

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen FYS1100 Mekanikk og modellering, høst 2022

Dato: 28. november 2022, kl 15:00-19:00 (4 timer)

Oppgavesettet er på: 3 sider

Tillatte hjelpemidler: Godkjent kalkulator; Rottman: "Matematisk formelsamling"

Formelark finnes bakerst i oppgavesettet.

Husk at alle svar skal begrunnes. Riktig svar uten begrunnelse gir liten uttelling. Alle deloppgaver teller likt.

Oppgave 1 Fermiproblem

Hvor mye energi bruker du på å bøye deg ned og plukke opp en liten gjenstand fra bakken? Anslå størrelsesordenen, og forklar alle antagelser du gjør. Her vurderes først og fremst fornuftige antagelser og resonnement. Det er størrelsesordenen som er viktig her, ikke eksakte tall.

Oppgave 2 Differensiallikning

Finn løsningen til differensiallikninga

$$\ddot{x} + 3\dot{x} - 4x = 0$$

med initialbetingelsene $x(0) = 1$ og $\dot{x}(0) = -4$.

Oppgave 3 Rekkeutvikling av relativistisk energi

Det relativistiske uttrykket for energien til en partikkel med masse m som beveger seg med farta v er gitt ved

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

- Finn Taylorpolynomet av grad 4 i v til dette uttrykket (hvor verdien a som v skal rekkeutvikles om er $a = 0$).
- Forklar betydningen av de to laveste ordens leddene i dette polynomet.

Oppgave 4 Et romskip

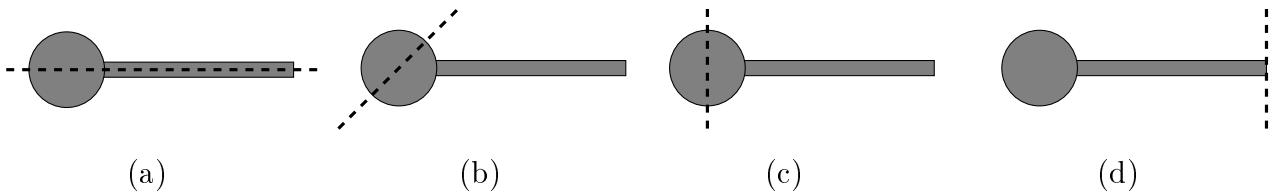
Romskipet ditt er bygget som et stort roterende hjul for å simulere tyngdekraften. Radius på hjulet er $R = 50$ m.



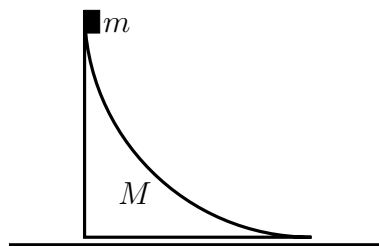
- a) Hvor mange omdreiningar per minutt kreves det for å simulere tyngdekraften på jorden, $g = 9.8 \text{ m/s}^2$?
- b) Hva er forskjellen i akselerasjon mellom føttene dine og hodet ditt hvis du er 2.0 m høy?

Oppgave 5 Treghetsmoment

Et legeme er laget av en homogen stav og ei homogen kule med samme masse. Kula har en radius som er mye mindre enn lengden av staven. Rangér treghetsmomentene I_a til I_d for rotasjon om de stiplede linjene fra det største til det minste. Forklar resonnetet ditt og begrunn rekkefølgen.



Oppgave 6 En kloss sklir på en bane



Figuren viser en liten kloss med massen m som glir friksjonsfritt nedover en bane som har form som en kvartsirkel. Banen er ikke festet til underlaget, men kan gli friksjonsfritt. Vi ser bort fra luftmotstand. Massen til banen er M . Hvor stor fart får klossen når den kommer til bunnen av banen? Den opprinnelige høyden til klossen over underlaget er h .

Oppgave 7 Kraftmåling på en kloss

En kloss trekkes i en rett linje bortover et ujevnt underlag. Vi har en kraftmåler som måler krafta som brukes til å trekke klossen med som funksjon av tida, denne krafta er i samme retning som bevegelsen. Samtidig måles posisjonen til klossen ved de samme tidspunktene. Resultatene fra eksperimentet er lagret i ei fil med tre kolonner. Starten av fila er vist under.

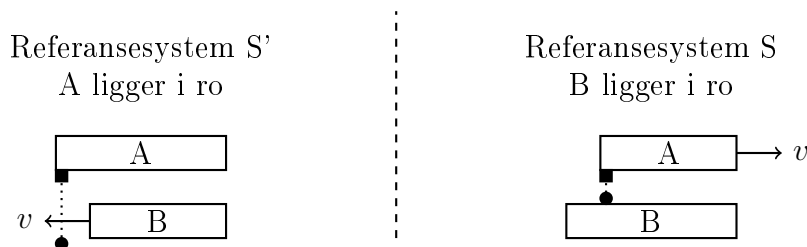
t	F	x
0	0.3	0
0.1	0.4	0.04
0.2	0.6	0.12
0.3	0.5	0.15

Du kan anta at de tre kolonnene er lest inn i et program og ligger i variabler som heter 't', 'F' og 'x' (hver av disse er da ei liste med elementer). Du vil beregne hvor stort arbeid krafta har gjort under bevegelsen ved numerisk integrasjon.

- Velg en numerisk integrasjonsmetode og forklar hvordan den virker og hvordan den skal anvendes på dataene fra fila.
- Skriv en kodesnutt som utfører den numeriske integrasjonen med den metoden du valgte. Det er ikke nødvendig å skrive et fullstendig program, bare den delen som gjør integrasjonen med utgangspunkt i variablene definert over.

Oppgave 8 Et romskip skyter på et annet

To identiske romskip, A og B, med lengden L passerer hverandre med relativ fart v . Sett fra referansesystem S' der A ligger i ro vil det idet den høyre (fremste) enden av A passerer den høyre (bakerste) enden til B fyres av en kanon i den venstre (bakerste) enden til A rettet vinkelrett på bevegelsesretningen. Siden B er lengdekontrahert vil prosjektilet ikke treffe B. Sett fra referansesystem S der B er i ro vil imidlertid romskip A være lengdekontrahert slik at prosjektilet treffer et stykke inn på romskip B. Avstanden mellom romskipene er liten, slik at vi kan se bort fra tida prosjektilet bruker mellom A og B.



Kommer prosjektilet til å treffe B eller ikke? Forklar hva som er feil med resonnementene over.