



Aula 07

PRF (Policial) Física - 2023 (Pré-Edital)

Autor:

Vinicius Silva

Impulso, Quantidade de movimento e colisões

| | |
|---|------------|
| 1. Introdução | 2 |
| 2. Impulso..... | 2 |
| 2.1 Impulso de uma força constante. | 4 |
| 2.2 Unidade | 4 |
| 2.3. Impulso de uma força variável | 4 |
| 3. Quantidade de movimento ou momento linear | 7 |
| 3.1 Unidade | 8 |
| 3.2 Relação entre a quantidade de movimento e energia cinética | 8 |
| 4. Teorema do Impulso e Quantidade de Movimento | 9 |
| 5. Sistema Isolado..... | 10 |
| 5.1 Princípio da conservação da quantidade de movimento. | 12 |
| 6. Colisões Mecânicas | 14 |
| 6.1 Conceito..... | 15 |
| 6.2 Coeficiente de restituição | 17 |
| 6.3 Classificação das colisões | 18 |
| 7. Centro de massa | 23 |
| 8. Exercícios sem comentários | 26 |
| 9. Exercícios comentados..... | 48 |
| 10. Gabarito..... | 130 |
| 11. Principais fórmulas utilizadas na aula..... | 130 |



1. INTRODUÇÃO

Olá Amigos da PRF!

Vamos continuar firmes na luta da preparação antecipada.

Essa aula vai ser muito empolgante para você que não vê a hora de vestir esse uniforme e trabalhar nesse órgão. Vamos lidar com um tema muito comum na vida de um PRF, que são as colisões mecânicas.

Nessa aula vamos estudar um conteúdo um pouco mais enxuto em relação às outras aulas, a nossa aula de hoje será de impulso, quantidade de movimento e colisões.

Esse assunto, apesar de ser um pouco menor que os outros, é de fundamental importância, pois é muito útil em acidentes rodoviários.

Assim, vamos fazer o nosso embasamento teórico forte para depois exercitarmos em questões **CESPE e de outras bancas**.

Nessa aula não foi possível selecionar muitas questões do **CESPE** sobre esses assuntos, no entanto, selecionei questões de outras provas e adaptei algumas para que você não ficasse sem questões para exercitar esse tema de muita relevância para a sua prova.

2. IMPULSO.

O impulso é uma grandeza **vetorial** que ocorre sempre que uma força age sobre um corpo, tendo como consequência a variação do vetor velocidade, seja em módulo, direção ou sentido. Ocorrendo modificação de quaisquer das características do vetor velocidade, haverá impulso de uma força.

Assim, podemos dizer que haverá impulso sempre que uma força agir durante certo intervalo de tempo sobre um corpo.

Exemplos:



Quando o jogador dá uma tacada na bola de bilhar, uma força atua na esfera durante um intervalo de tempo pequeno, fazendo com que a velocidade da bola modifique-se.



Quando uma bola de tênis sofre uma raquetada, temos um impulso de uma força (força da raquete sobre a bola) sendo responsável pela mudança de velocidade da bolinha.



Em uma colisão entre veículos também temos um caso clássico de impulso de uma força agindo sobre os veículos.

2.1 IMPULSO DE UMA FORÇA CONSTANTE.

Quando a força é constante, o impulso é definido por:

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$| \vec{I} | = | \vec{F} | \cdot \Delta t$$

Onde:

- \vec{I} é o vetor impulso da força
- \vec{F} é o vetor força
- Δt é o intervalo de tempo em que a força agiu no corpo

Perceba que, de acordo com a equação acima, o vetor impulso tem a mesma direção e o mesmo sentido do vetor força, pois o intervalo de tempo é um escalar positivo.

2.2 UNIDADE

A unidade do impulso de uma força é o **N.s**, veja:

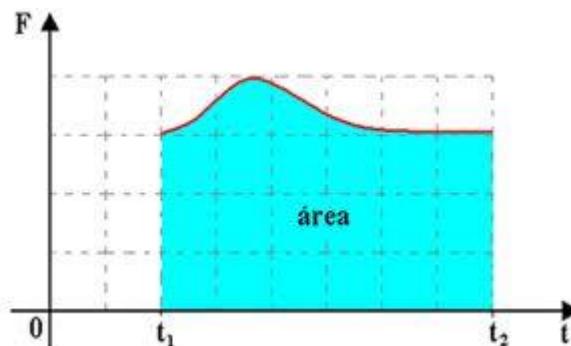
$$(\vec{I}) = (\vec{F}) \cdot (\Delta t)$$

$$(\vec{I}) = N \cdot s$$

2.3. IMPULSO DE UMA FORÇA VARIÁVEL

Nem toda força apresenta-se constante, assim, não podemos usar a fórmula vista nos itens anteriores para calcular o impulso de uma força.

Quando a força é não constante, devemos utilizar o gráfico da força em função do tempo.



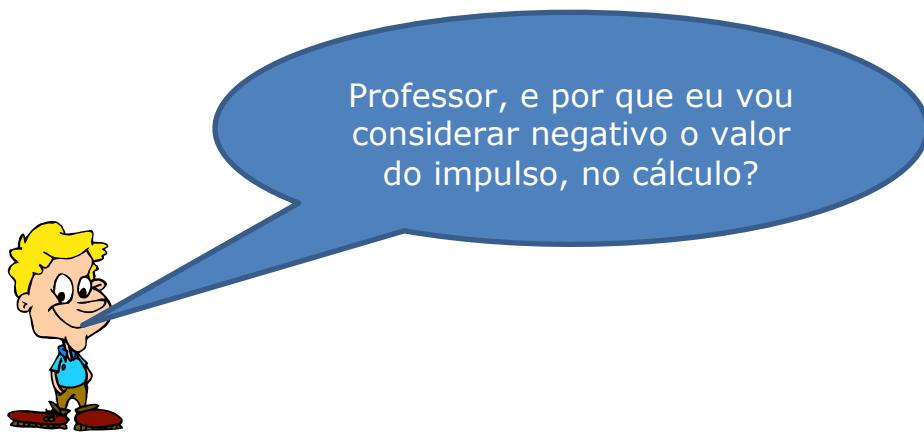
O impulso será numericamente igual à área sob o gráfico.

$$\vec{I}^N = \text{Área}$$

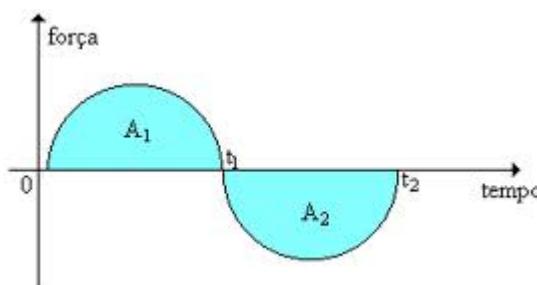
Lembre-se de que os gráficos que aparecerão em sua prova serão sempre de figuras planas conhecidas, como retângulos, trapézios, triângulos, quadrados.



Caro Aderbal, se, porventura, aparecer uma parte do gráfico abaixo do eixo dos tempo, a observação é que aquela parcela de área representa um impulso negativo. É claro que não existe impulso negativo, pois, formalmente falando, não podemos dizer que um vetor é negativo.



Na verdade Aderbal o que você vai fazer é considerar um impulso negativo apenas para efeito de cálculo, o que acontece é que esse impulso negativo é um impulso no sentido contrário àquele que tem a porção de área acima do eixo dos tempos, o que implica dizer que ele deve ser subtraído ao impulso “positivo” para que tenhamos o módulo do impulso resultante.



O impulso total no caso do gráfico acima será dado por:

$$|\vec{I}|^N = \text{Área}_1 - \text{Área}_2$$

3. QUANTIDADE DE MOVIMENTO OU MOMENTO LINEAR

A quantidade de movimento é outra grandeza importante nessa aula, pois em breve veremos um teorema de grande relevância envolvendo o impulso e a variação da quantidade de movimento.

Antes de comentar os detalhes sobre esse novo conceito, vale ressaltar que em muitas provas do **CESPE**. Essa banca preferiu chamar a **quantidade de movimento** de **momento linear**. Na verdade tanto faz a nomenclatura, momento linear é uma expressão mais utilizada nos livros de ensino superior, quantidade de movimento é um termo mais comum em livros de ensino médio.

Enfim, tanto faz, são expressões sinônimas, equivalem à mesma grandeza física a ser estudada adiante.

Inicialmente vejamos o que é a quantidade de movimento.

A quantidade de movimento é a grandeza vetorial definida por:

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{V}$$

$$| \vec{Q} | = m \cdot | \vec{V} |$$

Onde:

- \vec{Q} é a quantidade de movimento
- \vec{V} é o vetor velocidade
- m é a massa do corpo

Da equação vetorial acima, podemos concluir que:

- \vec{Q} e \vec{V} tem o mesmo sentido e a mesma direção

3.1 UNIDADE

A unidade de quantidade de movimento é simples, basta notar que é a unidade de massa multiplicada pela unidade de velocidade.

$$(\vec{Q}) = (m) \cdot (\vec{V})$$

Assim, $(\vec{Q}) = kg \cdot m / s^2$

3.2 RELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE MOVIMENTO E ENERGIA CINÉTICA

Podemos demonstrar uma relação entre a quantidade de movimento e a energia cinética, bastando para isso manipular algebraicamente as duas fórmulas já vistas:

$$|\vec{Q}| = m \cdot |\vec{V}|, \quad E_c = \frac{m \cdot |\vec{V}|^2}{2}$$

$$|\vec{V}| = \frac{|\vec{Q}|}{m}$$

Substituindo :

$$E_c = \frac{m \cdot \left(\frac{|\vec{Q}|}{m} \right)^2}{2}$$

$$E_c = \frac{|\vec{Q}|^2}{2m}$$

$$E_c = \frac{|\vec{Q}|^2}{2m}$$

Em Física Moderna, é muito comum usarmos a expressão acima para relacionar a quantidade de movimento e a energia cinética.

4. TEOREMA DO IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

O teorema acima é muito importante e útil em questões envolvendo o cálculo de velocidades, força média, tempo.

A rigor o teorema do impulso pode ser entendido como uma generalização da segunda Lei de Newton.

Bom, longe do formalismo teórico e pensando do ponto de vista prático, o teorema do impulso pode ser obtido a partir da fórmula da 2^a Lei de Newton. Veja:

$$\begin{aligned}
 \vec{Q} &= m\vec{V}, \\
 \vec{F} &= m\vec{a} \\
 \vec{F} &= m \cdot \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t} \\
 \vec{F} \cdot \Delta t &= m \cdot \Delta \vec{V} \\
 \vec{F} \cdot \Delta t &= m(\vec{V}_f - \vec{V}_0) \\
 \vec{F} \cdot \Delta t &= m\vec{V}_f - m\vec{V}_0 \\
 \vec{I} &= \vec{Q}_f - \vec{Q}_0 \\
 \vec{I} &= \Delta \vec{Q}
 \end{aligned}$$

Ou seja, o impulso da força resultante é igual à variação da quantidade de movimento.

Esse teorema será largamente utilizado para o entendimento dos **sistemas isolados** e das **colisões mecânicas**.

O teorema acima pode ser entendido da seguinte forma:

"sempre que houver um aumento ou redução na quantidade de movimento de um sistema, haverá uma força impulsionando o sistema".

Todo impulso implica em uma modificação de quantidade de movimento de um sistema.

A equivalência entre o impulso e a quantidade de movimento nos permite afirmar que as unidades dessas respectivas grandezas são equivalentes.

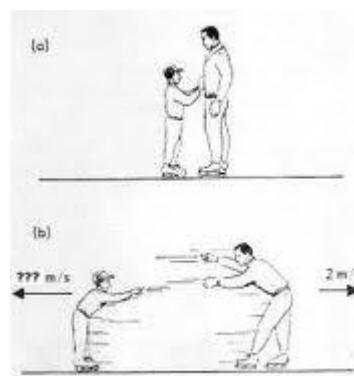
$$N.s = kg \cdot m / s^2$$

5. SISTEMA ISOLADO

Dizemos que um sistema é mecanicamente isolado quando ele está isolado de forças externas, ou seja, quando não existem forças externas atuando no sistema, ou quando a resultante das forças externas é nula.

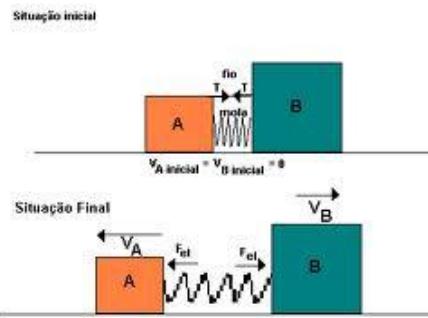
Geralmente, os nossos sistemas isolados terão forças externas e internas, caberá a nós definirmos bem o que seria o sistema, para daí então perceber quais são as forças externas e se a resultante delas é nula, porque se o for, o sistema será dito isolado.

Exemplo de sistema isolado:



Na figura acima o pai e o filho inicialmente em repouso, empurram-se um ao outro adquirindo velocidades, cada um deles.

Na verdade, nenhuma força externa agiu sobre o conjunto (sistema) formado pelas duas pessoas. O que houve, na verdade, foi a ação de uma força interna (força do empurrão), ou seja, o sistema se isolado de forças externas.



Os blocos da figura acima estão inicialmente em repouso e seguros por meio de um fio inextensível que os prende, fazendo com que uma mola ideal exerça uma força de natureza elástica.

Após o fio se romper a força elástica exerce uma força igual nos dois blocos. Considerando-se o sistema como sendo formado pelos blocos e pela mola, nenhuma força externa agiu no sistema, sendo ele, portanto, um sistema isolado de forças externas.

Com esses dois exemplos, você já deve ter percebido que é fácil saber quando um sistema é isolado, basta colocar as forças que estão agindo no sistema e notar que as forças externas não possuem resultante.

Nos dois exemplos acima há a presença de forças externas, que são as forças peso e normal, o peso, que é provocado pela ação de um agente externo (Terra) e a normal também, que é provocada pela ação do contato com a superfície, no entanto, o peso é anulado pela ação da força normal, assim, não há resultante externa, o que faz com que o sistema seja isolado.

5.1 PRINCÍPIO DA CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO.

O princípio acima nos diz que haverá conservação da quantidade de movimento sempre que o sistema for isolado.

A demonstração será feita com base no teorema do impulso visto acima:

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{Q}$$

como não há força resul tan te :

$$0 \cdot \Delta t = \Delta \vec{Q}$$

$$\Delta \vec{Q} = 0$$

$$\vec{Q}_f - \vec{Q}_0 = 0$$

$$\vec{Q}_f = \vec{Q}_0$$

Assim, podemos concluir que em um sistema isolado a quantidade de movimento final é igual à quantidade de movimento inicial do sistema, não se alterando a quantidade de movimento total antes e depois de qualquer evento.

Nos exemplos vistos acima, a quantidade de movimento se conserva, o que nos permite dizer que em ambos os casos a quantidade de movimento que era zero, continuará sendo igual a zero.



Professor, mas no primeiro exemplo, no início não há quantidade de movimento, pois os dois estão parados, mas depois que eles se empurram, ambos adquirem movimento, então a quantidade de movimento final não é diferente de zero???

Boa observação Aderbal!

No entanto, você se esqueceu de um detalhe muito importante, que é o fato de a quantidade de movimento ser um vetor, portanto terá sentido.

Assim, você terá que calcular a quantidade de movimento total do sistema e não apenas a de um integrante dele.

Note que um patinador move-se para a direita e, necessariamente, o outro deve mover-se para a esquerda, uma vez que o **VETOR** quantidade de movimento total deve ser nulo.

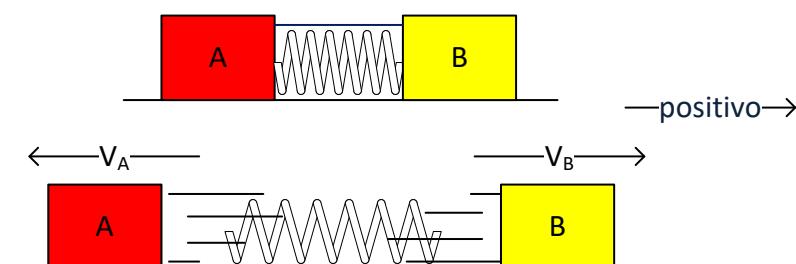


Professor, quer dizer então que nunca poderemos ter os dois movendo-se para o mesmo sentido, pois assim não teria como anular o vetor quantidade de movimento total final?

Exatamente Aderbal!

Se um corpo move-se para a direita, então necessariamente o outro corpo deve mover-se para a esquerda de modo a anular a quantidade de movimento total do sistema.

Em todo sistema isolado de dois corpos, quando no início temos os dois corpos parados, podemos dizer que:



$$\vec{Q}_f = \vec{Q}_0$$

$$\vec{Q}_f = \vec{0}$$

$$m_B \cdot V_B - m_A \cdot V_A = 0$$

$$m_B \cdot V_B = m_A \cdot V_A$$

Ou seja, as velocidades são inversamente proporcionais às massas de cada componente do sistema.

Mas lembre-se: **ESSA PROPRIEDADE SÓ SERVE PARA UM SISTEMA COMPOSTO POR DOIS CORPOS, QUANDO NO INÍCIO AMBOS ESTÃO EM REPOUSO.**

6. COLISÕES MECÂNICAS

Chegamos a um ponto de fundamental importância em nosso curso, aqui você tem de ter atenção redobrada para os conceitos, definições e para as fórmulas que aparecerão no decorrer da teoria.

Nesse ponto teremos com toda certeza conceitos que serão objeto das questões da sua prova, pois a colisão entre veículos é um típico caso que pode ser aproximado a um sistema de colisão mecânica.

Aposto com toda certeza e sem medo de errar que teremos algum item em sua prova versando sobre o que vamos ver de agora em diante.



6.1 CONCEITO

Colisão mecânica é toda interação mecânica de contato entre dois corpos que possui duração muito curta, ou seja, o intervalo de tempo de duração de uma colisão é muito pequeno.

