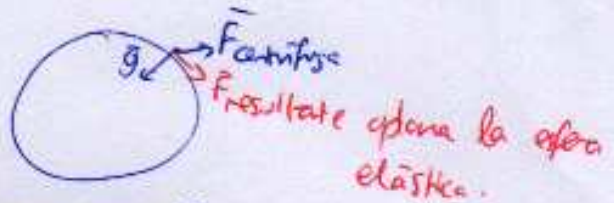


A1.) (a) DEBIDO AL GIRO DE LA TIERRA



- (b) RAZONES
- 1) JUPITER GIRA A DIFERENTE TASA?
  - 2)  $F_{centrifuga} = r\omega^2$  → RADIO DE JUPITER DIFERENTE!
  - 3) JUPITER TIENE DIFERENTE MEDIO / COMPORTAMIENTO ELÁSTICO

A2.) Evidencia de rocas: Edad de las rocas más antiguas < (Edad del sistema solar) la Tierra.  
 (radiocronología)

Evidencia de modelación:

Energía gravitacional por colapso de material aumenta temperatura mucha (Tarea 1)

Evidencia de estructura Tiene un núcleo ⇒ los elementos densos podrían separarse en el fundido

A3.) (a) El tiempo necesario para que el número de elementos radiactivos que quedan es la mitad.

$$(b) \quad \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

$$\Rightarrow -\lambda T_{1/2} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = -\ln 2$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

(c)  $\frac{1}{\text{tiempo}}$ , entonces  $[s^{-1}]$  o  $[año^{-1}]$  o algo así.

A4)  $\sin \lambda$ ,  $\sin^3 \lambda$  etc no son simétricos alrededor del ecuador ( $\lambda=0$ )!

$g_{ref}$  tiene que estar simétrico alrededor de  $\lambda=0$ !

(campo referencia simétrico...

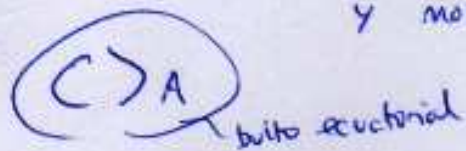
o argumentos de centro de masa...)

A5) (a)  $a =$  radio terrestre ECUATORIAL

(b)  $J_2 = \frac{C-A}{Mc^2}$

diferencia en los momentos de inercia alrededor del eje vertical (C)

y momento de inercia alrededor del eje horizontal (A)



(c) simetría rotacional / cilíndrica alrededor del eje de rotación.

A6) (a) Campo magnético promediado por  $\sim 1000 \rightarrow 10000$  años  
se representa por un dipolo axial  
 $\nwarrow$  eje rotación tierra

(b) mediciones paleomagnéticas promediadas dan ángulos etc. en el marco de referencia geográfico

A7) (a)  $\vec{H} =$  campo magnético  $t =$  tiempo  $\vec{v} =$  Campo de flujos de velocidad del conductor

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  (permeabilidad espacio libre)

$\sigma =$  conductividad del conductor

(b)  $\nabla \times (\vec{v} \times \vec{H})$

SOLN B1.

$$\text{B1) (a) } \Omega = \frac{3}{5} \frac{6.67 \times 10^{-11} \cdot 5.97 \times 10^{24} \cdot 5.97 \times 10^{24}}{6371000}$$
$$= 2.24 \times 10^{32} \text{ [J]}$$

$$\text{(b) } \Omega_{\text{total}} = \Omega + \Omega_{\text{rad}}$$

$$\Omega_{\text{rad}} = \alpha M T = 1 \times 10^{-9} \times 5.97 \times 10^{24} \times 100 \times 10^6 \times \frac{365 \times 86400}{86400}$$
$$= 1.88 \times 10^{31}$$

$$\Rightarrow \Omega_{\text{total}} = 2.43 \times 10^{32} \approx 2.4 \times 10^{32} \text{ [J]}$$

$$\text{(c) } \Delta T = \frac{\epsilon \Omega_{\text{total}} \text{ [J]}}{C_p \text{ [J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}] M \text{ [kg]}}$$

$$= \frac{2.4 \times 10^{32} \cdot 0.025}{1000 \times 5.97 \times 10^{24}} = 1005 \approx \underline{\underline{1000 \text{ K}}}$$

(d) material con mucha densidad hunde  $\Rightarrow$  aún más liberación de energía gravitacional  
(porque la masa empuja aún más cerca al centro de masa.)

