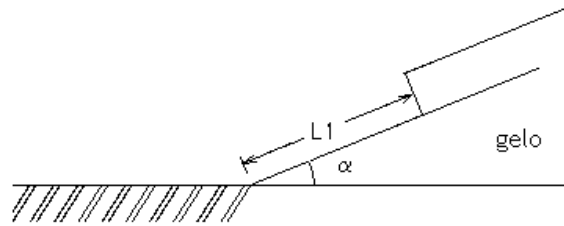
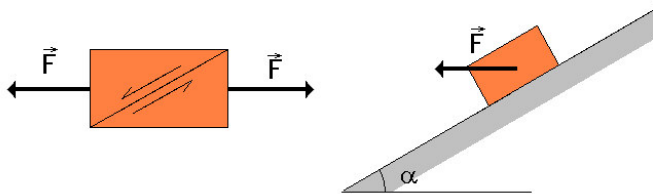


Nota: Sempre que necessário, use para o raio da Terra $R_T = 6400 \text{ km}$, para a aceleração da gravidade $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ e para a constante de atracção universal $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$. Os problemas assinalados com o símbolo ® têm a sua resolução na pasta da disciplina.

1 - Na figura tem-se um bloco de gelo que se desprende de uma encosta em rampa com a inclinação $\alpha = 30^\circ$. O bloco de massa m desce a encosta com comprimento $L = 20 \text{ m}$ sem atrito. Assim que atinge a estrada horizontal, o bloco passa a sofrer a acção do atrito cinético com coeficiente $K_c = 0.2$.



- Calcule a aceleração com que o bloco de gelo desce a encosta.
- Calcule a velocidade com que o bloco de gelo atinge a estrada.
- Calcule a aceleração do bloco de gelo quando desliza pela estrada com atrito.
- Calcule a distância horizontal que o bloco de gelo percorre até parar na estrada.

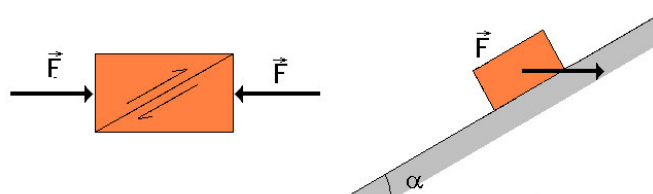


2 - A figura representa uma falha normal. Os blocos não deslizam devido à acção do atrito estático no plano de contacto, caracterizado pelo coeficiente K_e . Para movimentar a falha é necessário aplicar uma

força extensiva \vec{F} . Para analisar este problema é conveniente estudar apenas um dos lados da falha usando o esquema simplificado apresentado à direita.

- Determine o valor da menor força \vec{F} necessária para movimentar a falha. Concretize para o caso em que $m = 1000 \text{ kg}$, $\alpha = 30^\circ$ e $K_e = 2.0$.
- Sabendo que a rocha que constitui o bloco tem uma densidade de 2.5 g/cm^3 , calcule o volume do bloco.
- Se o bloco estivesse mergulhado em água $\rho_l = 1.0 \text{ g/cm}^3$, diga qual seria o efeito sobre o valor da força necessário para movimentar a falha.

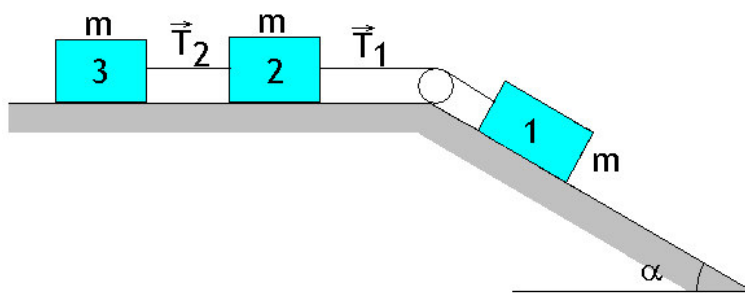
®3 - A figura representa uma falha inversa. Os blocos não deslizam devido à acção do atrito estático no plano de contacto, caracterizado pelo



coeficiente K_e . Para movimentar a falha é necessário aplicar uma força compressiva \vec{F} . Para analisar este problema é conveniente estudar apenas um dos lados da falha usando o esquema simplificado apresentado à direita.