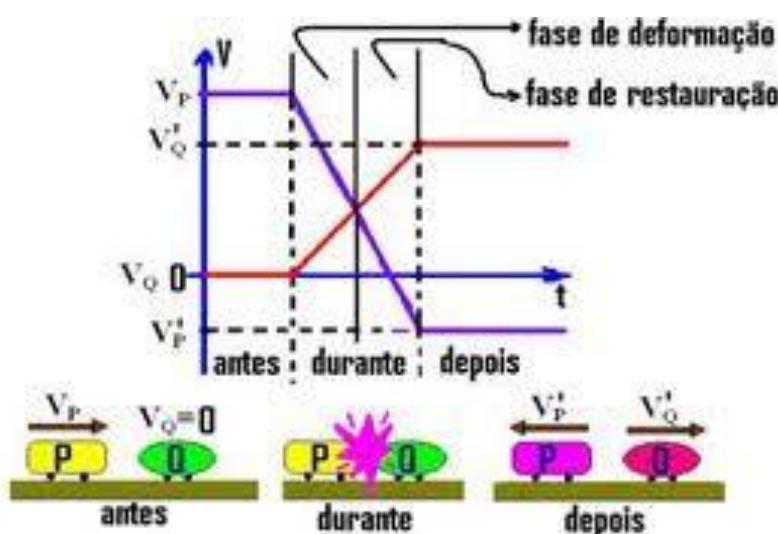
Toda colisão possui duas fases; a deformação, onde energia cinética é convertida em energia potencial; e a restituição, onde energia potencial é convertida em energia cinética.

É verdade que em algumas colisões a fase de restituição é desprezível, tenho em vista o material de que é feito o corpo.

Veja, por exemplo, uma colisão de uma bola de basquete contra o solo, nessa colisão as duas fases são bem definidas.

Por outro lado uma colisão de um veículo com um muro fixo praticamente não possui fase de restituição.

Enfim, o que importa para você é saber que existem essas duas fases, e as transformações de energia que ocorrem em cada uma delas.



Na figura acima você vê as duas fases, antes e depois da colisão e também a fase durante o choque.

A colisão é um evento muito rápido, geralmente você precisa de uma câmera superlenta para perceber as fases da colisão, portanto podemos dizer que o tempo da colisão tende a zero.

Assim, teremos uma consequência muito importante, que será utilizada em todas as colisões, por consequência do conceito.

Vamos aplicar o teorema do impulso à colisão, ou seja, vamos verificar o que acontece, sabendo que o tempo da colisão é muito pequeno.

Se o tempo é muito pequeno, não dá tempo de as forças externas agirem nos corpos, ou então podemos dizer que durante a colisão apenas as forças internas agem no corpo, aquelas forças que um corpo exerce no outro, portanto forças internas ao sistema formado pelos corpos que colidem.

Assim,

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{Q}$$

como não há força externa

ou

o tempo é desprezível :

$$\Delta \vec{Q} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$\Delta \vec{Q} = \vec{0} \text{ (*sistema isolado*)}$$

Ou seja, **toda colisão mecânica** de acordo com os conceitos vistos aqui são sistemas isolados, onde há **conservação da quantidade de movimento**.

$$\Delta \vec{Q} = \vec{0} \text{ (*sistema isolado*)}$$

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

6.2 COEFICIENTE DE RESTITUIÇÃO

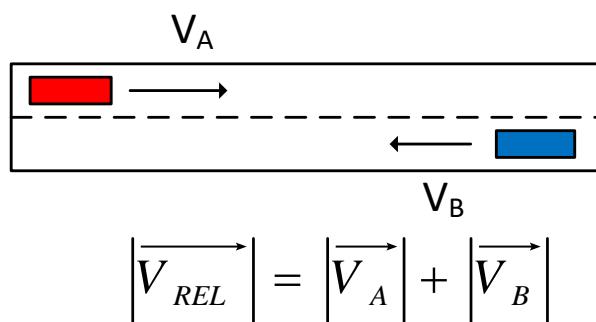
O coeficiente de restituição é uma grandeza adimensional (sem unidade) definida pela razão entre os módulos das velocidades relativas de afastamento e aproximação.

$$e = \frac{|V_{rel,AF}|}{|V_{rel,AP}|}$$

O coeficiente de restituição pode ser utilizado para a classificação das colisões, no entanto, antes de classificar as colisões, vamos relembrar como calcular a velocidade relativa entre dois corpos em movimento da mesma direção, esse assunto foi visto na aula 2.

a) Veículos em sentidos opostos:

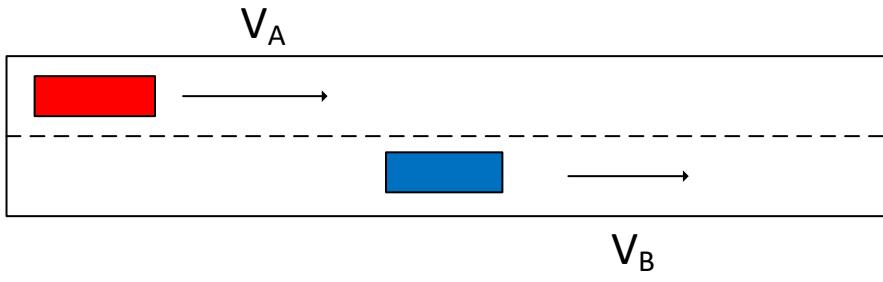
Na figura abaixo você pode observar dois veículos se movimentando em uma rodovia plana, na mesma direção e no mesmo sentido.



A velocidade relativa entre eles será dada pela soma dos módulos das velocidades de cada veículo em relação à Terra.

b) Veículos no mesmo sentido:

Observe agora dois veículos se movimentando no mesmo sentido:



$$\begin{aligned} |\vec{V}_{REL}| &= |\vec{V}_A| - |\vec{V}_B|, \text{ caso } |\vec{V}_A| > |\vec{V}_B| \\ |\vec{V}_{REL}| &= |\vec{V}_B| - |\vec{V}_A|, \text{ caso } |\vec{V}_B| > |\vec{V}_A| \end{aligned}$$

Agora que você lembrou como calcular a velocidade relativa entre dois corpos, vamos classificar as colisões mecânicas quanto a seu coeficiente de restituição e observar as principais características delas.

6.3 CLASSIFICAÇÃO DAS COLISÕES

a) Colisão elástica ou totalmente elástica

Na colisão elástica o coeficiente de restituição é igual a 1.

$$\begin{aligned} e &= \frac{|V_{rel_{AF}}|}{|V_{rel_{AP}}|} = 1 \\ \Rightarrow |V_{rel_{AF}}| &= |V_{rel_{AP}}| \end{aligned}$$

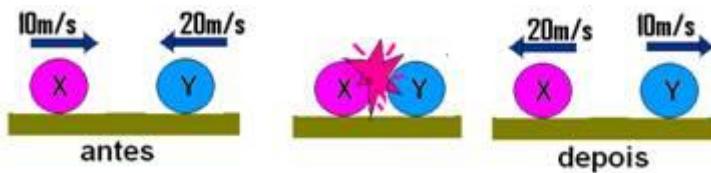
Veja que as velocidades relativas de aproximação e afastamento são iguais.

Fique atento agora para as principais características da colisão elástica:

- Haverá conservação da quantidade de movimento como em toda colisão.
- Haverá conservação da energia cinética $E_{c\ Final} = E_{c\ inicial}$.
- $e = 1$
- **Trata-se de uma colisão teórica, que não acontece na prática.**

Essa última observação se deve ao fato de sempre se perder energia durante uma colisão, seja por atrito, som ou outro meio dissipativo.

Exemplo:



No caso acima, vamos calcular a velocidade relativa de aproximação e a velocidade relativa de afastamento.

$$V_{\text{Rel}_{AF}} = 20 + 10 = 30 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{Rel}_{AP}} = 10 + 20 = 30 \text{ m/s}$$

Calculando o coeficiente de restituição:

$$e = \frac{V_{\text{Rel}_{AF}}}{V_{\text{Rel}_{AP}}}$$

$$e = \frac{30 \text{ m/s}}{30 \text{ m/s}} = 1$$

Choque elástico, portanto.

b) Colisão parcialmente elástica

A colisão parcialmente elástica é aquela em que o coeficiente de restituição é um valor dentro do seguinte intervalo:

$$0 < e < 1$$

$$0 < \frac{|V_{rel_{AF}}|}{|V_{rel_{AP}}|} < 1$$

$$0 < |V_{rel_{AF}}| < |V_{rel_{AP}}|$$

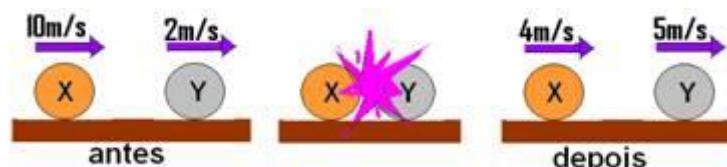
Note que a velocidade relativa de afastamento é sempre menor que a velocidade relativa de aproximação.

Fique atento agora para as principais características da colisão parcialmente elástica.

- Haverá conservação da quantidade de movimento como em toda colisão.
- Não haverá conservação da energia cinética: $E_{C\text{Final}} < E_{C\text{Inicial}}$.
- $0 < e < 1$.
- É uma colisão que existe na prática.

Note que haverá perda de energia cinética, uma vez que a energia cinética final é menor que a inicial, tendo, portanto, ocorrido uma redução na energia por conta do atrito, calor gerado, deformação dos corpos entre outros fatores que contribuem para a redução de energia cinética na colisão.

Exemplos:



No caso acima, vamos calcular a velocidade relativa de aproximação e a velocidade relativa de afastamento.

$$V_{Rel_{AP}} = 10 - 2 = 8 \text{ m/s}$$

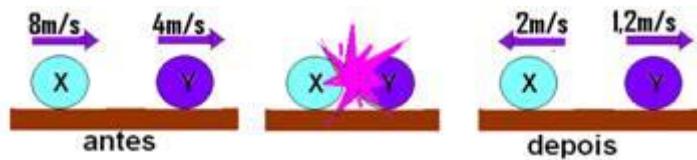
$$V_{Rel_{AF}} = 5 - 4 = 1 \text{ m/s}$$

Calculando o coeficiente de restituição:

$$e = \frac{V_{\text{Rel}_{AF}}}{V_{\text{Rel}_{AP}}}$$

$$e = \frac{1 \text{ m/s}}{8 \text{ m/s}} = 0,125$$

Choque parcialmente elástico, portanto.



No caso acima, vamos calcular a velocidade relativa de aproximação e a velocidade relativa de afastamento.

$$V_{\text{Rel}_{AF}} = 1,2 + 2 = 3,2 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{Rel}_{AP}} = 8 - 4 = 4 \text{ m/s}$$

Calculando o coeficiente de restituição:

$$e = \frac{V_{\text{Rel}_{AF}}}{V_{\text{Rel}_{AP}}}$$

$$e = \frac{3,2 \text{ m/s}}{4 \text{ m/s}} = 0,8$$

Choque parcialmente elástico, portanto.

c) Colisão inelástica

Essa colisão é um tipo muito curioso de colisão mecânica, e muito comum de acontecer na prática, principalmente quando ocorrem colisões entre dois veículos.

A principal característica dessa colisão é o fato de os corpos seguirem juntos após a colisão, compartilhando de uma mesma velocidade comum aos dois corpos que colidiram.



Professor, se os corpos
seguem juntos então não vai
haver velocidade relativa de
afastamento, estou certo?

Perfeito, Aderbal!

A colisão inelástica, apelidada por aí como colisão bate e cola, ou bate e gruda ou unidos venceremos tem como coeficiente de restituição o valor zero.

$$e = \frac{|V_{rel_{AF}}|}{|V_{rel_{AP}}|} = 0$$

$$\Rightarrow |V_{rel_{AF}}| = 0$$

Após a colisão então os corpos vão compartilhar da mesma velocidade.

Nesse tipo de questão não usaremos o coeficiente de restituição, geralmente, basta usar a conservação da quantidade de movimento do sistema.

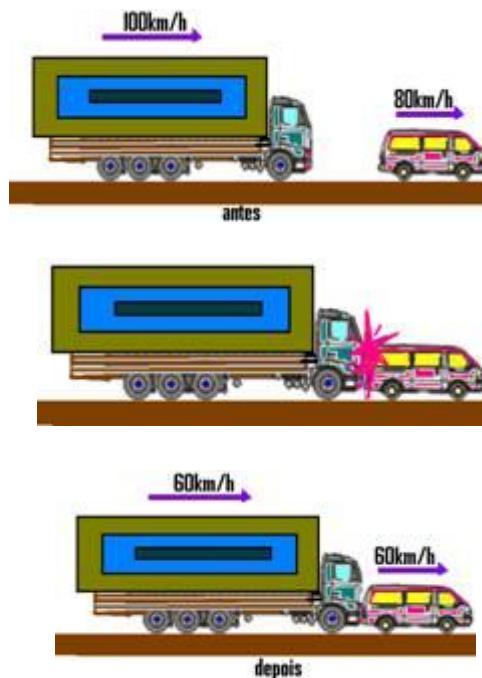
As principais características dessa colisão são:

- Haverá conservação da quantidade de movimento como em toda colisão mecânica.
- Haverá **perda máxima de energia cinética**: $E_{C\text{Final}} < E_{C\text{Inicial}}$
- $e = 0$

- É uma colisão muito comum na prática.

Muito cuidado com a segunda característica, pois é nesse tipo de colisão em que há uma perda máxima de energia cinética, energia de movimento, pois depois da colisão os corpos terão um movimento único, diferentemente do que acontece com os outros tipos de colisão, em que os corpos mantêm movimento mesmo após ocorrer a colisão.

Exemplo:



Note que o coeficiente de restituição é nulo, pois não há afastamento entre o caminhão e a van.

7. CENTRO DE MASSA

O centro de massa de um sistema de partículas é o ponto onde podemos considerar toda a massa do sistema concentrada naquele ponto.

A definição de centro de massa é bem simples, é a média ponderada das posições de cada corpo que compõe o sistema, com os pesos da média sendo as massas de cada um, respectivamente.

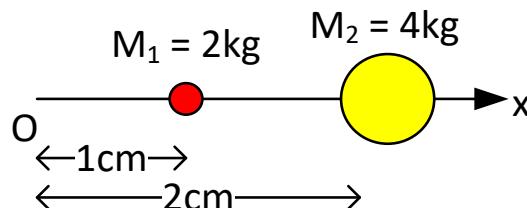
Assim, podemos afirmar que a fórmula para a posição "x" do centro de massa do sistema de partículas será dada por:

$$X_{CM} = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

Para simplificar, vamos trabalhar apenas com dois corpos m_1 e m_2 .

Assim, o corpo de maior massa "puxará" o centro de massa do sistema para perto de si, pois ele estará contribuindo com maior massa.

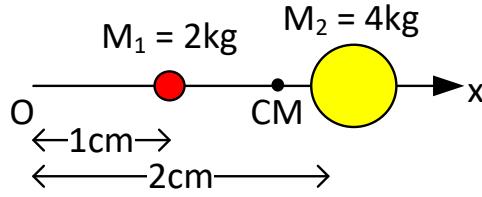
Exemplificando, podemos calcular o centro de massa do sistema de partículas abaixo:



Usando a fórmula vista acima:

$$\begin{aligned} X_{CM} &= \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \\ X_{CM} &= \frac{1 \cdot 2 + 3 \cdot 4}{2 + 4} \\ X_{CM} &= \frac{10}{6} = 1,67\text{cm} \end{aligned}$$

Ou seja, o centro de massa está em uma posição entre as duas massas, mais próximo da massa amarela do que da vermelha.



Podemos ainda calcular a velocidade do centro de massa de um sistema de partículas, para isso basta dividir a equação da posição do centro de massa pelo tempo. Veja:

$$X_{CM} = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad \div \Delta t$$

$$V_{CM} = \frac{v_1 \cdot m_1 + v_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

A velocidade do centro de massa, é a média ponderada das velocidades de cada partícula com o peso da média sendo representado pelas massas respectivas.

Vamos manipular a equação acima e chegar a uma conclusão interessante:

$$\vec{V}_{CM} = \frac{\vec{v}_1 \cdot m_1 + \vec{v}_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

$$\vec{V}_{CM} \cdot (m_1 + m_2) = \vec{v}_1 \cdot m_1 + \vec{v}_2 \cdot m_2$$

$$(m_1 + m_2) \cdot \vec{V}_{CM} = \vec{Q}_1 + \vec{Q}_2$$

$$M_{Total} \cdot V_{CM} = \vec{Q}_{Total}$$

Ou seja, a quantidade de movimento total do sistema pode ser substituída pela massa total multiplicada pela velocidade do centro de massa do sistema de partículas.

Bom, essa é a teoria envolvendo os principais conceitos que você precisa saber acerca da quantidade de movimento, impulso, colisões e centro de massa.

8. EXERCÍCIOS SEM COMENTÁRIOS

1. (CESPE – UNB – CFO – PMDF – 2007) No universo, a energia está presente de diferentes maneiras e todo processo físico envolve transferências e(ou) transformações de energia. Acerca desse assunto, julgue os itens que se seguem.

1.1 Sabendo-se que as estradas ao longo das montanhas são construídas utilizando-se inclinações suaves, com voltas ao longo das faces das montanhas, é correto afirmar que os automóveis que trafegam por estradas com esse tipo de construção realizam menos trabalho em comparação ao que deveria ser realizado se os automóveis percorressem uma estrada em linha reta da base até o topo da montanha.

1.2 Considere-se que, em uma disputa de cabo de guerra, em determinado instante, não haja deslocamento dos dois grupos envolvidos na disputa. Nessa situação, é correto afirmar que não há realização de trabalho por nenhum desses dois grupos, no instante referido.

