13/19

Høgskolen i Østfold

Avdeling for ingeniørfag

Eksamen ingeniørfysikk

Fag:IRF11010 Ingeniørfysikk **Faglærer:** **Per Erik Skogh Nilsen**
47 28 85 23

Sensurfrist 21.1.14

Dato: 18.desember 2013	**Tid:** 0900 – 1200
Antall oppgavesider: 2	Sider med formler: 6
Andre hjelpemidler: Kalkulator med tomt minne. Enhver formelsamling i matematikk.	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig. Besvarelsen skal som helhet besvares på egne ark	

Alle deloppgaver(små bokstaver) har lik vekt.

Oppgave 1

En partikkel beveger seg langs x-aksen med akselerasjonen

$$a(t) = (7t + 5)\frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad \text{hvor } t \text{ er antall sekunder.}$$

Bevegelsen starter i origo ved t = 0 s. Da er hastigheten 5,0 m/s.

a) Forklar hvorfor man ikke kan bruke bevegelsesligningene for denne bevegelsen.

b) Hva blir hastigheten som funksjon av tiden?

c) Hva blir den tilbakelagte veilengden etter 6,0 s ?

Oppgave 2

En brannbil kjører rett fram med farten 40 m/s og sender ut en lydsignal med frekvensen 2200 Hz. En lastebil kjører foran brannbilen med farten 20 m/s. Lydsignalet vil reflekteres fra lastebilen.

Lydfarten i luft er 344 m/s.

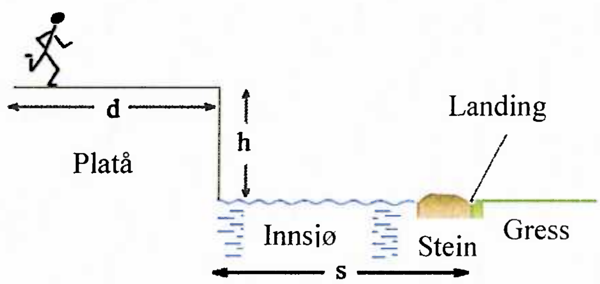
a) Hvilken frekvens hører sjåføren av brannbilen når den reflekterte lyden kommer tilbake fra lastebilen?

b) Hvilken bølgelengde vil sjåføren måle på den reflekterte bølgen?

Oppgave 3

En person står oppe på et platå h meter over et lite vann. Rett over vannet er det noen steiner ved bredden.

Personen starter i ro og løper en strekning d med konstant akselerasjon a oppe på platået før han når kanten. For ikke å treffe steinene må han komme en strekning s. Se bort fra luftmotstand.



a) Vis at $s = 2\sqrt{\dfrac{a \cdot d \cdot h}{g}}$

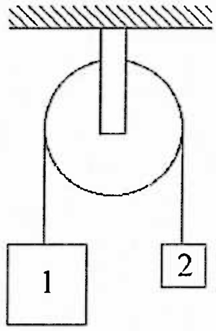
I resten av oppgaven er $a = 1{,}0\frac{\text{m}}{\text{s}^2}, h = 4{,}0\,\text{m}, g = 9{,}81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}, s = 4{,}5\,\text{m}$

b) Bestem strekningen (d) personen tilbakelegger på platået for akkurat å nå landingspunktet.

c) Bestem størrelse og retning på hastigheten når han lander på landingspunktet.

Oppgave 4

En homogen sirkulær trinse henger i taket med et lodd på hver side.
Loddene har masser m_1 og m_2 hvor $m_2 < m_1$.
Snora glir uten å glippe og regnes som masseløs.
Trinsa regnes som friksjonsløs.
Trinsa har masse m_t og radius R.
Loddene henger høyt over bakken og starter i ro.
Snora er lang nok til at loddene ikke treffer trinsa.



a) Tegn kreftene som virker på systemet etter at loddene slippes løs. Forklar spesielt hvilke 4 krefter som virker på trinsa.

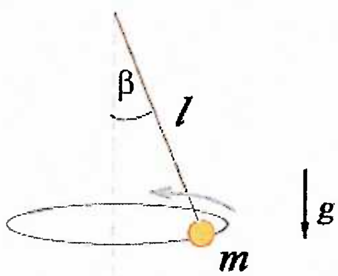
b) Vis at akselerasjonen til klossene kan skrives som $\dfrac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2 + \frac{m_t}{2}} \cdot g$.

Hvilken retning er da satt som positiv?

c) Bestem snordraget.