B2)  
(a) 
$$\Delta g_z = \frac{4G \Delta \rho \pi a^3 z}{3(x^2 + z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

~~SO2U~~  $G = 6.67 \times 10^{-11}$ ,  $\Delta \rho = 3000 - 2400 = 600 \text{ kg m}^{-3}$   
 $a = 2000 \text{ m}$      $z = 4000 \text{ m}$

$$\Rightarrow \Delta g_z = \frac{4 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 600 \times \pi \times (2000)^3 \times 4000}{3(x^2 + 4000^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$= \frac{5364332.288}{(x^2 + 4000^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Punto 1:  $x = 0 \Rightarrow \Delta g_z = 0.000084 \text{ ms}^{-2}$

Punto 2:  $x = 2000 \Rightarrow \Delta g_z = 0.000060 \text{ ms}^{-2}$

Punto 3:  $x = 4000 \Rightarrow \Delta g_z = 0.000030 \text{ ms}^{-2}$

(b)  $\Delta g_B \equiv \Delta g_z = g_{obs} - \Delta g_{FA} - \Delta g_B - g_{ref}$

$$\Rightarrow g_{obs} = \Delta g_z + \Delta g_{FA} + \Delta g_B + g_{ref}$$

$$= \Delta g_z - \frac{2hg}{r} + 2\pi G \rho h + 9.783215$$

$$= \Delta g_z + h \left( 2\pi G \rho - \frac{2g}{r} \right) + 9.783215$$

$\rho = 2400$   
 $g = 9.78$   
 $r = 6371000$

$1.0058 \times 10^{-6} - 3.070 \times 10^{-6}$

$$= \Delta g_z - 0.000002064 h + 9.783215$$

Punto 1:  $h = 1000 \text{ m} \Rightarrow g_{obs} = 0.000084 - 0.002064 + 9.783215$   
 $= 9.781235 \text{ [ms}^{-2}\text{]}$

Punto 2:  $h = 500 \text{ m} \Rightarrow g_{obs} = 0.000060 - 0.001032 + 9.783215$   
 $= 9.782243 \text{ [ms}^{-2}\text{]}$

Punto 3:  $h = 100 \text{ m} \Rightarrow g_{obs} = 0.000030 - 0.0002064 + 9.783215$   
 $= 9.783039 \text{ [ms}^{-2}\text{]}$

solu B3

B3.

$$V_m = \frac{\mu_0}{4\pi r^2} \left[ m_x \frac{x}{r} + m_y \frac{y}{r} + m_z \frac{z}{r} \right]$$

(a) DIPOLE

$$= \frac{\mu_0}{4\pi r^2} \left[ m_x \cos\theta \sin\theta + m_y \sin\theta \sin\theta + m_z \cos\theta \right]$$

Además  
 $l=1$

$$V_m = \frac{a^3}{r^2} \left[ g_1^0 \cos\theta + g_1^1 \cos\theta \sin\theta + h_1^1 \sin\theta \sin\theta \right]$$

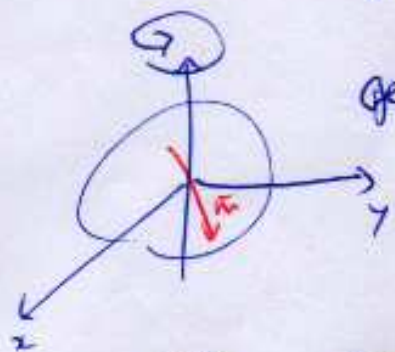
$$\Rightarrow \frac{\mu_0}{4\pi r^2} m_x \cos\theta \sin\theta = \frac{a^3}{r^2} g_1^1 \cos\theta \sin\theta$$

$$g_1^1 = \frac{\mu_0}{4\pi a^3} m_x \quad \text{etc...}$$

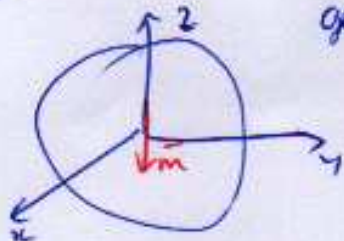
$$h_1^1 = \frac{\mu_0}{4\pi a^3} m_y$$

$$g_1^0 = \frac{\mu_0}{4\pi a^3} m_z$$

(b)



geográfico: eje z es eje de gira de la tierra



geomagnético: eje z es eje dipolo

(c)  $\Rightarrow$  en el marco geomagnético,  $m_x = m_y = 0$


$$m_z = \sqrt{29439^2 + 150^2 + 4796^2}$$


$$= 29865 \text{ nT}$$

CASI!

SOLN B4.

B4)

(a)  $m=0, l \neq 0 \Rightarrow$    $\leftarrow$  l líneas de (equiv.  $l=2 \dots$ )

$m \neq 0, l \neq 0, m \neq l \Rightarrow$   algo así

(b) • En los polos necesitamos que  $U$  es constante para diferentes longitudes. (condición de borde en los polos!)

$\Rightarrow$  Si  $m=0$ , soln. es independiente de longitud,  $\Rightarrow P_l^m$  puede estar cualquier valor para cumplir condición de borde

si  $m \neq 0 \Rightarrow$  soln. depende en  $\phi$

$\Rightarrow P_l^m$  tiene que estar cero en los polos para cumplir condición de borde.

(c) Gravitacond :  $r > R_{\text{tierra}}$

Magnético :  $r > R_{\text{núcleo}}$

• porque  $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J}$

• solo  $\vec{B} = -\mu_0 \nabla V_m$  cuando  $\vec{J} = 0$ , porque

Se combina con Maxwell 1  $\nabla \cdot \vec{B} = 0$   
para dar  $\nabla^2 V_m = 0$

Se supone solo corrientes eléctricas en el núcleo.

(puntos extra si hablan de problemas radiales para  $l \geq 14$  por magnetización de la corteza)