

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Processo Seletivo para Professor Substituto ao provimento de vagas definidas para o ano de 2021.

- Setorização: FÍSICA SUPERIOR (I, II, III e IV): FÍSICA COM CÁLCULO.

Edital nº 416 de 27 de maio de 2021.

Nº de inscrição:

003

Fl. nº 1

1) O conceito de velocidade se dá, principalmente, por formalismo vetorial, assim como o de aceleração por serem descritas por uma magnitude, uma direção e um sentido. A partir de um vetor posição \vec{r} , definido como:

$$\vec{r} = \vec{x} \hat{i} + \vec{y} \hat{j} + \vec{z} \hat{k}, \text{ onde } \hat{i}, \hat{j} \text{ e } \hat{k} \text{ são os vetores}$$

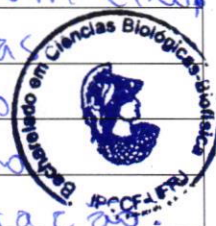
Unitários das direções \vec{x} , \vec{y} e \vec{z} , respectivamente, podemos definir velocidade em função do tempo gasto (dt) para percorrer cada uma dessas trajetórias. De tal forma, temos que:

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}_r = \frac{d\vec{x}}{dt} \hat{i} + \frac{d\vec{y}}{dt} \hat{j} + \frac{d\vec{z}}{dt} \hat{k} = v_x \hat{i} + v_y \hat{j} + v_z \hat{k}$$

A aceleração é responsável por variar a velocidade (descrita anteriormente) em função de um intervalo de tempo dt . De maneira que:

$$\frac{d\vec{v}_r}{dt} = \vec{a}_r = \frac{dv_x}{dt} \hat{i} + \frac{dv_y}{dt} \hat{j} + \frac{dv_z}{dt} \hat{k} = a_x \hat{i} + a_y \hat{j} + a_z \hat{k}$$

Esses formalismos aplicam-se para determinação da velocidade instantânea. Para a velocidade média de um corpo, torna-se necessário o deslocamento entre duas posições de um eixo. Logo, é comum a substituição das derivadas por simbolismos indicando variações, como por exemplo $d\vec{x}$ para $\Delta\vec{x} = \vec{x}_{\text{FINAL}} - \vec{x}_{\text{INICIAL}}$. O mesmo ocorre de maneira análoga com a aceleração.



Nº de inscrição:

003

Fl. nº 2

Assim, definimos as velocidades e acelerações médias em cada direção como:

$$(x) \quad v_{Mx} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad a_{Mx} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t}$$

$$(y) \quad v_{My} = \frac{\Delta y}{\Delta t} \quad a_{My} = \frac{\Delta v_y}{\Delta t}$$

$$(z) \quad v_{Mz} = \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad a_{Mz} = \frac{\Delta v_z}{\Delta t}$$

b) Principais operações vetoriais:

• Vetores em mesma direção e sentido: $\vec{r} = \vec{a} + \vec{b}$

$$\vec{r} = (\vec{a}_x \hat{i} + \vec{a}_y \hat{j} + \vec{a}_z \hat{k}) + (\vec{b}_x \hat{i} + \vec{b}_y \hat{j} + \vec{b}_z \hat{k})$$

$$\vec{r} = (\vec{a}_x + \vec{b}_x) \hat{i} + (\vec{a}_y + \vec{b}_y) \hat{j} + (\vec{a}_z + \vec{b}_z) \hat{k}$$

• Vetores em ~~para~~ mesma direção e sentidos opostos:

$$\vec{r} = \vec{a} - \vec{b} \rightarrow \vec{r} = (\vec{a}_x - \vec{b}_x) \hat{i} + (\vec{a}_y - \vec{b}_y) \hat{j} + (\vec{a}_z - \vec{b}_z) \hat{k}$$

• Produto por escalar: $\vec{r} = n \cdot \vec{a} \rightarrow \vec{r} = n \cdot \vec{a}_x \hat{i} + n \cdot \vec{a}_y \hat{j} + n \cdot \vec{a}_z \hat{k}$
* O resultado é um vetor e, n , é um escalar.

