

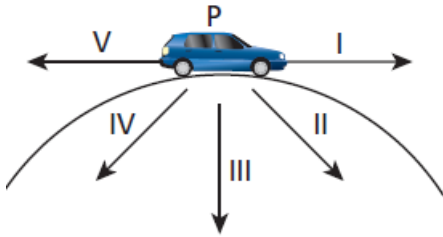
## EXERCÍCIOS DE APROFUNDAMENTO DOS ESTUDOS

Prof. Flávio Santos – FÍSICA – SIGMA – Unidade ASA NORTE

### 1º ANO – 3º PERÍODO APLICAÇÕES DAS LEIS DE NEWTON E DINÂMICA ROTACIONAL

#### RESULTANTE CENTRÍPETA

No esquema abaixo aparece, no ponto **P**, um carrinho de massa 2,0 kg, que percorre a trajetória indicada da esquerda para a direita. A aceleração escalar do carrinho é constante e seu módulo vale  $0,50 \text{ m/s}^2$ . As setas enumeradas de I a V representam vetores que podem estar relacionados com a situação proposta.



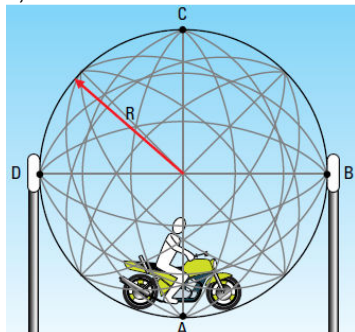
1) A velocidade vetorial do carrinho em **P** é mais bem representada pelo vetor:  
a) I; b) II; c) III; d) IV; e) V.

2) Se o movimento for acelerado, a componente tangencial da força resultante que age no carrinho em **P** será mais bem representada pelo vetor:  
a) I; b) II; c) III; d) IV; e) V.

3) Se o movimento for retardado, a componente tangencial da força resultante que age no carrinho em **P** será mais bem representada pelo vetor:  
a) I; b) II; c) III; d) IV; e) V.

4) Se o movimento for circular e uniforme, a força resultante que age no carrinho em **P** será mais bem representado pelo vetor:  
a) I; b) II; c) III; d) IV; e) V.

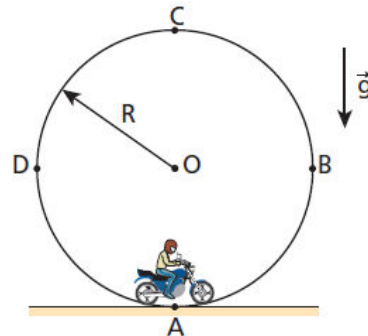
5) (Unicamp-SP) Uma atração muito popular nos circos é o “Globo da Morte”, que consiste numa gaiola de forma esférica no interior da qual se movimentava uma pessoa pilotando uma motocicleta. Considere um globo de raio  $R = 3,6 \text{ m}$ .



a) Faça um diagrama das forças que atuam sobre a motocicleta nos pontos **A**, **B**, **C** e **D** indicados na figura adiante, sem incluir as forças de atrito. Para efeitos práticos, considere o conjunto piloto + motocicleta como sendo um ponto material.

b) Qual a velocidade mínima que a motocicleta deve ter no ponto **C** para não perder o contato com o interior do globo?

6) (Unicamp-SP) Uma atração muito popular nos circos é o “Globo da Morte”, que consiste em uma gaiola de forma esférica no interior da qual se movimentava uma pessoa pilotando uma motocicleta. Considere um globo de raio  $R = 10,0 \text{ m}$ .



Qual a velocidade mínima que a motocicleta deve ter no ponto **C** para não perder o contato com o interior do globo? Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

7) (UEPB) No circo, uma das apresentações que geram sempre muita expectativa é a do globo da morte. O auge deste espetáculo se dá quando o conjunto “motociclista e moto” não cai ao atingir o ápice do globo. Isto ocorre porque:

- a) a força centrípeta sobre o conjunto é nula.
- b) o peso do conjunto é maior que a força centrípeta.
- c) o peso do conjunto é menor ou igual à força centrípeta.
- d) o conjunto está em equilíbrio dinâmico.
- e) o peso do conjunto é nulo.

