Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

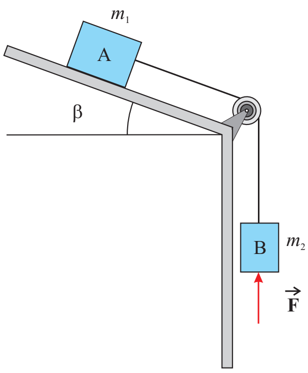
Eksamen i fag BIT 100	:	FYSIKK
Tid for eksamen	:	Mandag 6. desember 2010. kl. 0900 - 1400 .
Tillatte hjelpemidler	:	Bestemt enkel kalkulator.
Vedlagt	:	BIT100 Fysikk – formelark (s. 6–7).

Oppgavesettet består av 5 oppgaver på 5 sider.

LYKKE TIL!

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

OPPGAVE 1.



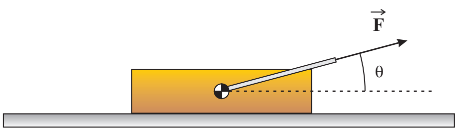
Figur 1:

De to kassene A og B i figur 1 har massene $m_1 = 1.00\,\mathrm{kg}$ og $m_2 = 2.00\,\mathrm{kg}$. De er forbundet med en ideell snor. Kassen A beveger seg på et friksjonsløst skråplan, som danner vinkelen β med horisontalen.
Kassen B beveger seg vertikalt. En kraft, $\vec{\mathbf{F}}$, virker på kassen B. Den har størrelsen $|\vec{\mathbf{F}}| = 6.00\,\mathrm{N}$ og er rettet oppover. Kassen B har en akselerasjon rettet nedover. Akselerasjonens størrelse er $5.50\,\mathrm{m/s^2}$. Trinsen er ideell.

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

(b) Bestem strekk-kraften i snoren som forbinder kassene.

(c) Bestem helningsvinkelen β.



Figur 2:

Kassen i figur 2 har massen m. Den sklir bortover et horisontalt underlag idet en kraft, $\vec{\mathbf{F}}$, som danner vinkelen θ med horisontalen, virker på den. Kinetisk friksjonskoeffisient mellom kassen og underlaget er μ_k.

(d) Bestem et *uttrykk* for størrelsen av kassens akselerasjon a.

OPPGAVE 2.

En massiv kule med uniform tetthet gjennomfører en ren rullebevegelse. Kulens treghetsmoment om dens massesenter er:

$$I_{\text{CM}} = \frac{2}{5}\, M\, R^2 \ ,$$

der M er kulens masse og R dens radius.

(a) Vis at kulens kinetiske energi er gitt ved uttrykket:

$$K = \frac{7}{10}\, M\, v_{\text{CM}}^2 \ ,$$

der v_{CM} er massesenterfarten.

I denne oppgaven vil de aktuelle *verdiene* for kulens masse og radius ikke spille noen rolle. Vi ser også bort fra luftmotstand under bevegelsen.

Figur 3:

Kulen har massesenterfarten $v_{\text{CM}} = 25.0\,\text{m/s}$ mens den ruller bortover et horisontalt veistykke. Den ruller videre oppover en bakkeskråning som vist i figur 3. På toppen av bakken beveger kulen seg igjen horisontalt. Den er da i en høyde $H = 28.0\,\text{m}$ over bunnen av bakken.

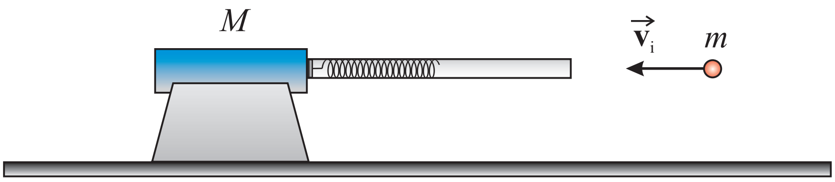
(b) Hva er kulens massesenterfart på bakketoppen ?

Den horisontale bakketoppen ender i en vertikal skrent. Kulen fortsetter sin bevegelse utfor skrenten og lander på et flatt jordstykke som ligger i høyden H under toppen.

(c) Hva er kulens massesenterfart umiddelbart før den treffer jordstykket ?

(d) Hvor langt fra kanten av skrenten lander kulen ?

OPPGAVE 3.



