



Sociedade Portuguesa de Física
Olimpíadas de Física - Nacional

16 de maio de 2026

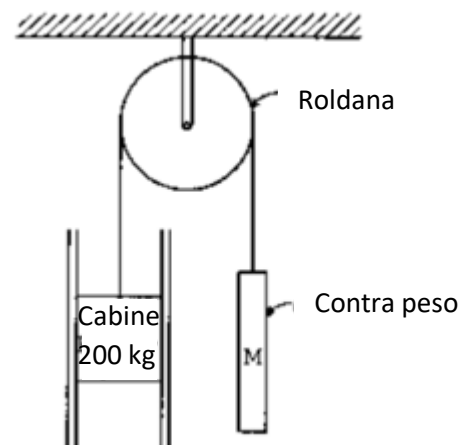
Prova Teórica - Escalão B
Duração da prova: 1 h 15 min

Problema 1: O planeta Wolf 1069 B [8 pontos]

O planeta Wolf 1069 b, que orbita a estrela Wolf, uma anã vermelha que dista 31,2 anos-luz do sistema solar, é um dos exoplanetas mais próximos. Estima-se que a sua massa é 1,26 vezes a massa da Terra e o seu raio é 1,08 vezes superior ao raio da Terra. Devido à distância deste planeta à estrela Wolf, está situado na zona habitável desta última. A sua composição é semelhante à da Terra e tem muito provavelmente água à superfície. Contudo, o planeta está tão próximo da estrela mãe que apresenta sempre a mesma face para esta, estando, portanto, metade da sua superfície permanentemente às escuras.

Quando os seres humanos chegaram ao planeta Wolf 1069 b, na segunda metade do século XXII, pretenderam construir uma base na zona escura do planeta. Como ali não podiam recorrer facilmente à energia da radiação da estrela Wolf, tiraram partido da existência de água, para construírem um elevador.

O dispositivo está esquematizado na figura. Possui uma cabine com massa de 200 kg e um contentor de contrapeso com massa de 10 kg. Para elevar materiais com massa m , cuidadosamente determinada por pesagem prévia, colocam uma determinada massa M de água no contentor de contrapeso. Despreze as massas da roldana e do cabo inextensível que une a cabine ao contrapeso, bem como as forças dissipativas.

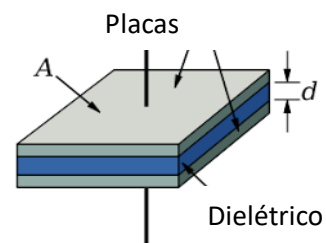


- Calcule a aceleração resultante da gravidade na superfície do planeta, considerando que a aceleração à superfície da Terra é de $9,8 \text{ m/s}^2$;
- Pretende-se elevar materiais de massa 100 kg, de modo que a cabine se desloque com aceleração de módulo $0,5 \text{ m/s}^2$. Esboce, separadamente, os diagramas das forças que atuam na cabine do elevador e no contrapeso nesta situação, tendo em conta as suas intensidades relativas, e identifique o agente de cada uma das forças;
- Obtenha a massa de água que é necessário colocar no contrapeso para conseguir o objetivo pretendido na alínea anterior.

Problema 2 [4 pontos]

A capacidade de um condensador é $C = Q/U$, em Q e U são a carga e a tensão.

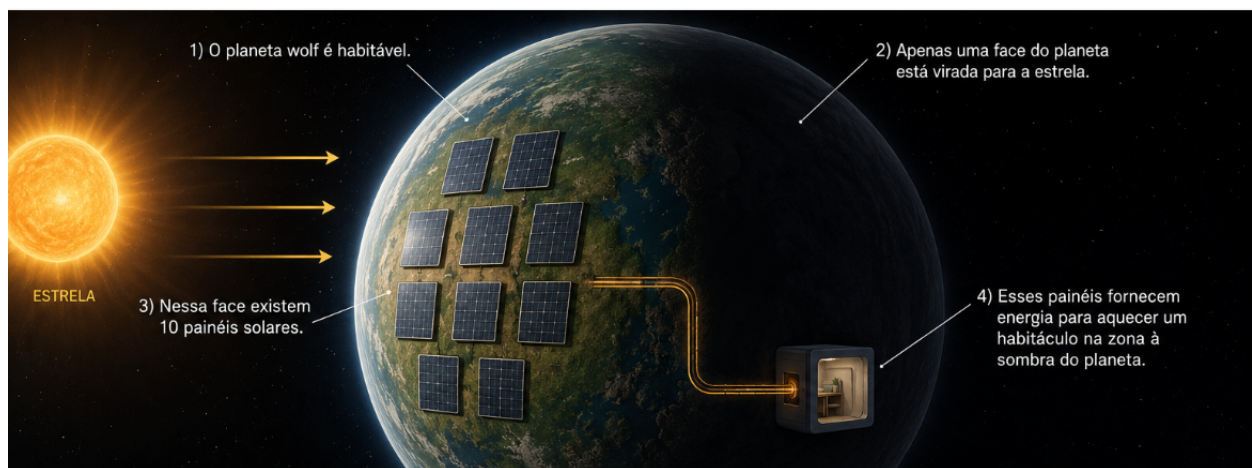
Para armazenar carga elétrica, os astronautas no planeta Wolf 1069 B têm à sua disposição um condensador constituído por duas placas condutoras paralelas, com área de $25,0 \text{ cm}^2$ cada, com um isolante (dielétrico) entre elas e separadas de $1,50 \text{ cm}$. A capacidade de um condensador deste tipo é dada por $C = k\epsilon_0 A/d$, em que k é constante dielétrica do isolante ($k = 1$ no vácuo), ϵ_0 é a permissividade do vácuo ($\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$), A é a área das placas e d a distância entre elas.