• Produto ~~vetorial~~ escalar: $\vec{r} = \vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \theta$

* O resultado é um escalar, onde θ é o ângulo entre os vetores e, $|\vec{a}|$ e $|\vec{b}|$, são os módulos de \vec{a} e \vec{b} , respectivamente, determinados por:



Nº de inscrição:

003

Fl. nº 3

$$|\vec{a}| = \sqrt{|\vec{a}_x|^2 + |\vec{a}_y|^2 + |\vec{a}_z|^2} \quad \text{e} \quad |\vec{b}| = \sqrt{|\vec{b}_x|^2 + |\vec{b}_y|^2 + |\vec{b}_z|^2}$$

• Produto vetorial: Normalmente determinado por matrizes. O resultado é um vetor.

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{pmatrix} a_x & b_x & \hat{i} \\ a_y & b_y & \hat{j} \\ a_z & b_z & \hat{k} \end{pmatrix}$$

O determinante da matriz é igual a $\vec{a} \times \vec{b}$.

$$c) \vec{x} = \cos(2t) \hat{i} + \sin(2t) \hat{j}$$

$$\vec{v}_x = \frac{d\vec{x}}{dt} = -2 \sin(2t) \hat{i} + 2 \cos(2t) \hat{j} \rightarrow \text{Velocidade}$$

$$\vec{a}_x = \frac{d\vec{v}_x}{dt} = -4 \cos(2t) \hat{i} - 4 \sin(2t) \hat{j} \rightarrow \text{Aceleração}$$

Para diferentes valores de t , temos:

$$t = 0 \rightarrow \vec{x} = +\hat{i} \quad \therefore \quad \vec{v}_x = +2\hat{j} \quad \therefore \quad \vec{a}_x = -4\hat{i}$$

$$t = \frac{\pi}{2} \rightarrow \vec{x} = -\hat{i} \quad \therefore \quad \vec{v}_x = -2\hat{j} \quad \therefore \quad \vec{a}_x = +4\hat{i}$$

$$t = \pi \rightarrow \vec{x} = +\hat{i} \quad \therefore \quad \vec{v}_x = +2\hat{j} \quad \therefore \quad \vec{a}_x = -4\hat{i}$$

$$t = \frac{3\pi}{2} \rightarrow \vec{x} = -\hat{i} \quad \therefore \quad \vec{v}_x = -2\hat{j} \quad \therefore \quad \vec{a}_x = +4\hat{i}$$

$$t = 2\pi \rightarrow \vec{x} = +\hat{i} \quad \therefore \quad \vec{v}_x = +2\hat{j} \quad \therefore \quad \vec{a}_x = -4\hat{i}$$

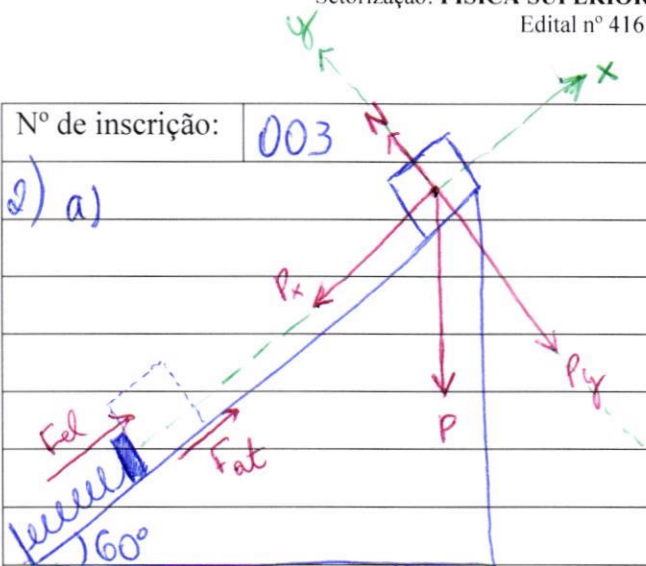


Nº de inscrição:

003

Fl. nº 4

2) a)



$$N = P_y = P \cdot \cos \theta = m \cdot g \cdot \cos \theta$$

$$P_x = P \cdot \sin \theta = m \cdot g \cdot \sin \theta$$

$$F_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta$$

$$F_{el} = K \cdot x \quad \therefore g \approx 10 \text{ m/s}^2$$

$$F_{el} + F_{at} - P_x = 0 \quad (\text{Máxima compressão da mola: } v=0 \therefore a=0)$$

$$Kx + \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \theta - m \cdot g \cdot \sin \theta = 0$$

$$x = \frac{m \cdot g}{K} (\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta) = \frac{10 \cdot 10}{600} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - 0,5 \cdot \frac{1}{2} \right) \approx \frac{4\sqrt{3} - 1}{24} \text{ m} //$$

b) Aceleração na descida do objeto: $a = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$
(Considerando $\sqrt{3} \approx 1,7$)

• Sem atrito: $a \approx 8,5 \text{ m/s}^2$

• Com atrito: $a \approx 6 \text{ m/s}^2$ (perda de aprox. 30%)

Como a relação entre velocidade e aceleração é linear e a deformação da mola é baixa em relação ao sistema, podemos considerar uma perda de 30% de energia devido a presença de atrito na rampa.

c) Para não retornar: ~~.....~~

$$F_{el} = F_{at} \rightarrow \mu_{est} = \frac{K \cdot x}{m \cdot g \cdot \cos \theta}$$



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Processo Seletivo para Professor Substituto ao provimento de vagas definidas para o ano de 2021.

- Setorização: FÍSICA SUPERIOR (I, II, III e IV); FÍSICA COM CÁLCULO.

Edital nº 416 de 27 de maio de 2021.

Nº de inscrição:	003	Fl. nº	5
------------------	-----	--------	---

d) b) Colisão elástica é quando, ~~em~~ ao colidir com outro corpo, um móvel passa integralmente sua energia cinética para outro. Difere da colisão inelástica pois esta transfere parte ou nenhuma energia cinética no momento da colisão.

$$e) m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v$$

→ Considerando o corpo B em repouso: $v_B = 0$

$$5(8\hat{i} + 3\hat{j}) + 0 = (5 + m_B) \cdot v$$

$$v = \frac{(40\hat{i} + 15\hat{j})}{(5 + m_B)}$$

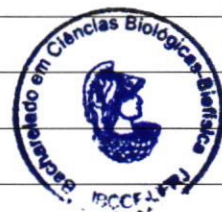
↳ Velocidade final

* A questão não forneceu a massa do segundo corpo.

$$\Delta E_M = E_{M_F} - E_{M_I} = E_{c_F} - E_{c_I} = \frac{m_A \cdot (v_A)_F^2}{2} - \frac{m_A \cdot (v_A)_I^2}{2}$$

↳ VARIAÇÃO NA ENERGIA MECÂNICA ANTES NA COLISÃO, POIS A QUESTÃO DEMONSTRA QUE O CORPO DE 5 kg (CHAMADO AQUI DE CORPO A) ~~ALTEROU~~ VARIOU SUA VELOCIDADE. NÃO FOI CONSIDERANDO MUDANÇA DE ALTURA.

APÓS A COLISÃO, DESPREZANDO ATRITOS, A VARIAÇÃO NA ENERGIA MECÂNICA É ZERO.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Processo Seletivo para Professor Substituto ao provimento de vagas definidas para o ano de 2021.

- Setorização: FÍSICA SUPERIOR (I, II, III e IV): FÍSICA COM CÁLCULO.

Edital nº 416 de 27 de maio de 2021.

Nº de inscrição:

003

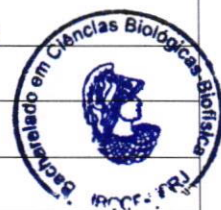
Fl. nº 6

3) a) O conceito de energia térmica está associado à movimentação das partículas que constituem um determinado sistema físico. Esta relacionada com a energia cinética de vibração dessas partículas, definindo também o conceito de temperatura. Quanto ao calor, o mesmo é um tipo de energia que está em trânsito entre dois ou mais corpos entre si ou entre corpos e o ambiente. Essa passagem de energia se dá, principalmente, a uma diferença de temperatura entre os componentes do sistema. Com relação à energia interna, comumente utilizada ao se trabalhar com termodinâmica, ~~esta~~ está relacionada com o número de mols e a temperatura do sistema físico, sua variação é normalmente analisada entre a diferença ~~de~~ do calor fornecido a um sistema termodinâmico e o trabalho realizado pelo mesmo (1ª lei da termodinâmica).