8) Em uma apresentação de circo, em 1901, Allo Diavolo introduziu a acrobacia de bicicletas em pistas com *loops*, como mostra a figura I abaixo. Diavolo observou que, se ele partisse de uma determinada altura mínima, poderia percorrer todo o trajeto, passando inclusive pelo *loop*, sem cair, em um “desafio” às leis da gravidade, conforme anunciava ele. A figura II mostra o caminho do centro de massa do sistema acrobata-bicicleta. Nessa figura,  $h$  é a altura entre o ponto mais alto — **A** — e o ponto mais baixo — **C** — da trajetória, **B** é o ponto mais alto do *loop* e  $R$  é o raio do *loop*.



Figura I

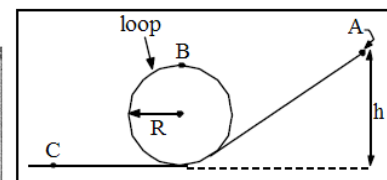


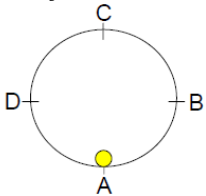
Figura II

A partir dessas informações e considerando que  $m$  é a massa do sistema acrobata-bicicleta, que  $g$  é a aceleração da gravidade, que não há forças dissipativas, que a bicicleta não é impulsionada pelo acrobata em nenhum instante da trajetória e que apenas o movimento do centro de massa do sistema acrobata-bicicleta é analisado. No ponto mais alto do *loop* (**B**) ocorre o caso limite em que o sistema acrobata-

bicicleta está na eminência de cair, portanto  $N = 0$ . Nesta situação o peso se comporta com a força centrípeta. Usando este texto, responda as questões.

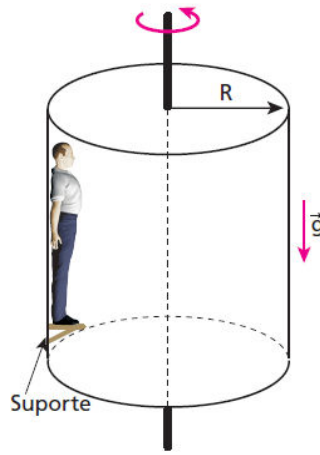
- Qual a velocidade mínima para que o acrobata consiga completar o *loop* sem cair.
- Utilizando os dados da questão anterior, calcule a velocidade mínima para que o acrobata+bicicleta, cujas massas são iguais a 100 kg e 47 kg, respectivamente, possam descrever com segurança o ponto crítico superior do *loop* de raio igual a 4,9 m, considerando  $10 \text{ m/s}^2$  a aceleração da gravidade no local.
- Na situação descrita, qual a força centrípeta sobre o sistema acrobata-bicicleta se a sua velocidade tangencial for igual a 10 m/s?
- Ainda sobre o *loop* do circo do Allo Diavolo, comente sobre os fatores relevantes para a física nesta acrobacia.

9) Em um espetáculo circense, um motoqueiro em sua moto utiliza toda sua destreza para efetuar um *loop* vertical máximo dentro de um globo da morte de raio igual a 4,9 m. Sabe-se que a massa do conjunto (piloto + moto), representado como um ponto material na figura ao lado, é igual a 150 kg e que, no ponto mais alto da trajetória (C, na figura), a velocidade do conjunto (piloto + moto) tem módulo igual a 10 m/s. Assinale a única opção coerente com a situação descrita.



- No ponto mais alto da trajetória (C), a única força que atua sobre o sistema (piloto + moto) é a força peso.
- No ponto mais baixo da trajetória (A), havendo movimento do sistema (piloto + moto), o módulo da resultante centrípeta é zero.
- Nos pontos B e D mostrados na figura, a resultante centrípeta tem módulo igual ao da força normal de contato trocada entre a moto e o globo.
- O menor módulo da velocidade com que o conjunto (piloto + moto) pode passar pelo ponto mais alto da trajetória, sem que perca contato com a superfície do globo, é igual a 8 m/s.
- O vetor velocidade instantânea em cada ponto da trajetória aponta para o centro do globo.

10) Em alguns parques de diversões, existe um brinquedo chamado rotor, que consiste em um cilindro oco, de eixo vertical, dentro do qual é introduzida uma pessoa. De início, a pessoa apoia-se sobre um suporte, que é retirado automaticamente quando o rotor gira com uma velocidade adequada. Admita que o coeficiente de atrito estático entre o corpo da pessoa e a parede interna do rotor valha 0,1. Suponha que o módulo da aceleração da gravidade seja  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e que o rotor tenha raio 4 m. Calcule o módulo da velocidade escalar mínima do rotor, de modo que, com o suporte retirado, a pessoa não escorregue em relação à parede.