O condensador é carregado no vácuo ligando-o a uma fonte de alimentação de 250 V . De seguida, o condensador é desligado da fonte e imerso em água pura (isolante) cuja constante dielétrica é $k(\text{H}_2\text{O}) = 80$.

- Calcule a capacidade do condensador no vácuo.
- Determine a carga no condensador, antes e depois da imersão.
- Calcule a capacidade do condensador e a diferença de potencial aos seus terminais depois da imersão.
- O condensador, ainda imerso em água é ligado de novo à mesma fonte de alimentação. Qual é o valor da carga que pode ser armazenada no condensador?

Problema 3 [8 pontos]



A base dos astronautas encontra-se na zona permanentemente à sombra do planeta Wolf 1069 B. Para aquecerem o habitáculo existem dez painéis solares na zona iluminada que permitem fornecer calor à cápsula onde vivem os astronautas. Cada painel solar tem uma área de $2,0 \text{ m}^2$ e estão orientados perpendicularmente à incidência dos raios de luz da estrela Wolf. O rendimento do sistema de aquecimento é de 30% . O habitáculo está suspenso por suportes e tem uma forma cúbica com $2,5$ metros de aresta interior e $3,0$ metros de aresta exterior. As paredes do habitáculo são feitas de epoxy ($\rho_{\text{ep}} = 1500 \text{ kg/m}^3$, $c_{\text{ep}} = 1,2 \text{ kJ/(kg K)}$) e a assume que o vidro da janela (ver figura) tem a mesma espessura e propriedades físicas do epoxy.



a) Sabendo que irradiância média na superfície iluminada do planeta Wolf 1060 B é de 1400 W/m^2 , determine qual a potência útil fornecida do sistema de aquecimento;

b) Admitindo que existe equilíbrio térmico entre o ar ($\rho_{\text{ar}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$, $c_{\text{ar}} = 1,0 \text{ kJ/(kg K)}$) e as paredes de epoxy e desprezando, para já, as perdas de calor para atmosfera exterior, determine quanto tempo será necessário para aquecer o ar interior ao habitáculo de $-100 \text{ }^\circ\text{C}$ até $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

c) Durante o processo de aquecimento e para manter a temperatura do ar no interior do habitáculo temos de considerar as perdas por condução e as perdas por emissão da radiação através das paredes de epoxy. A potência emitida por radiação por um corpo quente à temperatura T_1 para um corpo frio à temperatura T_2 é dada pela expressão,

$$P_{\text{rad}} = \sigma \epsilon A (T_1^4 - T_2^4),$$

onde $\sigma = 5.669 \times 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$ chama-se constante de Stefan-Boltzmann, ϵ chama-se emissividade (quando $\epsilon = 0$, não há emissão da e quando $\epsilon = 1$, toda a radiação é emitida) e A é a área da superfície de contacto entre dos dois corpos.

Sabendo que que a emissividade do epoxy é $\epsilon_{\text{ep}} = 0,9$ e a sua condutividade é $k_{\text{ep}} = 0,2 \text{ W/(m K)}$, determine:

i) Qual das perdas é mais importante, as perdas por radiação ou as perdas por condução?

ii) Faça uma estimativa, por excesso, do tempo necessário para aquecer o habitáculo considerando as perdas de calor através das paredes.

NOTA: lembre que $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$.