FY1001/TFY4145/TFY4109. Institutt for fysikk, NTNU. Høsten 2015.

Veiledning: 16. - 19. november.

Øving 11

Oppgitt:
Tyngdekraft og potensiell energi: $F = GMm/r^2 \quad U = -GMm/r$
Jordmassen: $5.974 \cdot 10^{24}$ kg
Solmassen: $1.9891 \cdot 10^{30}$ kg
Jordradien: 6378 km
Midlere radius i jordens bane om solen: $1.5 \cdot 10^{11}$ m
Gravitasjonskonstanten: $6.6742 \cdot 10^{-11}$ Nm^2/kg^2
Trondheims breddegrad: 63°26' nord (1' = bueminutt = 1/60 grad)

Oppgave 1: Pendelur ved sjøen og på fjellet

a) Hvordan varierer en pendels svingetid T med høyden over havet h?

b) Hvor mye vil et pendelur saktne seg i løpet av ei uke hvis du flytter det fra hytta ved sjøen (der uret går riktig) til hytta på fjellet 630 moh?

Oppgave 2: Satellitt i atmosfæren

En satellitt med masse $m = 5000$ kg går i sirkulær bane i høyde 8000 km over jordoverflaten. Den blir utsatt for atmosfærisk friksjon slik at banehøyden over tid reduseres til 650 km. Anta at banen til enhver tid er sirkulær. Finn for denne baneendringen forandringen i satellittens *a*) hastighet; *b*) kinetiske energi; *c*) potensielle energi; *d*) totale mekaniske energi.

Oppgave 3: Geostasjonær satellitt

En satellitt som alltid holder seg på samme plass over et fast sted på jorda kalles geostasjonær. Satellittens omløp må da følge jordas omløp. Geostasjonære satellitter brukes bl.a til radio- og TV-kommunikasjon ("paraboler").

a) I hvilken høyde over jordoverflaten må en geostasjonær satellitt befinne seg?

b) Hva er den største breddegrad på jorda hvor man kan ha fri sikt til satellitten? Husk at en geostasjonær satellitt må ligge rett over ekvator. Anta at horisonten er flat (dvs ingen fjell).

c) Hvilken vinkel over horisonten må en parabol i Trondheim peke for å peke rett mot satellitten?

Oppgave 4: Unnslippshastigheter

a) Hvor stor hastighet v_J må en rakett minst skytes opp med fra jordens overflate dersom den skal unnslippe jordens gravitasjonsfelt?

b) Hvor stor hastighet v_S må en rakett minst skytes opp med fra jordens overflate dersom den skal unnslippe både jordens og solens gravitasjonsfelt? Se bort fra innvirkningen av andre planeter i solsystemet. Hvor stor blir feilen i v_S dersom du ser bort fra innvirkningen av jordens gravitasjonsfelt?

Se bort fra alle former for dissipasjon i denne oppgaven.

Oppgave 5: Gravitasjonsfelt fra massefordeling

a) En tynn, jevntykk stav har masse M og lengde L. Bestem gravitasjonsfeltet $\boldsymbol{g}(y)$ i en avstand y fra stavens massesenter (vinkelrett på staven).

b) Hva blir $\boldsymbol{g}(x)$ i avstand x fra stavens massesenter, på stavens akse? (Dvs, staven ligger på x-aksen.)

c) Dersom y og x i hhv a) og b) er mye større enn stavens lengde L, kan du skrive ned (gode tilnærmelser for) hhv $g(y)$ og $g(x)$ på direkten. Stemmer uttrykkene dine fra a) og b) med dette?

Noen svar:
1b : Ca et minutt.
2a : 2266 m/s 2c : -145 GJ
3a : 35868 km 3b : 81°19' 3c : 18°20'
4a : 11.2 km/s 4b : 43.5 km/s; ca 3%