UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS-MEK 1110
Eksamensdag: Onsdag, 5. juni 2013
Tid for eksamen: kl. 9:00 – 13:00
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.
Du må i oppgavene begrunne dine svar. Ubegrunnede svar gir liten uttelling.

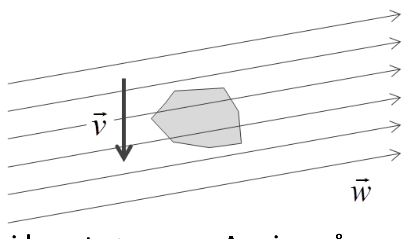
Oppgave 1 (24 poeng)

En liten stein med masse m synker i havet. Du kan anta at det virker en konstant oppdriftskraft $\vec{F}_B$og en motstandskraft av type $\vec{F}_D = -D|\vec{v}|\vec{v}$, hvor D er en konstant.

a) Tegn et frilegemediagram for steinen og navngi kreftene. (2 poeng)
b) Finn et uttrykk for akselerasjonen til steinen. (2 poeng)
c) Finn terminalhastigheten til steinen. (3 poeng)

Ved tiden $t = 0$ er steinen i ro og begynner å synke fra høyden h over havbunnen.

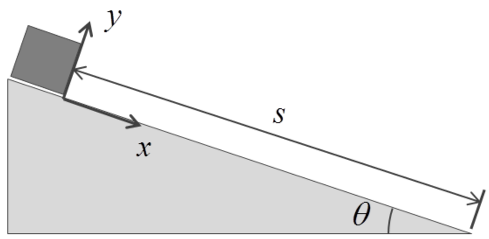
d) Skriv et program som finner den vertikale posisjonen til steinen som funksjon av tiden. Det er tilstrekkelig å ta med integrasjonsløkken. (5 poeng)



På stedet hvor steinen synker er det en havstrøm. Vannet beveger seg med konstant hastighet $\vec{w} = w_x\hat{\imath} + w_y\hat{\jmath} + w_z\hat{k}$.

e) Hvordan påvirker vannbevegelsen motstandskraften? Modifiser kraftmodellen for å ta hensyn til vannets hastighet. (3 poeng)
f) Tegn et frilegemediagram for steinen i den nye situasjonen i havstrømmen. Angi også hastigheten til steinen og til vannet rundt steinen. (3 poeng)
g) Modifiser programmet ditt for å beregne posisjonen til steinen når vannet beveger seg med konstant hastighet $\vec{w}$. Det er igjen tilstrekkelig å ta med integrasjonsløkken. (6 poeng)

Oppgave 2 (16 poeng)



En kiste med masse m settes ned på et skråplan som har en helningsvinkel θ. Den statiske friksjonskoeffisienten mellom kisten og overflaten til skråplanet er μ_s, den dynamiske friksjonskoeffisienten er μ_d, hvor $\mu_d < \mu_s$. Vi antar først at kisten forblir i ro.

a) Tegn et frilegemediagram for kisten og uttrykk alle kreftene som virker på kisten ved hjelp av $\mu_s, m, g\ og\ \theta.$ (4 poeng)

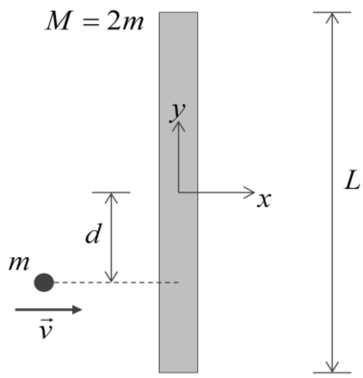
b) Finn betingelsen for at kisten begynner å skli ned skråplanet. (4 poeng)

Vi antar at betingelsen fra b) er oppfylt og kisten sklir ned skråplanet. Du kan se bort fra luftmotstanden.

c) Finn arbeidet som er gjort av friksjonskraften på kisten når den har sklidd ned en strekning s (målt langs skråplanet). (3 poeng)

d) Finn den kinetiske energien og hastigheten til kisten når den har kommet til bunnen av skråplanet etter den har sklidd ned en strekning s. (5 poeng)

Oppgave 3 (18 poeng)



En kule med masse m skytes i en tynn, homogen stav med lengde L som ligger horisontalt på en friksjonsfri overflate. Staven har masse $M = 2m$. Kulen treffer på staven i rett vinkel med hastighet v i en avstand d fra midten av staven (se figuren). Kulen stoppes i staven og forblir der mens staven begynner å bevege seg. Tykkelsen av staven er ubetydelig i forhold til dens lengde. Du kan betrakte kulen som et punkt uten utstrekning. Stopptiden til kulen i staven er også neglisjerbar.

