UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS-MEK 1110
Eksamensdag: 26 mars 2015
Tid for eksamen: 10:00 – 13:00 (3 timer)
Oppgavesettet er på 3 sider
Vedlegg: Formelark
Tillatte hjelpemidler:
Øgrim og Lian: *Størrelser og enheter i fysikk og teknikk* eller
Angell, Lian, Øgrim: *Fysiske størrelser og enheter: Navn og symboler*
Rottmann: *Matematisk formelsamling*
Elektronisk kalkulator av godkjent type.

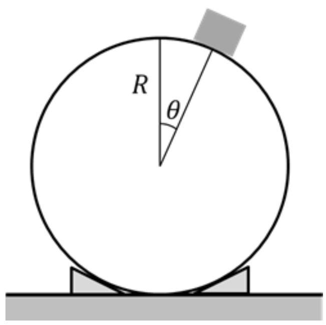
Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.
Husk å forklare hvordan du løser problemene og begrunn svarene dine.

Oppgave 1 (6 poeng)
Hvilke av følgende utsagn er sanne? Forklar og begrunn svarene dine.

a. En mynt faller gjennom et rør hvor det er vakuum. Mens mynten faller
(1) er bare bevegelsesmengden til mynten bevart.
(2) er bare den mekaniske energien til mynten bevart.
(3) er både bevegelsesmengden og den mekaniske energien til mynten bevart.
(4) er den kinetiske energien til mynten bevart. (3 poeng)

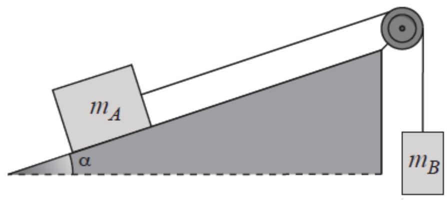
b. To stykker av leire kolliderer og beveger seg som ett etter kollisjonen. Under kollisjonen
(1) er bare bevegelsesmengden til leire bevart.
(2) er bare den mekaniske energien til leire bevart.
(3) er både bevegelsesmengden og den mekaniske energien til leire bevart.
(4) er den kinetiske energien til leire bevart. (3 poeng)

Oppgave 2 (12 poeng)
En liten blokk befinner seg på toppen av en stor kule. Kulen er festet til gulvet og beveger seg ikke. Det er ingen friksjon mellom blokken og overflaten av kulen. Blokken begynner å skli fra det høyeste punktet på kulen til den ene siden.



a. Tegn et fri-legeme diagram av blokken og navngi kreftene mens den har beveget seg en vinkel θ fra toppen. (3 poeng)
b. Finn farten til blokken som en funksjon av vinkelen θ. (4 poeng)
c. Finn vinkelen når blokken mister kontakt med overflaten av kulen. (5 poeng)

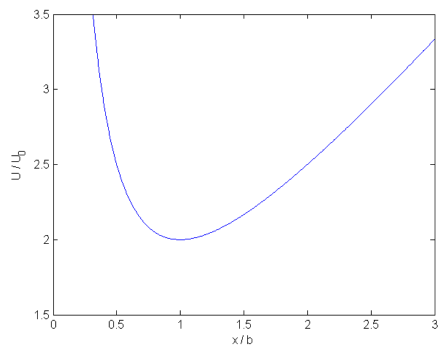
Oppgave 3 (16 poeng)



En blokk av masse m_A står på et skråplan som har en helningsvinkel α. Et tau forbinder blokken til en vekt B med masse m_B over en trinse som vist i figuren. Både tauet og trinsen kan betraktes masseløst, og trinsen roterer uten friksjon. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom blokk A og skråplanet er μ_s, den dynamiske friksjonskoeffisienten er μ_d. Tyngdeakselerasjonen er g.

a. Tegn et fri-legeme diagram for blokk A og navngi kreftene for det tilfelle hvor det ikke er noen vekt B festet til den andre enden av tauet. (3 poeng)
b. Tegn et fri-legeme diagram for blokk A og navngi kreftene for det tilfelle hvor en vekt B er festet til den andre enden av tauet. Anta at massen m_B er slik at systemet knapt forblir i ro. (3 poeng)
c. Finn et uttrykk for den maksimale massen $m_{B,\max}$ som du kan henge på tauet uten at blokk A begynner å skli opp skråplanet. Uttrykk den maksimale massen $m_{B,\max}$ som funksjon av massen m_A, vinkelen α og den statiske friksjonskoeffisienten μ_s. (5 poeng)
d. Du fester en masse som er større enn den maksimale massen fra del c., $m_{B,\max}$, til tauet og blokk A begynner å skli opp skråplanet. Finn akselerasjonen til de to legemene, uttrykt som funksjon av massene m_A og m_B, vinkelen α, den dynamiske friksjonskoeffisienten μ_d og tyngdeakselerasjonen g. (5 poeng)

Oppgave 4 (15 poeng)



Den potensielle energien til en kraft som virker på en partikkel er gitt ved $U(x) = U_0\left(\frac{b}{x} + \frac{x}{b}\right)$, hvor U_0 og b er positive konstanter og posisjonen x kan bare ta positive verdier.

