



1 - Um satélite de comunicações descreve uma órbita circular de raio  $r = 4,23 \times 10^7$  m. Determine:

1.1 - a velocidade linear do satélite. (R:  $3,07 \times 10^3$  m/s)

1.2 - a aceleração centrípeta. (R:  $2,23 \times 10^{-1}$  m/s<sup>2</sup>)

1.3 - a distância média do satélite à superfície do planeta. (R:  $3,59 \times 10^7$  m)

$$m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg} \quad r_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m} \quad G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

2 - Uma estação espacial com a massa de  $21,1 \times 10^3$  kg desloca-se à volta da Terra com movimento uniforme e circular com o raio de 6750 km. Atendendo a que a estação demora 91,8 minutos a executar uma volta completa determine:

2.1 - a velocidade angular. (R:  $1,14 \times 10^{-3}$  rad/s)

2.2 - o valor da força resultante que actua na estação. (R:  $1,85 \times 10^5$  N)

3 - Seria desejável, para as missões de exploração de Marte, que se colocasse à volta do planeta um sistema de 3 a 4 satélites "geostacionários" para permitir as comunicações entre as sondas que exploram a superfície de Marte e a Terra. Determine o raio de uma órbita "geostacionária" em redor de Marte. (R:  $2,0 \times 10^7$  m)

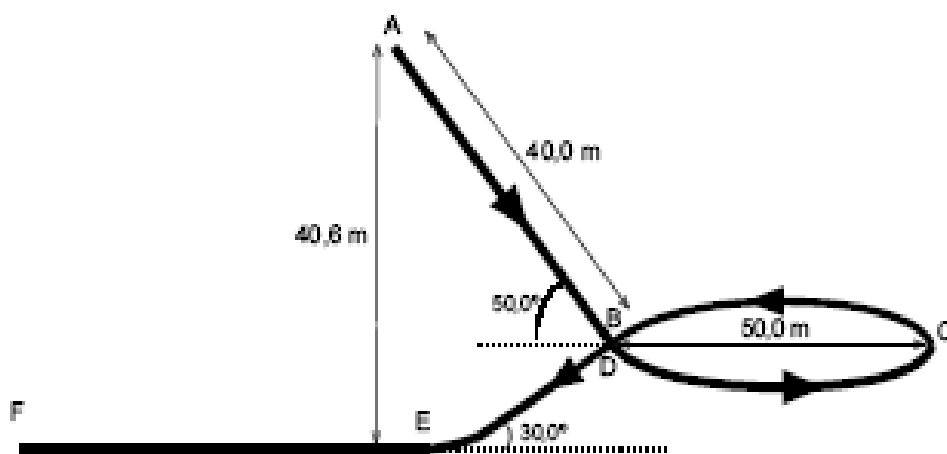
$$m_{\text{Marte}} = 6,4 \times 10^{23} \text{ kg} \quad T_{\text{Marte}} = 24,6 \text{ h} \quad G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

4. Propôs-se a um grupo de alunos de uma Escola que criticassem e apresentassem sugestões sobre um projecto de uma pequena pista de treino para um desporto em que vários atletas se deslocam num trenó, ao longo de uma pista de gelo, procurando percorrê-la no mais curto intervalo de tempo possível.

A pista é constituída por três percursos rectilíneos, com diferentes comprimentos e declives, e por um percurso circular, como mostra a figura 4. Suponha que a trajectória do trenó no percurso circular é horizontal, existindo uma parede vertical de gelo que o mantém nessa trajectória. Na figura 4, o percurso circular BCD é apresentado em perspectiva.

O trenó deverá atingir o ponto F com velocidade nula e em segurança. Consideram-se desprezáveis todos os atritos no percurso ABCDE, bem como a resistência do ar na totalidade do percurso.

A massa total,  $m$ , do sistema *trenó + atletas* é de 300 kg, e o trenó parte do repouso no ponto A.