- Determine o valor da menor força \vec{F} necessária para movimentar a falha, em função da inclinação da falha α , do coeficiente de atrito K_e e da massa m .
- Com uma certa inclinação, a força aplicada \vec{F} torna-se infinita. Determine esse ângulo e dê o seu significado.
- Os blocos que definem a falha têm uma densidade ρ . Se eles estivessem mergulhados num líquido ρ_l tal que $\rho > \rho_l$, diga qual seria o efeito sobre o valor da força necessário para movimentar a falha.

4 - Na figura pretende-se ilustrar uma zona de subducção em que um bloco litosférico



de uma placa mergulha sob a litosfera de outra placa. Como a densidade da litosfera em subducção é superior à densidade do manto superior onde mergulha, o seu peso não é compensado pela

impulsão dando origem a uma força que faz mover toda a placa. Esta força, a componente eficaz do peso, é contrariada pela força de atrito no manto. O ponto de flexura da placa funciona como um guia de tensões, mudando o sentido de aplicação da força, tal como sucede numa roldana. Na figura B apresenta-se um modelo mecânico simplificado da zona de subducção. O bloco 1 desce o plano inclinado caracterizado pelo atrito cinético K_c . Os blocos no plano horizontal 1 e 2 deslizam sem atrito. Considere que todos os blocos têm a mesma massa m .



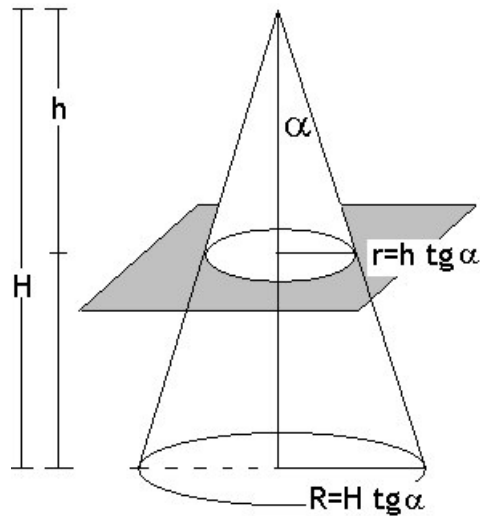
- Calcule a aceleração do sistema em função da inclinação da subducção α e do atrito K_c .
- Calcule o valor das tensões "intra-placa" T_1 e T_2 .
- Diga o que sucederia à aceleração do sistema e às tensões se além dos blocos 2 e 3 acrescenta-se mais blocos no plano horizontal 4, 5, ..., N.

5 - Considera um arenito poroso, com porosidade 15%, e cuja densidade da matriz vale 2.00 g/cm^3 .

- Calcule a densidade média da rocha quando os vazios se encontram preenchidos por água.
- Calcule a densidade média da rocha quando os vazios se encontram preenchidos por ar, de densidade $1.293 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$.
- Neste último caso, calcule a força exercida por um bloco de arenito de volume 1 m^3 sobre o fundo de uma piscina cheia de água.

d) Se for $K_e = 0.5$ o coeficiente de atrito estático no fundo da piscina, calcule a força horizontal que é necessário exercer para fazer mover o bloco de arenito.

6 - Os *icebergs* quando se aproximam da costa, arrastam-se no fundo do mar deixando sulcos profundos nos sedimentos. Estes sulcos são um grande risco ambiental para as construções submersas, nomeadamente cabos submarinos. Considere como modelo de *iceberg* um cone de altura H e ângulo de abertura α . A altura do *iceberg* emersa vale h .



a) Conhecendo a densidade do gelo ρ_g , a densidade da água líquida ρ_l e a altura total do *iceberg* H , determine a expressão que permite obter a altura emersa h em função das grandezas anteriores.

b) Determine qual é a altura total de um *iceberg* que encalha perto da praia, num ponto em que a profundidade vale 20 m.

Use $\rho_g = 0.90 \text{ g/cm}^3$ e $\rho_l = 1.03 \text{ g/cm}^3$.

7 - Calculou-se o valor da gravidade esperada para um dado local, admitindo-se que a densidade média da crosta terrestre é 2.67 g/cm^3 . O valor obtido foi 9.800235 m/s^2 . Calcule a anomalia gravimétrica (diferença entre o valor medido e o valor esperado) que seria produzida se sob esse local existisse um jazigo esférico de cobre centrado a 1.00 km de profundidade. Use uma densidade média do minério de 3.20 g/cm^3 e um raio de 200 m para a dimensão do jazigo.

