Universitetet i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

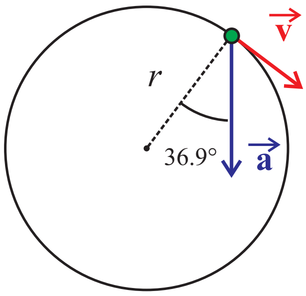
Eksamen i fag FYS 100	:	FYSIKK
Tid for eksamen	:	Lørdag 16. februar 2013. kl. 0900 - 1400 .
Tillatte hjelpemidler	:	Bestemt enkel kalkulator.
Vedlagt	:	FYS100 Fysikk – formelark (s. 10–11). Tabell over treghetsmomenter til noen homogene stive legemer (s. 12).

Oppgavesettet består av 10 oppgaver på 9 sider.

LYKKE TIL!

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

OPPGAVE 1.



Figur 1:

En punktpartikkel beveger seg med konstant fart i en sirkelbane med radius $r = 4.00\,\mathrm{m}$. Bevegelsen skjer med klokken. På et gitt tidspunkt er størrelsen på partikkelens akselerasjon $|\vec{\mathbf{a}}| = 20.0\,\mathrm{m/s^2}$. Akselerasjonens retning er da som vist i figur 1.

- Bestem partikkelens fart og størrelsen av dens tangensielle akselerasjon i det gitte tidspunktet.

OPPGAVE 2.

En kraft

$$\vec{\mathbf{F}} = (3.00\,\mathrm{N})\,\hat{\imath} + (7.00\,\mathrm{N})\,\hat{\jmath}$$

virker på en partikkel med masse $2.00\,\mathrm{kg}$.
Partikkelen erfarer en posisjonsendring fra:

$$\vec{\mathbf{r}}_i = (3.00\,\mathrm{m})\,\hat{\imath} - (2.00\,\mathrm{m})\,\hat{\jmath}$$

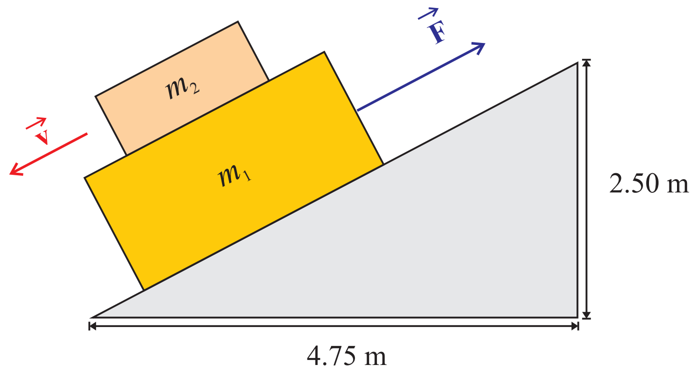
til:

$$\vec{\mathbf{r}}_f = -(5.00\,\mathrm{m})\,\hat{\imath} + (4.00\,\mathrm{m})\,\hat{\jmath}$$

over et tidsrom på $4.00\,\mathrm{s}$.

- Bestem arbeidet som er utført på partikkelen av $\vec{\mathbf{F}}$ i det gitte tidsintervallet og tilhørende gjennomsnittlige effekt.

OPPGAVE 3.



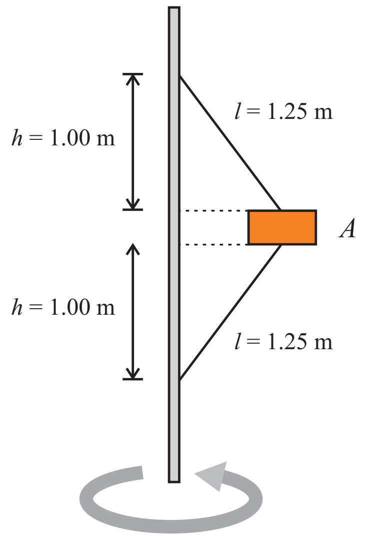
Figur 3:

To kasser, den ene plassert oppå den andre, skal senkes nedover et skråplan som vist i figur 3. Kassenes masser er $m_1 = 48.0\,\text{kg}$ og $m_2 = 32.0\,\text{kg}$. Kassene beveger seg med *konstant fart*. Dette oppnås ved at et tau, som er festet til den underste kassen, holdes stramt og utøver en konstant kraft $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ parallelt skråplanet med retning som vist i figuren.
Kinetisk friksjonskoeffisient mellom skråplanet og den underste kassen er 0.444. Statisk friksjonskoeffisient mellom kassene er tilstrekkelig til at de to kassene beveger seg som ett objekt.

