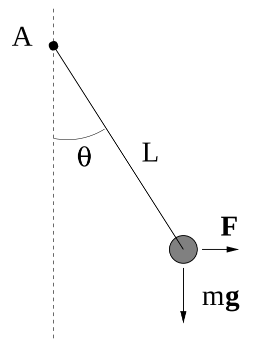
TFY4104 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2013.
Øving 2. Veiledning: 30. august. Innleveringsfrist: 4. september kl 14.

Oppgave 1.

En pulsar er en hurtig roterende nøytronstjerne som sender ut radiopulser som vi mottar med helt presise tidsintervall. En puls mottas for hver omdreining av stjernen. Perioden (tida det tar å rotere 360°) måles ved å måle tidsintervallet mellom pulsene. I dag har pulsaren i den sentrale delen av Krabbetåken en rotasjonsperiode på 33 ms, og perioden øker med 38 ns pr døgn.

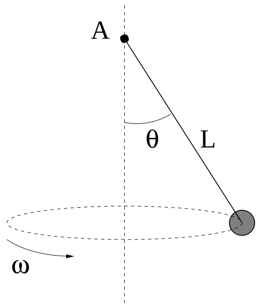
a. Hvor stor er vinkelakselerasjonen?
b. Når vil rotasjonen stoppe dersom vinkelakselerasjonen forutsettes konstant (med verdi som i pkt a)?
c. Pulsaren oppsto i en supernova-eksplosjon som ble beskrevet av kinesiske astronomer i år 1054. Hva var rotasjonsperioden på det tidspunktet?

Oppgave 2.



Ei kule (punktmasse) med masse m er festet til ei vektløs stang med lengde L. Stanga er festet i et punkt A som den kan bevege seg fritt om.

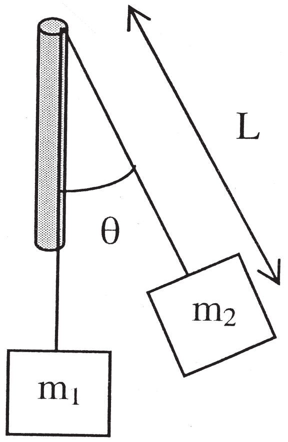
a) Kula trekkes ut til siden (i papirplanet) med en horisontal kraft $\boldsymbol{F}$. Hvor stor må F være for å holde kula i ro ved vinkelen θ?



b) I stedet for å trekke med en kraft $\boldsymbol{F}$ lar vi systemet rotere om en vertikal akse gjennom opphengningspunktet A, med vinkelhastighet ω. Hvor stor vinkel θ danner stanga med vertikalaksen? Er denne løsningen riktig for alle verdier av ω? TIPS: Kula har hastighet $v = \omega r$ $(r = L \sin\theta)$ og sentripetalakselerasjon $a = v^2/r$.

c) Til slutt tenker vi oss at pendelen henger (uten å rotere!) i et fly som akselererer bortover rullebanen. Hva er akselerasjonen dersom $\theta = 30°$? (Utfør eksperimentet neste gang du er ute og flyr!)

Oppgave 3.



Denne oppgaven er en viderføring av oppgaven ovenfor.

Ei masseløs snor er tredd gjennom et glatt rør (ingen friksjon, heller ikke når snora glir over kanten), og endene er festet i (punkt)massene m_1 og m_2. Se figuren til venstre. Massen m_2 roterer i horisontalplanet med omløpstid T, mens m_1 blir hengende i ro.

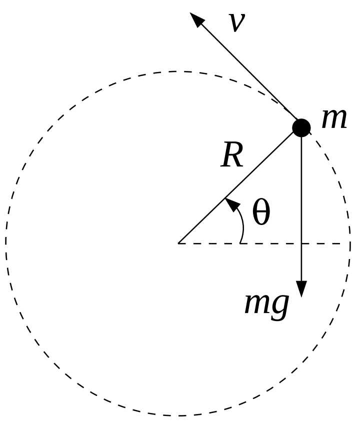
a. Finn vinkelen θ mellom snora og røret, uttrykt med m_1 og m_2.

b. Finn snorlengden L fra toppen av røret til m_2, uttrykt med m_1, m_2, g og T.

c. Bestem θ og L når $m_1 = 4.0\,\text{kg}$, $m_2 = 2.00\,\text{kg}$ og $T = 1.00\,\text{s}$.

d. Dette er en dynamisk likevekt, dvs vi antar at L holder seg konstant under rotasjonen (dynamikken). Er den dynamiske "likevekten" stabil? Diskuter dette ved å svare på følgende spørsmål:
- Hva skjer dersom snorlengden, med gitt omløpstid T, er forskjellig fra den funne "likevektslengden" L?
- Hvordan ville denne "likevekten" endres dersom friksjonen mellom snora og øvre kant av røret var forskjellig fra null?

