

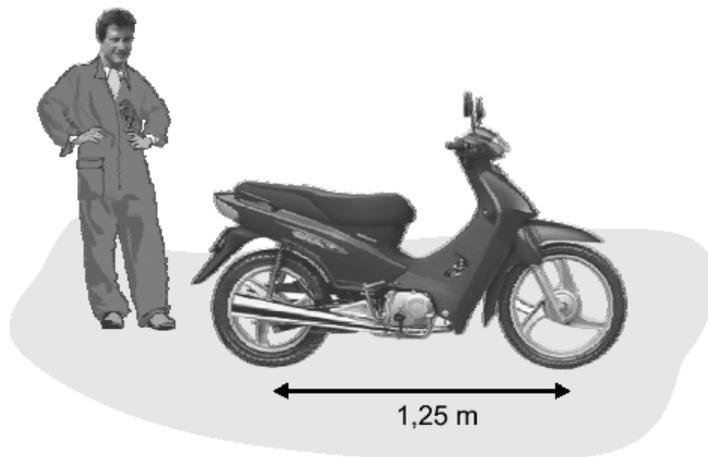
UFMG – 2004

2º DIA

FÍSICA

Física – Questão 01

Paulo Sérgio verifica a calibração dos pneus de sua motocicleta e encontra 26 lb/pol^2 ($1,8 \times 10^5 \text{ N/m}^2$) no dianteiro e 32 lb/pol^2 ($2,2 \times 10^5 \text{ N/m}^2$) no traseiro. Em seguida, ele mede a área de contato dos pneus com o solo, obtendo 25 cm^2 em cada um deles. A distância entre os eixos das rodas, especificada no manual da motocicleta, é de $1,25 \text{ m}$, como mostrado nesta figura:



Sabe-se que um calibrador de pneus mede a diferença entre a pressão interna e a pressão atmosférica. Com base nessas informações,

1. **CALCULE** o peso **aproximado** dessa motocicleta.

2. **RESPONDA:**

O centro de gravidade dessa motocicleta está mais próximo do eixo da roda traseira ou do eixo da roda dianteira? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

$$1) \quad p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$$

$$F_{\text{total}} = p_d \cdot A + p_t \cdot A$$

$$F_{\text{total}} = 1,8 \cdot 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-4} + 2,2 \cdot 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-4}$$

$$F_{\text{total}} = 1000 \text{ N} = 1,0 \times 10^3 \text{ N}$$

Para este cálculo, consideramos que a atmosfera exerce pressão em todas as direções sobre a motocicleta e, portanto, a resultante das forças exercidas pela pressão atmosférica é nula.

2)

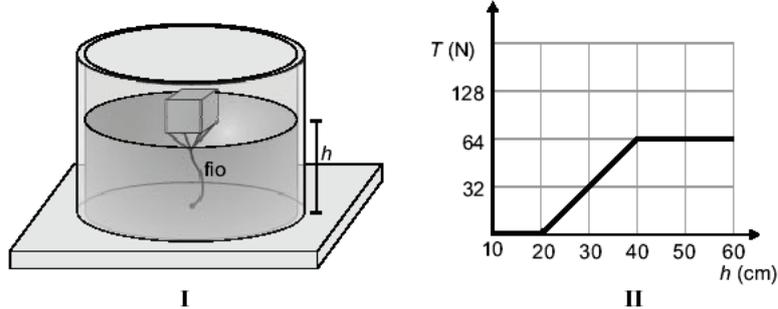


Como a força de reação normal sobre a roda traseira é maior que sobre a roda dianteira, concluímos que a distribuição de peso da moto é mais concentrada na parte traseira, logo o centro de gravidade, ponto onde podemos considerar que está concentrado todo o peso do corpo, encontra-se mais próximo da roda traseira.

Física – Questão 02

Uma caixa cúbica de isopor, cuja massa é de 10 g, flutua dentro de um reservatório de óleo. Essa caixa está presa ao fundo do reservatório por um fio, como mostrado na figura I.

Considere que a massa do fio é desprezível e que, inicialmente, a altura da parte submersa da caixa é muito pequena. Em um certo instante, uma torneira que abastece o reservatório é aberta. Na figura II, está representado o gráfico do módulo da tensão T no fio em função da altura h do nível de óleo.