- Hva er aktuell størrelse på kraften $\overrightarrow{\mathbf{F}}$?

OPPGAVE 4.

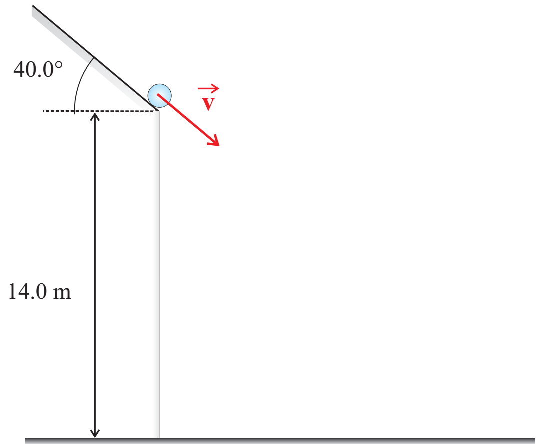
Klossen, A, i figur 4 har massen $m = 4.00\,\text{kg}$. Den er festet til en vertikal stang ved hjelp av to strenger. Begge strengene har lengden $l = 1.25\,\text{m}$. Strengene kan betraktes som masseløse.
Systemet roterer om stangens akse. Rotasjonshastigheten, ω, har en verdi som medfører at begge strengene er strukket. Strekk-kraften i øvre streng er da $80.0\,\text{N}$. Systemets geometri, under disse betingelsene, er som vist i figuren.



Figur 4:

- Hva er verdien for rotasjonshastigheten under de gitte betingelsene?

OPPGAVE 5.



Figur 5:

En snøball slir utfor taket på et forretningsbygg. Taket danner en vinkel på 40.0° med horisontalen. Snøballen har en fart på 7.00 m/s i det den forlater taket. Takkanten er 14.0 m over bakkenivået.
I denne oppgaven kan effekten av luftmotstand sees bort i fra.
Snøballen modelleres som en punktpartikkel.

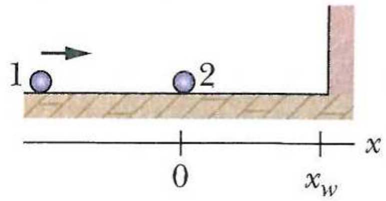
- Hvor langt fra nedre kant av bygget (i horisontal retning) treffer snøballen bakken ?

OPPGAVE 6.

I en én-dimensjonal elastisk kollisjon (sentralt støt) mellom to masser, m_1 og m_2, der m_2 er i ro før støtet, er massene sine hastigheter etter støtet gitt ved:

$$
\begin{aligned}
v_{1f} &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{1i} \\
v_{2f} &= \frac{2\, m_1}{m_1 + m_2} v_{1i}
\end{aligned}
$$

v_{1i} er hastigheten til masse 1 før kollisjonen.
Resultatet ovenfor skal benyttes i denne oppgaven.



Figur 6:

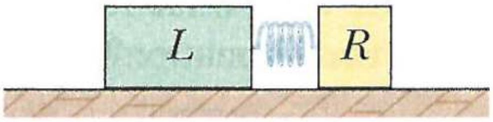
I figuren som er vist, sklir partikkel 1, som har massen $m_1 = 0.300\,\mathrm{kg}$, mot høyre med en fart på $2.00\,\mathrm{m/s}$ på et friksjonsfritt underlag.
Når partikkelen er i posisjonen $x = 0\,\mathrm{m}$, inntreffer en én-dimensjonal elastisk kollisjon med partikkel 2 som er i ro. Kollisjonen inntreffer ved tidspunktet $t = 0\,\mathrm{s}$. Partikkel 2 har massen $m_2 = 0.500\,\mathrm{kg}$.

Partikkel 2 vil i sin påfølgende translasjonsbevegelse treffe veggen, som er i posisjonen $x_w = 0.900\,\mathrm{m}$. Den skifter da bevegelsesretning uten noe tap av kinetisk energi. Etter en stund vil den på nytt kollidere med partikkel 1.