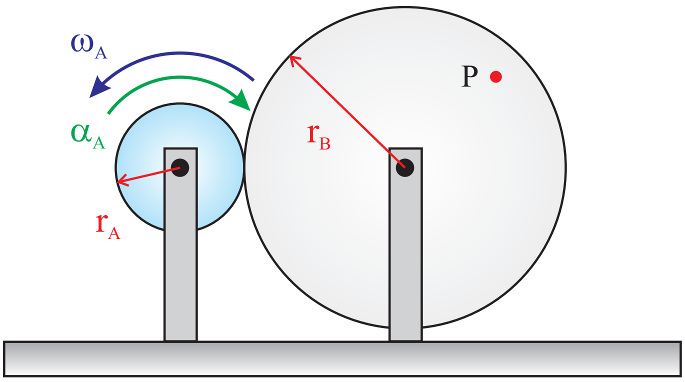
Figur 4:

En ball med masse $m = 60.0\,\mathrm{g}$ skytes inn i kanonløpet på en leketøyskanon. Ballen har initielt farten $v_i = 22.0\,\mathrm{m/s}$. Leketøyskanonen har massen $M = 240\,\mathrm{g}$, og den står, før den blir truffet av ballen, i ro på et friksjonløst horisontalt underlag. Kanonløpet er utstyrt med en fjær. Når ballen treffer fjæren, komprimeres denne. Ballen stopper opp og kiler seg så (setter seg fast) i kanonløpet. Fjæren har da sin maksimale kompresjon. Tap av mekanisk energi på grunn av friksjon i systemet kan neglisjeres.

(a) Hva blir leketøyskanonens fart etter at ballen har stoppet opp?

(b) Hva blir forholdet mellom potensiell energi lagret i fjæren etter kollisjonen og ballens kinetiske energi før kollisjonen?

OPPGAVE 4.



Figur 5:

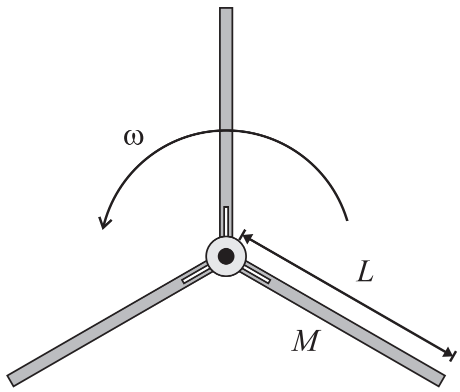
I et gitt tidspunkt har skiven A til venstre i figur 5 vinkelhastigheten $\omega_{\text{A}} = 3.00\,\text{rad/s}$ *mot klokken* og vinkelakselerasjonen $\alpha_{\text{A}} = 1.00\,\text{rad/s}^2$ *med klokken*. Radius til denne skiven er $r_{\text{A}} = 1.00\,\text{m}$.

(a) Hva blir vinkelhastigheten og vinkelakselerasjonen til skiven B til høyre i figuren i det gitte tidspunktet?
Denne skiven har radius $r_{\text{B}} = 2.50\,\text{m}$. Skive B følger skive A i sin bevegelse: Det er ikke noen relativ forskyvning mellom de to skivene i kontaktpunktet.

(b) Bestem også størrelsen av hastighet og akselerasjon til punktet P på skiven B i det gitte tidspunktet.
Punktet P har en avstand på 2.00 m fra skivens sentrum.

Vis på en figur aktuell retning til akselerasjonsvektoren i punktet P.

OPPGAVE 5.



Figur 6:

Et blad i en helikopter-rotor kan betraktes som en lang tynn stang. Stangen har massen M og lengden L.

(a) Vis ved integrasjon at stangens treghetsmoment, I_{CM}, om en akse som står normalt stangen og som går gjennom dens massesenter, er gitt ved uttrykket:

$$I_{\mathrm{CM}} = \frac{1}{12}\, M\, L^2 \ .$$

De tre bladene i rotoren som er vist i figur 6, er like lange, $L = 3.75\,\mathrm{m}$, og de har samme masse, $M = 135\,\mathrm{kg}$.

(b) Bestem størrelsen på helikopter-rotorens treghetsmoment om rotasjonsaksen.

Et konstant kraftmoment, τ, anvendes på rotorsystemet. Det medfører at helikopter-rotorens rotasjonshastighet øker fra 0 til 5.00 omdreininger pr. sekund over et tidsintervall på 8.00 s.

(c) Bestem størrelsen på dette kraftmomentet.

(d) Bestem helikopter-rotorens spinn 1.00 s etter at rotasjonsbevegelsen startet opp.

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

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	$y = y_1 + \dfrac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\,(x - x_1)$