta_f - \theta_i) \\ \theta_f = \theta_i + \frac{1}{2}\,(\omega_i + \omega_f)\, t \end{cases}$	$a = \text{konstant} \begin{cases} v_f = v_i + a\, t \\ x_f = x_i + v_i\, t + \frac{1}{2}a\, t^2 \\ v_f^2 = v_i^2 + 2\,a\,(x_f - x_i) \\ x_f = x_i + \frac{1}{2}\,(v_i + v_f)\, t \end{cases}$
Arbeid $W = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau\,\mathrm{d}\theta$	Arbeid $W = \int_{x_i}^{x_f} F\,\mathrm{d}x$
Kinetisk energi $K = \frac{1}{2}\,I\,\omega^2$	Kinetisk energi $K = \frac{1}{2}\,m\,v^2$
Effekt $\mathcal{P} = \tau\,\omega$	Effekt $\mathcal{P} = F\,v$
Spinn $L = I\,\omega$	Bevegelsesmengde $p = m\,v$
Spinnsatsen $\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} = \sum_k \tau_k$	Newtons 2. lov $\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}t} = \sum_k F_k$

Generelle sammenhenger	
Bevegelse med konstant akselerasjon	$\begin{cases} \vec{\mathbf{v}}_f = \vec{\mathbf{v}}_i + \vec{\mathbf{a}}\, t \\ \vec{\mathbf{r}}_f = \vec{\mathbf{r}}_i + \vec{\mathbf{v}}_i\, t + \frac{1}{2}\,\vec{\mathbf{a}}\, t^2 \end{cases}$
Newtons 2. lov	$m\,\vec{\mathbf{a}} = \sum_k \vec{\mathbf{F}}_k$
Arbeid	$W = \int \vec{\mathbf{F}} \cdot \mathrm{d}\vec{\mathbf{r}}$
Arbeid-kinetisk energi teoremet	$\Delta K = W$
Bevegelsesmengde	$\vec{\mathbf{p}} = m\,\vec{\mathbf{v}}$
Newtons 2. lov	$\frac{\mathrm{d}\vec{\mathbf{p}}}{\mathrm{d}t} = \sum_k \vec{\mathbf{F}}_k$
Impuls	$\vec{\mathbf{I}} = \int \vec{\mathbf{F}}\,\mathrm{d}t$
Impuls-bevegelsesmengde teoremet	$\Delta\vec{\mathbf{p}} = \vec{\mathbf{I}}$
Massesenter	$\vec{\mathbf{r}}_{\text{CM}} = \frac{1}{M}\int \vec{\mathbf{r}}\,\mathrm{d}m$
Treghetsmoment	$I = \int r^2\,\mathrm{d}m$
Steiners sats (parallellakseteoremet)	$I = I_{\text{CM}} + M\,D^2$
Kraftmoment	$\vec{\boldsymbol{\tau}} = \vec{\mathbf{r}} \times \vec{\mathbf{F}}$
Spinn	$\vec{\mathbf{L}} = \vec{\mathbf{r}} \times \vec{\mathbf{p}}$
Spinnsatsen	$\frac{\mathrm{d}\vec{\mathbf{L}}}{\mathrm{d}t} = \sum_k \vec{\boldsymbol{\tau}}_k$
Sirkelbevegelse	$s = r\,\theta,\ v = r\,\omega,\ a_c = r\,\omega^2,\ a_t = r\,\alpha$

