FAKULTET FOR TEKNOLOGI OG REALFAG

Eksamen

Emnekode:	**FYS128-G**
Emnenavn:	**Fysikk**
Dato:	12. mai 2020
Varighet:	5 timer
Antall sider inkl. forside:	2
Tillatte hjelpemidler:	Alle hjelpemidler er tillatt.
Merknader:	Alle svar skal grunngis og det må tas med så mye mellomregning at fremgangsmåten kommer tydelig frem. Hver deloppgave gir maks 3 poeng. Maksimal poengsum på hele besvarelsen er 36. Karakteren settes etter hvor stor andel av maksimal poengsum man oppnår. Kontaktpersoner ved spørsmål: Felix Geisler: 004915774935856 (Samordna opptak) Alex Ho: 954.18.869 (Y-vei/TRES)

Oppgave 1

Et legeme med masse m opplever en tidsavhengig kraft $\mathbf{F}(t)= [f, -ge^{-kt}]$, hvor f, g, og k er konstanter. Dette er den eneste kraften som virker på legemet. Anta følgende initialbetingelse for posisjonen $\mathbf{r}(t)= [x(t), y(t)]$ og hastigheten $\mathbf{v}(t)$ til legemet: $\mathbf{r}(0)= [0, 0]$ m og $\mathbf{v}(0)= [0, 0]$ m/s.

a) Finn uttrykket for hastigheten $\mathbf{v}(t)$.

b) Finn uttrykket for posisjonen $\mathbf{r}(t)$.

Oppgave 2

En komet med masse m passerer en planet med masse $M= 6{,}0\cdot10^{24}$ kg. Kometen opplever da et potensial $U(\mathbf{r})= -GMm/|\mathbf{r}|$ på grunn av gravitasjonskraften. Her er $G= 6{,}67\cdot10^{-11}$ Nm^2/kg^2 gravitasjonskonstanten og $\mathbf{r}(t)= [x(t), y(t), z(t)]$ er posisjonen til kometen når origo for koordinatsystemet er valgt i planetens massesenter.

a) Anta at kometen har en hastighet på 10 km/s når den er uendelig langt borte. Hva er hastigheten til kometen når $|\mathbf{r}|$= 100 000 km? Vi ser bort fra gravitasjonskraften fra andre planeter.

b) Skrive ned bevegelsesligningene som beskriver tidsutviklingen til posisjonen $\mathbf{r}(t)$.

Oppgave 3

Vi lager en luke for huskatten Glenn-Rodny i inngangsdøren. Katteluken har form av en kvadratisk skive med sidelengde a. Vi antar at luken har en jevn tykkelse og at den kan rotere friksjonsfritt omkring omdreiningsaksen (Fig. 1).

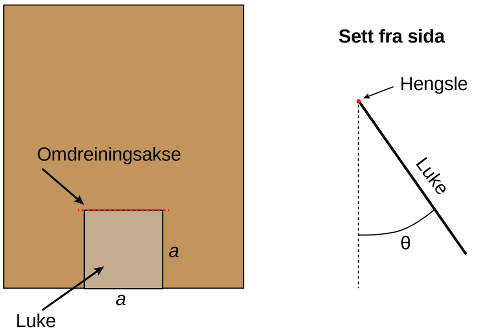

Fig. 1: Dør med luke til katt. Rød stiplet linje indikerer omdreiningsaksen til luken. θ er rotasjonsvinkelen til luken i forhold til vertikalplanet.

a) Vis at treghetsmomentet til luken om omdreiningsaksen er $I = ma^2/3$, hvor m er massen til luken.

b) Vis at tidsutviklingen for rotasjonsvinkelen θ til luken er gitt ved ligningen

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{3g}{2a}\sin\theta$$

når gravitasjonen er den eneste kraften som gir et kraftmoment om omdreiningsaksen.

c) For små vinkler θ er $\sin\theta \approx \theta$. Bruk dette til å finne en generell løsning for $\theta(t)$ som gjelder for små rotasjonsvinkler og vis at løsningen er $\theta(t) = \theta_0 \cos(t\sqrt{3g/2a})$ når du antar initialbetingelsene $\theta(0) = \theta_0$ og $d\theta/dt = 0$ s^{-1}.

d) Anta at luken slippes fra en vinkel θ_0. Luken har ingen vinkelfart i det den slippes. Bruk bevaring av mekanisk energi til å finne et generelt uttrykk for vinkelfarten til luken når den passerer bunnpunktet $\theta = 0$. Vis at dette resultatet samsvarer med løsningen du fant i oppgave 3c når startvinkelen θ_0 er liten. Hint: Du får her bruk for at $\cos\theta_0 \approx 1 - (1/2)\theta_0^2$ for små θ_0.

Oppgave 4

På et tivoli består en konkurranse i å skyte med luftgevær på to blinker montert på en stang som roterer med en vinkelfart ω_0 (Fig. 2). Blinkene har hver en masse m_b, mens stanga har en masse M. Lengden til stanga er L og den roterer friksjonsfritt om omdreiningsaksen.

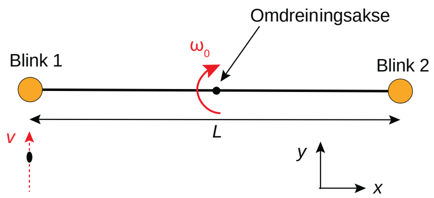

Fig. 2: To blinker festet på roterende stang. Kule med hastighet **v**= [0, v] treffer blink 1.

a) Finn et uttrykk for spinnet til systemet bestående av stanga og de to blinkene som funksjon av M, m_b, L og ω_0. Du kan betrakte de to blinkene som to punktpartikler.

b) Anta nå at en luftgeværkule treffer en av de to blinkene og at den etter støtet henger fast i blinken. Kula har masse m_k og har før sammenstøtet med blinken en hastighet **v**= [0, v] (se Fig. 2). Finn et uttrykk for vinkelfarten til felleslegemet bestående av de to blinkene, stanga og kula. Uttrykket skal skrives som en funksjon av M, m_b, m_k, L, v og ω_0.

Oppgave 5

I utgangstilstanden har en ideell gass trykket p_1, volumet V_1 og temperaturen T_1. Nå forandrer gassen tilstanden sin ved å gjennomføre en tilstandsendring, slik at den oppnår trykket p_2, volumet V_2 og temperaturen T_2 i den nye tilstanden. Trykket fordobler seg under denne tilstandsendringen, som er en isokor prosess.

a) Finn arbeidet W som utføres under den isokore prosessen.
b) Varmen Q utveksles mellom gassen og omgivelsen under den isokore prosessen. Bruk den ideelle gassloven som utgangspunkt, og diskutér fortegnet til varmen Q. Overføres varmen Q fra gassen til omgivelsen eller fra omgivelsen til gassen?