

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

**Konteeksamen i:** FYS-MEK 1110 - Mekanikk / FYS-MEF 1110 - Mekanikk for MEF / FY-ME 100

**Eksamensdag:** Torsdag 18. august 2005

**Tid for eksamen:** Kl. 0900 - 1200

**Tillatte hjelpemidler:** Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk, eller Angell, Lian, Øgrim: Fysiske størrelser og enheter: Navn og symboler  
Rottman: Matematisk formelsamling  
To A4-ark med egne notater (kan beskrives på begge sider).  
Elektronisk kalkulator av godkjent type

**Oppgavesettet er på 3 sider.**

**Kontrollér at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.**

**Ved sensur vil alle delspørsmål i utgangspunktet bli gitt samme vekt (uavhengig av oppgavenummer). Vi forbeholder oss retten til justeringer.**

**MERK:** Les hele oppgaveteksten før du begynner å arbeide konkret med deler av oppgaven. Det vil for mange bli knapp tid på å besvare hele eksamenssettet, men gjør så mye du rekker. Vi anbefaler at du fører rett inn, og at du bruker korte svar som du eventuelt kan fylle ut siden dersom du får tid til dette. Hvert delspørsmål teller likt, så det lønner seg å eventuelt hoppe over de vanskeligste og mest arbeidskrevende deloppgavene i første omgang og ta dem opp igjen siden dersom du får tid. I *noen* oppgaver kan flere delspørsmål løses uavhengig av om man har fått til de foregående delspørsmålene eller ikke.

## 1. Forståelsesspørsmål

a) Gjør rede for hvilke *ytte* krefter som virker på en bil som kjører oppover en bakke med konstant hastighet. Angi både angrepspunkt og retning til de aktuelle kreftene.

b) Gjør også på tilsvarende måte rede for hvilke *ytte* krefter som virker på systemet (jord+måne).

c) Når en bil bremses, vil normalkraften på forhjulene fra underlaget være større enn vanlig. Forklar hvorfor, og prøv å angi en realistisk vurdering av hvor stor effekten er.

d) I kollisjoner skiller vi mellom elastiske og uelastiske støt, rette og skrå støt, samt sentrale og ikke-sentrale støt. Gjør *kort* rede for klassifiseringene og hva de innebærer. Hvor mange variable vi må kjenne til i hver enkel situasjon for å løse et støtproblem entydig. (Ta utgangspunkt i antall lovmessigheter vi har tilgjengelig.)

e) Hva menes med en konservativ kraft?

f) Dersom samtidighet ikke er et absolutt begrep, betyr det at vi må gi opp begrepet kausalitet? Dersom hendelse A *medfører* hendelse B, *må* A skje først. Er det mulig at det i noen referansesystem ser ut som at A medfører B mens det i andre system ser ut som om B medfører A? Forklar

## Oppgave 2

- a) Finn størrelsen og retning av Corioliskraften som “virker” på en 1200 kg tung bil som kjører rett nordover (mellom Oslo og Gardermoen) med hastigheten 100 km/t. Oslo ligger omtrent på den 60-ende breddegrad.

## Oppgave 3

Et lite legeme med masse  $m$  beveger seg friksjonsfritt på en horisontal flate. Legemet er festet til en tynn tråd som går gjennom et hull i flaten. Ved å trekke i enden av tråden kan vi variere avstanden fra hullet til legemet. Til å begynne med går legemet i en sirkulær bane med radius  $r_0$  og fart  $v_0$ . Ved å trekke i tråden får vi legemet over i en sirkulær bane med radius  $r_1 < r_0$ .

- a) Finn farten i den nye sirkelbanen.
- b) Finn økningen av legemets kinetiske energi, og bruk energibevaringsloven for å finne hvor stort arbeid vi må utføre på legemet for å bringe det over i den nye banen.
- c) Beregn dette arbeidet direkte bl.a. ved å ta utgangspunkt i snordraget, under forutsetning at vi trekker så sakte at det gjøres mange omdreininger i løpet av den tiden vi endrer radien i banen.

## Oppgave 4 - versjon A (ikke for FYS-MEF)

International Space Station (ISS) befinner seg om lag 390 km over jordoverflata.

- a) Bestem omløpstiden til ISS ved å ta utgangspunkt i at jordradien er  $6.38 \cdot 10^6$  m og at tyngdens akselerasjon ved jordoverflaten er  $9.81 \text{ m/s}^2$ . Beregn også hastigheten ISS har (i forhold til en tenkt ikke-roterende jord).