a. Finn kraften som virker på partikkelen i posisjon x. (3 poeng)
b. Beskriv partikkelens bevegelse. Hvordan kan du karakterisere posisjonen $x = b$? (3 poeng)
c. Partikkelen befinner seg i ro ved posisjon $x_0 = \frac{1}{2}b$. Finn farten til partikkelen ved posisjon $x = b$. (3 poeng)
d. Hvor langt kan partikkelen beveger seg? (3 poeng)
e. I tre dimensjoner kan vi skrive potensialet som $U(\vec{r}) = U_0\left(\frac{b}{r} + \frac{r}{b}\right)$, hvor $r = |\vec{r}|$. Finn kraften som virker på partikkelen ved posisjon $\vec{r}$. (3 poeng)

Oppgave 5 (18 poeng)

Et fly som beveger seg horisontalt med konstant hastighet $\vec{v} = v_0\hat{\imath}$ dropper en pakke fra en høyde h over bakken. I første omgang kan du ignorere luftmotstanden.

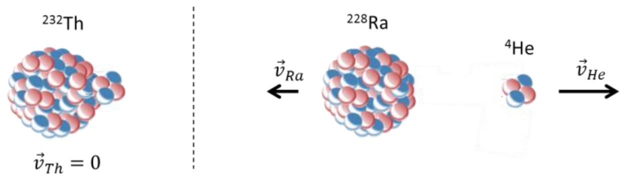
a. Finn hastighetsvektoren til pakken når den treffer på bakken, uttrykt som funksjon av farten v_0, høyden h, og tyngdeakselerasjonen g. (5 poeng)

Nå skal vi ta hensyn til luftmotstanden. Motstandskraften kan beskrives som $\vec{F}_D = -D\vec{v}|\vec{v}|$, der D er en positiv konstant. Flyet dropper pakken fra stor høyde og pakken oppnår terminalhastigheten.

b. Tegn et fri-legeme diagram for pakken og navngi kreftene. (3 poeng)
c. Bestem hastigheten til pakken når den treffer på bakken. (4 poeng)
d. Skriv et program for å beregne hastighet og posisjon til pakken som en funksjon av tid. Det er tilstrekkelig å ta med integrasjonsløkken. (6 poeng)

Oppgave 6 (6 poeng)

En ^{232}Th (thorium) atomkjerne henfaller i ro, det vil si at den bryter opp i en ^{228}Ra (radium) kjerne og en ^{4}He (helium) kjerne. I prosessen frigjøres den totale energien Q, som omdannes til kinetisk energi til de to fragmentene, slik at $Q = K_{Ra} + K_{He}$. Massen til radium og helium fragmentet er henholdsvis $m_{Ra} = 228$ u og $m_{He} = 4$ u, der u er atommasseenhet. Hvor stor del av den totale energien Q går over til kinetisk energi til ^{4}He fragmentet?



***

Dette er siste ark i oppgavesettet. Lykke til med oppgavene!

Formelark FYS-MEK 1110 Midtveiseksamen

$\sum \vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, hvor $\vec{p} = m\vec{v} = m\frac{d\vec{r}}{dt}$ og $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$

Konstant $\vec{a}$: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$, $\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$, $v^2 - v_0^2 = 2\vec{a}\cdot(\vec{r} - \vec{r}_0)$

Baneakselerasjon: $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}\hat{u}_T + \frac{v^2}{\rho}\hat{u}_N$

Galilei transformasjon: $\vec{r} = \vec{R} + \vec{r}'$, $\vec{v} = \vec{V} + \vec{v}'$

Fjærkraft: $F(x) = -k(x - x_0)$,

Luftmotstand: $\vec{F}_v = -k\vec{v}$ eller $\vec{F}_v = -Dv\vec{v}$

Statisk friksjon: $|F_s| \leq \mu_s N$,

Dynamisk friksjon: $|F_d| = \mu_d N$

Arbeid:$W_{AB} = \int_A^B \vec{F}\cdot d\vec{r} = K_B - K_A$,

Kinetisk energi: $K = \frac{1}{2}mv^2$

Potensiell energi for gravitasjon: $U = mgy$, for fjærkraft: $U = \frac{1}{2}k(x - x_0)^2$

Konservativ kraft: $\vec{F} = -\vec{\nabla}U(\vec{r})$

Impuls:$\vec{J} = \int_{t_0}^{t_1}\vec{F}dt = \Delta\vec{p} = \vec{p}(t_1) - \vec{p}(t_0)$

Rakettligningen: $\vec{F}^{\text{ext}} + \vec{v}_{\text{rel}}\frac{dm}{dt} = m\vec{a}$

Massesenter: $\vec{R} = \frac{1}{M}\sum_i m_i\vec{r}_i = \frac{1}{M}\int_M \vec{r}dm$, $M = \sum_i m_i = \int_M dm$

Gravitasjon: $\vec{F}(\vec{r}) = -G\frac{m_1 m_2}{r^2}\hat{u}_r$, $U(r) = -G\frac{m_1 m_2}{r}$