### VELOCIDADE MÁXIMA NAS CURVAS

11) Seja um carro de massa igual a 1 000 kg, realizando uma curva de raio constante e igual a 40 m: Determine a máxima velocidade que o carro pode ter, em km/h, para poder realizar a curva em segurança, sem derrapar, quando:



- o asfalto estiver seco, e o atrito de escorregamento lateral possuir um coeficiente  $\mu = 1$ .
- o asfalto estiver molhado, e o atrito de escorregamento lateral possuir um coeficiente  $\mu = 0,25$ .

12) (FGV-SP) Um automóvel de 1 720 kg entra em uma curva de raio  $r = 200 \text{ m}$ , a  $108 \text{ km/h}$ . Sabendo que o coeficiente de atrito entre os pneus do automóvel e a rodovia é igual a 0,3, considere as afirmações:

- O automóvel está a uma velocidade segura para fazer a curva.
- O automóvel irá derrapar radialmente para fora da curva.
- A força centrípeta do automóvel excede a força de atrito.
- A força de atrito é o produto da força normal do automóvel e o coeficiente de atrito.

Baseado nas afirmações acima, verifique:

- Apenas I está correta.
- As afirmativas I e IV estão corretas.
- Apenas II e III estão corretas.
- Estão corretas I, III e IV.
- Estão corretas II, III e IV.

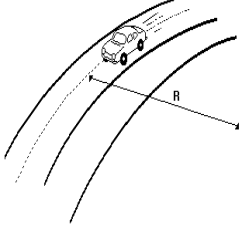
13) Um carro de 1 tonelada (1000 kg) descreve uma trajetória curva com velocidade de módulo constante e igual a 20 m/s em um plano horizontal sem inclinação. Sabendo que esta curva possui raio de 80 m, calcule, em unidades SI, o módulo da resultante das forças centrípetas que atuam sobre o corpo (força resultante centrípeta).

14) Uma partícula de massa 200 g descreve uma trajetória circular de raio 20 cm, mantendo o módulo de sua velocidade constante e igual a 4,0 m/s. A respeito dessa situação, julgue as afirmação:

- o movimento da partícula se processa com velocidade constante.
- a aceleração da partícula tem módulo igual a  $80 \text{ m/s}^2$ .

- (C) o módulo da força resultante centrípeta é superior a 100 kgf.  
 (D) a aceleração centrípeta é constante.  
 (E) o movimento da partícula é circular e uniformemente variado.

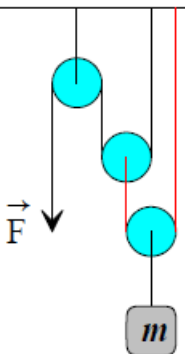
15) A figura a seguir mostra um carro fazendo uma curva horizontal plana, de raio  $R = 50\text{m}$ , em uma estrada asfaltada. O módulo da velocidade do carro é constante e suficientemente baixo para que se possa desprezar a resistência do ar sobre ele.



Considere a aceleração da gravidade igual a  $10\text{ m/s}^2$ . A força que efetivamente atua sobre o carro para mantê-lo em sua trajetória curvilínea é:  
 a) a reação normal b) a força peso c) a força de atrito cinético d) a força de atrito estático

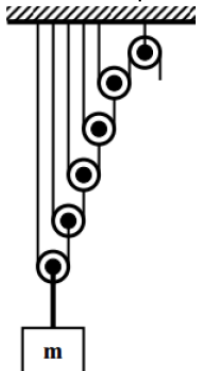
**SISTEMA DE POLIAS**

16) Uma boa aplicação das polias na construção civil é o sistema de polias móveis para divisão de forças. A figura a seguir representa uma situação em que uma pessoa exerce uma força  $F$  verticalmente para baixo sobre uma corda ideal e mantém em equilíbrio o corpo  $m$ , de peso 200 N.

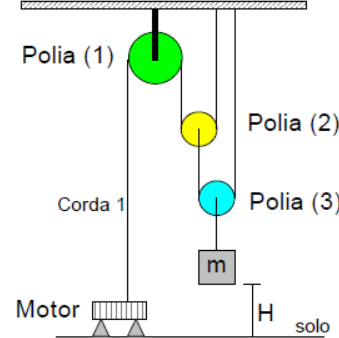


A opção que melhor representa o módulo da força  $F$  exercida pelo homem sobre a corda, para manter o móvel em equilíbrio é, em unidades SI, mais próximo de  
 (A) 50. (B) 25. (C) 100. (D) 200. (E) 800.

