Universitetet
i Stavanger

## DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

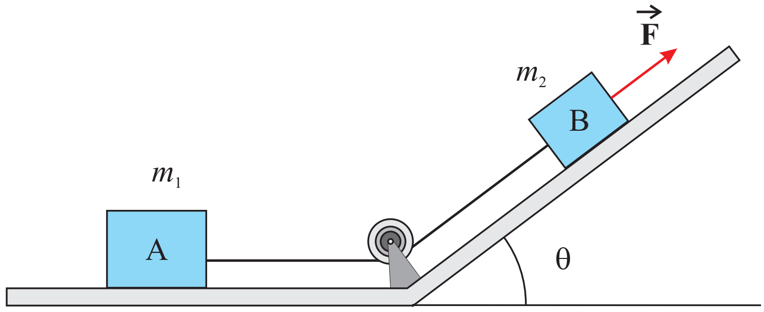
| | | |
|---|---|---|
| **Eksamen i fag BIT 100** | : | FYSIKK |
| **Tid for eksamen** | : | Onsdag 16. februar 2011.<br>kl. 0900 - 1400 . |
| **Tillatte hjelpemidler** | : | Bestemt enkel kalkulator. |
| **Vedlagt** | : | BIT100 Fysikk – formelark (s. 7–8).<br>Tabell over treghetsmomenter<br>til noen homogene stive legemer (s. 9). |

Oppgavesettet består av 6 oppgaver på 6 sider.

LYKKE TIL!

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

**OPPGAVE 1.**

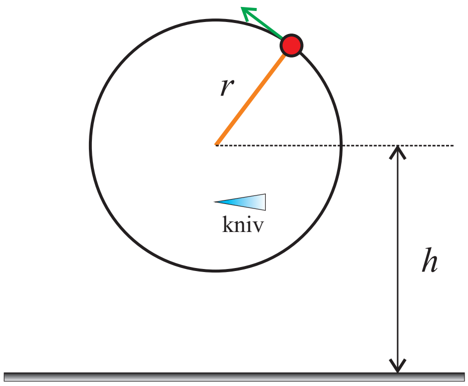



To kasser A og B med massene $m_1 = 3.00\,\text{kg}$ og $m_2 = 1.00\,\text{kg}$ er forbundet ved hjelp av en snor. Kassen A kan bevege seg på et horisontalt underlag, mens kassen B kan bevege seg på et skråplan. I det aktuelle oppsettet, vist i figuren ovenfor, har kraften $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ størrelsen $12.0\,\text{N}$. Den anvendes på kassen B. Kraften er parallell skråplanet, som danner en vinkel på $\theta = 36.9°$ med horisontalen. Trinse og snor er masseløse. En kan se bort fra friksjonskrefter i analysen.

(a) Tegn frilegemediagram for de to kassene A og B.

(b) Bestem størrelsen på akselerasjonen til de to kassene.

**OPPGAVE 2.**




En ball med masse $m = 100\,\mathrm{g}$ er festet til en snor med lengde $r = 60.0\,\mathrm{cm}$. Ballen beveger seg i en vertikal sirkel. Sirkelens sentrum er i en høyde $h = 2.00\,\mathrm{m}$ over det horisontale bakkenivået. Strekkraften i snoren, når ballen er i bunn av sirkelbanen, er $T = 5.00\,\mathrm{N}$. En skarp kniv settes plutselig inn slik at snoren kuttes rett under sirkelsenteret.

(a) Vis at ballens fart, i det øyeblikket snoren kuttes, kan uttrykkes ved

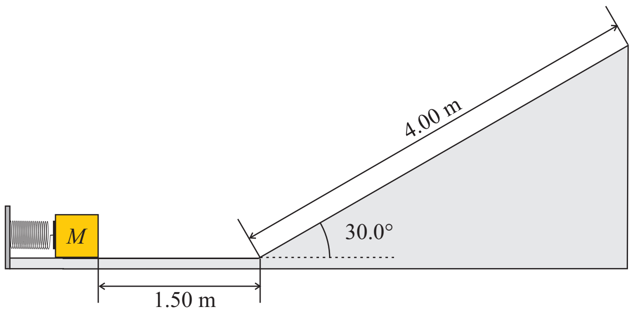
$$v = \sqrt{\left(\frac{T}{m} - g\right) r}$$

og beregn dens aktuelle verdi.

(b) Hvor langt til høyre for sirkelsenteret treffer ballen bakken?