2. (CESPE – CEFET – PA – 2003) O progresso da ciência e, em consequência, da técnica influenciou até a arquitetura. Considere um shopping moderno, com vários andares. Pode-se ir de um andar até outro por elevadores ou escadas rolantes, o que é muito confortável e acessível às pessoas. Imagine andar em um shopping subindo e descendo escadas. As esteiras rolantes também representam um conforto para a classe trabalhadora, que não precisa pegar as cargas e carregá-las nos ombros. Os motores fazem todo o serviço por ela. Nesse sentido, considere uma esteira rolante que transporta 15 caixas de bebida por minuto, de um depósito no subsolo até o andar térreo. A esteira tem comprimento de 12 m, inclinação de 30° com a horizontal e move-se com velocidade constante. As caixas a serem transportadas já são colocadas com a velocidade da esteira. Se cada caixa pesa 200 N, o motor que aciona esse mecanismo deve fornecer uma potência igual a

- A 20 W.
- B 40 W.
- C 300 W.
- D 600 W.
- E 1.800 W.

3. (CESPE – UNB – SEED – DF – PROFESSOR DE FÍSICA – 2003)

A respeito do trabalho, energia mecânica e calor, julgue os itens abaixo.

3.1 Se o trabalho mecânico pode ser convertido em calor, então o calor é também uma forma de energia mecânica.

3.2 O equivalente mecânico da caloria nos fornece a taxa de conversão entre energia mecânica e calor.

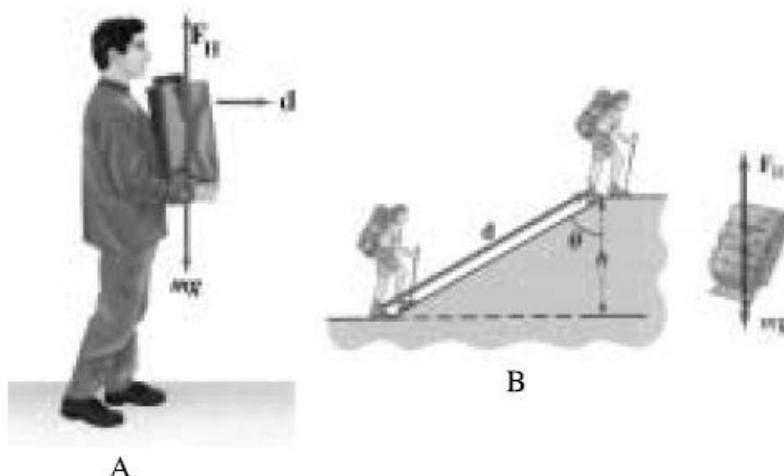
4. (CESPE – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO – 2004) As leis de Newton apontam diretamente para dois princípios de conservação: a conservação de energia e a conservação do momento linear. A mecânica newtoniana conduz a um terceiro princípio de conservação, a conservação do momento angular. Com relação a esses princípios e aos conceitos correlatos, julgue os itens a seguir.

4.1 No Sistema Internacional de Unidades (SI), as grandezas físicas torque e trabalho, apesar de serem diferentes, têm as mesmas unidades, isto é, Newton × metro (N.m).

4.2 Se a resultante das forças externas sobre uma partícula de massa m é nula ao longo de um eixo de coordenadas, então a componente do momento linear (\vec{P}) desse sistema, ao longo desse eixo, é uma rp constante de movimento.

4.3 As forças gravitacionais assim como as eletrostáticas são forças não conservativas. Nesse caso, o trabalho realizado por essas forças, em um caminho fechado, é sempre diferente de zero.

4.4 Considere as figuras A e B abaixo, que mostram duas pessoas transportando objetos de massas iguais a m . O indivíduo ilustrado na figura A desloca-se sobre um plano horizontal, enquanto o indivíduo ilustrado na figura B desloca-se sobre um plano inclinado. Considerando que ambos percorrem a mesma distância d ao transportarem o objeto de massa m , é correto afirmar que ambos realizarão o mesmo trabalho, cujo valor é $W = mgh$.



5. (CESPE – UNB – SEDUC – ES)

Acerca de impulso e quantidade de movimento, julgue os itens a seguir:

5.1 Se um carro de corrida se desloca em uma pista circular com velocidade escalar instantânea, a direção do impulso em determinado trecho da pista é tangente à trajetória realizada pelo carro.

5.2 Considere que uma bola de 0,2kg lançada com velocidade escalar de 30m/s bata e seja rebatida por um taco de beisebol voltando com velocidade de 40m/s. Nessa situação o impulso fornecido à bola é superior a 6 kg.m/s.

5.3 O impulso é uma grandeza vetorial cuja direção é a da variação do momento resultante.

5.4 O impulso mede a quantidade de movimento de um corpo.

5.5 Um motorista sofre a mesma variação de momento em uma colisão independentemente de o seu carro ter ou não *air bag*.

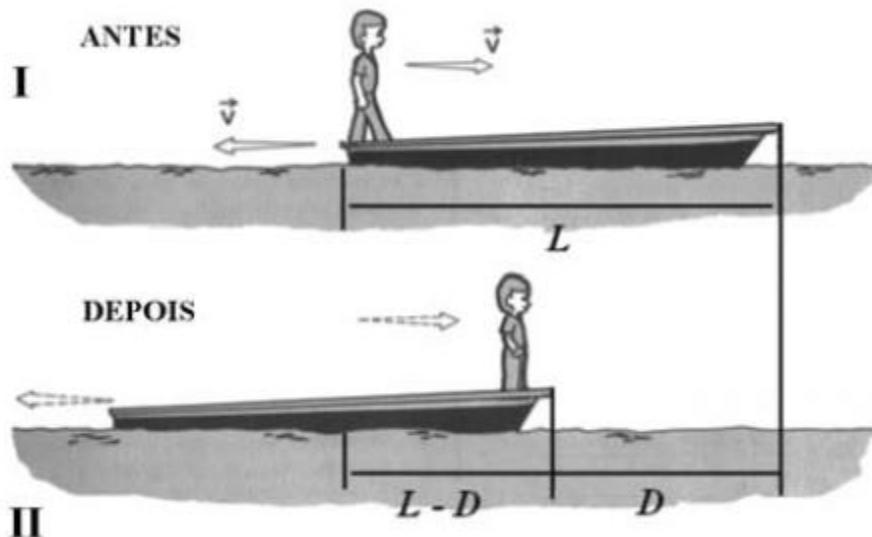
6. (CESPE-UNB) Indeciso com relação à convocação dos jogadores que deveriam compor a seleção universitária de futebol da UnB, para disputar os Jogos Universitários do DF (JUDF), o técnico, disposta de vários jogadores de mesmo nível técnico, resolveu lançar um desafio, garantindo participação no time para aqueles que respondessem corretamente ao seguinte problema: na cobrança de um pênalti, em uma partida de

futebol, uma bola de massa igual a 0,40kg é chutada com velocidade inicial de 25m/s. O tempo de contato entre o pé do jogador e a bola é de 0,05s. Calcule, em newtons, força média aplicada à bola pelo pé do jogador.

7. (CESPE – SEDU – ES - 2012) Se um corpo de massa m , originalmente em repouso, explode separando-se em três partes, de modo que uma das partes fica em repouso após a explosão, então as outras duas partes poderão não ter movimentos em direções opostas.

8. (CESPE – SEDU – ES - 2012) Em uma colisão inelástica entre duas partículas, a energia cinética e o momento total do sistema não se conservam.

9. (CESPE – UNB – SAD-MT – PROFESSOR DE FÍSICA)



Na figura I acima, um pescador de massa M_p está inicialmente parado na popa de um barco, que também está parado no lago, e em seguida se desloca para a proa, como mostra a figura II. Assuma que a massa do barco, M_B , é igual a três vezes a massa do pescador, que o comprimento do barco é igual a $L = 4,0\text{ m}$ e que o centro de massa do barco encontra-se na metade do barco, ou seja, a 2,0 m da extremidade.

Em relação ao sistema barco-pescador, considerado como um sistema isolado e desprezando a resistência da água, julgue os itens a seguir.

9.1 Há conservação da quantidade de movimento.

9.2 À medida em que o pescador se move para a frente, o barco se move no sentido oposto.

9.3 O centro de massa do sistema se move em relação a um ponto fixo no lago.

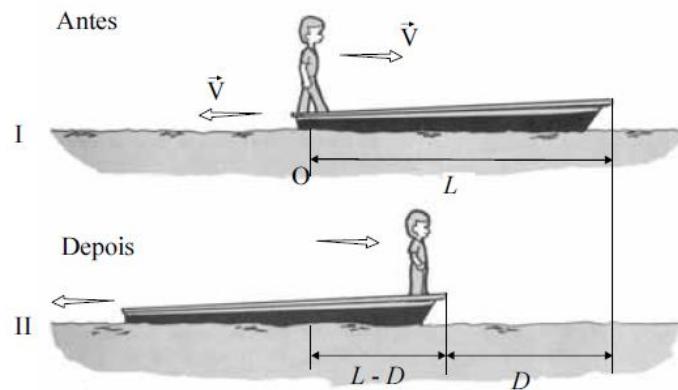
10. (CESPE – UNB – SAD-MT – PROFESSOR DE FÍSICA) Ainda com relação ao texto, a distância que o barco percorre, em relação ao lago, durante o percurso do pescador da popa à proa vale

- A 1,0 m.
- B 2,0 m.
- C 3,0 m.
- D 4,0 m.

11. (CESPE – UNB – SAD-MT – PROFESSOR DE FÍSICA) A distância do centro de massa do sistema à extremidade do barco antes de o pescador se deslocar vale

- A 0,8 m.
- B 1,1 m.
- C 1,3 m.
- D 1,5 m.

12. (CESPE – PETROBRÁS – TÉCNICO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS – 2008)



Na figura I acima, um marinheiro de massa m está, inicialmente, parado na popa de um barco que também está parado em um lago e, em seguida, o marinheiro se desloca

para a proa, como mostra a figura II. O sistema barco marinheiro é supostamente isolado, a massa do barco é igual a quatro vezes a massa do marinheiro e o comprimento do barco é $L = 3,0\text{ m}$. Desprezando a resistência da água, julgue os itens subsequentes, relativos à situação descrita no texto.

12.1 A distância que o barco percorre durante o deslocamento do marinheiro da popa à proa é igual a $1,0\text{ m}$.

12.2 Há, na situação em análise, conservação da quantidade de movimento e de energia.

12.3 À medida que o marinheiro se move para frente, o barco se move no mesmo sentido.

13. (CESPE – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO JÚNIOR - 2008) As grandes indústrias automobilísticas fazem testes de colisão nos quais carros são arremessados contra paredes. Em alguns desses testes, os efeitos da colisão sobre um boneco, que simula a presença de um ser humano, são estudados na presença e na ausência de air bags. Considerando o texto acima, assinale a opção correta, acerca de impulso e trabalho, julgue os itens que seguem.

13.1 O air bag funciona como um dispositivo protetor porque a variação do momento linear do boneco devido à colisão é maior quando não há air bags no veículo que quando esse dispositivo está presente e é acionado.

13.2 A variação do momento linear do boneco devido à colisão é a mesma na presença e na ausência de air bags. No entanto, quando o air bag é acionado durante a colisão, o intervalo de tempo no qual ocorre a variação de momento linear do boneco é maior, o que torna o air bag um dispositivo protetor.

13.3 O impulso da força exercida pela parede sobre o carro é igual à variação do momento total do carro multiplicada pela massa do próprio carro.

13.4 Em um gráfico da força exercida pela parede sobre o carro em função do tempo, o impulso da força é igual à derivada da força em relação ao tempo.

13.5 Se a fração da energia cinética do carro que se transforma em som, durante a colisão, for considerada desprezível, então a colisão entre o carro e a parede pode ser tratada como uma colisão elástica.

14. (CESPE – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO JÚNIOR – 2008)

Considere que dois corpos — I e II —, que podem ser tratados como partículas, estejam em repouso sobre uma superfície sem atrito. Aplica-se uma força horizontal de módulo constante e igual a cada um dos dois corpos por uma distância x_0 . Então, as forças param de atuar. Sabe-se que a massa do corpo I é maior que a massa do corpo II. Assim, após a atuação das forças,

14.1 o momento linear do corpo I é maior que o momento linear do corpo II.

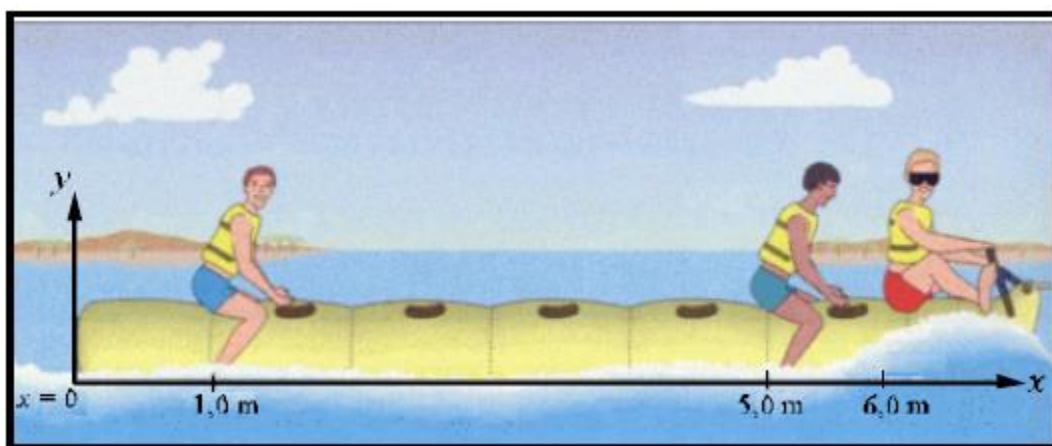
14.2 o momento linear do corpo I é menor que o momento linear do corpo II.

14.3 o trabalho realizado pela força aplicada ao corpo I é maior que o trabalho realizado pela força aplicada ao corpo II.

14.4 a energia cinética do corpo I é maior que a energia cinética do corpo II.

14.5 a energia cinética do corpo I é menor que a energia cinética do corpo II.

15. (CESPE – PETROBRÁS – OPERADOR I – 2004)



Considere a figura acima, que mostra três turistas com massas iguais sobre um bote inflável de massa desprezível e um sistema de coordenadas cartesianas cuja origem

situa-se na extremidade do bote, à esquerda da figura, no nível da água. Considere também que o centro de massa de cada um dos três turistas encontra-se a 1,0 m, 5,0 m e 6,0 m da origem, e que a aceleração da gravidade é constante em todos os pontos do sistema. Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem, referentes às leis de Newton e suas implicações.

15.1 O centro de massa do sistema está localizado a 2,0 m da origem do sistema de coordenadas.

15.2 O centro de massa do sistema coincide com o seu centro de gravidade.

15.3 Se a resultante das forças externas aplicadas no bote ao longo do eixo x é nula, então a componente do momento linear do bote é uma constante de movimento na direção desse mesmo eixo.

16. (CESPE – UNB – CEFET – PA – 2003) Acidentes entre veículos, quando um deles é obrigado a parar repentinamente, são comuns nas cidades. Esse tipo de choque produz deformações nos veículos, barulho e, em alguns casos, até vítimas. A Física ajuda a esclarecer as circunstâncias do acidente, como a velocidade com que os veículos se moviam, já que as leis que regem as colisões são universais. Considere que um veículo de 800 kg, parado em um sinal vermelho, seja abalroado por trás por outro veículo, de 1.200 kg, deslocando-se com uma velocidade de 72 km/h e que, imediatamente após o choque, os dois veículos se movam juntos até que venham a parar. Nessas circunstâncias, julgue os itens a seguir.

16.1 o choque é perfeitamente elástico.

16.2 o choque não é elástico, porém há conservação da energia mecânica.

16.3 a velocidade do conjunto imediatamente após o choque não pode ser determinada.

16.4 nada se conserva em um choque dessa magnitude.

16.5 a energia total envolvida, nas suas diferentes formas, sempre se conserva.

17. (CESPE – UNB – SEAD – PERITO CRIMINAL – FÍSICO) Relatório do Corpo de Bombeiros revela que o número de acidentes com vítimas em que há ônibus envolvido,

no estado do Rio de Janeiro, praticamente duplicou de 2005 para 2006. Segundo as autoridades, esse crescimento tem duas causas principais: a imprudência dos motoristas, pela alta velocidade por eles desenvolvida, e a falta de monitoramento diário do comportamento dos rodoviários pelas empresas, durante os trajetos.

O Globo, 22/5/2007 (com adaptações).

Tendo como base o texto acima e considerando os conceitos acerca de choques e colisões, julgue os itens abaixo.

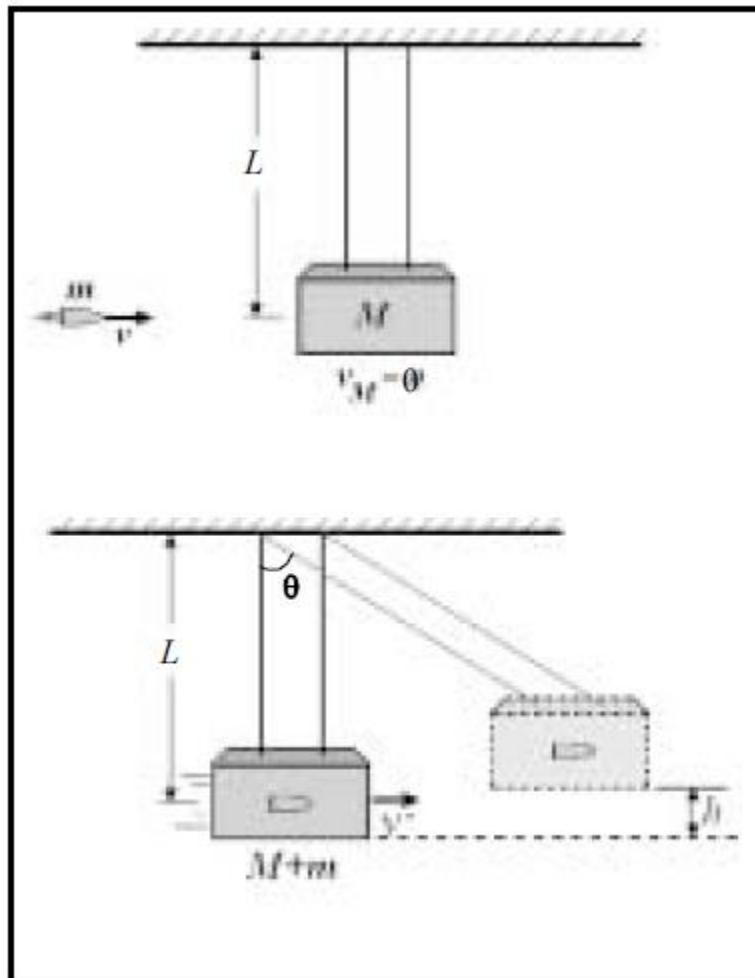
17.1 No caso de haver uma colisão entre dois ônibus, o centro de massa do sistema ficará sempre em repouso.

