Universitetet i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

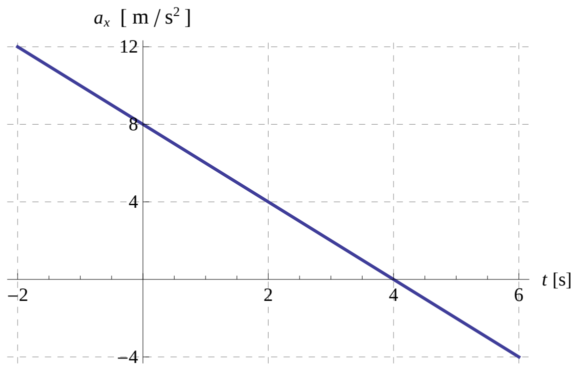
Eksamen i fag BIT 100	:	FYSIKK
Tid for eksamen	:	Tirsdag 4. desember 2012. kl. 0900 - 1400 .
Tillatte hjelpemidler	:	Bestemt enkel kalkulator.
Vedlagt	:	BIT100 Fysikk – formelark (s. 7–8). Tabell over treghetsmomenter til noen homogene stive legemer (s. 9).

Oppgavesettet består av 6 oppgaver på 6 sider.

LYKKE TIL!

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

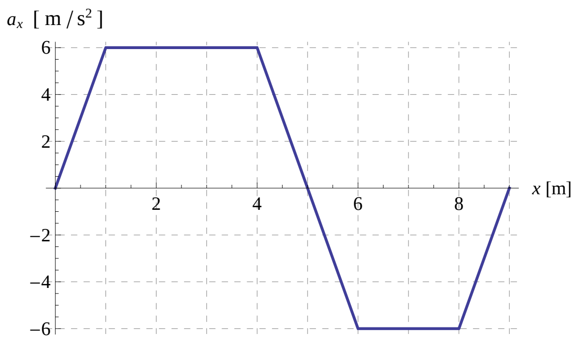
OPPGAVE 1.



Figur 1:

Figur 1 viser akselerasjonen, $a_x(t)$, som funksjon av tiden t, for en partikkel som beveger seg langs en x-akse. Ved tidspunktet $t = -2.00\,\mathrm{s}$ er partikkelens hastighet $v_x = 7.00\,\mathrm{m/s}$ og dens akselerasjon $a_x = 12.0\,\mathrm{m/s^2}$.

(a) Hva er partikkelens hastighet ved tidspunktet $t = 6.00\,\mathrm{s}$?

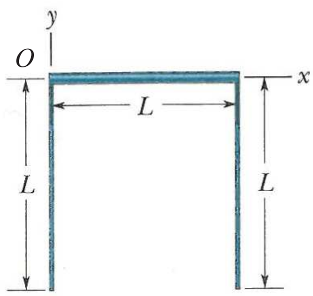


Figur 2:

Figur 2 viser akselerasjonen, $a_x(x)$, som funksjon av posisjonen x, for en partikkel med masse $m = 2.00\,\mathrm{kg}$, som erfarer en kraft $\vec{\mathbf{F}} = F_x(x)\,\hat{\imath}$, som forskyver partikkelen fra $x = 0\,\mathrm{m}$ til $x = 9.00\,\mathrm{m}$.
Partikkelen er i ro i begynnelsespunktet.

(b) Hva er partikkelens fart i posisjonen $x = 9.00\,\mathrm{m}$?

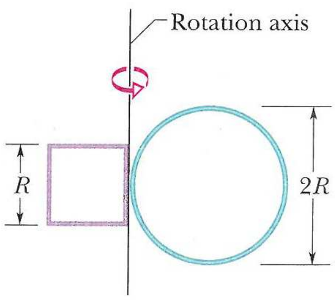
OPPGAVE 2.



Figur 3:

Figur 3 viser tre tynne uniforme stenger som alle har lengden L. Stengene er satt sammen til et system. De to vertikale stengene har begge massen m. Den horisontale stangen har massen $3\,m$.

(a) Bestem et uttrykk for systemets massesenterkoordinat y_{CM}.



