

Faglig kontakt under eksamen:  
Institutt for fysikk, Realfagbyggingen  
Professor Anders Johnsson, 73 59 18 54, 90672213 (mb)

## **EKSAMEN I EMNE FY 3020 ROMTEKNOLOGI I**

**Tirsdag 29. november 2005 Tid: 9:00 – 15:00**

Hjelpemidler: Standard kalkulator, matematiske tabeller (for eksempel Karl Rottmann)

Sensuren faller: 22. desember 2005

---

### **Oppgave 1.**

- a) Diskuter 5 viktige forandringer som skjer med astronautenes fysiologi ved langtidsopphold i mikrogravitasjon i og utenfor romfartøyet.
- b) Diskuter og beskriv faremomenter når et romskip går inn for landing på jordoverflaten.

### **Oppgave 2.**

Overføring av signaler fra bakkestasjon via satellitt til mottakere i et visst landområde forlanger nøyaktig gjennomtenkning og beregning. Beskriv system for slike overføringer og gi noen momenter og nevne parametre som er kritiske for at mottakerer skal kunne ta imot riktige signaler med tilstrekkelig styrke.

### **Oppgave 3.**

En satellitt rundt jorden får ved oppskyting en elliptisk bane med avstand fra jordoverflaten til perigeum på  $2 R_0$  og til apogeum på  $5 R_0$ , hvor  $R_0$  betegner jordens radius.

- a) hva blir baneparameteren  $a$  for banen?
- b) Satellitten blir løftet opp via en Hohmanns bane til en ny bane, nå sirkulær med avstand lik apogeum-avstanden. Formelen for banehastigheten ved en slik overgang fra en sirkelbane til en annen skrives

$$v = \sqrt{\mu(2/r - 1/a)}$$

Hva står de forskjellige betegnelsene for og hvor stor blir banehastigheten i den nye sirkulærbanen?

- c) Baneplanet til satellitten får imidlertid en inklinasjon på 1 grad i forhold til det ønskete ekvatorialplanet og en banekorreksjon måtte gjennomføres.  $\Delta m$  for en slik banekorreksjon gis som kjent av følgende formel

$$\Delta m = m_0 (1 - e^{-\Delta v / g I_{sp}})$$

Hva står betegnelsene for?

Beregn en omtrentlig verdi på den relative masseforandringen  $\Delta m/m_0$  før banekorreksjonen hvor du bruker normalverdier på  $g$  og  $I_{sp}$ .

#### Oppgave 4.

Gi en beskrivelse av Hubble-teleskopet, dets historie og dets instrumentering for observasjoner samt nevnt fem resultater av spesiell betydning man har oppnådd ved dette teleskopet.

#### Oppgave 5.

*Velg ett av de to alternativene nedenfor*

##### Alternativ 1 for oppgave 5:

- a. Utled for en sirkulær satellittbane Keplers tredje lov, som sier at  $r^3$  er proporsjonal med  $T^2$  (hvor  $r$  er avstanden til jordas tyngdepunkt og  $T$  omløpstiden). Vis at sentripetalkraften kan uttrykkes som  $m \cdot \omega^2 \cdot r$  med konvensjonelle betegnelser.
- b. En såkalt "tether" konstruksjon kan bestå av to like satellitter på omtrent 50 km avstand fra hverandre men forbundne mekanisk og stivt og med en elektrisk leder mellom satellittene. Figuren illustrerer prinsippet for et slikt system (som for eksempel skal kunne få energi ved at tether-lederen beveges i jordas magnetfelt).

Massepunktet til dette system av to "tvillingsatellitter" beveger seg på en gitt høyde  $r_0$ . Den "ytre" satellitten vil imidlertid ha en lavere tyngdekraft enn den "indre" og sentrifugalkreftene vil også være forskjellig.

Beregn hvilket g-tall man vil oppleve i de to satellittene.

### Alternativ 2 for oppgave 5:

En rund skive roterer med forholdsvis lav hastighet rundt en vertikal akse (f.eks. som platetallerkenen til en gramfonspiller). På den ligger jord og man har strødd ut frø fra planter på hele skiven. Vanning fører til spiring og det viser seg at veksthastigheten i hvert øyeblikk er proporsjonal med akselerasjonen både i lodmlinjeretningen og horisontalretningen. Fortegnet er negativt for planteskuddene (de vokser mot tyngdekraften). I lodmlinjeretningen er jo akselerasjonen konstant og veksthastigheten derfor konstant. Men i horisontalretningen bestemmer posisjonen til skuddspissen også akselerasjonen ("jo nærmere rotasjonsaksen jo mindre sentripetalkraft").

- a) Prøv å skissere (helst matematisk) hvilken kurve som skudd-delene av plantene vil følge for en gitt rotasjonshastighet! Hvordan forandres kurven med rotasjonshastigheten?
- b) Hvordan ville veksten skje hvis vi hadde gjennomført tilsvarende eksperiment i vektløshet?