17.2 Se ocorrerem deformações nos corpos envolvidos, haverá conservação de energia mecânica.

17.3 No caso de haver choque entre dois ônibus, a estrutura desses veículos minimiza em parte os efeitos da colisão nos passageiros, funcionando, assim, como um filtro inercial.

17.4 Caso haja uma colisão frontal entre dois corpos, o módulo da velocidade relativa desses corpos antes do choque será igual à diferença entre os módulos das suas velocidades.

18. (CESPE – UNB – POLÍCIA FEDERAL – PERITO FÍSICO) O pêndulo balístico, dispositivo frequentemente usado por peritos para medir a velocidade de projéteis, pode ser completamente caracterizado por meio da dinâmica hamiltoniana ou lagrangiana. Considere que um projétil de massa $m = 5,4 \text{ g}$ foi disparado horizontalmente na direção de um bloco de madeira inerte de massa $M = 5,4 \text{ kg}$, que estava suspenso por fios finos idênticos, de forma semelhante a um pêndulo simples, e cujo centro de massa estava a uma altura L do suporte. O projétil penetrou o bloco, por meio de uma colisão inelástica, e o sistema bloco/projétil oscilou, atingindo a altura máxima h . A figura acima ilustra essa situação antes do choque do projétil e após esse choque. A partir dessas informações, julgue os itens que se seguem, desprezando qualquer força de atrito e considerando que g é a aceleração da gravidade e que o momentum é conservado.



18.1 O módulo da velocidade v do projétil varia linearmente com a altura h , isto é,

$$v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh}$$

, em que g é a aceleração da gravidade.

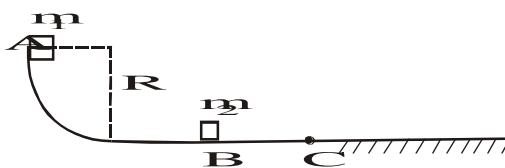
18.2 A energia total antes e depois do choque é a mesma.

18.3 A energia mecânica do sistema bloco/projétil, ao atingir a sua altura máxima, é igual à energia potencial gravitacional desse sistema.

18.4 O período de oscilação do pêndulo, formado por bloco e projétil, é proporcional à soma das massas do bloco e do projétil.

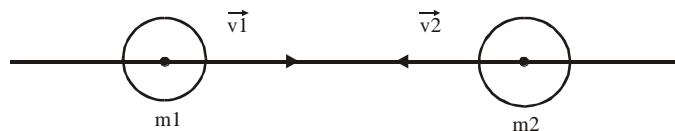
18.5 Apenas 1% da energia cinética inicial do projétil, antes da colisão, é convertida em energia mecânica do pêndulo.

19. (CESPE – UnB - DF) Um bloco de massa $m_1 = 3\text{kg}$ parte do repouso no ponto A e escorrega sobre uma pista lisa até colidir com um outro bloco de massa $m_2 = 2\text{kg}$ no ponto B, como indica a figura abaixo. O choque é perfeitamente inelástico. A partir do ponto C, a superfície possui um coeficiente de atrito cinético $\mu_c = 0,2$. Sabendo que $R = 0,5\text{m}$, determine a distância (em metros) percorrida pelos blocos a partir de C, até pararem. Multiplique sua resposta por 10.



20. (CESPE - UnB - DF) Dois corpos deslocando-se sobre uma superfície horizontal sem atrito sofrem choque frontal, conforme a figura. Após choque eles permanecem presos um ao outro. Calcule a energia cinética final do conjunto, em joules.

Dados: $m_1 = 4\text{kg}$; $m_2 = 2\text{kg}$; $v_1 = 1\text{m/s}$; $v_2 = 8\text{m/s}$



21. (CESPE – UNB – 2005) Dois carros de mesma massa e mesma velocidade em módulo colidiram frontalmente. Em um dos carros, o motorista Alfredo, de massa m , estava usando o cinto de segurança, e o carro dele possuía air bag. No outro veículo, o motorista Bruno, também de massa m , não estava usando cinto de segurança, e o carro dele não possuía air bag. Imediatamente após a colisão, ocorrida no instante t_0 , Alfredo encontrava-se com o rosto encostado ao air bag, totalmente inflado, a uma distância de 0,5 m do volante. Nesse instante, ambos os motoristas encontravam-se a uma velocidade de 10 m/s em relação ao volante. O sistema air bag-cinto, a partir desse instante, exerceu uma força resultante constante contrária ao movimento de Alfredo, que o levou a atingir a velocidade igual a zero no exato instante t_1 em que seu rosto tocou o volante. Nessa situação, faça o que se pede nos itens abaixo, desprezando, a parte fracionária do resultado final obtido, após realizar todos os cálculos solicitados.

21.1 Calcule, em m/s^2 , o módulo da desaceleração sofrida por Alfredo.

21.2 Calcule, em s, o valor da diferença $t_1 - t_0$. Multiplique o valor encontrado por 100.

21.3 Supondo que a velocidade de Bruno, no instante em que seu rosto toca o volante — aqui considerado o mesmo instante da colisão —, é igual a 10 m/s e que o tempo para atingir o repouso é igual a 5×10^{-3} s, calcule, em módulo, quantas vezes a força média contrária ao movimento de Bruno foi superior à de Alfredo.

22. (CESPE – UNB – 2005) Considere que dois carros de mesma massa m colidiram frontalmente. Imediatamente antes da colisão, ambos estavam com velocidades em módulo iguais a v em relação ao asfalto. Suponha que apenas forças internas agiram sobre esse sistema e admita que a colisão foi inelástica. Com base nessa situação e desconsiderando a energia gasta na deformação dos carros, julgue os itens que se seguem.

21.1 Nas condições apresentadas, o sistema formado pelos dois carros possuía, antes da colisão, quantidade de movimento total igual a $2mv$.

22.2 Após a colisão, a quantidade de movimento do sistema não se conservou.

22.3 A energia cinética do sistema formado pelos dois carros era igual a $2mv^2$ no momento da colisão.

23. (CESPE – UNB – CBM – ES – CFO – 2010) As leis de conservação são úteis para a resolução de problemas de mecânica, sobretudo quando as forças atuantes não são conhecidas. Os dois princípios mais utilizados são o da conservação da energia mecânica e o da conservação da quantidade de movimento. Obedece-se ao princípio de conservação da energia mecânica sempre que não houver forças dissipativas envolvidas e ao da conservação da quantidade de movimento sempre que um sistema puder ser considerado isolado de forças externas. Com base nesses princípios, julgue os itens a seguir.

23.1 Se uma pedra de 0,5 kg for lançada do solo para o alto com velocidade de 10,0 m/s e retornar à mesma posição em que foi lançada com velocidade de 8,0 m/s, então o trabalho total efetuado pela força de atrito do ar terá sido igual a 10,0 J.

23.2 Considere um corpo em movimento retilíneo sobre uma superfície horizontal com atrito. Uma prova de que sua energia é conservada é o aquecimento da superfície.

23.3 Suponha que uma bola de basquete, anteriormente em repouso, seja solta verticalmente sob ação da gravidade de uma altura h . Suponha, ainda, que, após

rebater no solo, a bola alcance a altura $h/2$. Nessa situação, para que essa bola, solta da mesma altura h , alcance em nova largada, a altura $3h/4$, deve-se aumentar seu coeficiente de restituição em 50%.

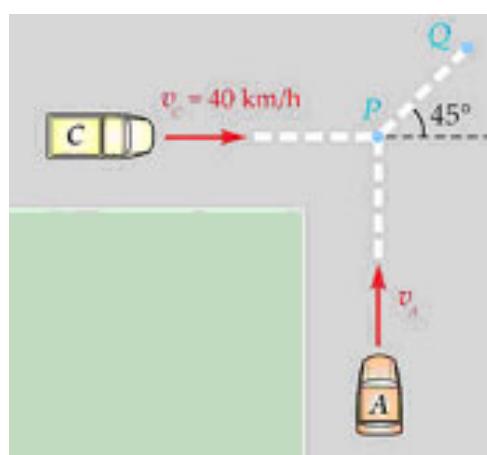
24. (CESPE – UNB – CBM – ES – SOLDADO - 2010) Uma haste fina, rígida, de massa desprezível e com 0,50 m de comprimento tem uma de suas extremidades fixada sobre uma mesa horizontal e pode girar livremente (sem tocar a superfície da mesa) em torno do ponto fixo. Considere que, na outra extremidade da haste, esteja preso um objeto de massa $m = 4,0 \text{ kg}$, apoiado sobre a superfície da mesa e, inicialmente, em repouso. Suponha que, entre o objeto e a mesa, exista atrito, com coeficiente $\mu = 0,1$, e que, em certo momento, o objeto receba um impulso de $2,0 \text{ kg.m/s}$, perpendicular à direção sobre a qual se estende a haste e paralelamente à superfície da mesa, comece a girar e pare após certo instante. Com base nessa situação, julgue os itens que se seguem. Considere a aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3,14$.

24.1 O trabalho total efetuado pela força de atrito é igual a 0,5 J.

24.2 Durante todo o movimento do referido objeto, a aceleração centrípeta é constante.

24.3 O movimento resultante será circular e uniformemente desacelerado.

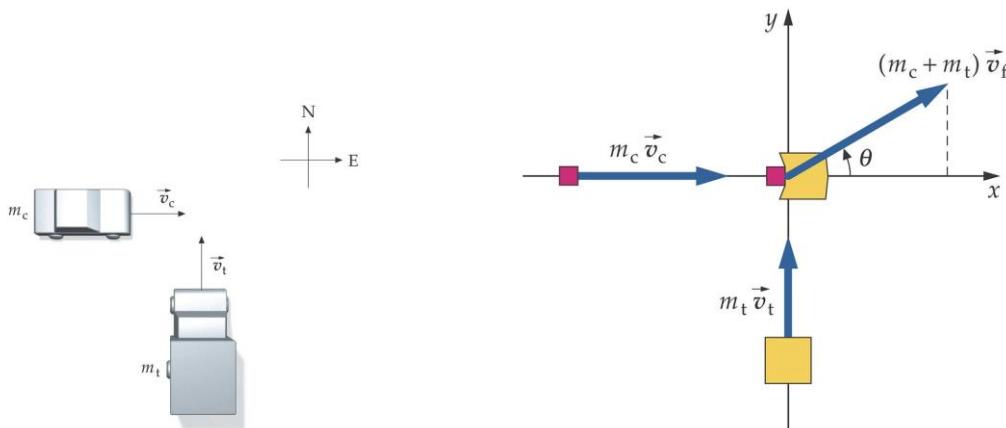
25. Um automóvel A e uma caminhonete C, trafegando em vias perpendiculares, colidem no ponto P de uma esquina e, a seguir, prosseguem “grudados” na direção PQ. Sabe-se que a caminhonete tem o dobro da massa do automóvel e que sua velocidade antes da colisão era $v_C = 40 \text{ km/h}$.



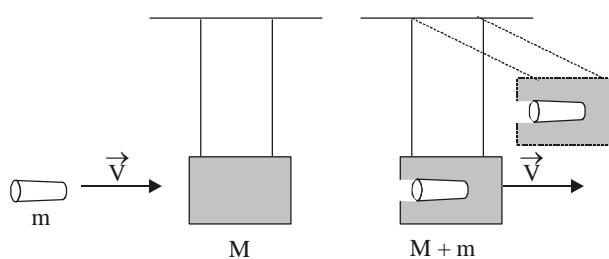
Ao relatar a colisão à polícia técnica, o motorista do automóvel declarou que, antes do choque, seu carro trafegava com velocidade de valor abaixo da máxima permitida no local (60 km/h).

- a) Verifique se a afirmação do motorista é verdadeira ou falsa.
- b) Determine a intensidade da velocidade do conjunto (A + C) imediatamente após a colisão.

26. Você está dirigindo um carro de 1200kg, viajando para o leste e em um cruzamento quando um outro veículo de 3000kg, viajando para o norte, atravessa o cruzamento e bate em seu carro (veja figura). Seu carro e o outro permanecem grudados após a colisão. Verifique se seu carro estava acima da velocidade permitida que é 80km/h, sabendo que não houve marcas de freada, e o caminhão ficou com o velocímetro preso na indicação de 50km/h, e que os dois deslizam a 59° ao norte do leste?



27. (UFG) O pêndulo balístico é um dos dispositivos usados para medir velocidades de projéteis. O pêndulo é composto basicamente por um bloco de madeira de massa M suspenso por fios ideais de massa desprezível, conforme figura abaixo. Estando o bloco na sua posição natural de equilíbrio, um projétil de massa m é atirado horizontalmente com velocidade v alojando-se neste. Após a colisão, o conjunto (bloco + bala) adquire uma velocidade.



Desprezando o atrito entre o bloco e o ar, pode-se afirmar que

27.1 a colisão é perfeitamente elástica.

27.2 a velocidade da bala antes da colisão é $[(M + m)/m]V$.

27.3 a energia mecânica conserva-se após a colisão.

27.4 o momento linear do sistema, bloco + bala, conserva-se após a colisão.

28. (CESPE – UNB – PC – ES – PERITO CRIMINAL) Com relação aos princípios da física e suas aplicações, julgue os itens a seguir.

28.1 Considere que um pêndulo balístico, composto por um bloco de massa M , em repouso, suspenso por um fio, ao ser atingido por um projétil de massa m , com velocidade igual a v , alcança uma altura h acima do solo. Supondo que a colisão seja perfeitamente inelástica e sem perda de energia, a velocidade v do projétil, em função da altura e das massas, é expressa por $v = \sqrt{(m+M).2.g.h}$.

28.2 Considere que um objeto de massa 10 M , em estado de repouso, sofra uma explosão interna ao sistema e fragmente-se em dois corpos de massas 3 M e 7 M . Nesse caso, sabendo-se que o corpo de massa 7 M encontra-se a 6 km da posição original do objeto, então a distância entre os fragmentos é de 20 km .

29. (UFG) A esfera 1 de massa m é solta da posição indicada da figura (altura h). Ela colide frontal e elasticamente com o bloco 2 em repouso e de mesma massa m . Os atritos com as superfícies são desprezíveis. Assim, é correto afirmar que:



29.1 a esfera 1 colidirá com o bloco com velocidade $\sqrt{2gh}$ e com a colisão haverá perda de energia cinética do sistema;

29.2 a esfera 1 ficará parada após a colisão;

29.3 a mola de constante elástica k , em sua compressão máxima x , exercerá sobre o bloco 2 uma força, em módulo, igual a kx e adquirirá uma energia potencial elástica igual a $kx^2/2$;

29.4 se não houver o bloco 2, a esfera 1 provocaria a mesma compressão máxima x na mola;

29.5 após as possíveis colisões, a esfera 1 voltará à mesma posição inicial.

30. O air-bag, equipamento utilizado em veículos para aumentar a segurança dos seus ocupantes em uma colisão, é constituído por um saco de material plástico que se infla rapidamente quando ocorre uma desaceleração violenta do veículo, interpondo-se entre o motorista, ou o passageiro, e a estrutura do veículo. Consideremos, por exemplo, as colisões frontais de dois veículos iguais, a uma mesma velocidade, contra um mesmo obstáculo rígido, um com air-bag e outro sem air-bag, e com motoristas de mesma massa. Os dois motoristas sofrerão, durante a colisão, a mesma variação de velocidade e a mesma variação da quantidade de movimento. Entretanto, a colisão do motorista contra o air-bag tem uma duração maior do que a colisão do motorista diretamente contra a estrutura do veículo. De forma simples, o air-bag aumenta o tempo de colisão do motorista do veículo, isto é, o intervalo de tempo transcorrido desde o instante imediatamente antes da colisão até a sua completa imobilização. Em consequência, a força média exercida sobre o motorista no veículo com air-bag é muito menor, durante a colisão.

Considerando o texto acima, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

30.1 A colisão do motorista contra o air-bag tem uma duração maior do que a colisão do motorista diretamente contra a estrutura do veículo.

30.2 A variação da quantidade de movimento do motorista do veículo é a mesma, em uma colisão, com ou sem a proteção do air-bag.

30.3 O impulso exercido pela estrutura do veículo sobre o motorista é igual à variação da quantidade de movimento do motorista.

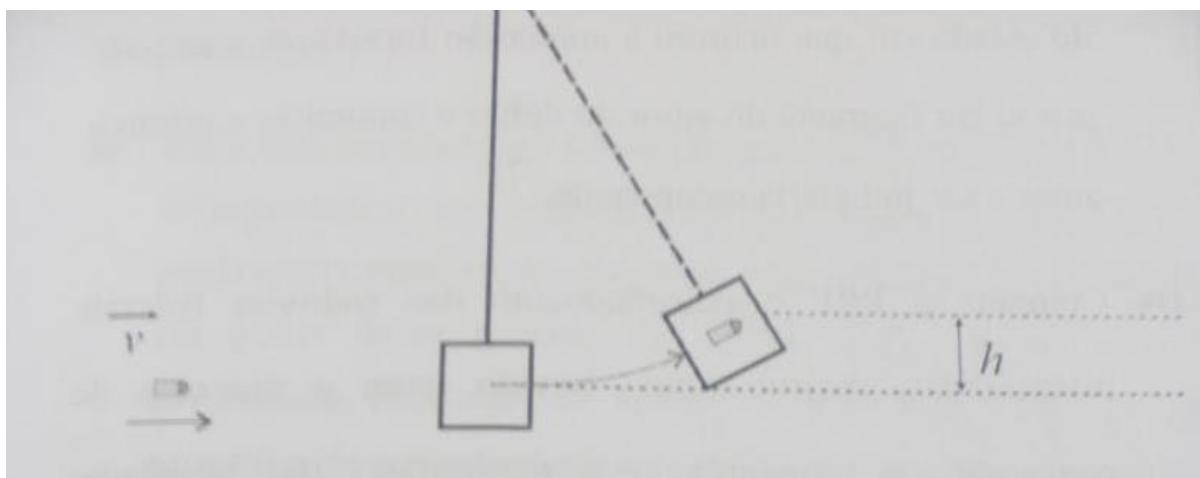
30.4 O impulso exercido sobre o motorista é o mesmo, em uma colisão, com air-bag ou sem air-bag.