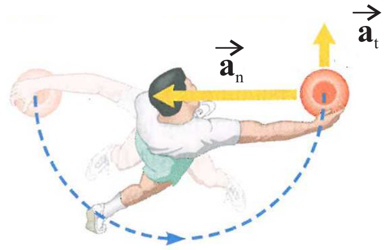
Figur 4:

Figur 4 viser en stiv struktur bestående av en ring med radius R og masse m, samt et kvadrat bestående av fire tynne stenger som alle har samme lengde, R, og samme masse, m. For kvadratet kan stengenes utstrekning på tvers av lengderetningen neglisjeres.
Systemet roterer om den gitte aksen som er orientert som vist i figur 4.
Treghetsmomentet for ringen om en akse som går gjennom dens massesenter og som er parallell med den aktuelle rotasjonsaksen, er:

$$I_{\text{CM}}^{(\text{ring})} = \frac{1}{2}\,m\,R^2$$

(b) Bestem et uttrykk for strukturens treghetsmoment om rotasjonsaksen.

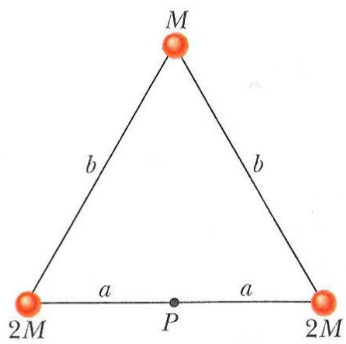
OPPGAVE 3.



Figur 5:

I et diskos-kast akselererer kasteren diskosen gjennom en rotasjonsbevegelse der vinkelhastigheten øker fra 0 rad/s til 15.0 rad/s i det øyeblikket diskosen slippes. Denne rotasjonsbevegelsen skjer over et tidsrom på 0.270 s med konstant vinkelakselerasjon. Diskosen følger en sirkelbue med radius 0.810 m.

(a) Bestem størrelsen på diskosens akselerasjon i det øyeblikket den slippes.

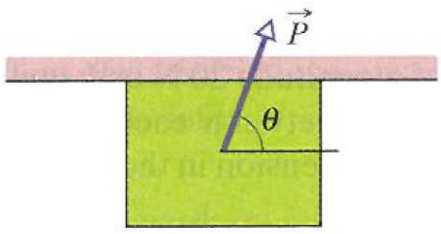


Figur 6:

Det stive legemet, som er vist i figur 6, består av tre punkt-partikler som er sammenbundet ved masseløse stenger. Legemet kan rotere om en akse som står vinkelrett på tegneplanet. Aksen går gjennom punktet P.
Aktuelle verdier for de oppgitte symbolene er $M = 0.400\,\mathrm{kg}$, $a = 30.0\,\mathrm{cm}$ og $b = 50.0\,\mathrm{cm}$.
Systemet settes i en rotasjonsbevegelse der vinkelfarten øker fra 0 rad/s til 5.00 rad/s. Vinkelakselerasjonen er konstant.

(b) Hva blir verdien for arbeidet som er utført på legemet ?

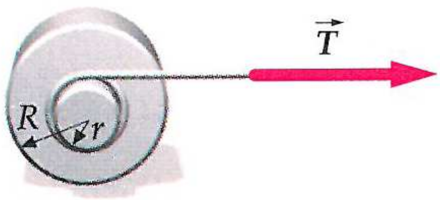
OPPGAVE 4.



Figur 7:

En blokk med massen $m = 5.00\,\mathrm{kg}$ skyves langs en horisontal (tak-)flate av kraften $\vec{\mathbf{P}}$ som har størrelsen $|\vec{\mathbf{P}}| = P = 95.0\,\mathrm{N}$.
Kraften virker under en vinkel $\theta = 70.0°$, se figur 7.
Kinetisk friksjonskoeffisient mellom blokken og flaten er $\mu_k = 0.400$.

(a) Hva er størrelsen på blokkens akselerasjon ?

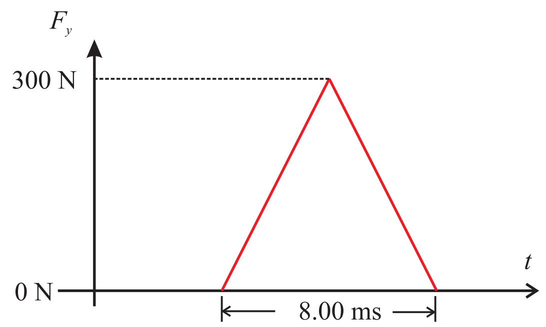


Figur 8:

I figur 8 anvendes en konstant horisontal kraft, $\vec{\mathbf{T}}$, på en uniform, kompakt sylinder gjennom en tråd som er viklet rundt en masseløs skive, som er festet til sylinderen. Skive og sylinder har felles rotasjonsakse.
Kraftens størrelse er $T = 12.0\,\mathrm{N}$, sylinderens masse er $M = 10.0\,\mathrm{kg}$ og dens radius er $R = 10.0\,\mathrm{cm}$. Skivens radius er $r = 6.00\,\mathrm{cm}$.
Statisk friksjonskraft er tilstrekkelig til at sylinderen gjennomfører en ren rullebevegelse på det horisontale underlaget.

