Inst. fysikk 2017

TFY4115 Fysikk (MTELSYS/MTTK/MTNANO)
Øving 2

Veiledning: 5.-7. sep. Gruppeinndelingen finner du på emnets nettside.
Innlevering: **Fredag 8. sep. kl. 12:00** Lever øvinger i bokser utenfor R4.

Nødvendige begreper ved løsning av oppgavene:
Vinkelhastighet og -akselerasjon, Newtons lover, statisk likevekt, snorkrefter, dynamisk "likevekt", sirkelbevegelse, sentripetalkrefter.

Oppgave 1. Kinematikk i himmelrommet

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 T, 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 $T = 0,033\,\mathrm{s}$, og perioden øker nå med $1,26 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{s}$ per år.

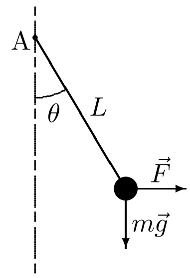
a. Vis at sammenhengen mellom vinkelhastighet og periode er gitt ved $\omega = 2\pi/T$.

b. Hvor stor er pulsarens vinkelakelerasjon α i dag?

c. Når vil rotasjonen stoppe dersom vinkelakselerasjonen forutsettes konstant (med verdi som i pkt.b)?

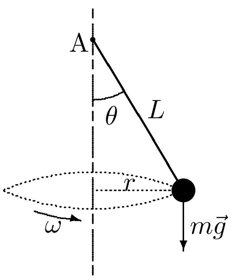
d. Pulsaren oppsto i en supernova-eksplosjon som ble beskrevet av kinesiske astronomer i år 1054. Hva var rotasjonsperioden på det tidspunktet?

Oppgave 2. Statisk og dynamisk likevekt



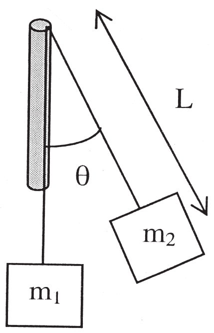
Ei kule (punktmasse) med masse $m = 0,100\,\mathrm{kg}$ er festa til ei vektløs snor med lengde $L = 0,50\,\mathrm{m}$. Snora er festa i et punkt A som den kan bevege seg fritt om.

a. Kula trekkes ut til siden (i papirplanet) med ei horisontal kraft $\vec{F}$ og holdes i ro ved en likevektsvinkel $\theta = 30°$. Hvor stor må F være?



b. I stedet for å trekke med ei kraft $\vec{F}$, lar vi kula rotere som en kjeglependel, dvs. kula beveger seg i en horisontal sirkel med radius $r = L \sin\theta$. Under rotasjonen vil snorkraft og tyngdekraft tilsammen gi nødvendig sentripetalkraft. Hvilken periode T må systemet rotere med for å beholde likevektsvinkelen $\theta = 30°$ i kjeglependelen?

Oppgave 3. Dynamisk likevekt med motvekt



Denne oppgaven er en viderføring av oppgaven ovenfor.

Ei masseløs snor er tredd gjennom et rør og (punkt)masser m_1 og m_2 er festet i snorendene. Se figuren til venstre. Massen m_2 roterer i horisontalplanet med omløpstid T, mens m_1 blir hengende i ro. Det er null friksjon mellom snor og rør, også over den skarpe kanten på toppen (noe som er nokså utenkelig, men likevel . . .).

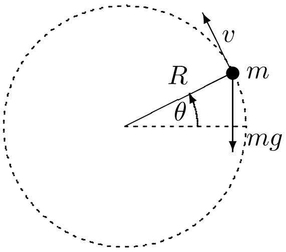
a. Finn vinkelen θ mellom snora og røret, uttrykt med m_1 og m_2.

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 numerisk når $m_1 = 4,0\,\mathrm{kg}$, $m_2 = 2,00\,\mathrm{kg}$ og $T = 1,00\,\mathrm{s}$.

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

Oppgave 4. Ikke-uniform sirkelbevegelse



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

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

og bruk kjerneregelen $\dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t} = \dfrac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}\theta}\cdot\dfrac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$ til å finne en differensiallikning for $\omega(\theta)$.

b. Løs likningen og vis at

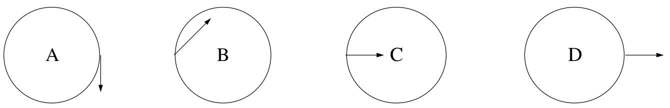
$$\omega^2 = \omega_0^2 - \frac{2g}{R}\cdot\sin\theta,$$

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

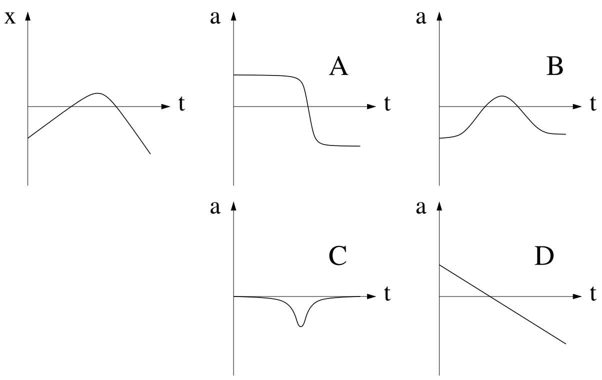
c. Sett opp likning for sentripetalakselerasjonen a_c og finn snordraget S som funksjon av θ. I hvilken posisjon av banen er det størst fare for at snora ryker? (Bruk det funne uttrykket for $S(\theta)$ og sjekk det mot din sunne fornuft.) Hva må ω_0 minst være for at snora hele tida skal være stram?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

Oppgave 5. Flervalgsoppgaver

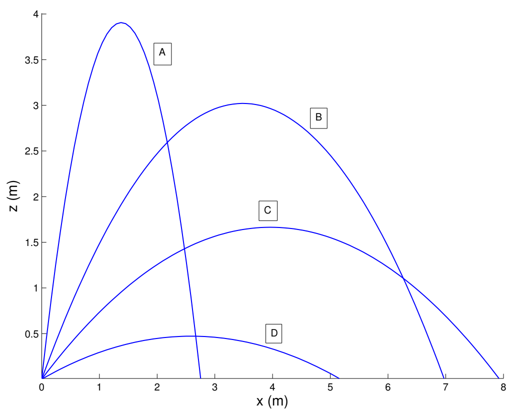
En stor del av eksamen vil bestå av flervalgsoppgaver. Det kommer noen slike i øvingene, og det henvises ellers til tidligere eksamensoppgaver og midtsemesterprøver på nettsidene. Det er fire eller fem alternativer, og kun ett av svarene er rett. Ingen begrunnelse.



a. En partikkel beveger seg i en sirkulær bane, med jevnt økende hastighet. Hvilken figur viser korrekt akselerasjon?
A, B, C eller D.



b. Et legeme beveger seg langs en rett linje (x) som vist i figuren til venstre. Hvilken figur viser best legemets akselerasjon a?
A, B, C, D eller E: Ingen viser rett akselerasjon.



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?
A, B, C eller D.

Utvalgte fasitsvar:
1c) ca. år 4600 1d) $T = 0,024\,\mathrm{s}$ eller $T = 0,021\,\mathrm{s}$, alt etter regnemåten. 2a) 0,57 N; 2b) 1,32 s 3c) $L = 0,50\,\mathrm{m}$