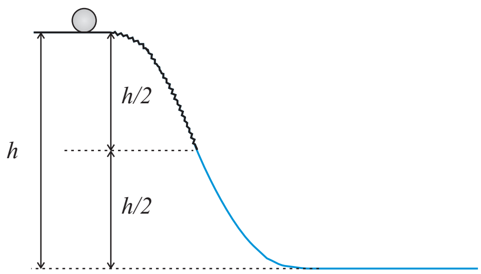
**OPPGAVE 3.**

En fjær med kraftkonstant $k = 500\,\mathrm{N/m}$ nyttes til å drive en kloss med masse $m = 0.500\,\mathrm{kg}$ opp på et skråplan. Fjæren trykkes sammen $\Delta x = 30.0\,\mathrm{cm}$ relativt likevektsposisjonen og frigjøres. Klossen settes dermed i bevegelse fra en tilstand i ro bortover en horisontal flate og oppover skråplanet. Skråplanet har lengden $s = 4.00\,\mathrm{m}$ og danner en vinkel $\theta = 30.0^\circ$ med horisontalen. Klossen erfarer kinetisk friksjon under hele sin bevegelse. Aktuell kinetisk friksjonskoeffisient er $\mu_k = 0.350$. I det fjæren frigjøres, er klossen i en avstand $d = 1.50\,\mathrm{m}$ fra den nedre enden av skråplanet. Knekkpunktet mellom den horisontale flaten og skråplanet har ingen innflytelse på klossens bevegelse.




(a) Hvilken fart har klossen i det den når toppen av skråplanet?

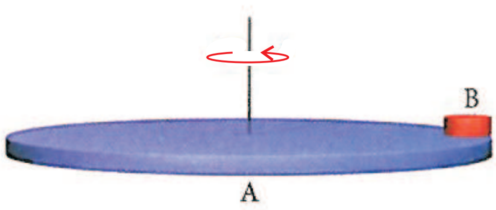
En kompakt, homogen, kuleformet steinblokk starter fra ro og ruller nedover en bakkeskråning som har en høyde $h = 50.0\,\mathrm{m}$. Den øvre halvdelen av bakken er ru slik at steinblokken ruller uten å gli på underlaget. Den nedre halvdelen av bakken er dekket med is og det er her ingen friksjon mellom steinblokken og underlaget. Aktuelle verdier for steinblokkens radius, $r$, og dens masse, $m$, er *ikke* nødvendige for å kunne besvare oppgaven.




(b) Hvilken translatorisk fart (massesenter-fart) har steinblokken i det den når bunnen av bakkeskråningen?

**OPPGAVE 4.**

Et objekt er satt sammen av to runde skiver A og B som vist i figuren under. Ytterkanten av skive B er felles med ytterkanten av skive A. Objektet kan rotere om en akse som går gjennom senteret av skive A. Aksen står normalt på skiven. Skive A har en masse $M_{\mathrm{A}} = 2.00\,\mathrm{kg}$ og en radius $r_{\mathrm{A}} = 25.0\,\mathrm{cm}$. Skive B har en masse $M_{\mathrm{B}} = 0.200\,\mathrm{kg}$ og en radius $r_{\mathrm{B}} = 2.50\,\mathrm{cm}$.



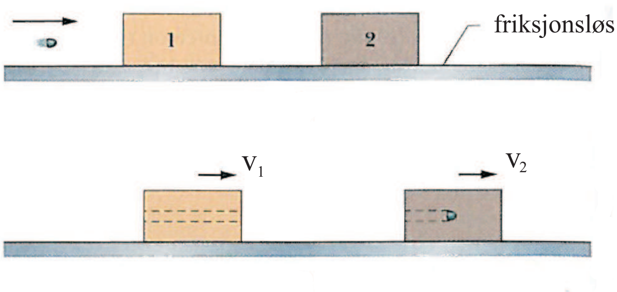

(a) Bestem treghetsmomentet til det sammensatte objektet.

Objektet roterer innledningsvis med en vinkelhastighet $\omega_i = 2\pi\,\mathrm{rad/s}$. Det erfarer et ytre kraftmoment $\vec{\tau}$ på grunn av friksjon. Kraftmomentets størrelse er $\tau = 0.200\,\mathrm{Nm}$.

(b) Hvor lang tid tar det før objektets rotasjonsbevegelse stopper opp?