Oppgave 4.



En stein med masse m er festet til enden av ei (masseløs) snor med lengde R, og slynges rundt i en vertikal sirkelbane, som vist i figuren til venstre.

a. Vis at Newtons 2. lov for den tangentielle bevegelsen langs sirkelbanen kan skrives som

$$R\frac{d\omega}{dt} = -g\cos\theta,$$

og bruk kjerneregelen $\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt}$ til å finne en differensialligning for $\omega(\theta)$.

b. Løs ligningen og vis at

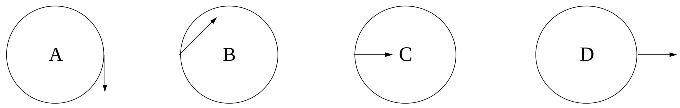
$$\omega^2 = \omega_0^2 - \frac{2g}{R} \cdot \sin\theta,$$

der ω_0 er vinkelhastigheten ved $\sin\theta = 0$.

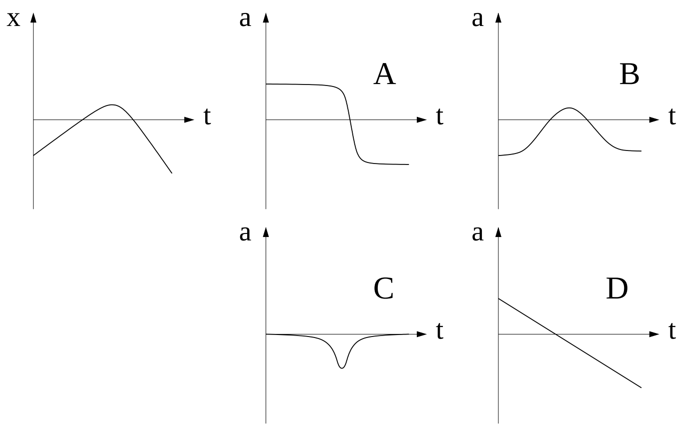
c. Sett opp en ligning for sentripetalakselerasjonen a_c og finn snordraget S som funksjon av θ. I hvilken posisjon av banen er det størst fare for at snora ryker? (Bruk det funne uttrykket for $S(\theta)$ og sjekk det mot din sunne fornuft.) Hva må ω_0 minst være for at snora hele tida skal være stram? (Igjen: Sunn fornuft gir en god sjekk også her.)

Oppgave 5.

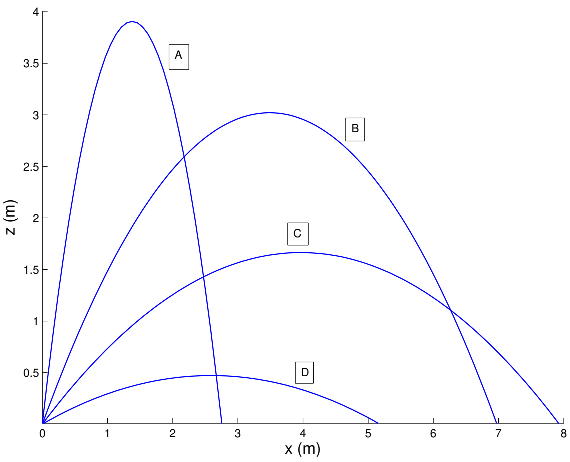
Eksamen vil inneholde noen flervalgsoppgaver. Til hvert spørsmål oppgis da fire alternative svar, hvorav ett er riktig og tre er gale. Du velger ett av svarene og får poeng hvis det er riktig og null poeng hvis det er galt. Enkelt og greit. Her er noen eksempler.



a) En partikkel beveger seg i en sirkulær bane, med jevnt økende hastighet. Hvilken figur viser korrekt akselerasjon?



b) Et legeme beveger seg langs en rett linje (x) som vist i figuren til venstre. Hvilken figur viser best legemets akselerasjon a?



c) Figuren viser banen for fire prosjektiler som skytes ut under ulike vinkler, men med samme absoluttverdi av hastigheten. Hvilket prosjektil var lengst i lufta?

Utvalgte fasitsvar:
1b) ca. år 4400 1c) $T = 0.024\,\text{s}$ eller $T = 0.020\,\text{s}$, alt etter regnemåten. 3c) $L = 0.50\,\text{m}$