- Com base nessas informações, **EXPLIQUE** por que a tensão no fio
 - é nula para o nível de óleo abaixo de 20 cm.
 - aumenta linearmente para o nível de óleo entre 20 e 40 cm.
 - é constante para o nível de óleo acima de 40 cm.
- DETERMINE** o comprimento aproximado da aresta do cubo. **JUSTIFIQUE** sua resposta.
- DETERMINE** a densidade do óleo utilizado.

RESOLUÇÃO:

- Sendo a densidade do isopor menor que a densidade do óleo, temos que a caixa irá flutuar sobre o óleo. Essa caixa é presa ao fundo do recipiente por um fio que de acordo com o gráfico, possui comprimento de 20 cm. Enquanto o nível do óleo não atingir a altura de 20 cm o fio permanecerá não esticado e, conseqüentemente, apresentará tensão nula.
 - Quando o nível do óleo atingir a altura de 20 cm o fio que prende a caixa ao fundo do recipiente estará esticado e impedirá que essa se movimente enquanto o nível do óleo é elevado. Nessa situação a caixa estará sujeita a três forças (o peso, o empuxo e a tensão) e a resultante dessas forças será nula, pois a carga permanecerá em repouso. Logo, temos que $E = p + T \Rightarrow T = E - p$, sendo p constante e sendo E diretamente proporcional à altura da parte submersa da caixa, ($E = \rho g V_{\text{des.}} = \rho g A \cdot h$), pois a área da base da caixa é constante, temos que a tensão no fio também será proporcional à altura da parte submersa da caixa, ou seja, a tensão irá aumentar linearmente com o aumento da parte submersa.
 - Nessa situação o fio estará esticado, e a caixa estará totalmente submersa, logo, empuxo e peso são constantes e, conseqüentemente, a tensão também será.
- A altura da parte submersa da caixa, inicialmente, é desprezível e temos que o aumento da tensão, observado no gráfico, ocorre devido ao aumento da altura da parte submersa. Conclui-se então que a aresta do cubo equivale ao comprimento do intervalo da altura do nível de óleo em que houve variação de tensão, ou seja, $a = 40 - 20 \Rightarrow a = 20$ cm.

3.

$$P_{\text{cubo}} = 10 \times 10^{-3} \cdot 10 = 0,10 \text{ N}$$

$$E = P + T, \text{ para } h = 40 \text{ cm}$$

$$V_{\text{desl.}} = V_{\text{cubo}} = 8,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$E = V_{\text{cubo}} \cdot d_{\text{óleo}} \cdot g$$

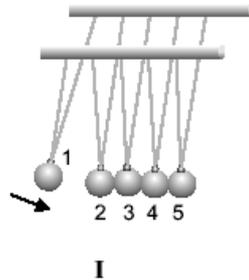
$$64,1 = 8 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^3$$

$$d_{\text{óleo}} = \frac{64,1}{80} \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

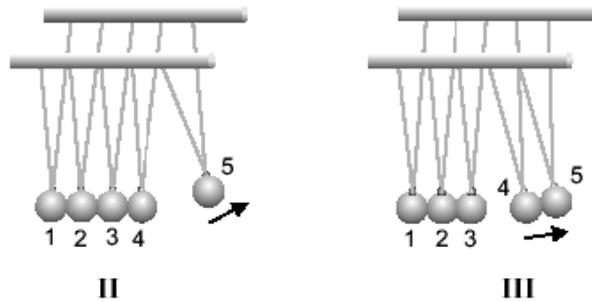
$$d_{\text{óleo}} = 8,0 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$$

Física – Questão 03

Um brinquedo muito conhecido consiste em cinco esferas de aço, idênticas, suspensas por fios de mesmo comprimento. Cada uma das esferas pode se mover independentemente das demais. Nas figuras, essas esferas estão numeradas de 1 a 5. Considere que a esfera 1 é puxada, solta e atinge, então, a esfera 2 com velocidade \vec{v} , como mostrado na figura **I**.



A respeito dessa situação, são feitas duas previsões quanto ao que poderá acontecer a seguir. Essas previsões estão indicadas nas figuras **II** e **III**.



Na figura **II**, a esfera 1 para e somente a esfera 5 sai com velocidade \vec{v} .

Na figura **III**, a esfera 1 para e somente as esferas 4 e 5 saem, juntas, com velocidade $\vec{v}/2$.