4.1. Nas condições apresentadas, qual é a variação da energia potencial gravítica do sistema constituído pela Terra e *trenó + atletas*, no percurso entre os pontos A e E? Selecciona a alternativa **CORRECTA**.

- (A)  $-9,19 \times 10^4 \text{ J}$
- (B)  $+9,19 \times 10^4 \text{ J}$
- (C)  $-1,22 \times 10^5 \text{ J}$
- (D)  $+1,22 \times 10^5 \text{ J}$

4.2. Por questões de segurança, o módulo da aceleração do *trenó* não deverá ultrapassar no percurso AB o valor  $0,80 g$ , sendo  $g$  o módulo da aceleração gravítica à superfície da Terra.

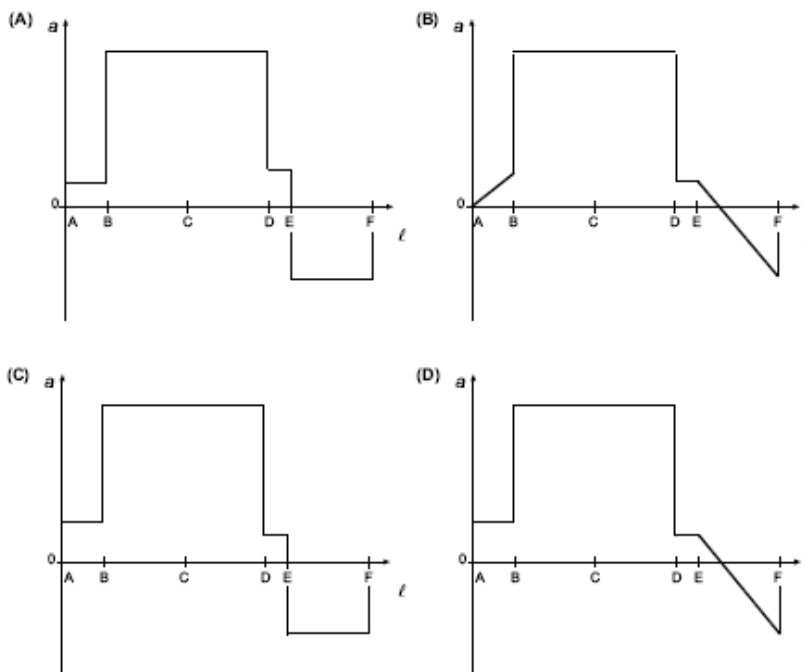
No seu relatório, os alunos concluíram que, efectivamente, esta exigência foi cumprida. Verifique esta conclusão, partindo de um argumento energético. Apresente todas as etapas de resolução. (R:  $0,77 g$ )

4.3. O módulo da velocidade,  $v$ , do *trenó* no ponto C é de  $24,8 \text{ m s}^{-1}$ .

O módulo da força centrípeta que actua no sistema no ponto C é:  $F_c = m \times \frac{v^2}{r}$ , sendo  $r$  o raio da trajectória circular.

Calcule a aceleração do sistema *trenó + atletas* no ponto C, indicando o módulo, a direcção e o sentido. Apresente todas as etapas de resolução. (R:  $24,6 \text{ m/s}^2$ )

4.4. Qual dos seguintes gráficos melhor representa o valor da aceleração do sistema *trenó + atletas*, em função da posição,  $l$ , ao longo do percurso AF?



4.5. Para que o *trenó* atinja o final da pista com velocidade nula, é necessária uma força de atrito constante muito intensa no percurso EF.

Qual é a modificação que se pode efectuar nesse percurso, EF, para que o *trenó* atinja a extremidade da pista com velocidade nula, mas sujeito a uma força de atrito de menor intensidade?

4.6. Ao escreverem o relatório, alguns alunos discutiram se o módulo da velocidade do *trenó* se manteria, ou não, constante no percurso horizontal circular BCD, tendo em conta que nesse percurso há forças a actuar no *trenó*.

Escreva um texto em que justifique a conclusão que terá prevalecido no relatório.