UNIVERSIDADE ABERTA
www.uab.pt

Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior

**U.C. 21048**

**Física Geral**

**27 de janeiro de 2020**

## 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

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

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

---

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

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

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

---

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

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

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

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

---

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):

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

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

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

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 parte do ponto A e viaja a 20 km na direção este (E), chegando ao ponto B, após o que para durante 30 minutos. Em seguida dirige-se para sul (S) até ao ponto C, perfazendo mais 15 km. Permanece em C mais 30 minutos e regressa ao ponto inicial A, por um trajeto em linha reta. Em todo este percurso, sempre que o automóvel se move, o velocímetro marca aproximadamente 60 km/h.

   Qual a rapidez média do condutor no trajeto ABCA?

   **A.** 0,0 km/h **B.** 20 km/h **C.** 30 km/h **D.** 40 km/h **E.** 60 km/h **F.** 120 km/h

2. **(1,0 val)** Relativamente à questão anterior, qual o módulo da velocidade média no trajeto ABCA?

   **A.** 0,0 km/h **B.** 20 km/h **C.** 30 km/h **D.** 40 km/h **E.** 60 km/h **F.** 120 km/h

3. **(1,0 val)** Um aerogerador com pás de raio 15 m, rodando inicialmente com velocidade angular de módulo 0,20 rot/s, sofre uma aceleração angular uniforme de 0,040 rot/s$^2$, durante 5,0 s. Qual a rapidez da ponta das pás no final dessa aceleração?

   **A.** 13 m/s **B.** 26 m/s **C.** 31 m/s **D.** 38 m/s **E.** 45 m/s **F.** 67 m/s

4. **(1,0 val)** Duas esferas, A (2,0 kg) e B (1,6 kg), colidem frontalmente. A esfera B está inicialmente em repouso quando A, com rapidez 1,2 m/s embate nela. No final da colisão, ambas as esferas movem-se com a mesma rapidez e sentido. Quanto vale o aumento de energia interna das esferas na colisão?

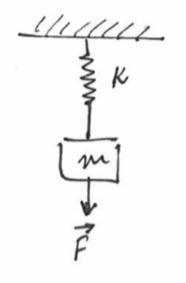
   **A.** 0,25 J **B.** 0,64 J **C.** 0,80 J **D.** 1,1 J **E.** 1,4 J **F.** 2,4 J

5. **(1,0 val)** Um caixote de 24 kg e inicialmente em repouso é empurrado por uma força que sobre ele realiza um trabalho de 80 J sobre uma superfície horizontal com atrito. Quando a força deixa de atuar, o caixote move-se com rapidez de 1,8 m/s. Quanto vale o trabalho da força de atrito neste movimento?

   **A.** -41 J **B.** -26 J **C.** -12 J **D.** 12 J **E.** 26 J **F.** 41 J

6. **(1,0 val)** Um carro acelera uniformemente dos 0 aos 144 km/h em 12,0 s, mantendo-se depois a essa rapidez. Ao fim de quanto tempo terá percorrido 1000 m?

   **A.** 15 s **B.** 19 s **C.** 24 s **D.** 31 s **E.** 42 s **F.** 53 s




7. **(1,0 val)** Uma força $F$ de intensidade 16 N puxa uma uma massa de valor $m$ = 0,850 kg, fixa a uma mola de constante elástica $k$ = 28 N/m e dependurada de um teto. Quanto vale o elongamento da mola?

   **A.** 18 cm **B.** 25 cm **C.** 43 cm **D.** 56 cm **E.** 69 cm **F.** 87 cm

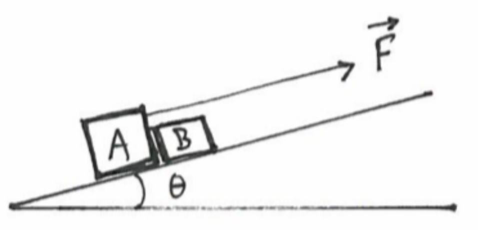
8. **(1,0 val)** Um corpo com velocidade inicial não-nula movimenta-se horizontalmente, no sentido $+x$, sob atrito cinético e arrasto do ar. Assumindo que o arrasto do ar é aproximadamente proporcional ao quadrado da velocidade, qual das expressões abaixo poderá descrever o movimento do corpo?

   **A.** $m\frac{dv}{dt} = -bv^2$ **B.** $\frac{dv}{dt} = -\frac{b}{m}v^2 + \mu_k mg$ **C.** $m\frac{dv}{dt} = bv^2 - \mu_k mg$

   **D.** $\frac{dv}{dt} = bv^2 + \mu_k mg$ **E.** $\frac{dv}{dt} = -bv^2 - \mu_k g$ **F.** $m\frac{dv}{dt} = -bv^2 - \mu_k mg$

## PARTE II

**1.** (Total 4,0 val) Dois corpos, A (5,0 kg) e B (3,0 kg) são puxados por uma corda, em plano inclinado de ângulo $\theta = 15^{o}$. Há atrito cinético entre o plano e os corpos, de coeficiente 0,15 (estático e cinético), e a força que puxa a corda é contante. O sistema move-se sob uma aceleração de 2,4 m/s$^2$ no sentido ascendente.