ISS blir bl.a. besøkt av romferjer (Space Shuttles). En romferje har om lag 7600 m/s hastighet ved 200 km over bakken når den innleder landing på jorden etter endt romferd. Når romferja lander på bakken, har hastigheten sunket til ca 350 km/t. Praktisk talt hele den angitte fartsreduksjonen skyldes friksjon mot atmosfæren under nedstigningen. Romferja har ved landing en masse på litt over 100 tonn.

- b) Bestem hvor mye energi som går opp i varme når romferjen returnerer til jorda.

En VW Passat personbil med 170 hestekrefters motor kan yte 127 kW når den går for fullt.

- c) Beregn hvor lenge en slik bil ville kunne kjøre med max effekt før den hadde brukt like mye energi som en romferje mister når den er på vei tilbake til jorden. (Dersom du ikke har klart å få et svar under punkt b, kan du bare *anta* en viss energimengde og så gjøre beregningen ut fra denne antakelsen. På den måten kan du vise at du i det minste skjønner framgangsmåten, og du vil få *litt* uttelling på denne deloppgaven, om enn ikke full.)

## Oppgave 4 - versjon B (kun for FYS-MEF)

Hooke's lov for strekkbelastninger kan skrives som  $F_x = kx$ , hvor  $x$  er legemets endring i lengde og  $k$  er en kraftkonstant.

- Finne et uttrykk for kraftkonstanten  $k$  for en stang med lengde  $l_0$ , tverrsnitt  $A$  og Young's modulus  $Y$ .
- Beregne arbeidet, uttrykt ved bl.a.  $l_0$ ,  $A$  og  $Y$ , som kreves for å strekke dette legemet en lengde  $x$ .
- En sirkulær stålstang som er 2.00 m lang må ikke strekkes lenger enn 0.25 cm når strekkraften er 400 N i hver ende av stanga. Hva er minste diameter stålstanga kan ha? Young's modulus for stål er  $20 \cdot 10^{10}$  Pa.

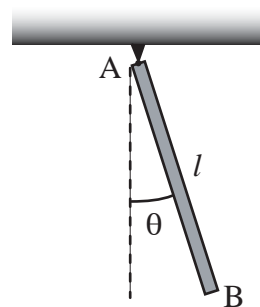
## Oppgave 5

Einstein lanserte den spesielle Relativitetsteorien for hundre år siden i år.

- Relativitetsteorien er basert på to postulater. Hva sier disse?
- Utled formelen for tidsdilatasjon, gjerne ut fra et "tankeeksperiment". Nevn viktige forutsetninger og poenger ved utledningen.

## Oppgave 6

En tynn homogen stang AB med masse  $m$  og lengde  $l$ , er opphengt i A som vist på figuren.  $\theta$  betegner vinkelen mellom stanga og vertikalen. Ingen friksjon. Tyngdens akselerasjon er  $g$ . Det oppgis at treghetsmomentet om dreieaksen i A er  $1/3 ml^2$ . Bevegelsen starter med at stanga slippes fra ro i horisontal stilling.



- Finne vinkelakselerasjonen som funksjon av vinkelen  $\theta$ .
- Finne vinkelhastigheten som funksjon av  $\theta$ .
- Finne kraften som virker på stanga i opphengningspunktet når stanga passerer laveste stilling.
- Finne, som funksjon av  $\theta$ , kraften som virker på stanga i opphengningspunktet. Kraften kan f.eks. angis ved komponentene langs stanga og komponenten normalt på stanga.

\*\*\*

*Dette er siste ark i oppgavesettet. Lykke til med oppgaveløsningen!*

\*\*\*\*\*

Tilleggsspørsmål for oppgave 6 som ble tatt ut fra oppgavesettet i siste liten:

Vi lar nå opphengningen være et kuleledd og setter stanga i en slik bevegelse at den beskriver en kjegleflate med vertikalen gjennom A som symmetriakse. Under denne bevegelsen er vinkelen  $\theta$  en konstant, som vi regner som gitt.

- e) Vis at vinkelhastigheten  $\omega$  i rotasjonsbevegelsen om den vertikale akse er gitt ved  $\omega^2 = 3g/(2l \cos\theta)$ .
- f) Angi verdien og retningen på spinnmomentet som stanga har om A. Begrunn svaret.