17) Para erguer grandes massas, até hoje se usam os sistemas de roldanas (polias) conforme ilustrado na figura ao lado. Considerando uma massa de  $3.200\text{kg}$  e este sistema, qual o valor da força  $F$ , em kgf (quilograma-força) necessária para erguer o bloco  $m$  em equilíbrio.



18) A figura a seguir representa um móvel de massa  $m$  igual a  $800\text{ kg}$  movendo-se verticalmente com velocidade constante de módulo igual a  $10,0\text{ cm/s}$  em direção ao solo. Admita que os fios e as polias sejam ideais e que o móvel demore  $20\text{ s}$  para atingir o solo. Nessas condições, a opção que melhor representa, respectivamente, a altura  $H$  e a força aplicada pelo motor à corda 1, em unidades SI, é



- (A) 200 e 200. (B) 2,0 e 2000. (C) 200 e 2000.  
 (D) 2,0 e 40. (E) 2,0 e 1960.

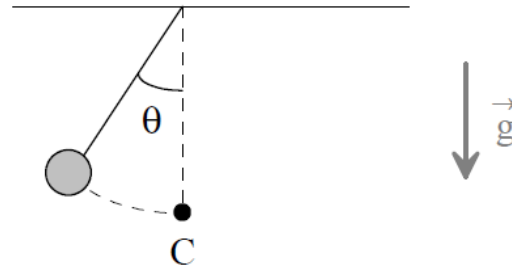
**PÊNDULO**

19)(UFAL) O período de um pêndulo simples é dado por

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

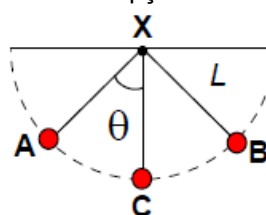
, sendo  $L$  o comprimento do fio e  $g$  a aceleração local da gravidade. Qual a razão entre o período de um pêndulo na Terra e num planeta hipotético onde a aceleração gravitacional é quatro vezes maior que a terrestre?

20) Uma partícula de massa  $3,0\text{ kg}$  é preso a um fio ideal de  $0,4\text{ m}$  de comprimento e posto a oscilar em um plano vertical.



Sabe-se que, ao passar pelo mais baixo da trajetória (ponto C), o móvel possui velocidade de módulo igual a  $2,0\text{ m/s}$ . Nessa situação, qual o módulo da força de tração que atua no fio, em unidades SI?

21) Um móvel de massa  $m = 8\text{ kg}$  é pendurado a um fio ideal de comprimento  $L = 40\text{ cm}$  e posta a oscilar em um plano vertical, como representado na figura. Considere que o ângulo de abertura  $\theta$  seja muito pequeno e que a velocidade  $v$  com que essa partícula passa pelo ponto C da trajetória seja, em módulo, igual a  $2,0\text{ m/s}$ . Sabe-se que os pontos A e B representam pontos de inversão do sentido de movimento. Despreze os efeitos de forças dissipativas e assinale a opção correta.



(A) Nos pontos de inversão de movimento, a resultante centrípeta tem módulo maior do que  $m \cdot g \cdot \cos\theta$ .

(B) O módulo da força de tração que atua no fio quando o móvel passa pelo ponto C pode ser corretamente calculado

$$T = m \cdot \left( g - \frac{v^2}{L} \right)$$

por

(C) O módulo da aceleração tangencial da partícula quando ela passa pelo ponto C é igual a 80 N.

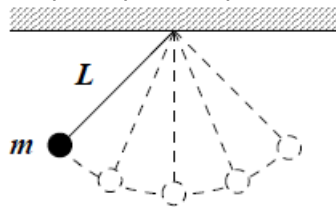
(D) Uma equação que pode ser utilizada para se calcular o módulo da força de tração que atua no fio em qualquer ponto do deslocamento de A até B pela trajetória mostrada

$$T = m \cdot \left( g \cdot \cos\beta + \frac{v^2}{L} \right)$$

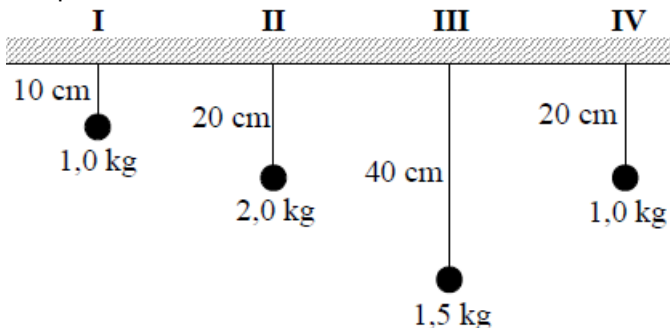
na figura é em que  $\beta$  é o ângulo descrito entre o fio e o segmento de reta que une os pontos X e C e  $v$  é a velocidade instantânea do móvel no ponto em que se deseja calcular o módulo da força de tração.

