Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK – NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

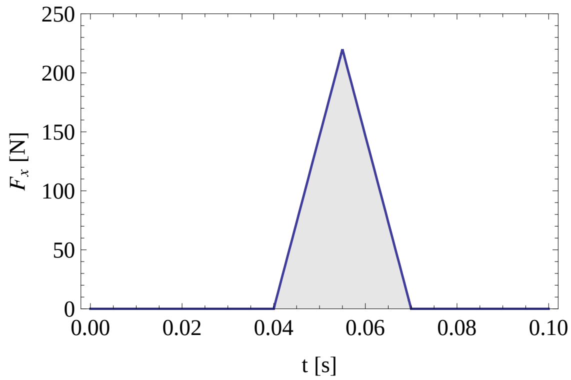
Eksamen i fag BIT 100	:	FYSIKK
Tid for eksamen	:	Torsdag 4. desember 2008. kl. 0900 - 1400 .
Tillatte hjelpemidler	:	Bestemt enkel kalkulator.
Vedlagt	:	BIT100 Fysikk – formelark (s. 8–9).

Oppgavesettet består av 5 oppgaver på 7 sider.

LYKKE TIL!

OPPGAVE 1.

Kraften som en tennisball erfarer i et serveslag, er vist som funksjon av tiden i figur 1. Gjennom hele slaget virker kraften i positiv x-retning. Tennisballens masse er $m = 60.0\,\mathrm{g}$.



Figur 1: Kraft i et serveslag som funksjon av tiden. Maksimumsverdien er $220\,\mathrm{N}$. Kraftens varighet er $3.00 \times 10^{-2}\,\mathrm{s}$.

(a) Bestem den totale impulsen, I_x, som tilføres ballen under serven.

Anta at ballens hastighet i x-retningen er null idet serveslaget starter.

(b) Bestem tennisballens hastighet i x-retningen umiddelbart etter at serveslaget er avsluttet. Oppgi svaret i enheten km/time.

OPPGAVE 2.

To punktpartikler, A og B, kolliderer. Partikkel A har massen $m_{\mathrm{A}} = 0.020\,\mathrm{kg}$. Partikkel B har massen $m_{\mathrm{B}} = 0.030\,\mathrm{kg}$. Før kollisjonen har partikkel B hastigheten

$$\vec{\mathbf{v}}_{\mathrm{B}} = (-4.00\,\hat{\imath} - 3.00\,\hat{\jmath})\,\mathrm{m/s}$$

De to partiklenes massesenter (CM) har før kollisjonen hastigheten

$$\vec{\mathbf{v}}_{\mathrm{CM}} = (-1.00\,\hat{\jmath})\,\mathrm{m/s}$$

(a) Vis at partikkel A før kollisjonen beveger seg med en fart

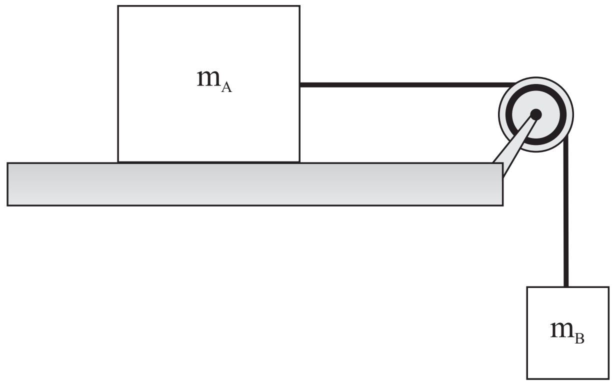
$$|\vec{\mathbf{v}}_{\mathrm{A}}| = 6.32\,\mathrm{m/s}$$

De to partiklene erfarer en fullstendig uelastisk kollisjon.

(b) Hva blir endringen i kinetisk energi for systemet med de to partiklene under kollisjonen?

OPPGAVE 3.

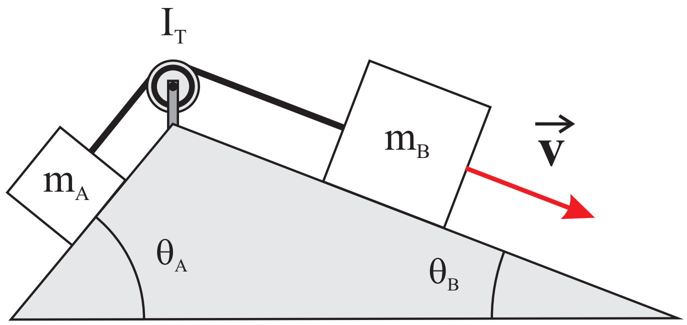
For tyngdens akselerasjon, g, nyttes verdien $g = 9.80\,\mathrm{m/s^2}$ i denne oppgaven.