Oppgave 5

En konisk matematisk pendel består av en snor med lengde l som er festet i taket. I andre enden er det festet en kule med masse m. Kula beveger seg i en horisontal sirkel hvor snora har en vinkel β med vertikalen (se figur).



a) Tegn kreftene på kula når den beveger seg med konstant fart i sirkelen.

b) Vis at snordraget kan uttrykkes som $\dfrac{mg}{\cos\beta}$.

c) Hva er farten til kula når $\beta = 30°, m = 0,25\,\text{kg}$ og $l = 1,0$ m ,

Formelark - fysikk

Rettlinjet bevegelse ved konstant akselerasjon

$$v = v_0 + at \qquad s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \qquad s = \frac{v_0 + v}{2}\cdot t \qquad 2as = v^2 - v_0^2$$

Rettlinjet bevegelse generelt

$$v(t) = \frac{d}{dt}x(t) = \dot{x} \qquad a(t) = \dot{v} = \frac{d}{dt}v(t) = \ddot{x} = \frac{d^2}{dt^2}x(t)$$

$$x(t) - x(t_0) = \int_{t_0}^{t} v(t)\,dt \qquad v(t) - v(t_0) = \int_{t_0}^{t} a(t)\,dt$$

Sirkelbevegelse

$$\mathrm{a_s} = \frac{\mathrm{v}^2}{\mathrm{r}} = \frac{4\pi^2\mathrm{r}}{\mathrm{T}^2} \qquad \mathrm{F_s} = \mathrm{ma_s}$$

Rotasjonsbevegelse ved konstant akselerasjon

$$\omega = \omega_0 + \alpha t \qquad \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \qquad \theta = \frac{\omega_0 + \omega}{2}\cdot t \qquad 2\alpha\theta = \omega^2 - \omega_0^2$$

Rotasjonsbevegelse generelt

$$\omega(t) = \frac{d}{dt}\theta(t) = \dot{\theta} \qquad \alpha(t) = \dot{\omega} = \frac{d}{dt}\omega(t) = \ddot{\theta} = \frac{d^2}{dt^2}\theta(t)$$

$$\theta(t) - \theta(t_0) = \int_{t_0}^{t} \omega(t)\,dt \qquad \omega(t) - \omega(t_0) = \int_{t_0}^{t} \alpha(t)\,dt$$

Sammensatt bevegelse

Betingelse for ren rulling $v_{CM} = \omega \cdot R \qquad a_{cm} = \alpha \cdot R$

$$v_{\tan} = \omega R \qquad a_{\tan} = \alpha R \qquad a_{rad} = a_s = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \qquad a = \sqrt{{a_{\tan}}^2 + {a_{rad}}^2}$$

Vektorer og prosjektilbevegelse

Sammenheng mellom størrelse, retning og komponenter på en vektor

$A_x = A \cdot \cos\theta \quad A_y = A \cdot \sin\theta \quad A = |\vec{A}| = \sqrt{A_x^{\,2} + A_y^{\,2}} \quad \theta = \tan^{-1}(\frac{A_y}{A_x})$

Bevegelseslikninger for prosjektilbevegelse uten luftmotstand

$v = v_0 + at \Rightarrow v_x = v_{0x}$ og $v_y = v_{0y} - gt$

$s = v_0 + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow x = v_{0x}t \qquad y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2$

Hvis nedslag er i samme høyde som utkast

Tid for å nå toppen: $t_{topp} = \dfrac{v_0 \sin\theta}{g}$

Maksimal høyde: $H = \dfrac{1}{2}\dfrac{v_0^{\,2}\sin^2\theta}{g}$

Tid for å nå samme høyde på nytt: $t_{bunn} = \dfrac{2v_0 \sin\theta}{g}$

Maksimal rekkevidde: $R = \dfrac{v_0^{\,2}}{g} \cdot \sin(2\theta)$

Relativ bevegelse med bølger

Doppler – effekt i lydbølger

$\text{observert frekvens} = \dfrac{\text{observert bøigefart}}{\text{observert bølgelenge}} \Rightarrow f_L = \dfrac{c + v_L}{c + v_S} \cdot f_S$ lytter $\xrightarrow[+]{}$ sender

Bruk av krefter

$$\text{Newtons 1.lov (N1)}: \vec{v} = \vec{0} \Rightarrow \sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\text{Newtons 2.lov (N2)}: \sum \vec{F} = M\vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{M}$$

$$\text{Newtons 3.lov (N3)}: \vec{F} = -\vec{F}'$$

M er samlet masse.

Dekomponering av tyngdekraften på et legeme på skrått plan

$G_x = mg\sin\theta, G_y = mg\cos\theta$

Modellering av friksjon

Glidefriksjon $f_{Rk} = \mu_k N$

Statisk friksjon $f_{Rs} = F$

Maksimal statisk friksjon $f_{Rs}^{maks} = \mu_s N$

Rullefriksjon $f_{R\tau} = \mu_\tau N$

μ er ulike friksjonstall, f_R er ulike typer friksjon, N er normalkraft

Modellere luftmotstand

$\text{Modell 1}: ma = kv - mg \Rightarrow v_t = \frac{k \cdot g}{m}$ v_t er terminalfarten, k er en konstant

$\text{Modell 2}: ma = Dv^2 - mg \Rightarrow v_t = \sqrt{\frac{D \cdot g}{m}}$ D er en konstant