(a) Ved hvilket tidspunkt treffer partikkel 2 veggen ?

(b) I hvilken posisjon langs x-aksen kolliderer partikkel 2 på nytt med partikkel 1 ?

OPPGAVE 7.

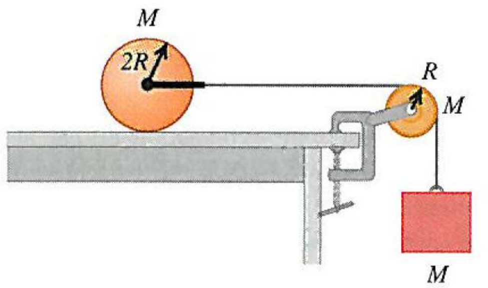


Figur 7:

Klossene L og R i figuren har massene $m_L = 1.00\,\text{kg}$ og $m_R = 0.500\,\text{kg}$. En ideell sammentrykket fjær ligger mellom de to klossene.
Systemet holdes i ro.
I det klossene frigjøres, sklir de avgårde langs et friksjonsfritt horisontalt underlag.
Fjæren, som har en neglisjerbar masse, faller rett ned ettersom klossene sklir unna. Tiden løper fra det tidspunktet fjæren har ekspandert til ustrukket tilstand og dermed har gitt klossene sine aktuelle begynnelseshastigheter.

- Dersom fjæren gir blokk L begynnelsesfarten $1.20\,\text{m/s}$ *målt med hensyn på blokk* R (L sin fart observert fra R), hvor langt sklir da blokk R på underlaget i de påfølgende $0.800\,\text{s}$?

OPPGAVE 8.

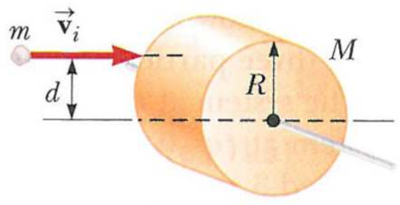


Figur 8:

En uniform kompakt sylinder med masse M og radius $2\,R$ holdes i ro på en horisontal bordplate. En ideell snor er festet via en bøyle til en friksjonsløs akse som går gjennom sylinderens sentrum. Sylinderen kan rotere om denne aksen. Snoren ligger over en trinse som kan modelleres som en sirkulær plate. Trinsen har massen M og radius R. Trinsen kan rotere om en friksjonsløs akse gjennom dens senter. En kasse med masse M er festet til snorens frie ende. Kassen kan bevege seg vertikalt.
Systemet frigjøres. Kassen beveger seg nedover. Sylinderen gjennomfører en ren rullebevegelse. Trinsen følger bevegelsen til snoren. Snoren glipper ikke på trinsen.

- Bestem et uttrykk for systemets lineære akselerasjon.

OPPGAVE 9.

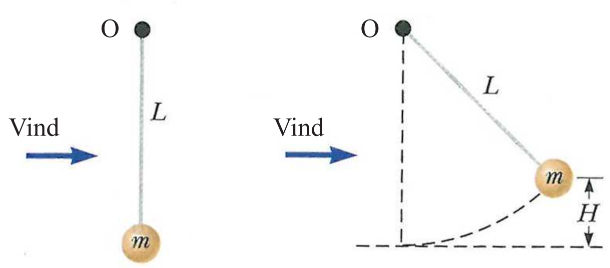


Figur 9:

En klump av leire, som har massen m, skytes mot en kompakt uniform sylinder. Sylinderen har massen M og radius R. Sylinderen er innledningsvis i ro. Den er montert på en fast horisontal rotasjonsakse. Aksen går gjennom sylinderens massesenter.
Leirklumpens bevegelsesretning er rettlinjet og vinkelrett på rotasjonsaksen. Den beveger seg i en høyde $d < R$ over planet der rotasjonsaksen ligger. I det den treffer sylinderen er leirklumpens hastighet $\vec{v}_i$. Den fester seg til sylinderens overflate.

- Bestem et uttrykk for systemet (sylinder + leirklump) sin vinkelfart umiddelbart etter kollisjonen.

OPPGAVE 10.