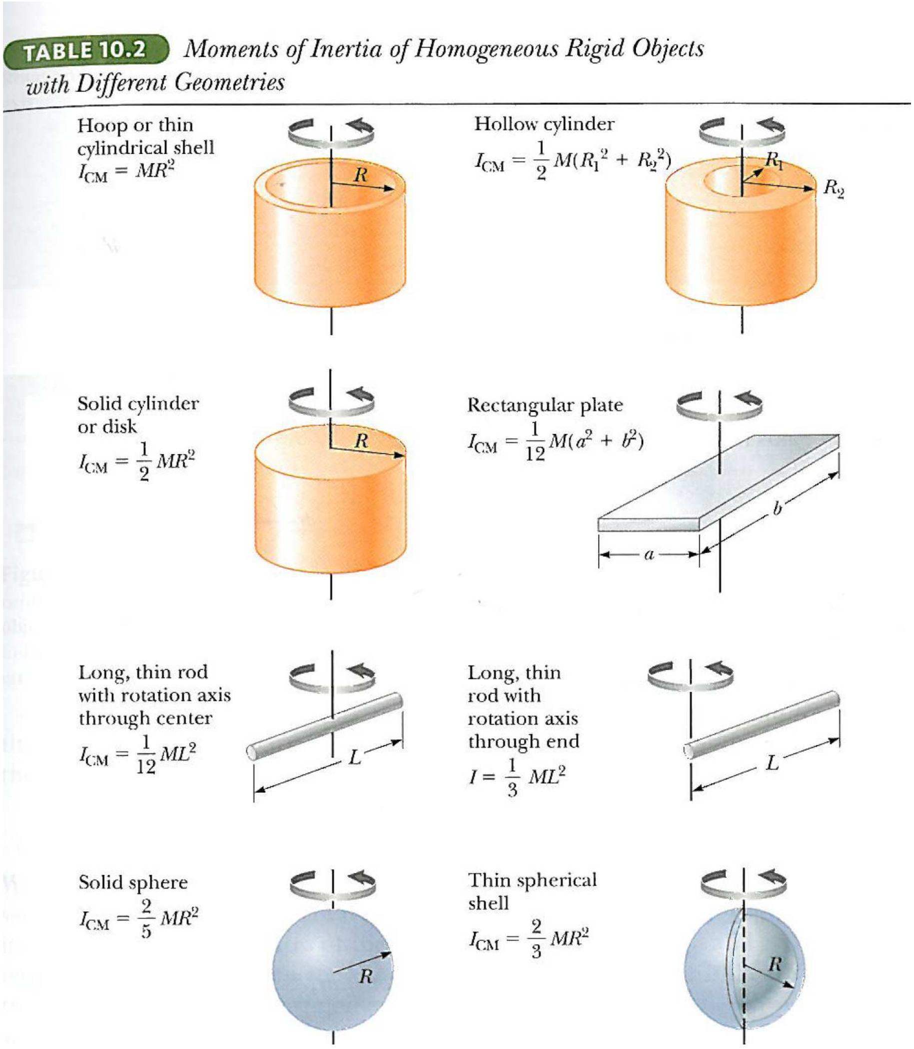
Matematiske sammenhenger

Vektorrelasjoner	
Prikkprodukt	$\vec{\mathbf{A}} \cdot \vec{\mathbf{B}} = \lvert\vec{\mathbf{A}}\rvert \, \lvert\vec{\mathbf{B}}\rvert \, \cos\phi$
Absoluttverdi av kryssprodukt	$\lvert\vec{\mathbf{A}} \times \vec{\mathbf{B}}\rvert = \lvert\vec{\mathbf{A}}\rvert \, \lvert\vec{\mathbf{B}}\rvert \, \sin\phi$

Trigonometri	
Definisjoner	$\tan\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$
Identiteter	$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$
	$\sin 2\alpha = 2\,\sin\alpha\,\cos\alpha$
	$\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 2\,\cos^2\alpha - 1 = 1 - 2\,\sin^2\alpha$
	$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha\,\cos\beta \pm \cos\alpha\,\sin\beta$
	$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha\,\cos\beta \mp \sin\alpha\,\sin\beta$
Deriverte	$\frac{\mathrm{d}\sin\alpha}{\mathrm{d}\alpha} = \cos\alpha$
	$\frac{\mathrm{d}\cos\alpha}{\mathrm{d}\alpha} = -\sin\alpha$

2. grads ligning	
Ligning	$a\,t^2 + b\,t + c = 0$
Løsning	$t = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4\,a\,c}}{2\,a}$

Ligningen for en rett linje	
Gitt to punkter på linjen	$y = y_1 + \dfrac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\,(x - x_1)$



Treghetsmoment til homogene stive legemer.
Tabell fra Jewitt & Serway: *Physics for Scientists and Engineers* Volume 1.