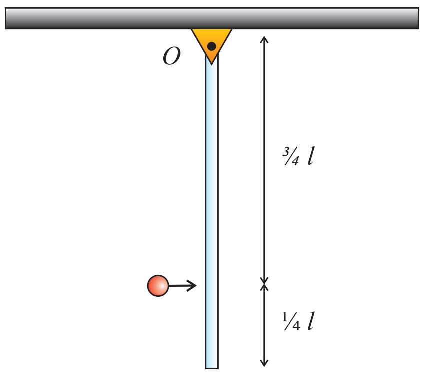
**OPPGAVE 5.**

En kule med masse $m = 3.50\,\text{g}$ skytes horisontalt mot to klosser som ligger i ro på et friksjonsløst bord. Kloss 1 har massen $M_1 = 1.20\,\text{kg}$. Kloss 2 har massen $M_2 = 1.80\,\text{kg}$. Kulen passerer gjennom kloss 1 og setter seg fast i kloss 2. Kloss 1 ender opp med å bevege seg med en fart $v_1 = 0.630\,\text{m/s}$, mens kloss 2 beveger seg med en fart $v_2 = 1.40\,\text{m/s}$. Aktuelle bevegelsesretninger er angitt på figuren under. I denne oppgaven kan en neglisjere det massetapet som kloss 1 erfarer ved at kulen gjennomborer den.




(a) Bestem kulens fart i det den trenger inn i kloss 1.

En tynn metallstang har lengden $l = 2.00\,\text{m}$ og veier $90.0\,\text{N}$. Den henger vertikalt og kan rotere om en friksjonsløs akse, $O$, som er plassert i stangens ene ende. Stangen treffes av en kule som har massen $m = 3.00\,\text{kg}$. Treffpunktet er $1.50\,\text{m}$ *under* stangens øvre ende (omdreiningsaksen). Kulen beveger seg horisontalt og har farten $10.0\,\text{m/s}$ før kollisjonen. Kulen spretter tilbake i motsatt retning etter kollisjonen, nå med en fart på $6.00\,\text{m/s}$.




(b) Bestem stangens vinkelhastighet umiddelbart etter at den er truffet av kulen.

**OPPGAVE 6.**

En partikkel beveger seg i $xy$-planet med konstant akselerasjon.

Ved tidspunktet $t = 0\,\mathrm{s}$ er partikkelen i posisjonen:

$$\vec{\mathbf{r}} = (4\,\hat{\imath} + 3\,\hat{\jmath})\,\mathrm{m}$$

Ved tidspunktet $t = 2\,\mathrm{s}$ er partikkelen i posisjonen:

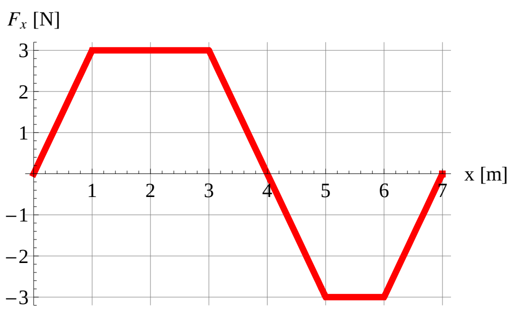
$$\vec{\mathbf{r}} = (10\,\hat{\imath} - 2\,\hat{\jmath})\,\mathrm{m}$$

og dens hastighet er:

$$\vec{\mathbf{v}} = (5\,\hat{\imath} - 6\,\hat{\jmath})\,\mathrm{m/s}$$

(a) Bestem partikkelens akselerasjon $\vec{\mathbf{a}}$.

En kloss med masse $m = 4.00\,\mathrm{kg}$ er initielt i ro i posisjonen $x = 0.00\,\mathrm{m}$. Den erfarer så én kraft, $F_x$, som varierer med posisjonen langs $x$-aksen, som vist i figuren under.




(b) Bestem farten til partikkelen i posisjonen $x = 6.00\,\mathrm{m}$.