30.5 A variação da quantidade de movimento do motorista é igual à variação da quantidade de movimento do veículo.

30.6 A grande vantagem do air-bag é aumentar o tempo de colisão e, assim, diminuir a força média atuante sobre o motorista.

30.7 Tanto a variação da quantidade de movimento do motorista como o impulso exercido para pará-lo são iguais, com ou sem "air-bag"; portanto, a força média exercida sobre ele é a mesma, também.

31. (CESPE-UNB – PRF – 2013)



Uma bala de revólver de massa igual a 10g foi disparada com velocidade v , na direção do bloco de massa igual a 4kg, suspenso por um fio, conforme ilustrado na figura acima. A bala ficou encravada no bloco e o conjunto subiu até uma altura h igual a 30cm.

Considerando as informações e considerando que a aceleração da gravidade seja igual a 10m/s^2 , julgue o item abaixo.

1. Se toda a energia cinética que o conjunto adquiriu imediatamente após a colisão fosse transformada em energia potencial, a velocidade do conjunto após a colisão e a velocidade com que a bala foi disparada seriam respectivamente superiores a $2,0\text{m/s}$ e 960m/s .

2. Conservação da quantidade de movimento (momento linear) antes e depois da colisão.

32. (CESGRANRIO – SEED – SP – PROFESSOR DE FÍSICA) Numa colisão frontal inelástica de dois veículos, eles se mantiveram parados no preciso local do impacto entre eles, ou seja, nenhum deles foi arrastado, mesmo tendo um deles 300 kg mais de massa que o outro. Se o mais leve pesa 600 kg e estava a 30 km/h, a velocidade do outro deveria ser

- (A) 60 km/h
- (B) 30 km/h
- (C) 20km/h
- (D) 15km/h
- (E) 10km/h

33. (FGV – POLÍCIA CIVIL – PERITO CRIMINAL) O pêndulo balístico é um dispositivo utilizado para medir a velocidade de balas de armas de fogo. Considere o caso em que uma bala de massa 16g é disparada contra um bloco de 4984g suspenso por fios ideais. Em uma colisão considerada instantânea e totalmente inelástica, a bala aloja-se no bloco e o centro de massa do conjunto formado pelo bloco e a bala sobe a uma altura máxima de 3,2cm (com relação à posição inicial, antes da colisão).

Considerando $g = 10\text{m/s}^2$, o módulo da velocidade da bala, imediatamente antes de atingir o bloco é:

- (A) 120m/s.
- (B) 180m/s.
- (C) 200m/s.
- (D) 210m/s.
- (E) 250m/s.

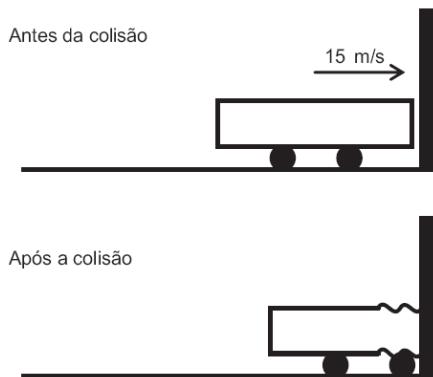
34. (CESGRANRIO – DECEA – CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO) Um corpo de massa $m=15\text{kg}$ desloca-se em linha reta com velocidade \vec{V} horizontal de intensidade 6m/s. Esse corpo recebe um impulso de tal forma que passa a ter uma velocidade \vec{w} perpendicular a \vec{V} e de intensidade 8m/s. O módulo desse impulso, em N.s, é:

- (A) 210 (B) 180 (C) 150 (D) 120 (E) 100

35. (PC –PI) Com relação às colisões de corpos, é correto afirmar:

- a) Na colisão elástica os corpos permanecem em separado após a colisão, e o momento linear não é conservado.
- b) Na colisão elástica os corpos permanecem grudados após a colisão, e o momento linear é conservado.
- c) Na colisão inelástica não é conservada a energia e nem o momento linear.
- d) Na colisão inelástica os corpos permanecem em separado após a colisão.
- e) Na colisão inelástica não existe conservação da energia, mas o momento linear é conservado.

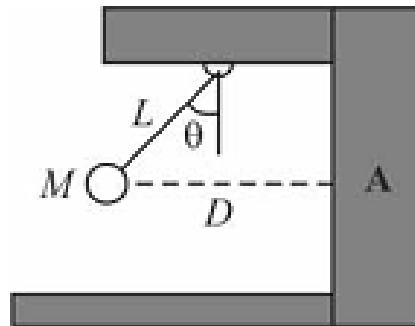
36. (CESGRANRIO – DECEA CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO) Um automóvel de massa 1.000 kg, inicialmente a 15 m/s, colide contra uma parede e para, conforme mostram as Figuras abaixo.



Sabendo-se que a colisão durou 0,20 s, qual é, aproximadamente, em N, o módulo da força média da parede sobre o carro durante a colisão?

- (A) 1.330
- (B) 3.000
- (C) 6.660
- (D) 15.000
- (E) 75.000

(CESPE – FUB – Técnico em Laboratório de Física – 2015)



A figura acima ilustra um arranjo utilizado para demolição de parede. Nesse arranjo, uma esfera de massa M , considerada idealmente como uma partícula, encontra-se pendurada por um cabo de aço inextensível de comprimento L preso a uma argola sem atrito. O cabo L faz um ângulo θ com relação a direção vertical e a massa M se encontra, inicialmente, à distância D do anteparo A (parede).

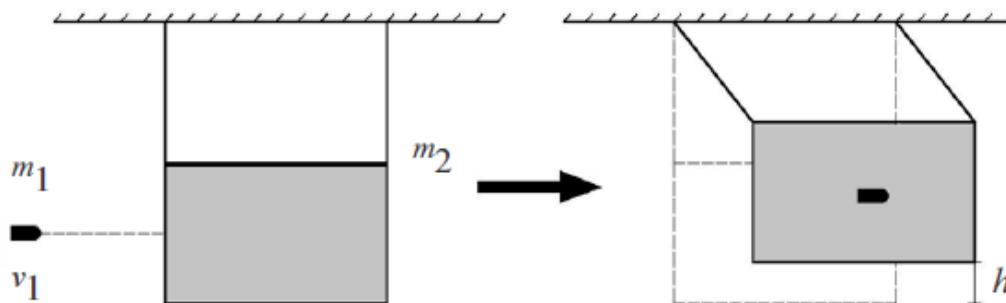
Considerando essa situação, julgue os itens que se seguem.

37. Se a partícula M se chocar elasticamente, com uma velocidade vetorial com o anteparo A , rigidamente preso à Terra, e o \mathbf{v} anteparo não se romper, então a partícula M irá, logo após o choque, reverter seu movimento com a velocidade na direção horizontal igual a $-\mathbf{v}$.

38. Considere que, ao se chocar com o anteparo A , a partícula de massa M fique em repouso, e posicionada na mesma altura que estava ao ser liberada. Nesse caso, o trabalho realizado pelas forças dissipativas que atuam entre o anteparo e a partícula será igual a $M \cdot v^2 / 2$, em que v é o módulo da velocidade imediatamente antes do choque.

39. Para não haver choque com a parede, $D = L \cdot \cos\theta$.

(CESPE – UNB – Perito Criminal – POAL – 2013)



Considere a figura acima, que apresenta um pêndulo balístico constituído de um bloco de massa m_2 conhecida, inicialmente parado, unido por hastes ideais, e que um projétil de massa m_1 e velocidade v_1 tenha atingido o bloco, que se elevou a uma altura h , tão pequena que o problema pode ser considerado uma colisão inelástica unidimensional. Com base nessas informações e na figura acima, julgue os itens que se seguem.

40. Caso, após a colisão, o sistema bloco+projétil execute um movimento harmônico simples, o período do sistema será inversamente proporcional à sua massa total, pois quanto maior for a massa, mais rapidamente será repetido o ciclo.

41. A velocidade do projétil pode ser determinada, a partir da altura h , por meio da

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \sqrt{2gh}.$$

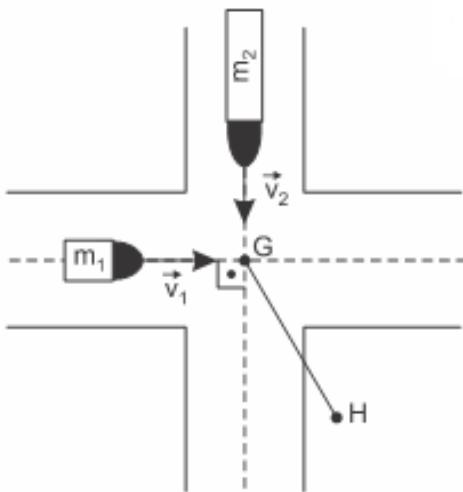
relação

42. (VINÍCIUS SILVA) Dois caminhões de massa $m_1 = 2.000\text{kg}$ e $m_2 = 4.000\text{kg}$, com velocidades V_1 (desconhecida) e $V_2 = 20\text{m/s}$, respectivamente, e trajetórias perpendiculares entre si, em vias de trânsito rápido, colidem em um cruzamento no ponto G, indicado na figura. Após a colisão eles passam a se mover juntos, na direção GH, indicada também na figura.

De acordo com os dados coletados no local do acidente, a equipe da PRF concluiu que a velocidade do conjunto era de 60km/h após a colisão.

Em seu depoimento na delegacia, o motorista do caminhão M1 disse que sua velocidade respeitava a máxima permitida, de acordo com o CTB.

Considerando apenas o que foi mencionado acima, pode-se afirmar que o motorista do caminhão M1 mentiu perante a autoridade policial.



desenho ilustrativo - fora de escala

9. EXERCÍCIOS COMENTADOS

1. (CESPE – UNB – CFO – PMDF – 2007) No universo, a energia está presente de diferentes maneiras e todo processo físico envolve transferências e(ou) transformações de energia. Acerca desse assunto, julgue os itens que se seguem.

1.1 Sabendo-se que as estradas ao longo das montanhas são construídas utilizando-se inclinações suaves, com voltas ao longo das faces das montanhas, é correto afirmar que os automóveis que trafegam por estradas com esse tipo de construção realizam menos trabalho em comparação ao que deveria ser realizado se os automóveis percorressem uma estrada em linha reta da base até o topo da montanha.

Comentário:

Item incorreto.

Resolvi iniciar essa aula com algumas questões acerca da nossa última aula, sobretudo por achar que se trata de um conteúdo de suma importância para o seu concurso.

Além disso, você pode aproveitar para revisar as questões de trabalho, potência e energia e testar seus conhecimentos com mais essas questões CESPE sobre esse assunto.

Vamos então iniciar por essa questão versando sobre o trabalho que será feito para vencer a força peso durante a subida de uma montanha.

A questão afirma que o trabalho em linha reta é maior que o trabalho que é realizado caso tenhamos uma trajetória sinuosa, na qual um automóvel é obrigado a perfazer círculos até chegar ao topo da montanha.

Aparentemente parece ser um item correto, uma vez que não se constroem estradas retas com alta inclinação para perfazer uma montanha, no entanto, em Física, nem tudo é lógico, o que você tem de ter em mente são os conceitos teóricos bem firmes e sedimentados.

Vimos na última aula que o trabalho da força peso durante a subida é dado por:

$$\tau_{Peso} = -m.g.h$$

Logo, para vencer essa força, deverá ser efetuado um trabalho igual em módulo, contudo com o sinal positivo, de modo a elevar a energia potencia daquele corpo em relação ao ponto inicial.

Assim, veja que o trabalho a ser realizado não depende da trajetória efetuada, tanto faz o trajeto tomado pelo veículo, o que interessa é o ponto final e o ponto inicial, pois estamos tratando de uma força conservativa, que não se interessa no caminho percorrido e sim dos pontos final e inicial.

Logo, os trabalhos serão os mesmos, pois o corpo é o mesmo (mesma massa), a altura (desnível) é a mesma e a gravidade também.

O que se modifica é a potência, pois em uma trajetória sinuosa, como a que temos frequentemente em estradas que contornam montanhas, o tempo que se leva para perfazer o caminho é maior, o que implica em uma potência menor solicitada ao motor.

Em trajetória reta, necessitaríamos de uma potencia maior, o que implicaria em um gasto de combustível muito maior.

Não se esqueça de que a força peso é uma força conservativa, ou seja, independentemente da trajetória, o trabalho só depende das situações final e inicial.

1.2 Considere-se que, em uma disputa de cabo de guerra, em determinado instante, não haja deslocamento dos dois grupos envolvidos na disputa. Nessa situação, é correto afirmar que não há realização de trabalho por nenhum desses dois grupos, no instante referido.

Comentário:

Item correto.

O trabalho mecânico é dado pelo produto de três grandezas a saber:

- Força
- Deslocamento
- Cosseno do ângulo entre a força e o deslocamento

Basta que uma dessas grandezas seja nula para que o trabalho realizado seja nulo.

No caso da questão acima, o deslocamento é nulo, o que torna o trabalho realizado nulo, uma vez que não há deslocamento.

OBS. Estou percebendo pela análise de dezenas de questões do CESPE, que eles gostam muito dessas condições de trabalho nulo. Portanto, fique ligado nessas condições.

2. (CESPE – CEFET – PA – 2003) O progresso da ciência e, em consequência, da técnica influenciou até a arquitetura. Considere um shopping moderno, com vários andares. Pode-se ir de um andar até outro por elevadores ou escadas rolantes, o que é muito confortável e acessível às pessoas. Imagine andar em um shopping subindo e descendo escadas. As esteiras rolantes também representam um conforto para a classe trabalhadora, que não precisa pegar as cargas e carregá-las nos ombros. Os motores fazem todo o serviço por ela. Nesse sentido, considere uma esteira rolante que transporta 15 caixas de bebida por minuto, de um depósito no subsolo até o andar térreo. A esteira tem comprimento de 12 m, inclinação de 30° com a horizontal e move-se com velocidade constante. As caixas a serem transportadas já são colocadas com a velocidade da esteira. Se cada caixa pesa 200 N, o motor que aciona esse mecanismo deve fornecer uma potência igual a

- A 20 W.
- B 40 W.
- C 300 W.
- D 600 W.
- E 1.800 W.

Comentário:

Resposta: Item D

Vamos esquematizar a ideia da questão por meio de um desenho, com as principais características do problema.

A potência requerida pelo motor da esteira será dada pelo trabalho total realizado em um intervalo de tempo.

Assim,

$$Pot = \frac{\tau_{total}}{\Delta t_{total}}$$

$$Pot = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

$$Pot = \frac{n \cdot m_0 \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

$$Pot = \frac{n \cdot P_0 \cdot h}{\Delta t}$$

$$Pot = \frac{n}{\Delta t} \cdot P_0 \cdot h$$

$$Pot = 15 \cdot \frac{caixas}{60 \text{ min}} \cdot 200N / caixa \cdot 6m$$

$$Pot = 300W$$

$$\sin 30^\circ = \frac{h}{12}$$

$$0,5 = \frac{h}{12}$$

$$h = 6m$$

3. (CESPE – UNB – SEED – DF – PROFESSOR DE FÍSICA – 2003)

A respeito do trabalho, energia mecânica e calor, julgue os itens abaixo.

3.1 Se o trabalho mecânico pode ser convertido em calor, então o calor é também uma forma de energia mecânica.

Comentário:

Item incorreto.

A conversão de trabalho mecânico em calor se dá por conta do atrito. O calor é energia térmica em movimento, não tem nenhuma relação com a movimentação do corpo em si, está ligado à agitação das moléculas de um corpo e à transferência dessa agitação.

Não podemos afirmar que uma transformação de energia implica na identidade dessas energias.

Lembre-se de que a energia mecânica é a soma da energia cinética e da energia potencial.

$$E_{MEC} = E_{Cin} + E_{Pot}$$

3.2 O equivalente mecânico da caloria nos fornece a taxa de conversão entre energia mecânica e calor.

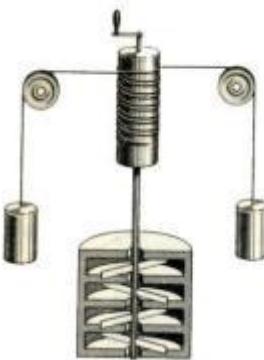
Comentário:**Item correto.**

O equivalente mecânico da caloria é a taxa de equivalência entre a caloria e o joule, ou seja, nos dá uma ideia de quantas calorias equivalem a um joule ou então de quantos joules equivalem a uma caloria.

$$1cal = 4,2J$$

Isso significa que uma caloria quando transformada em energia mecânica equivale a 4,2 joules.

Foi Joule que primeiramente esquematizou uma experiência para determinar o equivalente mecânico do calor.



A figura acima representa o equipamento utilizado por ele para a determinação desse fator de conversão.

4. (CESPE – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO – 2004) As leis de Newton apontam diretamente para dois princípios de conservação: a conservação de energia e a conservação do momento linear. A mecânica newtoniana conduz a um terceiro princípio de conservação, a conservação do momento angular. Com relação a esses princípios e aos conceitos correlatos, julgue os itens a seguir.