Considere que todas as colisões entre as esferas são elásticas.

Com base nessas informações, **RESPONDA**:

1. A situação **II** é possível? **JUSTIFIQUE** seu raciocínio.
2. A situação **III** é possível? **JUSTIFIQUE** seu raciocínio.

RESOLUÇÃO:

1. Sim, pois, nessa situação tanto a energia quanto a quantidade de movimento do sistema são conservadas.

$$m_1 = m_5 = m$$

$$m_1 \vec{v} = m_5 \vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_i = \vec{Q}_f$$

$$\frac{1}{2} m_1 v^2 = \frac{1}{2} m_5 v^2 \Rightarrow E_i = E_f$$

2. Não, pois há conservação da quantidade de movimento, mas não há conservação da energia do sistema.

$$m_1 = m_4 = m_5 = m$$

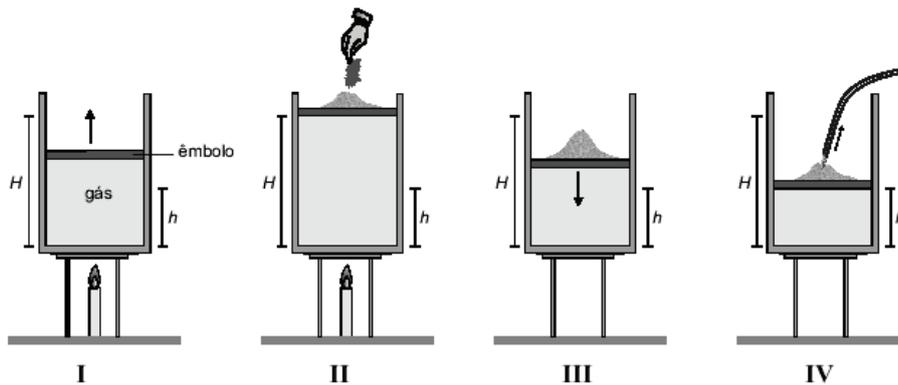
$$\vec{Q}_i = m\vec{v}; \vec{Q}_f = 2m \cdot \frac{\vec{v}}{2} = m\vec{v} \Rightarrow \vec{Q}_i = \vec{Q}_f$$

$$E_i = \frac{1}{2} m v^2; E_f = \frac{1}{2} 2m \left(\frac{v}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} m v^2 \Rightarrow E_i > E_f$$

Física – Questão 04

Teodorico coloca um gás em um recipiente cilíndrico, fechado por um êmbolo que pode se mover livremente. Inicialmente, o gás está à temperatura ambiente e o êmbolo, a uma altura h . Teodorico realiza, então, o procedimento descrito nestas etapas:

- Aquece o gás, lentamente, deixando o êmbolo subir até a altura H , como representado na figura **I**.
- Continuando a aquecer o gás, ele coloca areia sobre o êmbolo, aos poucos, de forma a mantê-lo fixo na altura H , como mostrado na figura **II**.
- Em certo momento, Teodorico para de aquecer o gás e aguarda até que o êmbolo desça e retorne à altura h , como mostrado na figura **III**.
- Em seguida, retira toda a areia, lentamente, de forma a manter o êmbolo fixo na altura h , como mostrado na figura **IV**.



Com base nas informações dadas,

1. IDENTIFIQUE, nesse diagrama, as etapas a e b descritas. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

2. Considerando completadas as quatro etapas descritas, **RESPONDA:**

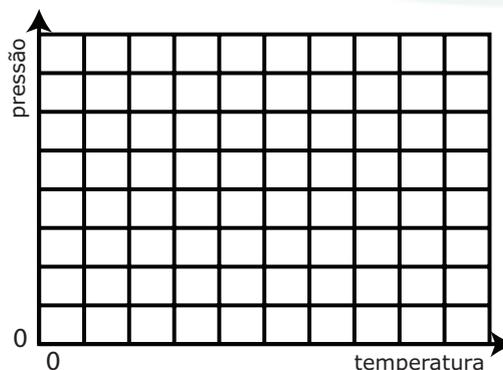
A) O trabalho realizado pelo gás é **maior, igual** ou **menor** que zero?

JUSTIFIQUE sua resposta.

B) O calor absorvido pelo gás é **maior, igual** ou **menor** que o calor cedido por ele?