Figur 2: Bevegelse med konstant hastighet.

De to klossene A og B i figur 2 er forbundet med en ideell snor som er lagt over en ideell masseløs trinse som kan rotere uten innflytelse av friksjon.
Systemet av klosser beveger seg med konstant hastighet.
Klossen B, som har massen $m_\mathrm{B} = 2.00\,\mathrm{kg}$, beveger seg loddrett nedover. Kinetisk friksjonskoeffisient mellom klossen A og det horisontale underlaget den beveger seg på, er $\mu_k = 0.400$.

(a) Bestem massen, m_A, til kloss A.



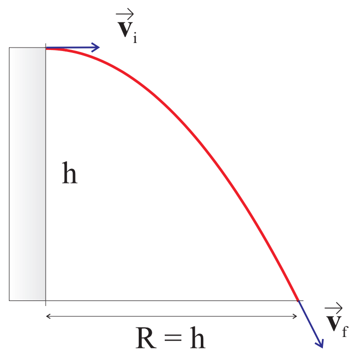
Figur 3: Bevegelse på skråplan.

To klosser, A og B, beveger seg på hvert sitt skråplan som vist i figur 3. De er forbundet med en ideell snor som ligger over en trinse. Trinsen har treghetsmomentet $I_{\mathrm{T}} = 0.0280\,\mathrm{kgm}^2$ om rotasjonsaksen og den beveger seg med snoren uten å glippe. Trinsens radius er $R = 10.0\,\mathrm{cm}$. Bevegelsen av klossene på skråplanene skjer uten innflytelse av friksjon. Klossenes masser er $m_{\mathrm{A}} = 2.00\,\mathrm{kg}$ og $m_{\mathrm{B}} = 5.00\,\mathrm{kg}$. Skråplanene danner vinklene $\theta_{\mathrm{A}} = 50.5°$ og $\theta_{\mathrm{B}} = 20.9°$ med horisontalen. Positiv bevegelseretning er angitt med $\vec{\mathbf{v}}$ i figuren.

(b) Bestem massenes akselerasjon.

OPPGAVE 4.

Rekkevidden, R, til et prosjektil, som avfyres horisontalt fra en klippekant, er lik klippens høyde, h.



Figur 4: Banen til et prosjektil. Rekkevidden, R, er identisk med klippekantens høyde, h.

(a) Vis at begynnelsesfarten, v_i, er gitt ved:

$$v_i = \sqrt{\frac{g\,h}{2}}$$

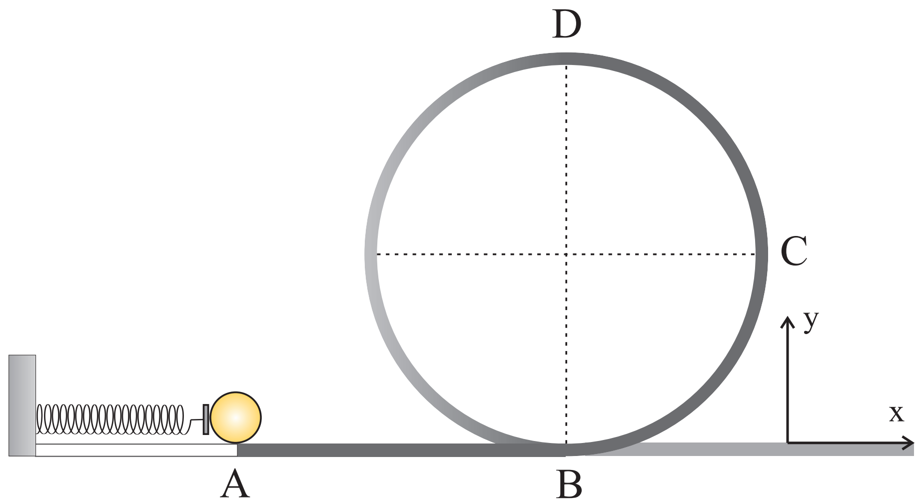
(b) Bestem et uttrykk for prosjektilets hastighetsvektor, $\vec{\mathbf{v}}_f$, idet det treffer bakken.

(c) Hvilken vinkel danner denne hastighetsvektoren da med den positive x-aksen?