4.1 No Sistema Internacional de Unidades (SI), as grandezas físicas torque e trabalho, apesar de serem diferentes, têm as mesmas unidades, isto é, Newton × metro (N.m).

Comentário:

Item correto.

As duas grandezas citadas são fruto de um produto entre a força e o deslocamento.

O torque, veremos na aula seguinte, onde vamos tecer todos os comentários acerca dessa grandeza. Inicialmente, podemos afirmar que se trata de uma grandeza que é o produto vetorial do vetor força pelo vetor posição. O módulo do torque é dado por:

$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \sin\theta$$

Logo, a unidade será dada pelo N.m, que é a unidade de força multiplicada pela unidade de distância.

O trabalho mecânico você deve estar lembrando da última aula, onde discutimos que a unidade dele é também o produto de uma força por uma distância (N.m).



Professor, e qual a diferença entre essas duas **grandezas**?

A diferença está na definição, enquanto o torque é o produto vetorial, tendo como resultado uma grandeza vetorial, o trabalho é uma grandeza escalar, fruto do produto escalar desses dois vetores (F e d).

4.2 Se a resultante das forças externas sobre uma partícula de massa m é nula ao longo de um eixo de coordenadas, então a componente do momento linear (\vec{P}) desse sistema, ao longo desse eixo, é uma constante de movimento.

Comentário:

Item correto.

Trata-se do conceito de sistema isolado.

Quando em um sistema só agem forças internas, ou a resultante das externas é nula, então a quantidade de movimento se conserva, sendo constante, portanto.

4.3 As forças gravitacionais assim como as eletrostáticas são forças não conservativas. Nesse caso, o trabalho realizado por essas forças, em um caminho fechado, é sempre diferente de zero.

Comentário:

Item incorreto.

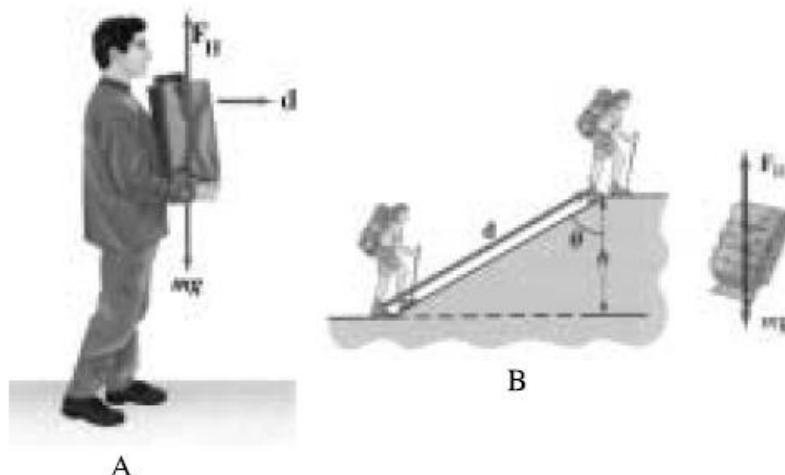
Na última aula foi comentado que as forças conservativas são:

- 1. Força peso (gravitacional)**
- 2. Força elástica**
- 3. Força elétrica**

Assim, o item está incorreto, pois afirma que a força peso e a elétrica são forças não conservativas.

O trabalho a ser realizado por uma força conservativa em um circuito fechado é nulo, pois para uma força conservativa, o trabalho só depende do ponto final e inicial, assim, sendo os mesmos, o trabalho é nulo.

4.4 Considere as figuras A e B abaixo, que mostram duas pessoas transportando objetos de massas iguais a m . O indivíduo ilustrado na figura A desloca-se sobre um plano horizontal, enquanto o indivíduo ilustrado na figura B desloca-se sobre um plano inclinado. Considerando que ambos percorrem a mesma distância d ao transportarem o objeto de massa m , é correto afirmar que ambos realizarão o mesmo trabalho, cujo valor é $W = mgh$.

**Comentário:****Item incorreto.**

O trabalho que será dado por $m.g.h$ será o trabalho na segunda situação, onde haverá um desnível entre os pontos inicial e final.

No entanto, na primeira situação o trabalho dependerá da distância **d** e do valor da força que o homem exerce empurrando a mochila.

Ressalto aqui que se a velocidade do homem no primeiro caso for constante então não haverá força de forma alguma, o que implica que o trabalho será nulo, apesar da força que o homem está desempenhando para manter a mochila na altura do seu peito.

5. (CESPE – UNB – SEDUC – ES)

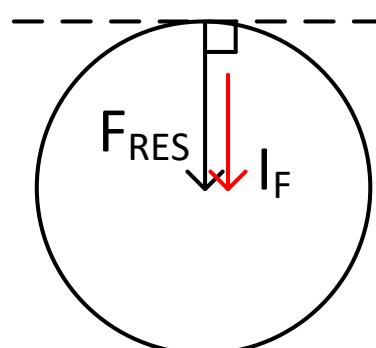
Acerca de impulso e quantidade de movimento, julgue os itens a seguir:

5.1 Se um carro de corrida se desloca em uma pista circular com velocidade escalar instantânea, a direção do impulso em determinado trecho da pista é tangente à trajetória realizada pelo carro.

Comentário:

Item incorreto.

Em uma trajetória circular a força é perpendicular à trajetória, o que implica dizer que a força tem natureza centrípeta.



$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

O impulso tem a mesma direção e o mesmo sentido da força, conforme visto na parte teórica desta aula.

Assim, o impulso será perpendicular à trajetória e não tangente.

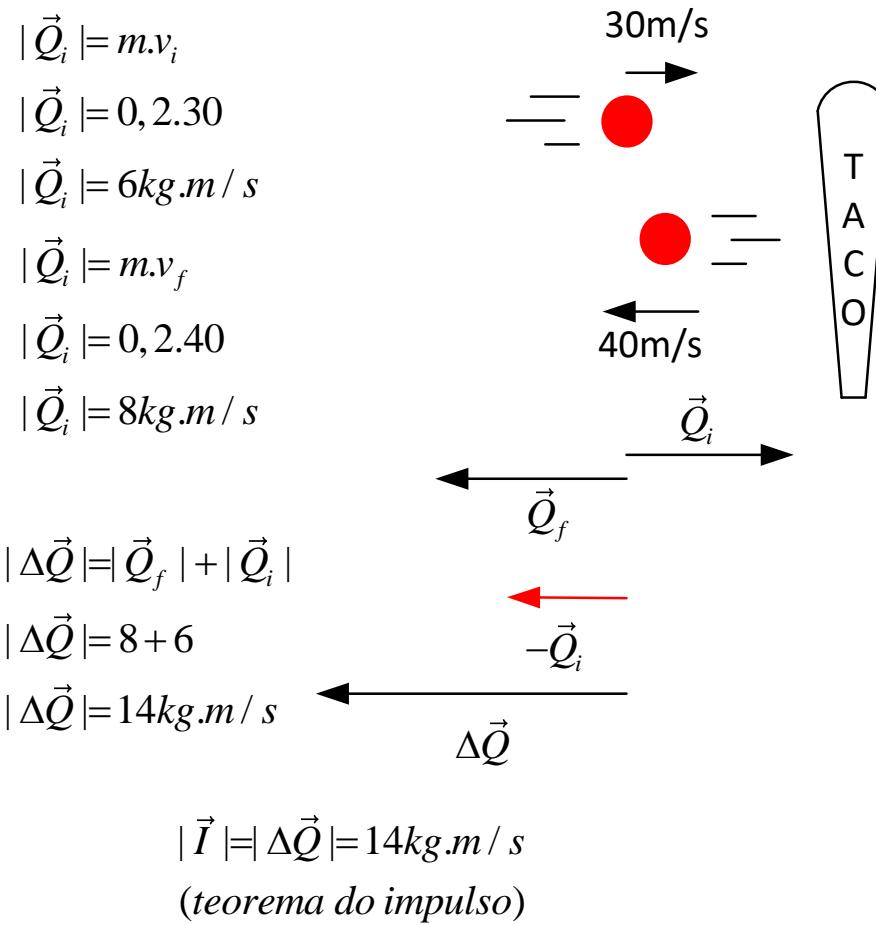
A velocidade instantânea para esse caso será sempre tangente à trajetória, contudo o impulso da força será perpendicular à trajetória.

5.2 Considere que uma bola de 0,2kg lançada com velocidade escalar de 30m/s bata e seja rebatida por um taco de beisebol voltando com velocidade de 40m/s. Nessa situação o impulso fornecido à bola é superior a 6 kg.m/s.

Comentário:

Item correto.

Vamos esquematizar a situação, lembrando que o impulso é uma grandeza vetorial, aplicando para a resolução o teorema do impulso.



Logo, o impulso é maior que 6kg.m/s.

5.3 O impulso é uma grandeza vetorial cuja direção é a da variação do momento resultante.

Comentário:

Item correto.

Podemos utilizar o teorema do impulso para chegar a conclusão de que o item é correto.

O impulso é igual à variação da quantidade de movimento, conforme visto na parte teórica da aula.

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

Assim, os vetores impulso e variação da quantidade de movimento ou variação do momento resultante são iguais. Dois vetores só são idênticos caso tenham a **mesma direção**, mesmo sentido e mesmo módulo.

5.4 O impulso mede a quantidade de movimento de um corpo.

Comentário:

Item incorreto.

O impulso mede a **VARIAÇÃO** da quantidade de movimento do corpo.

Cuidado com a pegadinha, pois o item parece bastante com o enunciado do teorema do impulso.

5.5 Um motorista sofre a mesma variação de momento em uma colisão independentemente de o seu carro ter ou não *air bag*.

Comentário:

Item correto.

No caso do uso do *air bag* o que ocorre é uma desaceleração em um tempo maior, no entanto a variação da quantidade de movimento é a mesma. O efeito minimizador de danos é causado pela redução da força, já que temos um caso de maior tempo. Observe a análise do teorema do impulso.

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t}$$

A variação de momento é a mesma, pois as velocidades inicial e final são as mesmas. Assim, a variação da quantidade de movimento é a mesma.

6. (CESPE-UNB) Indeciso com relação à convocação dos jogadores que deveriam compor a seleção universitária de futebol da UnB, para disputar os Jogos Universitários do DF (JUDF), o técnico, dispondendo de vários jogadores de mesmo nível técnico, resolveu lançar um desafio, garantindo participação no time para aqueles que respondessem corretamente ao seguinte problema: na cobrança de um pênalti, em uma partida de futebol, uma bola de massa igual a 0,40kg é chutada com velocidade inicial de 25m/s. O tempo de contato entre o pé do jogador e a bola é de 0,05s. Calcule, em newtons, força média aplicada à bola pelo pé do jogador.

Comentário:

Resposta: 200N

Vamos aplicar o teorema do impulso para encontrar a força média aplicada pelo pé do jogador à bola, sabendo que a bola inicia seu movimento em repouso ($V_0 = 0$), chega a uma velocidade de 25m/s ao final dos 0,05s de interação entre o pé do jogador e a bola.

$$\begin{aligned}
 \vec{I} &= \Delta \vec{Q} \\
 |\vec{I}| &= |\Delta \vec{Q}| \\
 |\vec{I}| &= |\vec{Q}_f| - |\vec{Q}_i| \\
 |\vec{I}| &= |\vec{Q}_f| \\
 |\vec{F}| \cdot \Delta t &= m \cdot V_f \\
 |\vec{F}| &= \frac{m \cdot V_f}{\Delta t} = \frac{0,4 \cdot 25}{0,05} \\
 |\vec{F}| &= 200N
 \end{aligned}$$

7. (CESPE – SEDU – ES – 2012) Se um corpo de massa m, originalmente em repouso, explode separando-se em três partes, de modo que uma das partes fica em repouso após a explosão, então as outras duas partes poderão não ter movimentos em direções opostas.

Comentário:**Item incorreto.**

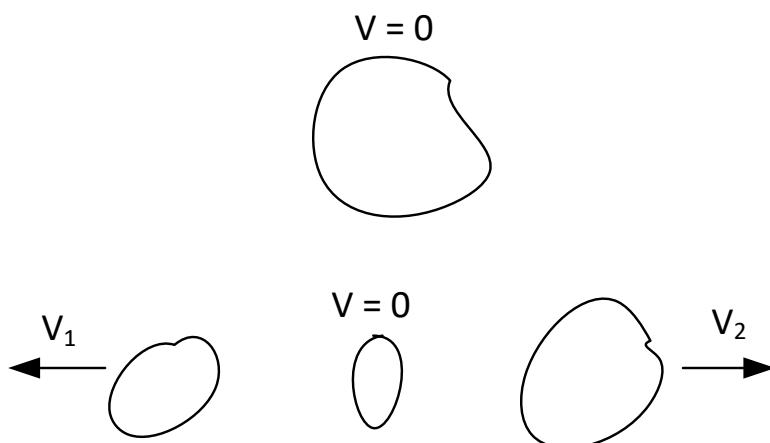
Trata-se de uma clássica questão acerca do sistema isolado, ou seja, uma questão em que a resultante das forças externas é nula, o que implica dizer que a quantidade de movimento é constante.

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

No entanto, a velocidade inicial é nula, o que torna a quantidade de movimento inicial igual a zero.

Portanto, a quantidade de movimento final é nula também, uma vez que temos um sistema isolado.

Assim, se um dos três pedaços ficou em repouso, os outros dois **devem** ter movimentos em sentidos opostos para que as quantidades de movimento respectivas anulem-se.



8. (CESPE – SEDU – ES - 2012) Em uma colisão inelástica entre duas partículas, a energia cinética e o momento total do sistema não se conservam.

Comentário:

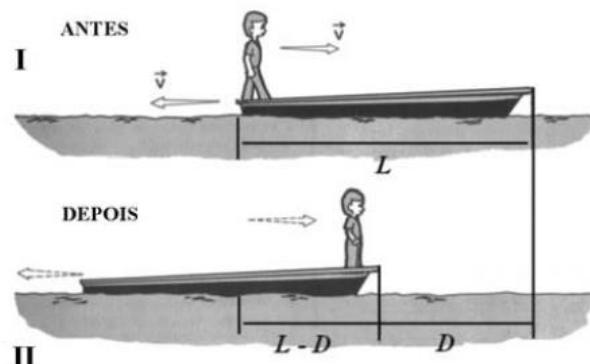
Item incorreto.

Na colisão inelástica conserva-se apenas o momento total, quanto à energia cinética, não há conservação.

Não se esqueça das principais características da colisão inelástica:

- Haverá conservação da quantidade de movimento como em toda colisão.
- Não haverá conservação da energia cinética $E_{c\text{ Final}} < E_{c\text{ inicial}}$.
- $0 < e < 1$

Portanto, há conservação da quantidade de momento, ou seja, do momento total.

9. (CESPE – UNB – SAD-MT – PROFESSOR DE FÍSICA)

Na figura I acima, um pescador de massa M_p está inicialmente parado na popa de um barco, que também está parado no lago, e em seguida se desloca para a proa, como mostra a figura II. Assuma que a massa do barco, M_B , é igual a três vezes a massa do pescador, que o comprimento do barco é igual a $L = 4,0\text{ m}$ e que o centro de massa do barco encontra-se na metade do barco, ou seja, a $2,0\text{ m}$ da extremidade. Em relação ao sistema barco-pescador, considerado como um sistema isolado e desprezando a resistência da água, julgue os itens a seguir.

9.1 Há conservação da quantidade de movimento.**Comentário:**

Item correto.

Como o sistema é isolado, então a variação da quantidade de movimento é nula, ou seja, há conservação da quantidade de movimento.

Vamos impor a condição de sistema isolado:

$$\begin{aligned}\vec{Q}_0 &= \vec{Q}_f \\ m_p \cdot V_p &= m_b \cdot V_b \\ \cancel{m_p} \cdot \frac{\Delta S_p}{\cancel{\Delta t}} &= 3 \cancel{m_p} \cdot \frac{\Delta S_b}{\cancel{\Delta t}} \\ L - D &= 3 \cdot D \\ 4 \cdot D &= L\end{aligned}$$

Ou seja, se o sistema é isolado, L e D devem satisfazer a relação acima, ou seja, L deve ser quatro vezes maior que D.

Observe que, de acordo com os dados que foram fornecidos,

$$\begin{aligned}4 \cdot D &= L \\ D &= \frac{L}{4} \\ D &= \frac{4,0m}{4} \\ D &= 1m\end{aligned}$$

9.2 À medida em que o pescador se move para a frente, o barco se move no sentido oposto.

Comentário:**Item correto.**

Vimos em uma questão anterior que o sistema sendo isolado, temos de ter uma compensação de quantidades de movimento, ou seja, se o sistema é composto por dois

corpos (barco e pescador) e inicialmente eles estão em repouso (como no caso da questão), deverão eles ter sentidos opostos em seus movimentos para manter a quantidade de movimento nula.

9.3 O centro de massa do sistema se move em relação a um ponto fixo no lago.

Comentário:

Item incorreto.

A velocidade do centro de massa foi vista na parte teórica, e pode ser dada por:

$$\begin{aligned} M_{Total} \cdot \vec{V}_{CM} &= \vec{Q}_{Total} \\ \vec{V}_{CM} &= \frac{\vec{Q}_{Total}}{M_{total}} \end{aligned}$$

Ocorre que a quantidade de movimento total do sistema é nula e assim se mantém por conta de tratar-se de um sistema isolado.

Portanto, a velocidade do centro de massa é nula em relação a um observador fixo na Terra (lago) e assim se mantém indefinidamente, até que um agente externo modifique esse estado.

Veja que a expressão do parágrafo anterior ficou muito parecida com a Primeira Lei de Newton.

10. (CESPE – UNB – SAD-MT – PROFESSOR DE FÍSICA) Ainda com relação ao texto, a distância que o barco percorre, em relação ao lago, durante o percurso do pescador da popa à proa vale

- A 1,0 m.
- B 2,0 m.
- C 3,0 m.
- D 4,0 m.