(E) O módulo da força resultante que atua no móvel quando ele passa pelo ponto C é nulo.

22) Um pêndulo simples consiste em uma massa  $m$  presa à extremidade de um fio ideal de comprimento  $L$ , como mostra a figura. A outra extremidade é fixada a um ponto em torno do qual o pêndulo pode oscilar com pequena amplitude.



Na figura são representados quatro pêndulos simples, cujos comprimentos e massas estão indicados.



23) Com base no que foi exposto, responda, aos itens a seguir, considerando a situação em que todos os pêndulos estão oscilando com pequena amplitude, dentro das condições descritas.

**A)** Qual dos quatro pêndulos possui o menor período de oscilação?

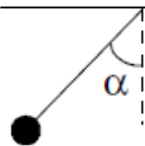
**B)** Compare o período de oscilação do pêndulo II com o do pêndulo IV (maior, menor ou igual).

**C)** Se o comprimento do pêndulo III for diminuído, o que acontecerá com o seu período de oscilação (aumentará, diminuirá ou permanecerá o mesmo)?

**D)** Dentre os quatro pêndulos, qual o valor do maior período de oscilação?

**E)** Se o pêndulo I for levado para a Lua, seu período de oscilação será de 1,5 s. Com base nessa informação, o que se pode afirmar sobre o módulo do campo gravitacional na superfície da Lua em relação ao que experimentamos na superfície da Terra (maior, menor ou igual)?

24) Um pêndulo simples é composto de um fio ideal preso ao teto e um corpo de 800 g preso na outra extremidade. Sabendo que no momento mostrado na figura o móvel encontra-se retornando à posição de equilíbrio, faça o que se pede nas questões a seguir, considerando, caso necessário,  $\sin \alpha = 0,4$  e  $\cos \alpha = 0,9$ .



(A) Calcule, em unidades SI, o módulo da força resultante tangencial.

(B) Calcule, em unidades SI, o módulo da força de tração no fio, sabendo que a aceleração centrípeta vale  $2 \text{ m/s}^2$ .

(C) Calcule, em unidades SI, o módulo, aproximado, da resultante das forças que atuam no corpo.

### ELEVADOR

25) Imagine um passageiro de massa igual a 70 kg no interior de um elevador. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determine o módulo da força normal aplicada pelo piso do elevador sobre o passageiro quando:

a) o elevador estiver em repouso.

b) o elevador estiver subindo com velocidade constante e igual a 10 m/s.

c) o elevador estiver descendo com velocidade constante e igual a 10 m/s.

d) o elevador estiver subindo acelerado com aceleração de módulo igual a  $3 \text{ m/s}^2$ .

e) o elevador estiver subindo retardado, com aceleração de módulo igual a  $3 \text{ m/s}^2$ .

f) o elevador estiver descendo acelerado, com aceleração de módulo igual a  $3 \text{ m/s}^2$ .

g) o elevador estiver descendo retardado, com aceleração de módulo igual a  $3 \text{ m/s}^2$ .

h) o cabo do elevador partiu.

26) Um menino de 45 kg de massa está de pé sobre o piso horizontal de um elevador que sobe acelerado, com aceleração escalar constante de módulo igual a  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Em newtons, qual o módulo da força de reação normal que o piso exerce sobre o menino nessa situação?

27) Dentro de um elevador há uma balança de molas (dinamômetro) preso ao teto com certa massa de 3 kg pendurada na outra extremidade. Sabendo que num determinado momento em que o elevador está descendo a leitura feita na balança indica 20 N, calcule o módulo da aceleração escalar do equipamento.

28) Um professor, de massa 70 kg, querendo estimular o interesse dos alunos pela Física, instalou uma balança de molas de compressão (dessas comuns em farmácias) dentro de um elevador, de piso horizontal. Um aluno foi incumbido de anotar os valores indicados pelo ponteiro na escala da balança, enquanto o professor mantinha-se sobre a balança, também de superfície horizontal e em repouso relativamente à balança. Um dos valores anotados foi de 690 N. Com base nessas informações, é possível concluir que, no momento em que essa medida foi tomada, o elevador podia estar, em relação à superfície da Terra,

(A) em repouso.

