U.C. 21048

Física Geral

27 de julho de 2017

INSTRUÇÕES

Leia com atenção o que se segue antes de iniciar a sua prova:

Verifique se o enunciado desta prova possui, para além desta folha de rosto, mais 4 páginas, numeradas de 2 a 5 e terminando com a palavra FIM.

O estudante não necessita de indicar qualquer resposta neste enunciado.

Este exame consta de duas partes:

1) A primeira é constituída por **8 questões de escolha múltipla**, em que apenas uma das respostas é correta. **As respostas a estas questões devem ser feitas na folha de prova** (não neste enunciado). Indique de uma forma clara a alínea que corresponde à resposta que considera correta. Respostas que não sejam claras ou cuja interpretação seja ambígua serão consideradas **nulas**. Se desejar, pode incluir detalhes da sua resolução da questão. Se desses detalhes o professor verificar que respostas incorretas se deveram apenas a pequenos erros de cálculo, estas poderão ser parcialmente cotadas.
2) A segunda é composta por **3 questões estruturadas** de produção de resposta. Nestas respostas os parâmetros valorizados são:
   - O rigor científico do raciocínio usado, nomeadamente na identificação dos princípios físicos em jogo e na colocação do problema em equação.
   - O rigor dos cálculos efetuados, incluindo a expressão correta dos resultados (os valores numéricos com os algarismos significativos e unidades adequados) e a interpretação dos resultados (se aplicável). Os resultados devem ser apresentados com 2 ou 3 algarismos significativos.

Recomenda-se que:

- Leia com muita atenção as questões e selecione bem os dados e incógnitas antes de responder.
- Responda primeiro às questões que julgar mais acessíveis, e só depois às questões que considerar mais difíceis.
- Reveja as resoluções cuidadosamente antes de entregar a prova.

Pode utilizar a sua máquina de calcular, mas não pode emprestá-la a qualquer dos seus colegas.

Duração: 2h:30 min

FORMULÁRIO E VALORES DE CONSTANTES FÍSICAS

$$\Delta G = G_f - G_i \;;\; \vec{A} = A_x\hat{\mathbf{i}} + A_y\hat{\mathbf{j}} + A_z\hat{\mathbf{k}} \;;\; |\vec{A}| = A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2} \;;\; \vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos(\sphericalangle AB) \;;\; \vec{A}\times\vec{B} = AB\,\mathrm{sen}(\sphericalangle AB)\,\hat{\mathbf{n}}$$

$$\text{Círculo: } \begin{cases} A = \pi R^2 \\ P = 2\pi R \end{cases} \;;\; \text{Esfera: } \begin{cases} V = \frac{4}{3}\pi R^3 \\ A = 4\pi R^2 \end{cases} \;;\; \text{Cilindro: } \begin{cases} V = \pi R^2 h \\ A = 2\pi R^2 + 2\pi R h \end{cases}$$

$$\vec{v}_{med} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \;;\; \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \;;\; s_{med} = \frac{\text{distância}}{\Delta t} \;;\; s = |\vec{v}| = v \;;\; \vec{a}_{med} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \;;\; \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}$$

$$\begin{cases} \vec{v} = cte \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t \end{cases} \quad \text{1D:}\begin{cases} v = cte \\ x = x_0 + vt \end{cases} \;;\; \begin{cases} \vec{a} = cte \\ \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t \\ \vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2 \end{cases} \quad \text{1D:}\begin{cases} a = cte \\ v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta\theta = \frac{d}{R} \;;\; 1\text{ rot} = 2\pi\text{ rad} \\ \omega = \frac{d\theta}{dt} \;;\; \omega_{med} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \\ \alpha = \frac{d\omega}{dt} \;;\; \alpha_{med} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} \end{cases} \;;\; \begin{cases} d = \Delta\theta\, R \\ v = \omega R \\ a_t = \alpha R \;;\; a_n = \frac{v^2}{R} \end{cases} \;;\; \begin{cases} \omega = cte \\ \theta = \theta_0 + \omega t \end{cases} \;;\; \begin{cases} \vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F} \\ \alpha = \frac{|\Sigma\vec{\tau}|}{I} \end{cases} \;;\; \begin{cases} \alpha = cte \\ \omega = \omega_0 + \alpha t \\ \theta = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \end{cases}$$