JUSTIFIQUE sua resposta.

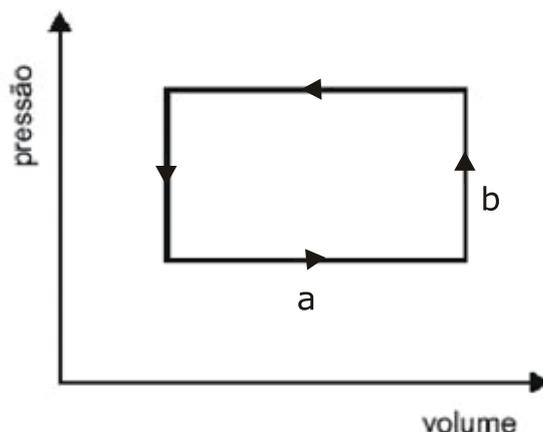
3. A) ESBOCE, no quadro a seguir, o diagrama da pressão em função da temperatura do gás para as etapas descritas.



B) IDENTIFIQUE, nesse mesmo diagrama, as etapas a e b. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. Na etapa a, há aumento de volume e, como o êmbolo está livre, a transformação é isobárica. Na etapa b, há aquecimento do gás com volume constante, logo a pressão aumenta com a temperatura. A sequência nos mostra um ciclo, o que significa as escolhas dos segmentos nesta ordem. Nas quatro etapas descritas, a pressão e o volume do gás variam como mostrado no diagrama a seguir.



2. A) É menor do que zero.

Nos trechos b e d, as transformações são isovolumétricas, logo não há realização de trabalho. O trabalho realizado sobre o gás em c tem módulo maior que o trabalho realizado pelo gás em a, logo $W_{\text{total}} < 0$. O trabalho no diagrama p x V é calculado através da área sob o gráfico.

B) Em um ciclo, a energia interna, uma função de estado, não sofre alteração, portanto:

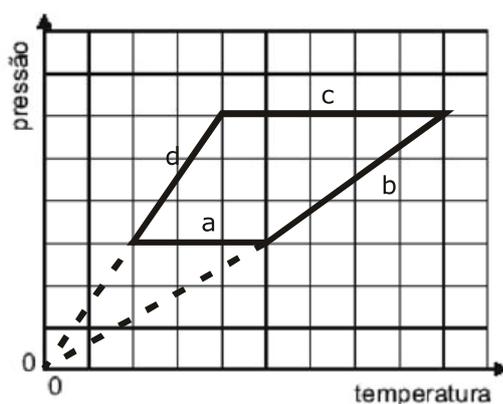
$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 0$$

$$Q = W$$

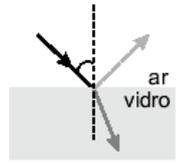
$$Q < 0, \text{ logo } |Q \text{ cedido}| > |Q \text{ absorvido}|$$

3. B) Na etapa a, ocorre o aquecimento do gás, como o êmbolo é livre a transformação é isobárica. Em b, a transformação é isovolumétrica e, sendo $\frac{pV}{T} = \text{constante}$, temos que $p = KT$, em que K é uma constante. Logo, p é diretamente proporcional a T nessa transformação.

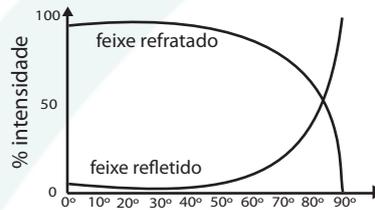


Física – Questão 05

Em seu curso de Física, Gabriela aprende que, quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios de índices de refração diferentes, parte do feixe pode ser refletida e parte, refratada. Ela, então, faz com que o feixe de um *laser* se propague de modo a ir do ar para um bloco de vidro, como mostrado nesta figura:

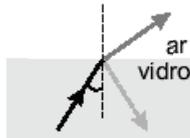


A percentagem da intensidade do feixe incidente que é refratado e a do que é refletido, em função do ângulo de incidência θ , nessa situação, estão representadas no gráfico **I**.