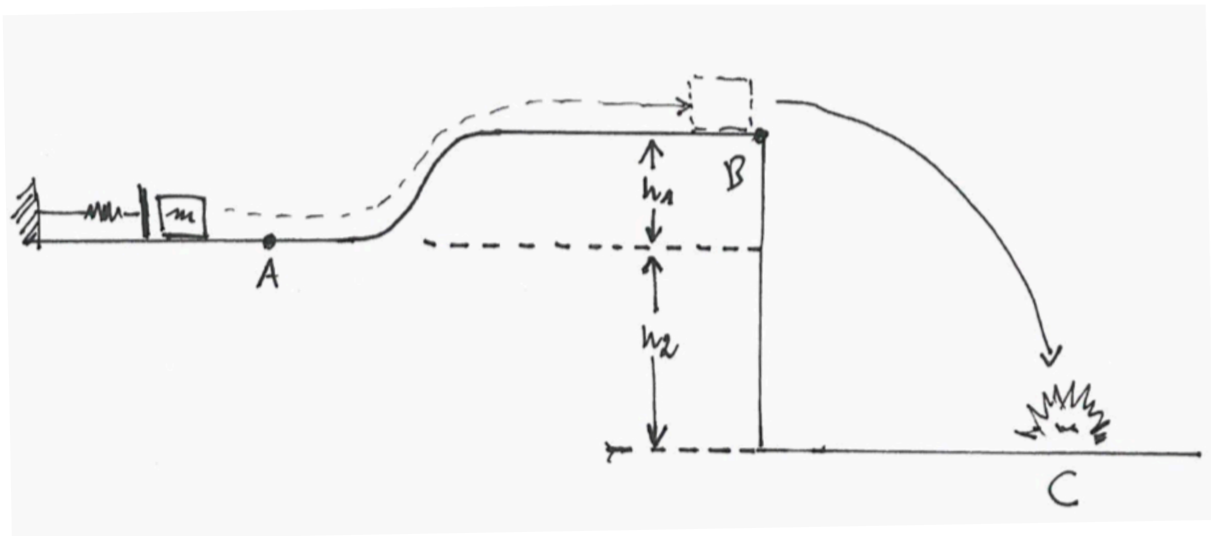



**(a) (1,0 val)** Desenhe na sua folha de prova em diagrama de corpo livre as forças que atuam sobre os dois corpos. Existirá entre as forças que desenhou algum um par ação-reação? Se sim, qual?

**(b) (1,5 val)** Calcule a intensidade da força *F*.

**(c) (1,5 val)** Se a força *F* deixar de atuar, o que acontecerá aos dois corpos?

**2.** (Total 4,0 val) Considere a figura abaixo, onde a mola tem constante elástica de 260 N/m. A massa *m* é comprimida de 20 cm contra a mola antes de ser largada. Os desníveis são $h_1$ = 1,2 m e $h_2$ = 3,8 m. Não há atritos e a massa chega ao ponto B com rapidez de 4,0 m/s na direção horizontal.




Calcule:

**(a) (1,0 val)** A rapidez da mola no ponto A, i.e. imediatamente após a massa se desprender da mola. Dica: considere $h$ = 0 à altura do ponto A.

**(b) (1,0 val)** O valor da massa *m*. Se não conseguiu resolver a alínea anterior, assuma que $v_A$ = 5,00 m/s.

**(c) (0,7 val)** O tempo que leva a massa a atingir o solo, ponto C.

**(d) (1,3 val)** A rapidez da massa quando atinge o solo.

**3.** (Total 4,0 val) Um caixote com 500 g de massa e inicialmente em repouso é puxado por uma força constante de intensidade 1,50 N. Enquanto o caixote é puxado, é-lhe adicionada areia à taxa de 120 g por segundo.

**(a) (1,0 val)** Prove que a equação diferencial que descreve o movimento do caixote é dada por (SI)

$$\frac{dv}{dt} = \frac{1{,}50}{0{,}500 + 0{,}120t}$$

**(b) (3,0 val)** Integre numericamente esta equação diferencial pelo método de Euler (max 2,0 val) ou Heun (max 3,0 val) dos 0 aos 4,00 s, com passo de 1,0 s. Para o efeito, copie a tabela abaixo para a sua folha de prova e preencha-a.

| ***t* (s)** | ***v* (m/s)** | $k_1$ | $k_2$ |
|---|---|---|---|
| 0,00 | | | |
| 1,00 | | | |
| 2,00 | | | |
| 3,00 | | | |
| 4,00 | | N/A | N/A |

**FIM**