(B) movimentando-se para baixo, com velocidade constante.

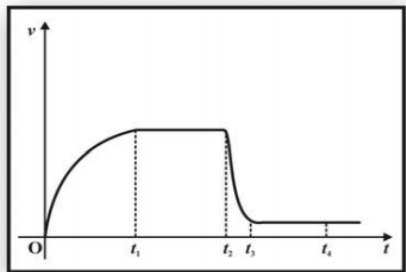
- (C) movimentando-se para cima, aumentando o módulo de sua velocidade.  
 (D) movimentando-se para cima, diminuindo o módulo de sua velocidade.  
 (E) movimentando-se para baixo, diminuindo o módulo de sua velocidade.

### FORÇA DE ARRASTO

29) (PAS-UNB) Em um salto de pára-quedismo, identificam-se duas fases no movimento de queda do pára-quedista. Nos primeiros instantes do movimento, ele é acelerado. Mas devido à força de resistência do ar, o seu movimento passa rapidamente a ser uniforme com velocidade  $v_1$ , com o pára-quedas ainda fechado. A segunda fase tem início no momento em que o pára-quedas é aberto. Rapidamente, ele entra novamente em um regime de movimento uniforme, com velocidade  $v^2$ . Supondo que a densidade do ar é constante, a força de resistência do ar sobre um corpo é proporcional à área sobre a qual atua a força e ao quadrado de sua velocidade. Se a área efetiva aumenta 100 vezes no momento em que o pára-quedas se abre, pode-se afirmar que:

- a)  $v_2/v_1 = 0,08$ . b)  $v_2/v_1 = 0,1$ . c)  $v_2/v_1 = 0,15$ . d)  $v_2/v_1 = 0,21$ .  
 e)  $v_2/v_1 = 0,3$ .

30) (PAS-UNB) Saltar de pára-quedas não parece uma tarefa muito fácil para aqueles que temem as alturas, embora a física envolvida no processo seja bastante conhecida. O gráfico a seguir apresenta o comportamento do módulo da velocidade do conjunto pára-quedista/pára-quedas, em m/s, enquanto ele cai, a partir do instante  $t = 0$ , em segundos, em que o pára-quedista salta do avião, dando início ao seu movimento de queda. Nesse gráfico, o instante  $t^2$  corresponde ao momento em que o pára-quedas é aberto.



Com base nessas informações e considerando que a resistência do ar é constante durante todo o trajeto da queda do conjunto pára-quedista/pára-quedas, julgue os itens de 116a 120.

116 No intervalo de tempo  $(0, t_1)$ , a velocidade do conjunto pára-quedista/pára-quedas aumenta, sendo a resistência do ar menor que o peso do conjunto. Durante esse intervalo de tempo, a aceleração do conjunto é constante.

117 No intervalo de tempo  $(t_1, t_2)$ , a resistência do ar que atua no conjunto pára-quedista/pára-quedas se iguala ao peso desse conjunto e, portanto, sua velocidade pára de aumentar.

118 Conclui-se do gráfico que, no intervalo de tempo  $(t_2, t_3)$ , a força da resistência do ar sobre o conjunto aumenta, tendo a resultante das forças sentido contrário ao do movimento do pára-quedista, o que garante que, nesse intervalo, o conjunto, ao invés de descer, sobe.

119 No intervalo de tempo  $(t_3, t_4)$ , o movimento do pára-quedista cessa completamente.

120 Considerando-se a situação hipotética em que um pára-quedista salte de um avião e o pára-quedas não abra, é

possível que esse pára-quedista atinja o solo com velocidade constante.

Subprograma 2008 – Primeira Etapa

### GABARITO DAS QUESTÕES

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5) b)  $V = 6$  m/s
- 6)  $V = 10$  m/s
- 7)
- 8) a)  $V = \sqrt{R \cdot g}$  b) 7m/s c) 3000N
- 9)
- 10)  $V = 20$  m/s
- 11) a)  $V = 72$  km/h b)  $V = 36$  km/h
- 12) a)
- 13) 5000N
- 14)
- 15)
- 16) (A)
- 17) 100 kgf
- 18)
- 19) 2
- 20) 60 N
- 21)
- 22)
- 23)
- 24) (A) 2,4 N (B) 8,8 N (C) 9 N
- 25)
- 26) 630N
- 27)  $3,3$  m/s<sup>2</sup>
- 28)
- 29) (b)
- 30) E C E E C