8 - a) Usando a aproximação mais simples para a aceleração da gravidade como resultado da atracção de uma massa pontual, $g = \frac{GM_T}{R^2}$ determine a massa da Terra sabendo que o seu raio vale aproximadamente 6400 km . Faça $g = 9.800 \text{ m/s}^2$.

b) Determine a densidade média do Globo. Sabendo que a densidade média da crosta é 2.67 g/cm^3 e do manto superior é 3.3 g/cm^3 , que conclusões tira quanto à estrutura do interior do Globo.

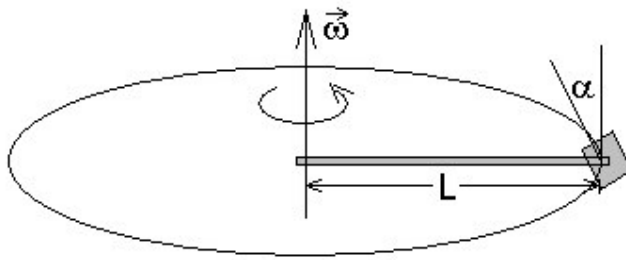
c) Calcule a diminuição no módulo da aceleração da gravidade provocada pela rotação da Terra à latitude de Lisboa (39°N). Use como ponto de partida o resultado do problema 7 da 2ª série de problemas.

9 - Use para a massa da Terra o valor determinado no problema 8a.

a) A televisão por satélite é emitida a partir de satélites que se situam sobre o equador e cuja posição é fixa em relação à superfície da Terra - satélites geoestacionários de órbita equatorial. Determine a altitude a que se encontram esses satélites, relativamente à superfície da Terra. Admita que a trajectória é circular.

b) Determine a distância média entre a Terra e a Lua sabendo que o período da órbita lunar vale 27.5 dias. Admita que a trajectória é circular.

10 - Pretendem-se treinar pilotos e astronautas para suportar as fortes acelerações sofridas no lançamento de foguetões ou quando os aviões descrevem curvas apertadas.



Para esse efeito usa-se uma cabine presa por um braço que pode rodar a alta velocidade, tal como se indica na figura. A câmara roda sobre um eixo horizontal de tal forma que para os pilotos na cabine o "chão" é sempre perpendicular à sensação de peso. Faça a discussão do ponto de vista do

observador no interior da cabine.

- Determine a inclinação da cabine quando o dispositivo roda de forma que o peso aparente do piloto é o triplo do seu peso normal.
- Se o braço tiver um comprimento de 10 m, calcule o período de rotação do dispositivo nas mesmas condições.

SUMÁRIO

1ª lei de Newton - Lei da inércia

$$\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0}$$

2ª lei de Newton - Lei fundamental da dinâmica

$$\vec{F} = \sum_i \vec{F}_i = m \vec{a} \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_i F_{ti} = m a_t \\ \sum_i F_{ni} = m a_n \end{array} \right.$$

3ª lei de Newton - Lei da acção e reacção. Seja ${}_A \vec{F}_B$ a força exercida pelo corpo B sobre o corpo A

$${}_A \vec{F}_B = - {}_B \vec{F}_A$$

Leis do atrito estático e cinético

$$|A_e(\max)| = K_e |\vec{R}_n| \quad |A_c| = K_c |\vec{R}_n|$$

Densidade e porosidade

$$\rho = \frac{m}{V} \quad f = \frac{V_{\text{vazio}}}{V_{\text{total}}} \times 100\% \quad \rho = f \rho_f + (1-f) \rho_m$$

Princípio de Arquimedes

$$|\vec{I}| = \rho_f g V_d$$

Lei da atracção universal

$$\vec{F}_{12} = -G \frac{m_1 m_2}{r_{12}^2} \vec{u}_{r_{12}} \quad g = G \frac{M_T}{R^2}$$

Princípio da gravimetria

$$\Delta g = G \frac{m_a}{r^2} \quad m_a = (\rho_c - \rho_m) V$$

Força de inércia

$$\vec{F} = -m\vec{a} \quad \text{onde } \vec{a} \text{ é a aceleração do referencial}$$