$$R = \frac{v_0^2}{g}\,\mathrm{sen}(2\theta)$$

$$\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \;;\; F_g = mg \;\left(g = 9{,}8\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) \;;\; f_s \le \mu_s F_N \;;\; f_k = \mu_k F_N \;;\; F_{cent} = m\frac{v^2}{R}$$

$$W_F = \vec{F}\cdot\Delta\vec{r} \;;\; E_c = \frac{1}{2}mv^2 \;;\; E_p = -\int_{xi}^{xf} F_C(x)\,dx \;;\; F_C = -\frac{dE_p}{dx} \;;\; E_{pg} = mgh \;;\; F_{elast} = -kx \;;\; E_{p.elast} = \frac{1}{2}kx^2$$

$$E_m = E_c + E_p \;;\; W_{tot} = \Delta E_c \;;\; W_C = -\Delta E_p \;;\; W_{NC} = \Delta E_m \;;\; \mathcal{P}_{med} = \frac{\Delta E}{\Delta t} \;;\; \mathcal{P} = \vec{F}\cdot\vec{v}$$

$$\vec{p} = m\vec{v} \;;\; \vec{I} = \vec{F}_{ext}\Delta t \;;\; \vec{I} = \Delta\vec{p}$$

Métodos para integrar numericamente uma ED de 1º grau do tipo

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x)$$

com passo $h = t_{i+1} - t_i$:

Euler (Runge-Kutta de ordem 1):

$$x_{i+1} = x_i + k_1 h \;;\; k_1 = f(t_i, x_i)$$

Heun ou Previsor-Corretor (Runge-Kutta de ordem 2):

$$x_{i+1} = x_i + \frac{1}{2}(k_1 + k_2)h \;;\; k_1 = f(t_i, x_i) \;;\; k_2 = f(t_i + h, x_i + k_1 h)$$

Nota: x_i, x_{i+1} são o mesmo que respetivamente $x(t_i), x(t_{i+1})$.

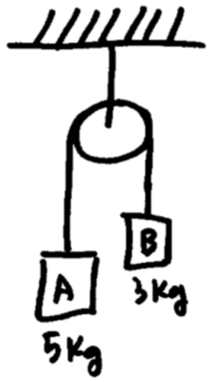
PARTE I

1. **(1,0 val)** Um condutor viaja 20 km para norte (+*y*), após o que vira para oeste (-*x*) e desloca-se mais 10 km. Toda a viagem dura 30 mins. Qual o módulo da velocidade média neste deslocamento?

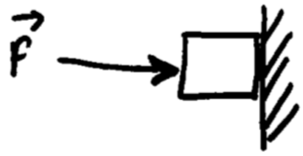
   A. 11 km/h **B.** 20 km/h **C.** 30 km/h **D.** 40 km/h **E.** 45 km/h **F.** 60 km/h

2. **(1,0 val)** Na figura ao lado, A e B têm massas de respetivamente 5,0 kg e 3,0 kg e a roldana tem massa desprezável. Qual será o módulo da aceleração do sistema?

   A. *g* **B.** *g*/2 **C.** *g*/3 **D.** *g*/4 **E.** *g*/5 **F.** *g*/6



3. **(1,0 val)** A força horizontal no desenho ao lado tem 40 N de intensidade. Sabendo que o bloco, de 3,0 kg, está em repouso, qual será o valor mínimo do coeficiente de atrito estático entre aquele e a parede?



   A. 1,35 **B.** 0,74 **C.** 0,56 **D.** 0,44 **E.** 0,33 **F.** 0,25

4. **(1,0 val)** O veio giratório de um motor elétrico tem momento de inérica de 1,80 kg.m^2. Se o momento de forças (*torque*) das forças eletromagnéticas que o põem a funcionar for de 5,20 N.m, qual será a velocidade angular do veio após 0,400 s de ser ligado? Assuma que o veio parte do repouso.

