



**LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:**

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos do 9º ano do ensino fundamental. Ela contém **oito** questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.  
 02) O **Caderno de Resoluções** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.  
 03) Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional caso não seja indicado na questão.  
 04) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa(90) minutos**. Use quando necessário  $g=10 \text{ m/s}^2$  como aceleração gravitacional.

**Questão 1** – Um foguete de 1000 kg é lançado da superfície da Terra a partir do repouso e numa trajetória vertical ascendente. Nos primeiros 60 segundos da subida a altura  $h$  (a partir da superfície) do foguete foi determinada em km em intervalos de 5 segundos e o resultado indicado na tabela a seguir:

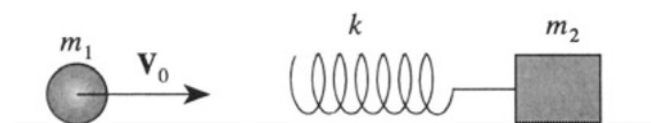
<b>h(km)</b>	0	0,25	1	2,25	4	6,25	9	12,25	16	20,25	25	30,25	36
<b>t(s)</b>	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

- a) Escreva a equação horária  $h(t)$  para o foguete.  
 b) Determine a força de empuxo ascendente que atua no foguete.

**Questão 2** - Um móvel se desloca ao longo de uma reta. No primeiro trecho da viagem ele parte do repouso com uma aceleração constante  $a_1$  e atinge uma velocidade máxima  $v_1$ . No segundo trecho, de duração  $t$ , ele possui uma aceleração constante e menor  $a_2$  e atinge uma velocidade máxima  $v_2$ . No terceiro trecho ele desacelera com aceleração  $-a_3$  até atingir o repouso novamente. Sabendo que o tempo total da viagem foi  $T$ , determine qual a distância total percorrida pelo móvel.

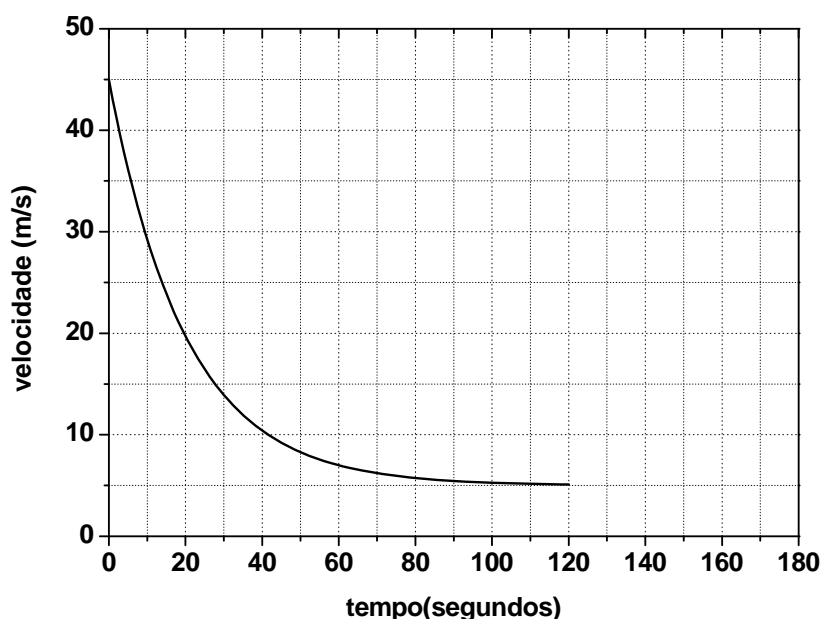
**Questão 3** - Um corpo é lançado do fundo de um lago com velocidade horizontal  $v_0$ . O lago, de profundidade  $H$ , possui água de densidade  $\rho_L$ . Sabendo que a densidade da água é maior que a densidade  $\rho_C$  do corpo, determine qual deve ser a razão entre as duas para que o alcance total do corpo, medido na linha horizontal de lançamento do mesmo, seja mínimo.

**Questão 4** – Uma massa  $m_1$ , com velocidade inicial  $V_0$ , atinge um sistema massa-mola, cuja massa é  $m_2$ , inicialmente em repouso, mas livre para se movimentar. A mola é ideal e possui constante elástica  $k$ , conforme a figura. Não há atrito com o solo.



