



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

## Olimpíadas Nacionais de Física Etapa Nacional

Escalão B - Prova Teórica

10 de Junho, 2006

Duração: 1h 15 min

---

1. Lança-se verticalmente para cima um corpo. Admita que a interação do corpo com o ar é traduzida por uma força de atrito constante. A velocidade num dado ponto da trajectória é maior na subida ou na descida? Justifique cuidadosamente sua resposta.
  
2. Considere a sala de aula onde está a realizar esta prova. Note que a sala tem uma parede para o exterior do edifício.
  - a) De que grandezas físicas depende a quantidade de energia trocada, por segundo, entre a sala e o exterior? Justifique a sua resposta.
  - b) É um dado experimental que a quantidade de energia, por unidade de tempo e por unidade de superfície, que atravessa a parede, é directamente proporcional à diferença de temperatura entre o interior (sala) e o exterior e inversamente proporcional à espessura da parede.

Traduza esta afirmação por uma relação matemática. A constante de proporcionalidade da relação chama-se *condutividade térmica* e nota-se habitualmente por  $K_T$ .
  - c) Qual será a temperatura desta sala num dia em que a temperatura exterior é  $10^\circ\text{C}$  e na sala há um aquecedor de  $1500\text{ W}$ ? Considere a situação estacionária e que a única fonte de troca de calor com o exterior é a parede à sua esquerda. Admita valores razoáveis para os parâmetros da sala.

Dados: condutividade térmica média da parede =  $4,0\text{ W m}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

*v.s.f.f*

3. Considere que o movimento da Lua em torno da Terra acontece num plano. Seja  $r$  a distância radial, neste plano, de um ponto  $P$  ao centro da Terra - figura 1. Seja  $\theta$  o ângulo, neste plano, que o segmento de recta entre o ponto  $P$  e o centro da Terra faz com o segmento de recta que une o centro da Lua e o centro da Terra. Seja  $R$  a distância entre os dois centros. Sejam  $M$  e  $m$  as massas da Terra e da Lua, respectivamente.

A interação gravítica entre dois corpos de massas  $m_1$  e  $m_2$ , à distância  $r$ , pode ser traduzida pela função energia potencial gravítica,  $E_P$ , que é dada por:

$$E_P = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

onde  $G$  é a constante de Gravitação.

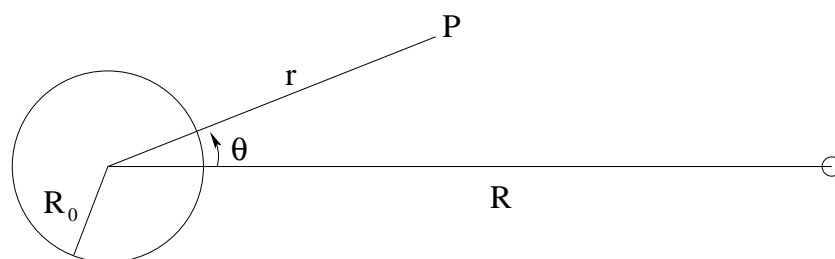


Figura 1: Sistema Terra-Lua

- a) Considere que se coloca uma massa  $\mu$  num ponto  $P$  com  $\theta = 0$ . Calcule  $r$  de modo a que a força exercida na massa pela Lua seja, em valor absoluto, igual à força exercida pela Terra sobre a massa. O que aconteceria se afastasse ligeiramente a massa  $\mu$  do ponto  $P$ ?
- b) Mostre que a energia potencial gravítica no ponto  $P$  de coordenadas  $(r, \theta)$  é dado por

$$E_P(r, \theta) = -G\mu \left( \frac{M}{r} + \frac{m}{\sqrt{r^2 + R^2 - 2rR \cos \theta}} \right)$$

- c) Assuma que a Terra é perfeitamente esférica, com raio  $R_0$ . Considere

$$r = R_0 + h .$$

Assumindo que  $r \ll R$  e  $h \ll R_0$ , as superfícies equienergéticas são aproximadamente dadas por

$$\frac{h(\theta)}{R_0} = 1 + \frac{E_P R_0}{G\mu M} + \frac{m}{M} \frac{m R_0}{M(R - R_0 \cos \theta)} .$$

- i) A primeira aproximação será razoável para pontos na vizinhança da Terra?  
(Dados: o raio da Terra é aproximadamente 6300 km; um raio de luz demora cerca de 1 s a chegar da Terra à Lua; a velocidade da luz é aproximadamente 299792 km/s; a constante de gravitação é  $6,672 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ).
- ii) Esboce a curva  $h(\theta)$  e faça um desenho desta superfície equienergética. Tem a forma que esperava?