   A. 1,16 rad/s **B.** 1,64 rad/s **C.** 1,98 rad/s **D.** 2,34 rad/s **E.** 2,75 rad/s **F.** 2,89 rad/s

5. **(1,0 val)** Duas forças atuam sobre um caixote de 2,0 kg inicialmente em repouso: uma força de tração, de intensidade 16 N, e outra de atrito cinético, de intensidade 10 N. O caixote desloca-se 4,0 m sob ação destas duas forças. Com que rapidez atinge os 4,0 m?

   A. 60 m/s **B.** 40 m/s **C.** 27 m/s **D.** 13 m/s **E.** 9,3 m/s **F.** 4,9 m/s

6. **(1,0 val)** Uma massa de 2,0 kg é dependurada de uma mola de constante elástica 45 N/m. Qual será o elongamento da mola no equilíbrio?

   A. 9,2 cm **B.** 22 cm **C.** 33 cm **D.** 44 cm **E.** 88 cm **F.** 110 cm

7. **(1,0 val)** Numa colisão elástica, são conservados:

   A. Apenas a energia cinética E_c, não o momento linear *p*.
   B. Apenas o momento linear *p*, não a energia cinética E_c.
   C. Nem o momento linear *p*, nem a energia cinética E_c.
   D. Ambos o momento linear *p* e a energia cinética E_c.

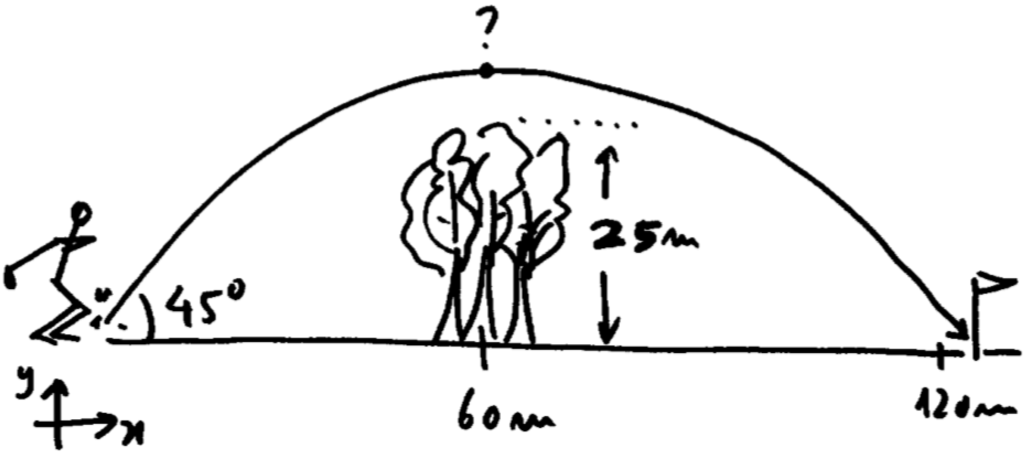
8. **(1,0 val)** Um automóvel acelera sob uma força de tração dada de módulo $F = k(1 - e^{-at})$ e arrasto do ar proporcional ao quadrado da velocidade. Qual das equações diferenciais abaixo pode exprimir a velocidade do automóvel, assumindo que este se desloca no sentido +*x*?

   A. $m\frac{dv}{dt} = k(1 - e^{-at}) - bv^2$ **B.** $m\frac{dv}{dt} = -k(1 - e^{-at}) + bv^2$ **C.** $m\frac{dv}{dt} = -k(1 - e^{-at}) - bv^2$

   D. $m\frac{dv}{dt} = k(1 - e^{-at}) + bv^2$ **E.** $\frac{dv}{dt} = \frac{k}{m}(1 - e^{-at}) + bv^2$ **F.** $\frac{dv}{dt} = -k(1 - e^{-at}) + \frac{b}{m}v^2$