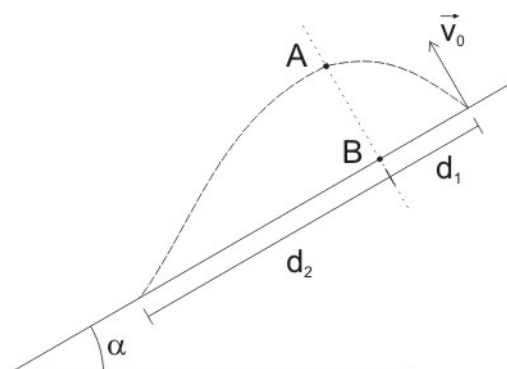
- a) Qual é a compressão máxima da mola?  
 b) Se, após um longo tempo, ambos os objetos, se deslocam na mesma direção, qual serão as velocidades finais  $V_1$  e  $V_2$  das massas  $m_1$  e  $m_2$ , respectivamente?

**Questão 5** – Um pára-quedista de 80 kg, em queda livre, leva 3 minutos, após a abertura (início da contagem do tempo  $t=0$ ) do pára-quedas, para atingir o solo de uma altura de 1700m. O gráfico a seguir representa a velocidade do pára-quedista nos primeiros dois minutos após a abertura do pára-quedas.



- Qual a aceleração média sofrida pelo pára-quedista durante a queda?
- Calcule a energia mecânica perdida devido ao atrito com o ar durante a queda.

**Questão 6** - Uma partícula é lançada com velocidade  $v_0$  perpendicularmente a um plano inclinado, de inclinação  $\alpha$  com a horizontal, como mostra a figura. Determine:



- A distância máxima  $\overline{AB}$  que a partícula fica do plano inclinado.
- O alcance da partícula ao longo do plano inclinado.
- A razão entre  $d_1$  e  $d_2$  mostrada na figura. Obs.: Sendo A o ponto cuja partícula está à distância máxima do plano e B sua projeção sobre o mesmo, as distâncias  $d_1$  e  $d_2$  são definidas como a distância do ponto de lançamento a B, e a distância de B ao ponto de retorno da partícula ao plano, respectivamente.

**Questão 7** – Neste problema você será apresentado a um método desenvolvido por Isaac Newton e Gottfried Leibnitz independentemente. Nele você irá aprender a derivar a velocidade de um corpo em movimento tendo conhecimento apenas da sua função horária da posição.

Considere um móvel cuja equação horária é  $x(t) = 3t^2 - 2t + 1$ , onde  $x(t)$  é dado em metros e  $t$  em segundos.

- Qual a posição do móvel nos instantes  $t_0 = 0s$ ,  $t_1 = 1s$  e  $t_2 = 2s$ .

Sabendo que a velocidade média de um móvel entre os instantes  $t$  e  $t + \Delta t$  é dada por

$$v_m = \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}$$

- Determine a velocidade média do móvel nos intervalos  $(t_0, t_1)$ ,  $(t_1, t_2)$  e  $(t_0, t_2)$ .

Agora, vamos aprender a determinar a velocidade instantânea de um móvel num instante dado. Para calcular a velocidade do móvel no instante  $t_1 = 1s$ , proceda da seguinte maneira:

- (c) Determine o valor da velocidade média do móvel entre  $t_1$  e  $t_1 + \Delta t$ , em função de  $\Delta t$ .
- (d) A velocidade do móvel é obtida fazendo-se  $\Delta t = 0$  na expressão obtida no item anterior. Determine essa velocidade.
- (e) Repita o mesmo procedimento dos itens (c) e (d) para determinar o valor da velocidade em qualquer instante de tempo  $t$ .

**Questão 8** – Segundo a teoria da Relatividade de Einstein um elétron relativístico tem uma massa de repouso  $m_0$  e uma massa inercial  $m$  representada pela seguinte equação:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

onde  $v$  é a velocidade do elétron relativa a um referencial inercial e  $c$  a velocidade da luz no vácuo. Esta equação implica que o elétron em movimento tem uma massa que depende da sua velocidade!

- a) Qual a massa inercial do elétron quando  $v = 0,5c$ .
- b) Porque um elétron não pode viajar a velocidade da luz segundo a teoria de Einstein. Sua resposta deve ser baseada na interpretação da equação anterior.

---

**Espaço reservado para rascunho**