OPPGAVE 5.

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

En kule har massen $m = 150\,\mathrm{g}$ og dens radius er $r = 2.60\,\mathrm{cm}$. Kulen er plassert mot en fjær som er sammentrykket en lengde $\Delta l = 14.0\,\mathrm{cm}$. Fjærens kraftkonstant k har verdien $k = 60.0\,\mathrm{N/m}$. Systemet holdes i ro i denne tilstanden.



Figur 5: Bane for eksperimentering med kulebevegelse.

Fjæren frigjøres så og den ekspanderer til ustrukket tilstand. Kulen er da kommet til posisjon A. Denne innledende bevegelsen har foregått på et friksjonsfritt underlag slik at kulen har gjennomført en ren translatorisk forskyvning.

(a) Bestem farten, $v_{\mathrm{CM,A}}$, til kulens massesenter i posisjonen A.

Kulen beveger seg så på en strekning AB der den erfarer glidefriksjon. Dens bevegelse endrer seg da fra å være ren translasjon i A til ren rullebevegelse i B. En kule med masse m har et treghetsmoment om en rotasjonsakse gjennom massesenteret som er gitt ved uttrykket

$$I_{\mathrm{CM}} = \frac{2}{5}\, m\, r^2$$

der r er kulens radius.

(b) Vis at en kule som gjennomfører en ren rullebevegelse har en kinetisk energi, K, som er gitt ved uttrykket

$$K = \frac{7}{10}\, m\, v_{\mathrm{CM}}^2$$

Glidefriksjonen under bevegelsen fra A til B har medført at massesenterfarten er blitt redusert. Det gjelder at

$$v_{\mathrm{CM,B}} = \frac{5}{7}\, v_{\mathrm{CM,A}}$$

(c) Beregn friksjonsarbeidet, W_{AB}, som er utført på kulen på denne strekningen.

Kulen går så inn i en sirkulær 'loop'. Dens radius er $R = 19.6\,\mathrm{cm}$. Siden kulen har en endelig størrelse, vil effektiv radius i 'loopen', målt fra kulens massesenter, være gitt som $R^\star = R - r$. Langs strekningen fra B til C i 'loop'en har kulen en ren rullebevegelse.

(d) Benytt at kulens mekaniske energi i tyngdefeltet er konstant til å bestemme dens massesenterfart, $v_{\mathrm{CM,C}}$, i posisjon C i 'loop'en.

(e) Beregn til slutt størrelsen av normalkraften, n_{C}, fra 'loop'en på kulen i posisjon C.

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 $a = \frac{dv}{dt}$
Resultantmomentet $\sum_i \tau_i = I\,\alpha$	Resultantkraften $\sum_i F_i = m\,a$
$\alpha = \text{konstant} \begin{cases} \omega_f = \omega_i + \alpha\,t \\ \theta_f = \theta_i + \omega_i\,t + \frac{1}{2}\alpha\,t^2 \\ \omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\,\alpha\,(\theta_f - \theta_i) \\ \theta_f = \theta_i + \frac{1}{2}\,(\omega_i + \omega_f)\,t \end{cases}$	$a = \text{konstant} \begin{cases} v_f = v_i + a\,t \\ x_f = x_i + v_i\,t + \frac{1}{2}a\,t^2 \\ v_f^2 = v_i^2 + 2\,a\,(x_f - x_i) \\ x_f = x_i + \frac{1}{2}\,(v_i + v_f)\,t \end{cases}$
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 $\sum_i \tau_i = \frac{dL}{dt}$	Newtons 2. lov $\sum_i F_i = \frac{dp}{dt}$

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	$\sum_i \vec{\mathbf{F}}_i = m\,\vec{\mathbf{a}}$
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	$\sum_i \vec{\mathbf{F}}_i = \frac{d\vec{\mathbf{p}}}{dt}$
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	$\frac{d\vec{\mathbf{L}}}{dt} = \sum_i \vec{\boldsymbol{\tau}}_i$
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	$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$
Identiteter	$\sin^2 A + \cos^2 A = 1$
	$\sin 2A = 2 \sin A \cos A$
	$\cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A = 2 \cos^2 A - 1 = 1 - 2 \sin^2 A$
	$\sin(A \pm B) = \sin A \cos B \pm \cos A \sin B$
	$\cos(A \pm B) = \cos A \cos B \mp \sin A \sin B$
Deriverte	$\frac{d \sin A}{dA} = \cos A$
	$\frac{d \cos A}{dA} = -\sin A$

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