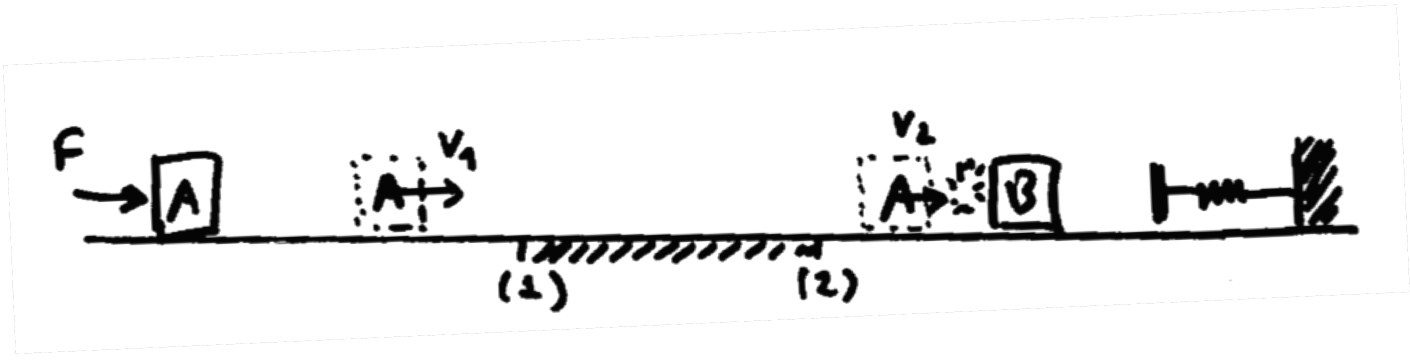
PARTE II

1. (Total: 4,0 val) Um jogador de golfe executa o seu *swing* com ângulo 45º, de forma a atingir um alcance de cerca de 120 m de alcance. A meio do percurso da bola (60 m) estão algumas árvores de altura 25 m (c.f. figura). Desprezando a resistência do ar,



- **a.** **(1,3 val)** Prove que a rapidez com que a bola de golfe foi lançada é de 34,3 m/s.
- **b.** **(1,3 val)** Calcule o tempo de voo da bola.
- **c.** **(1,4 val)** Conseguirá a bola passar por cima das árvores? Justifique com os cálculos necessários.

2. (Total: 4,0 val) Uma força constante de 3,50 N atua sobre 3,00 s sobre uma massa A de 2,40 kg, inicialmente em repouso. A massa desliza 4,20 m sobre uma superfície com atrito, perdendo metade da sua energia cinética. Embate depois com uma massa B de 3,60 kg, imobilizando-se imediatamente após a colisão. A massa B, inicialmente em repouso, ganha rapidez na colisão, indo de encontro a uma mola que comprime 18,5 cm até imobilizar B. Calcule:



- **a.** **(1,0 val)** A rapidez que a massa A adquire após os 3,00 s em que a força atua.
- **b.** **(1,0 val)** A rapidez com que a massa A sai da zona com atrito. *(Se não conseguiu resolver a alínea anterior, assuma que a massa entra na zona de atrito a 5,00 m/s.)*
- **c.** **(1,0 val)** A rapidez de B imediatamente após o choque. *(Se não conseguiu resolver a(s) alínea(s) anterior(es), assuma que a massa A embate com a massa B a 2,50 m/s.)*
- **d.** **(1,0 val)** A constante elástica da mola.

3. (Max: 4,0 val) Um corpo de 4,00 kg de massa e que se desloca inicialmente a uma velocidade de 1,20 m/s no sentido $+x$, sofre subitamente a influência de uma força dependente da velocidade e do tempo, cuja forma forma é, no SI,

$$F(t, v) = 3{,}00t - 2{,}00v^2$$

onde v se refere à componente da velocidade segundo x e t é medido a partir do momento em que a força se faz sentir. A força age durante 2,00 s sobre o corpo, após o que cessa a sua atuação. Calcule a velocidade do corpo após a atuação do corpo.

Para tal recorde a 2ª lei de Newton para uma só força, escrita como função da velocidade $F = m\frac{dv}{dt}$ e integre esta equação diferencial pelo método de Euler **(3,0 val)** ou Heun **(4,0 val)** com passo de 0,5 segundos. Apresente os resultados numa tabela como a abaixo. Se usar o método de Euler, não preencha a coluna k_2.

t **(s)**	***v*** **(m/s)**	k_1	k_2
		N/A	N/A

FIM