Comentário:**Resposta: item A**

O comentário para essa questão foi feito no primeiro item da questão anterior, vamos repetir a ideia do sistema isolado, lembrando que a velocidade pode ser dada pela razão entre o espaço percorrido e o intervalo de tempo, bem como que a massa do barco é o triplo da massa do pescador.

$$\begin{aligned}\vec{Q}_0 &= \vec{Q}_f \\ m_p \cdot V_p &= m_b \cdot V_b \\ \cancel{m_p} \cdot \frac{\Delta S_p}{\cancel{\Delta t}} &= 3 \cancel{m_p} \cdot \frac{\Delta S_b}{\cancel{\Delta t}} \\ L - D &= 3 \cdot D \\ 4 \cdot D &= L\end{aligned}$$

Portanto, calculando a distância D:

$$\begin{aligned}4 \cdot D &= L \\ D &= \frac{L}{4} \\ D &= \frac{4,0\text{m}}{4} \\ D &= 1\text{m}\end{aligned}$$

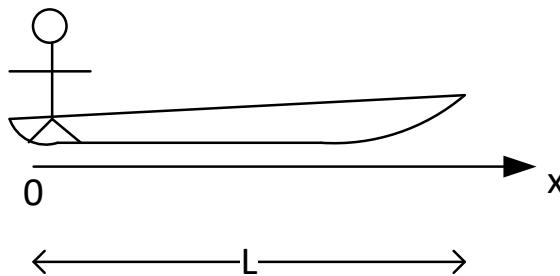
11. (CESPE – UNB – SAD-MT – PROFESSOR DE FÍSICA) A distância do centro de massa do sistema à extremidade do barco antes de o pescador se deslocar vale

- A 0,8 m.
- B 1,1 m.
- C 1,3 m.
- D 1,5 m.

Comentário:

Resposta: item D

O centro de massa será calculado de acordo com o que foi dito anteriormente acerca do seu cálculo:



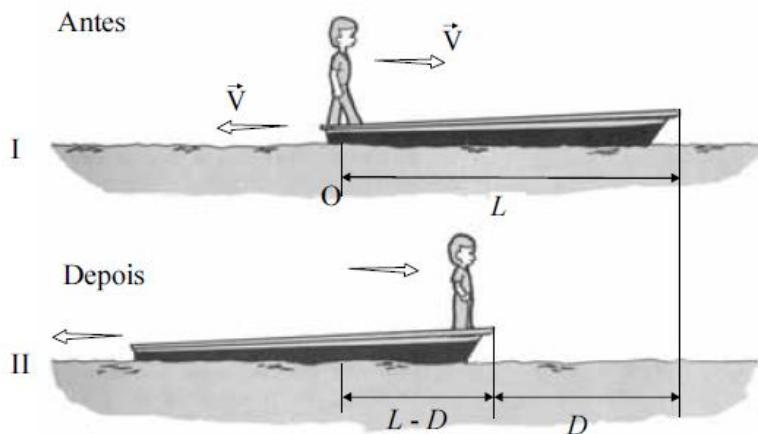
$$X_{CM} = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

$$X_{CM} = \frac{0 \cdot m_1 + \frac{L}{2} \cdot 3 \cdot m_1}{m_1 + 3m_1}$$

$$X_{CM} = \frac{2 \cdot 3 \cdot m_1}{4 \cdot m_1}$$

$$X_{CM} = 1,5m$$

12. (CESPE – PETROBRÁS – TÉCNICO DE PERFURAÇÃO DE POÇOS – 2008)



Na figura I acima, um marinheiro de massa m está, inicialmente, parado na popa de um barco que também está parado em um lago e, em seguida, o marinheiro se desloca para a proa, como mostra a figura II. O sistema barco marinheiro é supostamente isolado, a massa do barco é igual a quatro vezes a massa do marinheiro e o comprimento do barco é $L = 3,0\text{ m}$. Desprezando a resistência da água, julgue os itens subsequentes, relativos à situação descrita no texto.

12.1 A distância que o barco percorre durante o deslocamento do marinheiro da popa à proa é igual a $1,0\text{ m}$.

Comentário:

Item incorreto.

Perceba que em outro concurso também organizado pelo CESPE, a banca voltou a mencionar o mesmo raciocínio, inclusive com a mesma questão.

Bom, podemos afirmar que a distância que o barco percorrerá será D , que por conta do sistema isolado que temos, será calculada da mesma forma como foi na questão anterior:

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

$$m_p \cdot V_p = m_b \cdot V_b$$

$$m_p \cdot \frac{\Delta S_p}{\Delta t} = 4 m_p \cdot \frac{\Delta S_b}{\Delta t}$$

$$L - D = 4 \cdot D$$

$$5 \cdot D = L$$

Portanto, a distância que o barco percorrerá será dada por:

$$5 \cdot D = L$$

$$D = \frac{L}{5}$$

$$D = \frac{3,0m}{5}$$

$$D = 0,6m$$

12.2 Há, na situação em análise, conservação da quantidade de movimento e de energia.

Comentário:

Item correto.

Haverá conservação da quantidade de movimento por tratar-se de um sistema isolado, como também haverá conservação de energia mecânica, por conta dos atritos com a água serem desprezíveis.

Assim, o sistema é isolado e conservativo.

12.3 À medida que o marinheiro se move para frente, o barco se move no mesmo sentido.

Comentário:

Item incorreto.

Lembre-se de que a questão trata de um sistema isolado que inicia em repouso e após entre em movimento, logo, os corpos necessitam ter movimentos em sentidos contrários, por conta da anulação da quantidade de movimento total do sistema que deve se manter nula.

Portanto, ao afirmar que o barco e a pessoa movem-se no mesmo sentido o item torna-se incorreto.

Lembre-se dessa dica, pois o caso acima é muito frequente em provas **CESPE**.

13. (CESPE – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO JÚNIOR – 2008) As grandes indústrias automobilísticas fazem testes de colisão nos quais carros são arremessados contra paredes. Em alguns desses testes, os efeitos da colisão sobre um boneco, que simula a presença de um ser humano, são estudados na presença e na ausência de air bags. Considerando o texto acima, assinale a opção correta, acerca de impulso e trabalho, julgue os itens que seguem.

13.1 O air bag funciona como um dispositivo protetor porque a variação do momento linear do boneco devido à colisão é maior quando não há air bags no veículo que quando esse dispositivo está presente e é acionado.

Comentário:**Item incorreto.**

Questão importantíssima para quem quer passar na PRF, pois é certeza uma questão versando sobre a utilização do dispositivo *air-bag* na redução dos danos causados aos ocupantes de veículos sujeitos à acidentes rodoviários.

Esse dispositivo de proteção funciona mediante um impulso elétrico que faz inflar uma bolsa de ar, que tem por função aumentar o tempo no qual o passageiro fica sujeito à variação do momento linear.

O *air-bag* faz com que o tempo para a redução de velocidade seja maior, diminuindo assim a força resultante a que fica sujeito o passageiro.

É importante lembrar que tanto com o dispositivo como sem ele, a variação do momento é a mesma, o que modifica-se é o tempo para essa variação, que no caso da presença do *air-bag* é maior.

Podemos utilizar o teorema do impulso:

$$\begin{aligned}\vec{I} &= \Delta \vec{Q} \\ \vec{F} \cdot \Delta t &= \Delta \vec{Q} \\ \vec{F} &= \frac{\Delta \vec{Q}}{\Delta t}\end{aligned}$$

Como a variação do momento é a mesma, mas o tempo é maior na presença do *air-bag*, então podemos afirmar que a força será menor no carro equipado com ele.

Portanto, o item está incorreto, pois afirma que a variação do momento é diferente.

A variação do momento tem de ser a mesma, pois a velocidade inicial em ambos os casos é a mesma, da própria condição do problema, bem como a velocidade final, que deve ser zero (repouso).

Assim a variação do momento é a mesma, esteja ou não o carro equipado com *air-bag*.

13.2 A variação do momento linear do boneco devido à colisão é a mesma na presença e na ausência de air bags. No entanto, quando o air bag é acionado durante a colisão, o intervalo de tempo no qual ocorre a variação de momento linear do boneco é maior, o que torna o air bag um dispositivo protetor.

Comentário:

Item correto.

Item perfeito. É exatamente isso que comentamos no primeiro item, que deu uma visão geral da utilização do *air bag* como dispositivo protetor nos automóveis mais modernos.

13.3 O impulso da força exercida pela parede sobre o carro é igual à variação do momento total do carro multiplicada pela massa do próprio carro.

Comentário:

Item incorreto.

O impulso da força é igual à variação da quantidade de movimento sofrida pelo carro, ou seja, é igual à variação do momento, apenas. Isso decorre do próprio teorema do impulso.

$$\vec{I}_{F_{Parede}} = \Delta \vec{Q}$$

Quando o item mencionou que o impulso seria igual à variação do momento “**multiplicada pela massa do próprio carro**” tornou-se incorreto.

13.4 Em um gráfico da força exercida pela parede sobre o carro em função do tempo, o impulso da força é igual à derivada da força em relação ao tempo.

Comentário:

Item incorreto.

Não cairá na sua prova noções de cálculo diferencial e integral, contudo vamos fazer um comentário básico e bem breve acerca desse item, de acordo com o que pode cair na sua prova.

Primeiramente, vamos aceitar que:

- Derivada: é a tangente ao gráfico no ponto considerado.
- Integral: representa a área sob o gráfico entre dois pontos considerados.

Agora ficou fácil perceber que no gráfico de $F \times t$, a área, ou seja, a integral representará o impulso da força.

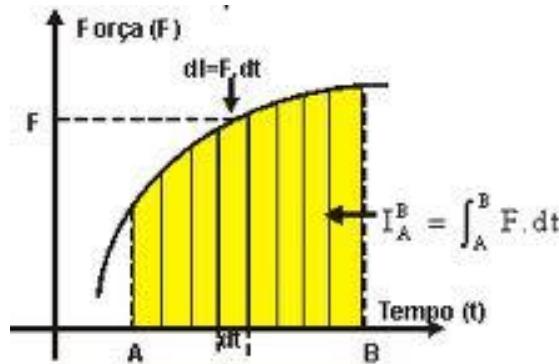
A integral é utilizada para calcular áreas de figuras irregulares, curvas, em sua grande maioria.

Foi visto na parte teórica que a área sob o gráfico $F \times t$ representa o impulso da força variável.

Representando em notação de integral, poderíamos dizer que:

$$\vec{I} = \int \vec{F} \cdot dt$$

Vamos interpretar a expressão acima como a somatória de todas as pequenas áreas em que o intervalo de tempo é bem pequeno. Nesse intervalo de tempo bem pequeno chamado de diferencial do tempo (dt), a força pode até ser variável em todo o intervalo de tempo, no entanto, naquele pequeniníssimo intervalo de tempo ela pode ser considerada constante, o que nos permite calcular a área como sendo a área de um retângulo. Veja:



13.5 Se a fração da energia cinética do carro que se transforma em som, durante a colisão, for considerada desprezível, então a colisão entre o carro e a parede pode ser tratada como uma colisão elástica.

Comentário:

Item incorreto.

Lembre-se de que não apenas por meio de som a energia é transformada durante uma colisão.

Temos energia dissipada também por atrito e outras forças resistivas.

A colisão elástica é apenas teórica, na prática ela não existe, sendo estudada apenas para efeito de prova, no entanto, temos que entender a suas condições de existência.

14. (CESPE – PETROBRÁS – ENGENHEIRO DE PETRÓLEO JÚNIOR - 2008)

Considere que dois corpos — I e II —, que podem ser tratados como partículas, estejam em repouso sobre uma superfície sem atrito. Aplica-se uma força horizontal de módulo constante e igual a cada um dos dois corpos por uma distância x_0 . Então, as forças param de atuar. Sabe-se que a massa do corpo I é maior que a massa do corpo II. Assim, após a atuação das forças,

14.1 o momento linear do corpo I é maior que o momento linear do corpo II.

Comentário:

Item correto.

A mesma força será aplicada a ambos, durante a mesma distância, sendo que a massa do primeiro corpo é maior que a do segundo, assim a aceleração do primeiro corpo será menor que a do segundo corpo, pois de acordo com a Segunda Lei de Newton, massa e aceleração são inversamente proporcionais.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{F}}{m_1}$$

$$\vec{a}_2 = \frac{\vec{F}}{m_2}$$

como $m_1 > m_2$
então $\vec{a}_1 < \vec{a}_2$

Como a aceleração do primeiro corpo é menor, então, no mesmo espaço percorrido, ele atingirá uma velocidade menor que a do segundo corpo.

Usando a equação de Torricelli:

$$V_I = \sqrt{2.a_1.X}$$

$$V_{II} = \sqrt{2.a_2.X}$$

Vamos agora multiplicar cada uma dessas velocidades pela respectiva massa:

$$Q_I = m_I V_I = m_1 \sqrt{2.a_1.X} = \sqrt{2.m_1^2 a_1.X}$$

$$Q_I = \sqrt{2.m_1 \cancel{m_1 a_1}.X} = \sqrt{2.m_1.F.X}$$

$$Q_{II} = m_{II} V_{II} = m_{II} \sqrt{2.a_2.X} = \sqrt{2.m_2^2 a_2.X}$$

$$Q_{II} = \sqrt{2.m_2 \cancel{m_2 a_2}.X} = \sqrt{2.m_2.F.X}$$

Portanto, como a massa do corpo I é maior que a do corpo II, então a quantidade de movimento de I é maior do que a do corpo II.

14.2 o momento linear do corpo I é menor que o momento linear do corpo II.

Comentário:**Item incorreto.**

Foi demonstrado no item 14.1 que a quantidade de movimento do corpo I é maior que a do corpo II. Vide comentário.

14.3 o trabalho realizado pela força aplicada ao corpo I é maior que o trabalho realizado pela força aplicada ao corpo II.

Comentário:**Item incorreto.**

O trabalho realizado pelas forças depende apenas do módulo da força, da distância e do ângulo formado entre a força e o deslocamento (lembre-se de que no enunciado foi dito que a força é constante).

$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos \theta$$

Como a força será paralela ao deslocamento, então o ângulo θ será nulo.

Então, o trabalho mecânico será dado por:

$$\tau = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}|$$

Como ambos, força e deslocamento, são os mesmos para ambos os corpos, então o trabalho da força F será o mesmo.

14.4 a energia cinética do corpo I é maior que a energia cinética do corpo II.

Comentário:

Item incorreto.

A energia cinética depende da massa e da velocidade, mas podemos simplesmente aplicar o teorema da energia cinética, que afirma ser a variação da energia cinética igual ao trabalho realizado.

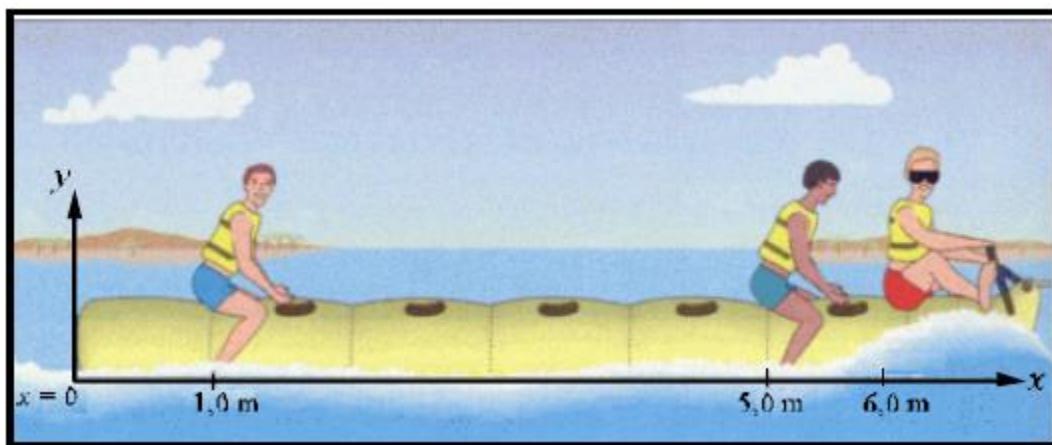
Os trabalhos são idênticos, portanto, a variação da energia cinética é a mesma para ambos os corpos. Como os dois estavam em repouso no início, então a energia cinética final é a mesma para os corpos I e II.

14.5 a energia cinética do corpo I é menor que a energia cinética do corpo II.

Comentário:**Item incorreto.**

Não vamos perder tempo com esse item, basta ler o comentário anterior para saber que as energias cinéticas são iguais.

15. (CESPE – PETROBRÁS – OPERADOR I – 2004)



Considere a figura acima, que mostra três turistas com massas iguais sobre um bote inflável de massa desprezível e um sistema de coordenadas cartesianas cuja origem situa-se na extremidade do bote, à esquerda da figura, no nível da água. Considere também que o centro de massa de cada um dos três turistas encontra-se a 1,0 m, 5,0 m e 6,0 m da origem, e que a aceleração da gravidade é constante em todos os pontos

do sistema. Com base nessas informações, julgue os itens que se seguem, referentes às leis de Newton e suas implicações.

15.1 O centro de massa do sistema está localizado a 2,0 m da origem do sistema de coordenadas.

Comentário:

Item incorreto.

Vamos encontrar a X_{CM} por meio da aplicação da fórmula já vista na parte teórica:

$$\begin{aligned} X_{CM} &= \frac{x_1.m + x_2.m + x_3.m}{m + m + m} \\ X_{CM} &= \frac{1.m + 5.m + 6.m}{3m} \\ X_{CM} &= \frac{12m}{3m} \\ X_{CM} &= 4m \end{aligned}$$

15.2 O centro de massa do sistema coincide com o seu centro de gravidade.

Comentário:

Item correto.

O centro de massa é o ponto no qual está concentrada a massa do corpo. Ele se confunde com o centro de gravidade, que é o ponto no qual estaria aplicada a força peso do sistema de partículas formado pelos três corpos.

O campo gravitacional uniforme garante que o centro de massa se confunda com o centro de massa.

15.3 Se a resultante das forças externas aplicadas no bote ao longo do eixo x é nula, então a componente do momento linear do bote é uma constante de movimento na direção desse mesmo eixo.

Comentário:

Item correto.