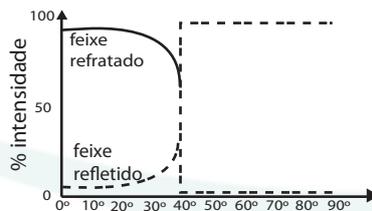


I

Em seguida, usando o mesmo *laser*, Gabriela faz com que o feixe de luz se propague de modo a ir do vidro para o ar, como mostrado nesta figura:



A percentagem da intensidade do feixe incidente que é refratado e a do que é refletido, nessa nova situação, estão mostrados no gráfico **II**.



II

1. Considerando as experiências de Gabriela, suponha que o feixe do *laser* incide sobre um prisma de vidro, fazendo um ângulo de 45° com a normal à superfície **PQ**, e que um anteparo é colocado paralelo a essa superfície, como representado na figura.

Então, **RESPONDA**:

Nesse caso, que percentual da intensidade do feixe incidente chegará ao anteparo?

JUSTIFIQUE sua resposta.

2. Comparando-se os gráficos **I** e **II**, verifica-se que eles apresentam comportamentos bastante diferentes para ângulos de incidência acima de 40° .

EXPLIQUE a razão dessa diferença.

RESOLUÇÃO:

1. Zero. $\theta_L = 40^\circ \Rightarrow \theta > \theta_L$

Haverá reflexão total na superfície vidro/ar.

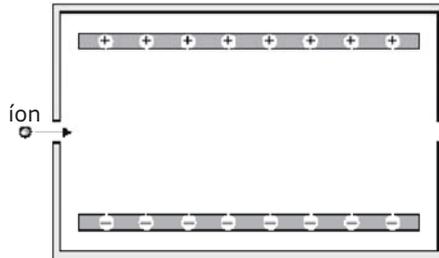
2. No caso I, o raio passa de um meio menos refringente para um meio mais refringente, enquanto na situação II ocorre o contrário. Assim, na situação II, vai ocorrer reflexão total para ângulos maiores que θ_L . Do diagrama II, verificamos que $\theta_L = 40^\circ$.

Física – Questão 06

Seletores de velocidade são utilizados em alguns aparelhos para permitir a passagem somente de íons que têm uma determinada velocidade.

Nesses seletores, um campo elétrico e um campo magnético são aplicados de tal forma, que apenas íons com uma velocidade específica o atravessam sem serem desviados.

O campo elétrico é produzido por duas placas metálicas paralelas, nas quais é aplicada uma diferença de potencial, como representado nesta figura:



O campo magnético, constante e uniforme, é produzido por um eletroímã, **não** mostrado nessa figura. Considere que o peso dos íons é desprezível.

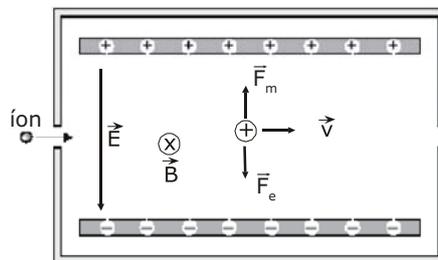
1. INDIQUE, na figura acima, as direções e os sentidos que os campos elétrico e magnético devem ter, na região entre as placas, a fim de que íons **positivos** atravessem o seletor de velocidades sem serem desviados.

JUSTIFIQUE sua resposta.

2. Considere que, no seletor representado, a distância entre as placas é de 5,0 mm e a diferença de potencial aplicada é de 5,0 kV e que se deseja que apenas íons com velocidade de $1,0 \times 10^6$ m/s sejam selecionados. **CALCULE** o módulo do campo magnético que deve ser aplicado nessa situação.

RESOLUÇÃO:

1. Para que a partícula não sofra desvio, $\vec{F}_r = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_e + \vec{F}_m$. O campo elétrico entre as placas vai da placa positiva para a negativa. Para cargas positivas, \vec{F}_e e \vec{E} têm mesma direção e sentido, logo, a força elétrica que atua sobre o íon possui sentido para baixo. Utilizando a regra do tapa, e sabendo que a força magnética deve possuir sentido para cima, para que a força resultante sobre íon seja nula, verificamos que o campo magnético deve ser perpendicular ao plano da folha, entrando nela.