b) Conforme descrito anteriormente, a 1ª lei da termodinâmica é uma relação física sobre conservação de energia, onde a variação da energia interna (ΔU) de um sistema se dá por:

$$\Delta U = Q - W$$

↳ Trabalho realizado pelo ou sobre o sistema. (+) (-)
↳ Calor cedido ou retirado do sistema (+) (-)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Processo Seletivo para Professor Substituto ao provimento de vagas definidas para o ano de 2021.

- Setorização: FÍSICA SUPERIOR (I, II, III e IV): FÍSICA COM CÁLCULO.

Edital nº 416 de 27 de maio de 2021.

Nº de inscrição:

003

Fl. nº 7

O trabalho pode ser determinado pela relação:

$$W = \int_{V_I}^{V_F} p dV = p \cdot V \Big|_{V_I}^{V_F} = pV_F - pV_I = p \cdot \Delta V$$

Onde p é a pressão do sistema e, V , seu volume. A relação mostra que, para que ocorra trabalho (W), é necessária uma variação no volume do sistema.

Já o calor, podemos determiná-lo como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

↳ Variação de temperatura.
↳ Calor específico.
↳ Massa.
↳ Quantidade de calor.

A energia interna é chamada ~~energia~~ como uma função de estado, pois depende exclusivamente dos estados inicial e final do sistema em questão, sendo válida para qualquer um dos pares: $U(p;V)$; $U(p;T)$; $U(V;T)$.

A 1ª lei da termodinâmica possui transformações termodinâmicas que podem ser melhor explicadas ao tomarmos como base um gás ideal. As transformações são:

I) Isotérmica ($T \rightarrow$ constante): $\Delta U = 0$
 $Q = W$



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho

Processo Seletivo para Professor Substituto ao provimento de vagas definidas para o ano de 2021.

- Setorização: FÍSICA SUPERIOR (I, II, III e IV): FÍSICA COM CÁLCULO.

Edital nº 416 de 27 de maio de 2021.

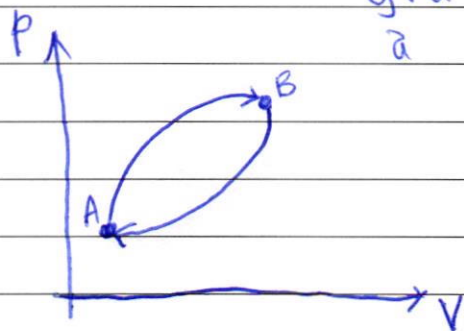
Nº de inscrição:	003	Fl. nº	8
------------------	-----	--------	---

II) Isobárica: ($p \rightarrow$ constante) $\therefore \Delta U = Q - p \cdot \Delta V$

III) Isovolúmica: ($V \rightarrow$ constante) $\therefore \Delta V = 0 \therefore \Delta U = Q$

IV) Adiabática: Não há trocas de calor com outro meio. ($Q = 0$) $\therefore \Delta U = 0 - W$
 $\Delta U = -W$

V) Cíclicas: Quando o estado inicial do gás é o mesmo ^{no} final, conforme o gráfico de exemplo mostrado a seguir:



$$\Delta U = 0 \rightarrow Q = W$$

c) Tratando-se de um gás ideal, é válida a relação: $\frac{p \cdot V}{T} = \text{constante}$. Logo:

$$\boxed{A \rightarrow B} \quad \frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \therefore p_A = p_B \therefore \frac{1}{T_A} = \frac{4}{T_B} \rightarrow T_B = 4T_A$$

$$\boxed{B \rightarrow C} \quad \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} = \frac{p_C \cdot V_C}{T_C} \therefore V_B = V_C \therefore \frac{4}{T_B} = \frac{1}{T_C} \rightarrow T_B = 4T_C$$

Logo: $4T_A = 4T_C \rightarrow T_A = T_C$

$\Delta T_{A \rightarrow C} = T_C - T_A = 0 \rightarrow$ A variação de temperatura entre os estados A e C é

NULLA.