## 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 $I\,\alpha = \sum_i \tau_i$ | Resultantkraft $m\,a = \sum_i F_i$ |
| $\alpha = \text{konstant} \begin{cases} \omega_f = \omega_i + \alpha\, t \\ \theta_f = \theta_i + \omega_i\, t + \frac{1}{2}\alpha\, t^2 \\ \omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\,\alpha\,(\theta_f - \theta_i) \\ \theta_f = \theta_i + \frac{1}{2}\,(\omega_i + \omega_f)\, t \end{cases}$ | $a = \text{konstant} \begin{cases} v_f = v_i + a\, t \\ x_f = x_i + v_i\, t + \frac{1}{2} a\, t^2 \\ v_f^2 = v_i^2 + 2\,a\,(x_f - x_i) \\ x_f = x_i + \frac{1}{2}\,(v_i + v_f)\, t \end{cases}$ |
| 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 $\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}t} = \sum_i \tau_i$ | Newtons 2. lov $\frac{\mathrm{d}p}{\mathrm{d}t} = \sum_i F_i$ |

| **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 | $m\,\vec{\mathbf{a}} = \sum_i \vec{\mathbf{F}}_i$ |
| 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 | $\frac{\mathrm{d}\vec{\mathbf{p}}}{\mathrm{d}t} = \sum_i \vec{\mathbf{F}}_i$ |
| 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 | $\frac{\mathrm{d}\vec{\mathbf{L}}}{\mathrm{d}t} = \sum_i \vec{\boldsymbol{\tau}}_i$ |
| Sirkelbevegelse | $s = r\,\theta,\ v = r\,\omega,\ a_c = r\,\omega^2,\ a_t = r\,\alpha$ |

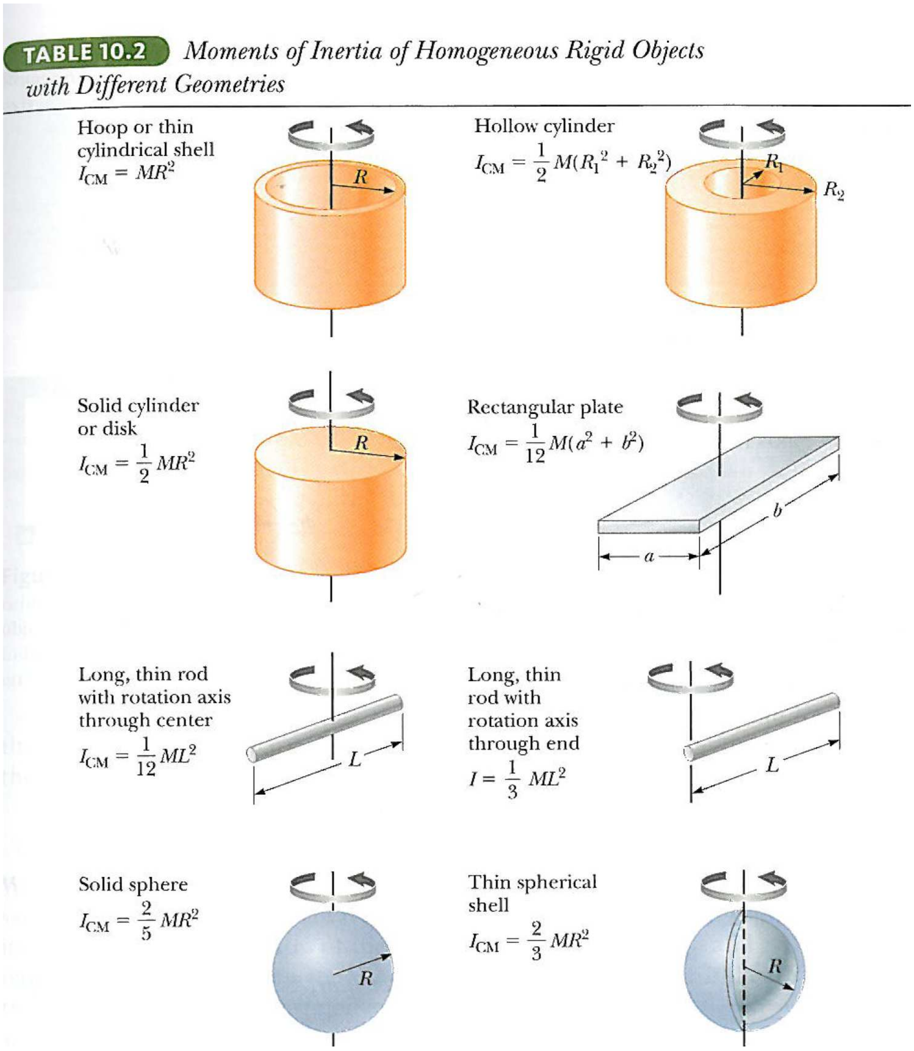
## Matematiske sammenhenger

| **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.