(b) Hva er størrelsen på massesenter-akselerasjonen til sylinderen ?

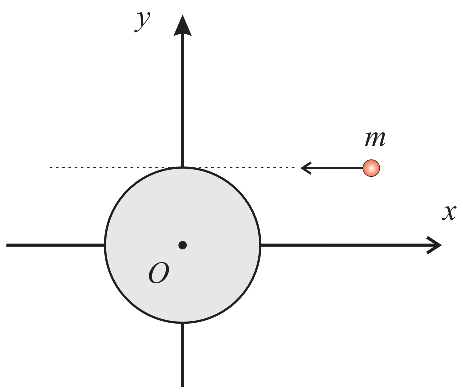
OPPGAVE 5.



Figur 9:

En gummiball, som har massen 0.100 kg, slippes fra en høyde 2.00 m over et hardt gulv. Ballen spretter opp fra gulvet. Kraften som ballen erfarer fra gulvet, som funksjon av tiden t, er vist i figur 9.
Ballen beveger seg langs en vertikal linje, og effekten av tyngdekraften under støtet med gulvet kan neglisjeres.

(a) Hvor høyt opp over gulvet spretter ballen ?

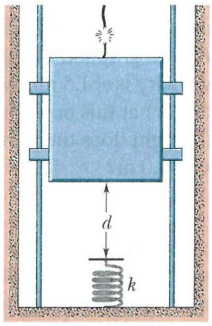


Figur 10:

En ball av leire, som har massen $m = 50.0$ g, beveger seg med en fart på 10.0 m/s tangensielt til kanten av en sirkulær skive. Skivens diameter er 30.0 cm og dens masse er $M = 2.00$ kg.
Skiven kan rotere friksjonsløst om en akse gjennom O, origo i koordinatsystemet vist i figur 10. Rotasjonsaksen står vinkelrett på tegneplanet. Skiven er innledningsvis i ro. Ballen treffer skivens ytre kant og fester seg der.

(b) Hva blir skivens vinkelfart etter kollisjonen ?

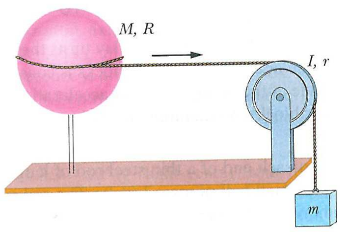
OPPGAVE 6.



Figur 11:

En kabel, som er festet til en heis med massen 1.80×10^3 kg, ryker i det øyeblikket heisen er i ro. Heisens bunn er da i en høyde $d = 3.70$ m over en fjær. Denne har kraftkonstanten $k = 1.50 \times 10^5$ Nm^{-1}. Heisen begynner å 'falle'. Et bremsesystem, som automatisk aktiveres, medfører at heisen etter kabelbruddet erfarer en konstant friksjonskraft på 4.40 kN, som virker motsatt av heisens bevegelsesretning. Heisen treffer fjæren som trykkes sammen.

(a) Bestem maksimal sammentrykking av fjæren.



Figur 12:

Et uniformt tynt kuleskall med massen $M = 4.50$ kg og radius $R = 8.50$ cm kan rotere friksjonsløst om en vertikal akse. En masseløs snor er viklet om skallets ekvatorlinje. Tauet er videre strukket over en trinse, som har treghetsmomentet $I = 3.00 \times 10^{-3}$ kgm^2 og radius $r = 5.00$ cm, og deretter festet til en blokk som har massen $m = 0.600$ kg. Blokken kan bevege seg vertikalt. Trinsen erfarer ikke noen friksjonkraft fra sin rotasjonsakse. Tauet glipper ikke, verken på kuleskallet eller på trinsen, under bevegelsen.

(b) Hva er blokkens fart etter at den har 'falt' 82.0 cm fra en begynnelsesposisjon der den er i ro ?