Figur 10:

En ball, som har massen $m = 0.300\,\mathrm{kg}$, er forbundet til et omdreiningspunkt, O, ved en masseløs streng som har lengden $L = 0.800\,\mathrm{m}$. I utgangspunktet er ballen i ro loddrett under omdreiningspunktet. Vind i horisontal retning, som vist i figur 10, utøver en konstant kraft $\vec{\mathbf{F}}$ i horisontal retning på ballen. Kraftens størrelse er $1.00\,\mathrm{N}$. Ballen frigjøres. Vinden får den til å svinge ut til en maksimal høyde, $H = H_1$, før den svinger tilbake for tilslutt å komme til ro i en likevektsposisjon der $H = H_2$.

(a) Bestem aktuell verdi for den maksimale høyden, $H = H_1$, ved å bruke arbeid-kinetisk energi teoremet.

(b) Bestem aktuell verdi for høyden ved likevekt, $H = H_2$, ved å nytte at netto kraftmoment med hensyn på omdreiningspunktet da skal være null.

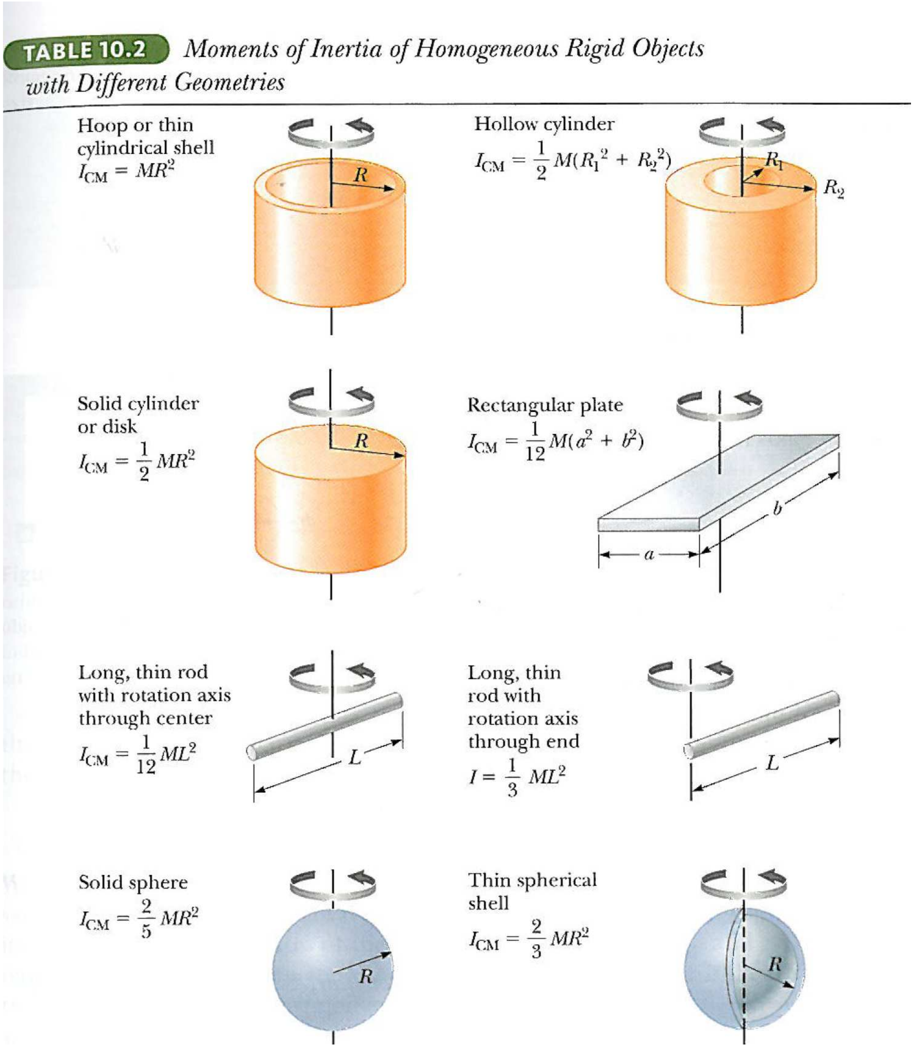
FYS100 Fysikk – formelark

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.