

1. a) Satelliitin radan nousevan solmun prekessio on 0.9856 astetta vuorokaudessa silloin kun radan inklinatio ja korkeus maan pinnasta ovat oheisen taulukon mukaisia.

Korkeus [km] <i>Height</i> inklinaatio <i>inclination</i>	500	750	1000	1500
	97.40	98.39	99.48	101.95

Satelliitti on tällöin aurinkosynkronisella radalla. Mitä tämä tarkoittaa? Envisatin radan korkeus on 785 km. Mikä sen radan inklination pitäisi olla, jotta se olisi aurinkosynkronisella radalla?

b) Envisat ylittää Otaniemen (leveysaste 60°) eräänä yönä kello 0 UT. Käyttäen oheista taulukkoja, laske millä leveysasteella Envisat on vuorokauden (24 h) kuluttua. Entä tähtivuorokauden kuluttua (23 h 56 m)? Montako kierrosta se on ehtinyt tehdä?

Korkeus [km] <i>Height</i>	400	450	500	550	600	650	700	750
Radan säde [km] <i>Orbit radius</i>	6778	6828	6878	6928	6978	7028	7078	7128
Kiertoaika [min] <i>Revolution time</i>	92.6	93.6	94.6	95.6	96.7	97.7	98.8	99.8
Nopeus [m/s] <i>velocity</i>	7668.4	7640.0	7612.2	7584.9	7557.5	7530.6	7504.4	7477.9

Korkeus [km] <i>Height</i>	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Radan säde [km] <i>Orbit radius</i>	7178	7278	7378	7478	7578	7678	7778	7878
Kiertoaika [min] <i>Revolution time</i>	100.9	103.0	105.1	107.3	109.4	111.6	113.8	116.0
Nopeus [m/s] <i>velocity</i>	7451.9	7400.2	7349.9	7300.9	7252.5	7205.3	7158.6	7113.1

- a) The precession rate of the ascending node of a satellite orbit is 0.9856 degrees/day when the inclination and height from the ground are as shown in the first table. Satellite is said to be on the sun-synchronous orbit. What does this mean? The height of the Envisat orbit is 785 km. What should the inclination be if the satellite on the sun-synchronous orbit?
- b) Envisat flies above Otaniemi (latitude 60°) one night at 0 UT. Using the second table, compute on which latitude Envisat is one day (24 h) later. Where it is one sidereal day (23 h 56 m) later? How many revolutions it was made in one day?

2. Satelliittilaserin (SLR) periaate ja käyttö avaruusgeodeetisessa tutkimuksessa. Mainitse globaalinen koordinaatiston määrittelyssä ja ylläpidossa olevia seikkoja, jotka vaativat SLR:n käyttöä ja joita esimerkiksi GPS- tai VLBI-mittaauksin ei voida tehdä. Entä muut sovellukset?

Principles and use of the Satellite Laser Ranging (SLR) in space geodetic research. Mention those things in defining and maintaining global reference frames which are specific for the SLR and which cannot be observed e.g. with GPS or VLBI. Other applications?

3. CHAMP, GRACE ja GOCE. Toimintaperiaatteet, mitä ja miten mitataan sekä mittauksuureiden erot. Tarkkuus ja erottuskyky?

CHAMP, GRACE and GOCE. Principles, what are measured and how and what are the differences in observables. Accuracy and resolution?

4. Selitä *lyhyesti*
- a) ETRS89
 - b) Galileo
 - c) Satelliittialtimetria
 - d) GPS-signaalin L3 (ionosfäärivapaa) havaintosuure
 - e) Mark-5
 - f) Inertiaalikoordinaatisto

Explain *briefly*

- a) ETRS89
- b) Galileo
- c) Satellite altimetry
- d) L3 (ionosphere free) observable of the GPS signal
- e) Mark-5
- f) Inertial reference frame