BIT100 Fysikk – formelark

Rotasjon om en fast akse	**Éndimensjonal bevegelse**
Vinkelhastighet $\omega = \frac{d\theta}{dt}$	Hastighet $v = \frac{dx}{dt}$
Vinkelakselerasjon $\alpha = \frac{d\omega}{dt}$	Akselerasjon $a = \frac{dv}{dt}$
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 $W = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau\,d\theta$	Arbeid $W = \int_{x_i}^{x_f} F\,dx$
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 $\frac{dL}{dt} = \sum_k \tau_k$	Newtons 2. lov $\frac{dp}{dt} = \sum_k F_k$

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	$W = \int \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{r}}$
Arbeid-kinetisk energi teoremet	$\Delta K = W$
Bevegelsesmengde	$\vec{\mathbf{p}} = m\,\vec{\mathbf{v}}$
Newtons 2. lov	$\frac{d\vec{\mathbf{p}}}{dt} = \sum_k \vec{\mathbf{F}}_k$
Impuls	$\vec{\mathbf{I}} = \int \vec{\mathbf{F}}\,dt$
Impuls-bevegelsesmengde teoremet	$\Delta\vec{\mathbf{p}} = \vec{\mathbf{I}}$
Massesenter	$\vec{\mathbf{r}}_{\text{CM}} = \frac{1}{M}\int \vec{\mathbf{r}}\,dm$
Treghetsmoment	$I = \int r^2\,dm$
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	$\frac{d\vec{\mathbf{L}}}{dt} = \sum_k \vec{\boldsymbol{\tau}}_k$
Sirkelbevegelse	$s = r\,\theta,\ v = r\,\omega,\ a_c = r\,\omega^2,\ a_t = r\,\alpha$

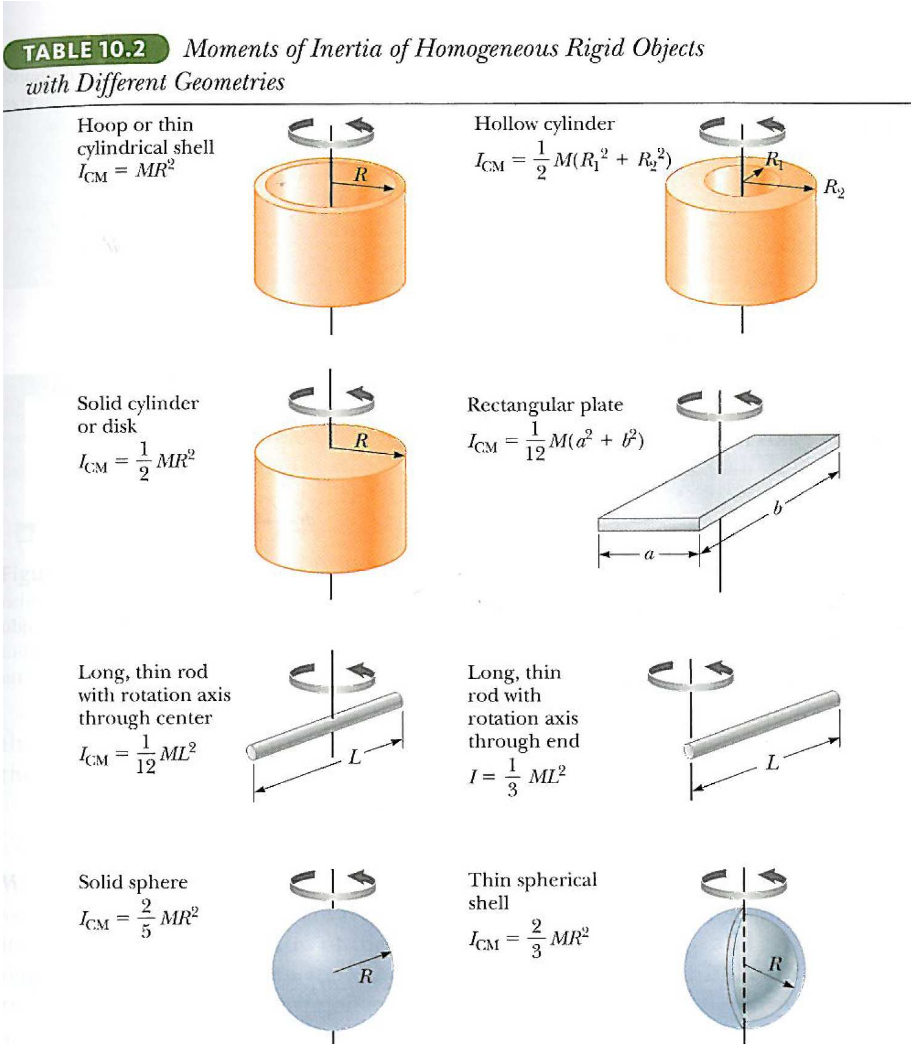
Matematiske sammenhenger

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.