Tyngdepunkt

$$x_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots} \qquad y_{cm} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots} \qquad z_{cm} = \frac{m_1 z_1 + m_2 z_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots}$$

Treghetsmoment

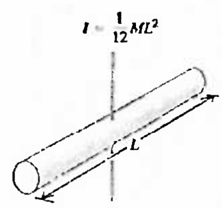
Treghetsmoment for massepunkt:

$$I = \sum m_i r_i^2$$

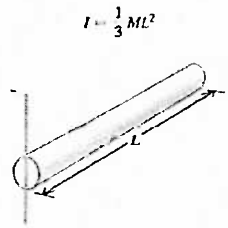
Treghetsmoment kontinuerlig fordelt masse:

$$I = \int r^2 dm$$

$$[I] = kg \cdot m^2$$



tynn homogen stang
akse gjennom midten

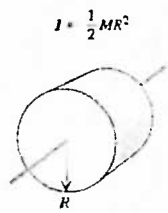


tynn homogen stang
akse ved ene enden

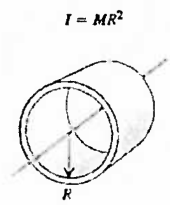
Steiners setning

$$I_A = I_{CM} + Md^2$$

d er avstanden mellom A og CM



homogen sylinder
akse gjennom sentrum



homogent sylinderskall
akse gjennom sentrum

Kraftmoment

Kraftmoment som vektor $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

Størrelse av kraftmoment $\tau = r \cdot F \cdot \sin\theta = \text{kraft} \cdot \text{arm}$

$[\tau] = Nm$

Kraftmomentsetningen

Som vektorer $\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha}$

Som størrelse $\sum \tau = I\alpha$

homogen kule
akse gjennom sentrum

homogent kuleskall
akse gjennom sentrum

Energi

Kinetisk energi ved rotasjon $K_{rot} = \frac{1}{2} I\omega^2$

Kinetisk energi ved translasjon $K_{trans} = \frac{1}{2} mv^2$

Total kinetisk energi: $K = \frac{1}{2} mv_{cm}{}^2 + \frac{1}{2} I_{cm}\omega^2$

Arbeid ved konstant kraft $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$

Arbeid ved variabel kraft $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s}$

Arbeid-kinetisk energisetningen $W = \Delta K$

Potensiell energi i tyngdefelt $U_{tyngde} = mgh$

Potensiell energi for fjær $U_{fjær} = \frac{1}{2} kx^2$

Total mekanisk energi $E_{tot} = U + K$

Bevaring av mekanisk energi $(U+K)_1 = (U+K)_2$

Bevaring av mekanisk energi $\frac{dE_{tot}}{dt} = 0$

Bevaring av energi $(U+K)_1 + W_{andre} = (U+K)_2$

Bevegelsesmengde, spinn og støt

Bevegelsesmengde $\vec{p} = m\vec{v}$

Generell form av Newtons 2.lov $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$

Impulslov $\vec{F} \cdot t = \vec{p}_{etter} - \vec{p}_{for}$

Spinn (angulærmoment) $\vec{L}_{partikkel} = \vec{r} \times \vec{p}$ $L_{partikkel} = rmv \cdot \sin\theta$ $\vec{L}_{stivt\,legeme} = I\vec{\omega}$

Spinnsetning $\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

Svingninger - SHM

Generell svingeligning $\frac{d^2x}{dt^2}+\omega^2 x=0 \quad (\frac{d^2\theta}{dt^2}+\omega^2\theta=0)$

Løsning av generell svingeligning $\quad x=A\cos(\omega t+\varphi) \quad (\theta=A\cos(\omega t+\varphi))$

Parametere i løsning av generell svingeligning :

Vinkelfrekvens $\omega \quad [\omega]=\frac{\text{rad}}{\text{s}}$

Amplitude $A=\sqrt{x(0)^2+\frac{v(0)^2}{\omega^2}} \quad [A]=\text{m}$

Fasekonstant $\varphi=\tan^{-1}(\frac{-v(0)}{\omega\cdot x(0)})$ når $x(0)\neq 0, \varphi=\pm\frac{\pi}{2}$ når $x(0)=0$

Andre relevante parametere Frekvens $f=\frac{\omega}{2\pi}$ Periode $T=\frac{2\pi}{\omega}$

Kloss – fjær $\quad \frac{d^2x}{dt^2}+\frac{\text{k}}{\text{m}}x=0 \quad k=$ fjærkonstant, $m=$ masse

Matematisk pendel $\quad \frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{g}{l}\theta=0 \quad g=$ tyngdeakselerasjonen, $l=$ lengde snor

Torsjonspendel $\quad \frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{\kappa}{I}\theta=0 \quad \kappa=$ torsjonskonstanten, $I=$ treghetsmoment

Fysisk pendel $\quad \frac{d^2\theta}{dt^2}+\frac{mgd}{I}\theta=0 \quad d=$ avstand akse - tyngdepunkt, $I=$ treghetsmoment