

## Tentti: Maan painovoimakenttä 31.08.2011

(Funktioilaskin (ei kämmenmikro))

## 1. Peruskäsitteet

(a) Usein käytetty Maan gravitaatiopotentiaalin pallofunktiokehitemä on

$$V = \frac{GM}{r} \left( 1 + \sum_{n=2}^{360} \left( \frac{a}{r} \right)^n \sum_{m=0}^n \bar{P}_{nm}(\sin \phi) [\bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda] \right).$$

Tämä kehitemä menee astelukuun 360 saakka.

Kysymys: montako eri kertoimet  $\bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}$  on tässä ilmaisussa?(b) Normaalipotentiali on GRS80-mallin mukaan ( $h$ :n yksikkönä m,  $U$ :n yksikkönä  $m^2 s^{-2}$ , vakioiden yksiköt jätetty pois):

$$\begin{aligned} U = & 62636860.8500 + \\ & + [-9.78032677 - 0.05163075 \sin^2 \varphi - 0.00022761 \sin^4 \varphi - 0.00000123 \sin^6 \varphi] h + \\ & + [0.01543899 \cdot 10^{-4} - 0.00002195 \cdot 10^{-4} \sin^2 \varphi - 0.00000010 \cdot 10^{-4} \sin^4 \varphi] h^2 - \\ & - [-0.00002422 \cdot 10^{-8} + 0.00000007 \cdot 10^{-8} \sin^2 \varphi] h^3. \end{aligned}$$

Mikä on normaalipainovoima ekvaatorilla korkeudella  $h = 0$ ?

## 2. GAUSSIN lause

GAUSSIN lauseen vektorikenttäversio on

$$\iiint_V \operatorname{div} \mathbf{a} dV = \iint_{\partial V} \langle \mathbf{a} \cdot \mathbf{n} \rangle dS,$$

ja saman lauseen potentiaaliversio on

$$\iiint_V \Delta V dV = \iint_{\partial V} \frac{\partial V}{\partial n} dS.$$

Selosta mitä tämä lause kuvaa fysikaalisesti, ja kaikkien esiintyvien symbolien merkitys.

## 3. Geoidi ja merenpinta

(a) Selosta meritopografia ja sen syyt.

(b) Miten meritopografiasta voi laskea merivirtaukset? Kaavat ovat

$$\frac{\partial \zeta}{\partial x} = -2v_y \frac{\omega}{\gamma} \sin \varphi, \quad \frac{\partial \zeta}{\partial y} = +2v_x \frac{\omega}{\gamma} \sin \varphi.$$

Selosta esiintyvät symbolit ja niiden merkitys, sekä miten nämä kaavat ratkaistaan.

## 4. Maasto, painovoimakenttä

(a) Selosta eri gravimetriset mittauslaitetyypit. Missä olosuhteissa ja mihin tarkoituksiin ne käytetään?

(b) Selosta BOUGUER-laatta, BOUGUER-korjaus, maastokorjaus. Miten maastokorjaus käytännössä lasketaan?

## 5. Korkeudet

HELMERT-korkeuksien laskentakaava on:

$$H = \frac{C}{g(H) + 0.0424 [\text{mGal m}^{-1}] H}$$

Jos on annettuna, että  $C = 500$  geopotentialiyksikköä ( $1 \text{ GPU} = 10 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ ), ja painovoima mitattuna maan pinnalla, korkeudella  $H$ , on  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ , laske  $H$  metreissä.

Pisteytys:

Kysymys	1	2	3	4	5	Yht.
	a b		a b	a b		
Pisteet	5	5	5	5	5	25
	3	5	2 3	2 3	5	

Pisteet	10	13	16	19	23
Arvosana	1	2	3	4	5