2.

$$F_e = F_m \quad Eq = Bqv \text{ sen } 90^\circ$$

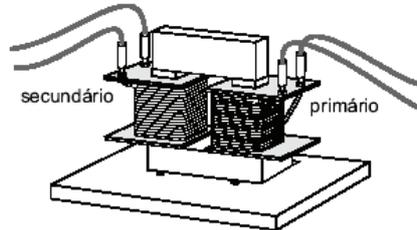
$$B = \frac{E}{v}; \quad E = \frac{V}{d} \text{ (campo uniforme)}$$

$$B = \frac{V}{dv} = \frac{5,0 \times 10^3 \text{ V}}{5,0 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 1 \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$B = 1,0 \text{ T}$$

Física – Questão 07

O circuito de um aparelho eletrônico é projetado para funcionar com uma diferença de potencial de 12 V. Para esse aparelho poder ser ligado à rede elétrica de 120 V, utiliza-se um transformador, que reduz a diferença de potencial. Esse transformador consiste em um núcleo de ferro, em que são enroladas duas bobinas – a do primário e a do secundário –, como mostrado nesta figura:



Nesse caso, a bobina do primário é ligada à rede elétrica e a do secundário, ao circuito do aparelho eletrônico.

1. Com base nessas informações, **RESPONDA:**

Esse transformador pode ser usado em uma rede elétrica de corrente contínua?

JUSTIFIQUE sua resposta.

2. Considere que, nesse transformador, as perdas de energia e as resistências elétricas das bobinas são desprezíveis e que a resistência equivalente do circuito ligado na bobina do **secundário** é de 30Ω .

CALCULE a corrente na bobina do **primário**.

RESOLUÇÃO:

1. Não, pois para que exista uma força eletromotriz induzida no secundário deve haver uma variação de fluxo magnético no primário (lei de Faraday/Lenz), o que não ocorre quando uma corrente contínua é aplicada ao primário.

2. Como não há perdas de energia, a potência aplicada ao primário é integralmente transferida para o secundário, logo

$$P_p = P_s \Leftrightarrow V_p i_p = V_s i_s$$

$$\frac{V_p^2}{R_p} = \frac{V_s^2}{R_s} \quad \frac{120^2}{R_p} = \frac{12^2}{30}$$

$$R_p = 3000 \Omega \quad i_p = \frac{V_p}{R_p} = \frac{120}{3000}$$

$$i_p = 4,0 \times 10^{-2} \text{ A}$$

Física – Questão 08

Após ler uma série de reportagens sobre o acidente com Césio 137 que aconteceu em Goiânia, em 1987, Tomás fez uma série de anotações sobre a emissão de radiação por Césio:

- O Césio 137 transforma-se em Bário 137, emitindo uma radiação beta.
- O Bário 137, assim produzido, está em um estado excitado e passa para um estado de menor energia, emitindo radiação gama.
- A meia-vida do Césio 137 é de 30,2 anos e sua massa atômica é de 136,90707 u, em que u é a unidade de massa atômica ($1 u = 1,6605402 \times 10^{-27} \text{ kg}$).
- O Bário 137 tem massa de 136,90581 u e a partícula beta, uma massa de repouso de 0,00055 u.

Com base nessas informações, faça o que se pede.

1. Tomás concluiu que, após 60,4 anos, todo o Césio radioativo do acidente terá se transformado em Bário. Essa conclusão é **verdadeira** ou **falsa**?

JUSTIFIQUE sua resposta.

2. O produto final do decaimento do Césio 137 é o Bário 137. A energia liberada por átomo, nesse processo, é da ordem de 10^6 eV, ou seja, 10^{-13} J.

EXPLIQUE a origem dessa energia.

3. RESPONDA:

Nesse processo, que radiação – a **beta** ou a **gama** – tem maior velocidade?

JUSTIFIQUE sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1. Falsa. A desintegração ocorre de forma exponencial em relação ao tempo, logo, após 60,4 anos, ainda haverá $\frac{1}{4}$ do número total de átomos de Césio radioativo que haviam inicialmente.

2. A massa total do produto do decaimento é $m_{\text{Ba}} + m_{\beta} = 136,90636 \text{ u}$
 $m_{\text{Ce}} = 136,90707 \text{ u} \Rightarrow m_{\text{Ce}} > m_{\text{Ba}} + m_{\beta}$

A diferença de massa é convertida em energia na forma de radiação gama, de acordo com a equação de Einstein $E = \Delta m \cdot c^2$

3. A radiação gama possui maior velocidade, pois é uma radiação eletromagnética, logo viaja à velocidade da luz. A radiação β , por ser matéria, não pode alcançar tal velocidade.