a) Finn massesenteret $\vec{R}$ til systemet som består av staven og kulen etter kulen blir sittende fast inne i staven. (3 poeng)

b) Finn hastigheten $\vec{V}$ til massesenteret til systemet som består av staven og kulen etter kulen blir sittende fast inne i staven. (3 poeng)

Treghetsmomentet til en tynn stav som roterer om sitt massesenter er $I = \frac{1}{12}ML^2$. Kulen treffer på staven i avstand $d = \frac{1}{4}L$ fra midten av staven.

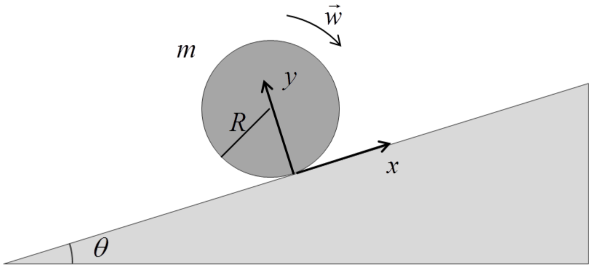
c) Vis at treghetsmomentet til systemet som består av staven og kulen om massesenteret er $I_{cm} = \frac{10}{3}md^2$. (6 poeng)

d) Finn vinkelhastigheten til systemet som består av staven og kulen om massesenteret og beskriv bevegelsen i ord. (6 poeng)

Oppgave 4 (7 poeng)

Et pion π^+ oppstår i en kollisjon mellom høyenergetiske protoner i en partikkelakselerator. Etter det er skapt beveger pionet seg med konstant høy hastighet nær lysets hastighet før det henfaller. Et pion i sitt hvilesystem har levetiden τ. Finn hastigheten til pionet hvis du som observatør i laboratoriet detekterer henfallet i en avstand d fra kollisjonspunktet. Finn et uttrykk for hastigheten v som funksjon av avstanden d og konstantene τ og c.

Oppgave 5 (26 poeng)



En sylinder som roterer om massesenteret sitt er satt ned på et skråplan med helningsvinkel θ. Sylinderen har masse m, radius R og treghetsmomentet om massesenteret er $I = \frac{1}{2}mR^2$. Vi definerer x aksen langs skråplanet som vist i figuren. Sylinderen roterer med klokken med en initial vinkelhastighet $\vec{\omega} = -\omega_0\hat{k}$. ($z$ aksen peker ut av papirplanet.) Den dynamiske friksjonskoeffisienten mellom sylinderen og overflaten til skråplanet er μ_d. Når den er satt ned på skråplanet ruller og sklir sylinderen samtidig i en blandet bevegelse. I denne oppgaven er vi interessert i den første perioden fram til det blir en ren rullebevegelse. Du kan se bort fra luftmotstanden.

a) Tegn et frilegemediagram for sylinderen og uttrykk alle kreftene ved hjelp av m, g, μ_d, og θ. (3 poeng)

b) Finn posisjonen til sylinderen som funksjon av tiden fra det øyeblikket sylinderen settes ned til den begynner å rulle uten å skli. (5 poeng)

c) Diskuter bevegelsen for forskjellige verdier for vinkelen θ. Hvordan beveger sylinderen seg hvis (i) $\tan\theta < \mu$, (ii) $\tan\theta > \mu$, (iii) $\tan\theta = \mu$? (3 poeng)

d) Finn vinkelhastigheten $\vec{\omega}$ til sylinderen som funksjon av tiden fra det øyeblikket sylinderen settes ned til den begynner å rulle uten å skli. Vær oppmerksom på rotasjonsretningen og retning av vinkelakselerasjonen. (6 poeng)

e) Vi betrakter en situasjon hvor $\tan\theta \leq \mu$. Vis at tiden det tar for sylinderen å rulle uten å skli er $t_r = \frac{\omega_0 R}{3\mu g\cos(\theta) - g\sin(\theta)}$. Vær igjen oppmerksom på at sylinderen roterer i negativ z-retning. (6 poeng)

f) Ved hvilken vinkelhastighet begynner sylinderen å rulle uten å skli hvis $\tan\theta = \mu$? Diskuter bevegelsen i dette tilfellet. (3 poeng)

***

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