Trata-se do conceito de sistema isolado, que nada mais é do que um sistema de partículas ou corpos que não estão sujeitos a nenhuma força externa ou então, mesmo que elas existam, a sua resultante é nula.

A principal consequência do fato acima é a conservação da quantidade de movimento do corpo ou do momento linear como o CESPE gosta de chamar essa grandeza que estamos estudando nesta aula.

16. (CESPE – UNB – CEFET – PA – 2003) Acidentes entre veículos, quando um deles é obrigado a parar repentinamente, são comuns nas cidades. Esse tipo de choque produz deformações nos veículos, barulho e, em alguns casos, até vítimas. A Física ajuda a esclarecer as circunstâncias do acidente, como a velocidade com que os veículos se moviam, já que as leis que regem as colisões são universais. Considere que um veículo de 800 kg, parado em um sinal vermelho, seja abalroado por trás por outro veículo, de 1.200 kg, deslocando-se com uma velocidade de 72 km/h e que, imediatamente após o choque, os dois veículos se movam juntos até que venham a parar. Nessas circunstâncias, julgue os itens a seguir.

16.1 o choque é perfeitamente elástico.

Comentário:

Item incorreto.

O choque em questão é uma colisão entre veículos que ocorre em nosso dia a dia com dissipação de energia mecânica em forma de som, calor e deformações de corpos, portanto, não pode ser uma colisão elástica.

Como os corpos seguem unidos após o choque, trata-se de uma colisão inelástica, a famosa colisão bate e gruda, que ocorre com dissipação máxima de energia mecânica.

16.2 o choque não é elástico, porém há conservação da energia mecânica.

Comentário:

Item incorreto.

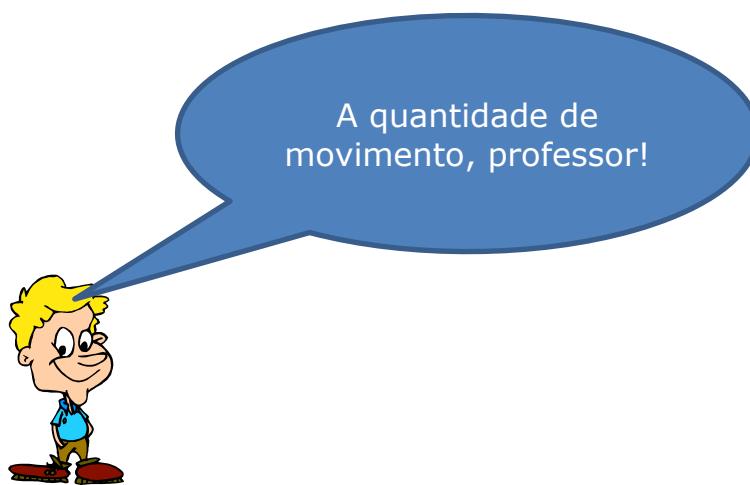
Se o choque não é elástico, então não há como haver conservação de energia mecânica, o que ocorrerá é uma dissipação máxima de energia mecânica.

16.3 a velocidade do conjunto imediatamente após o choque não pode ser determinada.

Comentário:

Item incorreto

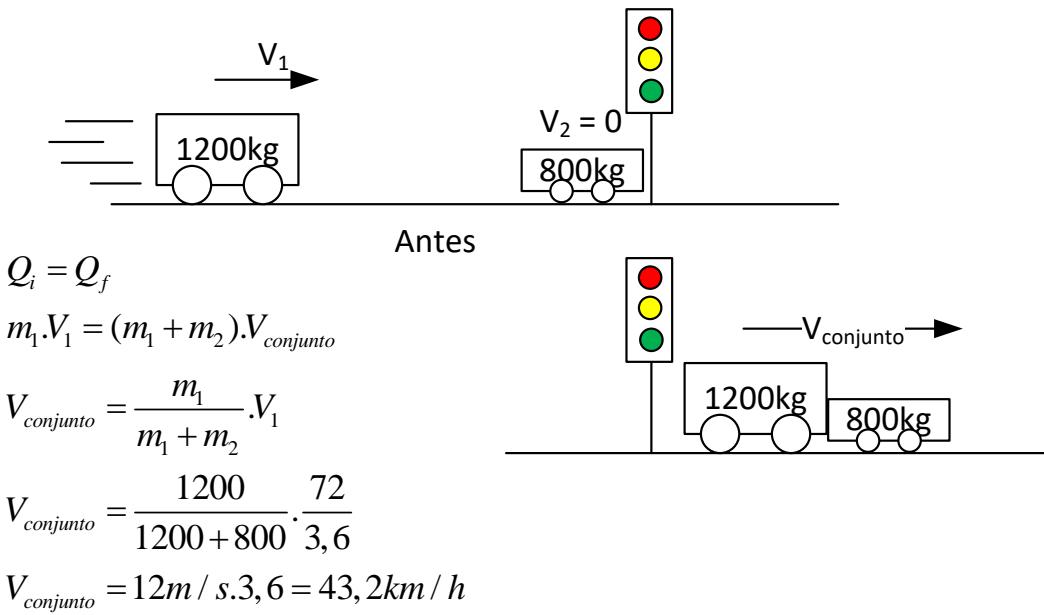
Alguém aí lembra o que é que ocorre em qualquer tipo de colisão?



Perfeito, Aderbal!

A quantidade de movimento sempre se conserva em uma colisão mecânica, pois não há impulso de força externa.

Assim, o sistema é isolado e haverá conservação da quantidade de movimento:



Portanto, não só é possível calcular a velocidade final do conjunto, como acabamos de calcular com que velocidade o conjunto mover-se-á após a colisão.

16.4 nada se conserva em um choque dessa magnitude.

Comentário:

Item incorreto.

No item anterior utilizamos a conservação da quantidade de movimento do sistema formado pelos dois veículos, por conta da atuação apenas de forças internas no sistema, não havendo, portanto, impulso de forças externas.

Assim, podemos afirmar que a quantidade de movimento conserva-se.

16.5 a energia total envolvida, nas suas diferentes formas, sempre se conserva.

Comentário:

Item correto.

Já dizia Lavoisier: "na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".

Assim, podemos afirmar que a energia total se conserva, o que não se conserva é a energia mecânica, pois parte dela se dissipa em outras formas de energia, no entanto, não será essa parte perdida em outras formas, mas apenas transformada.

A energia total é sempre conservada nesse universo que nos cerca.

17. (CESPE – UNB – SEAD – PERITO CRIMINAL – FÍSICO) Relatório do Corpo de Bombeiros revela que o número de acidentes com vítimas em que há ônibus envolvido, no estado do Rio de Janeiro, praticamente duplicou de 2005 para 2006. Segundo as autoridades, esse crescimento tem duas causas principais: a imprudência dos motoristas, pela alta velocidade por eles desenvolvida, e a falta de monitoramento diário do comportamento dos rodoviários pelas empresas, durante os trajetos.

O Globo, 22/5/2007 (com adaptações).

Tendo como base o texto acima e considerando os conceitos acerca de choques e colisões, julgue os itens abaixo.

17.1 No caso de haver uma colisão entre dois ônibus, o centro de massa do sistema ficará sempre em repouso.

Comentário:**Item incorreto.**

Vamos usar a lógica e todo o embasamento teórico que temos, que, diga-se de passagem, está muito forte.

Se se trata se uma colisão, então estamos diante de um sistema isolado, se estamos diante de um sistema isolado, então a quantidade de movimento se conserva.

Com a quantidade de movimento constante, podemos utilizar a fórmula da velocidade do centro de massa. Veja:

$$\vec{V}_{CM} = \frac{\vec{Q}_{Total}}{M_{total}}$$

A quantidade de movimento total é constante. Logo a velocidade do centro de massa é constante.

Caso a quantidade de movimento seja nula inicialmente (centro de massa em repouso), então ele manter-se-á em repouso, pois sua velocidade nula será constante.

Então a conclusão a que chegamos é que a velocidade do centro de massa manter-se-á nula se e somente se a quantidade de movimento total inicial for nula.

17.2 Se ocorrerem deformações nos corpos envolvidos, haverá conservação de energia mecânica.

Comentário:

Item incorreto.

É justamente o contrário, pois se há deformação de corpos, então parte da energia mecânica inicial transformou-se em energia de deformação dos corpos, que foi utilizada principalmente para quebra das estruturas mecânicas formadoras dos corpos.

Lembre-se: conservação de energia mecânica apenas em colisões elásticas, que não são a realidade das colisões mecânicas do nosso cotidiano como a da questão acima.

17.3 No caso de haver choque entre dois ônibus, a estrutura desses veículos minimiza em parte os efeitos da colisão nos passageiros, funcionando, assim, como um filtro inercial.

Comentário:

Item correto.

A estrutura do ônibus absorveu a inércia de movimento do sistema formado pelo ônibus e seus passageiros.

A minimização dos efeitos de deformação nos passageiros foram ocasionados pela absorção da inércia de movimento pela estrutura do ônibus.

17.4 Caso haja uma colisão frontal entre dois corpos, o módulo da velocidade relativa desses corpos antes do choque será igual à diferença entre os módulos das suas velocidades.

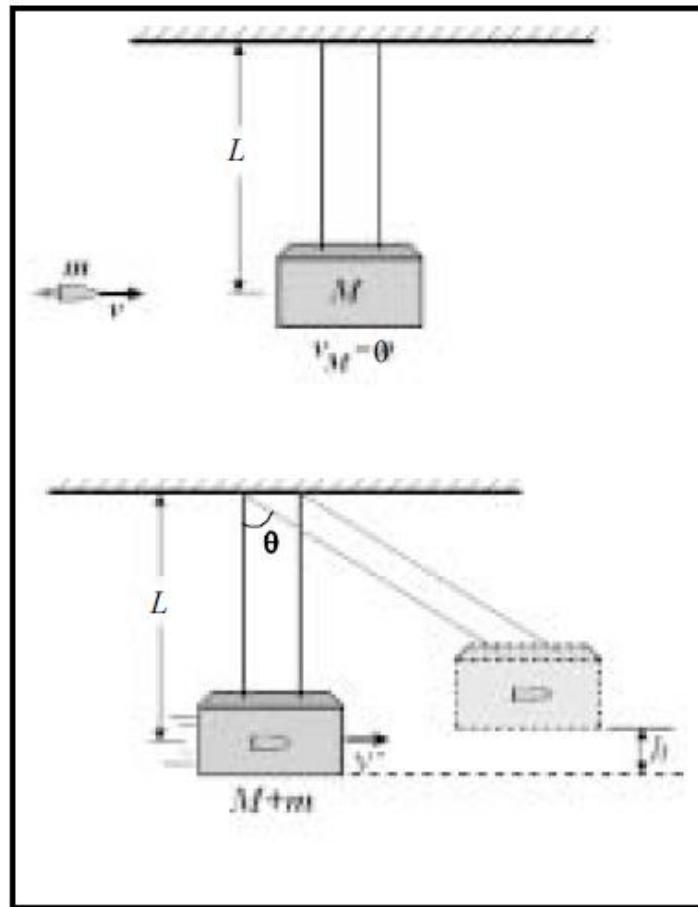
Comentário:

Item incorreto.

Você já aprendeu aqui neste curso comigo nesta aula e na aula de movimento relativo que quando as velocidades possuem sentidos opostos, então a velocidade relativa é igual à soma dos módulos das velocidades dos corpos.

Lembre-se daquele jargão: “sentidos opostos, as velocidades se somam”.

18. (CESPE – UNB – POLÍCIA FEDERAL – PERITO FÍSICO) O pêndulo balístico, dispositivo frequentemente usado por peritos para medir a velocidade de projéteis, pode ser completamente caracterizado por meio da dinâmica hamiltoniana ou lagrangiana. Considere que um projétil de massa $m = 5,4\text{ g}$ foi disparado horizontalmente na direção de um bloco de madeira inerte de massa $M = 5,4\text{ kg}$, que estava suspenso por fios finos idênticos, de forma semelhante a um pêndulo simples, e cujo centro de massa estava a uma altura L do suporte. O projétil penetrou o bloco, por meio de uma colisão inelástica, e o sistema bloco/projétil oscilou, atingindo a altura máxima h . A figura acima ilustra essa situação antes do choque do projétil e após esse choque. A partir dessas informações, julgue os itens que se seguem, desprezando qualquer força de atrito e considerando que g é a aceleração da gravidade e que o momentum é conservado.



18.1 O módulo da velocidade v do projétil varia linearmente com a altura h , isto é,
 $v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh}$, em que g é a aceleração da gravidade.

Comentário:

Item incorreto.

Chegamos a uma prova muito interessante que é a de perito criminal da PF para Perito Físico, e antes que você acredite que é de um nível alto, peço-lhe um voto de confiança para que eu possa mostrar-lhe que é uma questão bem acessível.

O Pêndulo Balístico é um dispositivo muito utilizado em perícias criminais onde o crime envolve o disparo por arma de fogo.

Ele consiste em um bloco perfurável que é atingido em sua parede anterior por um projétil, alcançando uma altura final “ h ”, que pode ser calculada por meio dos teoremas e princípios de Física aqui debatidos.

Vamos primeiramente descobrir a expressão que mostra o comportamento da velocidade do bloco após a colisão com o projétil em função da altura.

Vamos usar a conservação da quantidade de movimento do sistema, por se tratar de uma colisão:

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

$$m_p \cdot V_p = (m_p + m_b) V_{conjunto}$$

$$V_{conjunto} = \frac{m_p}{(m_p + m_b)} \cdot V_p$$

Onde m_p representa a massa do projétil, m_b representa a massa do bloco após a colisão.

Veja que se trata de uma colisão inelástica, onde os corpos compartilham de uma mesma velocidade ao final.

A velocidade do conjunto pode ser obtida através da conservação da energia mecânica do sistema após a colisão, pois durante a colisão você já sabe que há dissipação de energia mecânica.

Portanto,

$$E_{MEC_0} = E_{MEC_f}$$

$$\frac{\cancel{m_{conjunto}} \cdot V_{conjunto}^2}{2} = \cancel{m_{conjunto}} \cdot g \cdot h$$

$$V_{conjunto}^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$V_{conjunto} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Mesclando as duas equações:

$$V_{conjunto} = \frac{m_p}{(m_p + m_b)} \cdot V_p$$

$$V_{conjunto} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

igualando:

$$\frac{m_p}{(m_p + m_b)} \cdot V_p = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$V_p = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \frac{(m_p + m_b)}{m_p}$$

Portanto, a equação do enunciado está correta, no entanto está errada quando ela diz que a variação é linear.

Veja que a dependência da velocidade do projétil é com a raiz quadrada da altura.

18.2 A energia total antes e depois do choque é a mesma.

Comentário:

Item correto.

A energia total sempre se conservará.

Cuidado para não confundir com a energia mecânica, que não se conservará, a menos que a colisão seja elástica, o que não ocorre na prática, apenas teoricamente.

Resumindo:

- Energia mecânica: só se conserva se o choque for perfeitamente elástico.
- Energia total: sempre se conserva (princípio de Lavoisier).

18.3 A energia mecânica do sistema bloco/projétil, ao atingir a sua altura máxima, é igual à energia potencial gravitacional desse sistema.

Comentário:**Item correto.**

A energia mecânica será igual à energia potencial gravitacional do conjunto bloco-projétil, pois o conjunto estará em repouso no ponto de altura máxima, não possuindo, portanto, energia cinética.

18.4 O período de oscilação do pêndulo, formado por bloco e projétil, é proporcional à soma das massas do bloco e do projétil.

Comentário:**Item incorreto.**

Esse item versa sobre assunto das nossas últimas aulas que serão as aulas de ondulatória, assim, peço-lhes um pouco de paciência para a explicação completa na aula de ondulatória.

Nesse momento posso-lhes afirmar que o período de um pêndulo simples é independente da massa oscilante, da seguinte forma:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Portanto, não depende da massa oscilante.

18.5 Apenas 1% da energia cinética inicial do projétil, antes da colisão, é convertida em energia mecânica do pêndulo.

Comentário:**Item incorreto.**

Vamos calcular a energia mecânica inicial por meio da equação da energia cinética do projétil.

$$E_{MEC_i} = E_{C_i} = \frac{m_p \cdot V_p^2}{2}$$

onde,

$$V_p = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \frac{(m_p + m_b)}{m_p}$$

$$E_{C_i} = \frac{m_p \cdot \left[\sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \frac{(m_p + m_b)}{m_p} \right]^2}{2}$$

$$E_{C_i} = \frac{m_p \cdot \cancel{g} \cdot h \cdot \left[\frac{(m_p + m_b)^2}{m_p} \right]}{\cancel{2}} = g \cdot h \cdot \frac{(m_p + m_b)^2}{m_p}$$

A energia mecânica final será dada por:

$$E_{MEC_f} = E_{C_f} = \frac{m_{conj} \cdot V_{conj}^2}{2}$$

onde,

$$V_{conjunto} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$E_{C_f} = \frac{(m_p + m_b) \cdot \left(\sqrt{2 \cdot g \cdot h} \right)^2}{2}$$

$$E_{C_f} = (m_p + m_b) \cdot g \cdot h$$

Dividindo a final pela inicial:

$$E_{C_f} = (m_p + m_b) \cdot g \cdot h$$

$$E_{C_i} = g \cdot h \frac{(m_p + m_b)^2}{m_p}$$

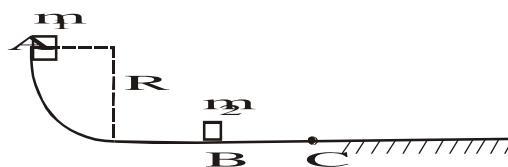
Dividindo:

$$\frac{E_{C_f}}{E_{C_i}} = \frac{m_p}{m_p + m_b} = \frac{5,4}{5.400 + 5,4} = \frac{5,4}{5.405,4} = 0,001$$

$$E_{C_f} = E_{C_i} \cdot 0,001 \text{ ou } E_{C_f} = 0,1\% E_{C_i}$$

Ou seja, 99,9% de energia cinética foram perdidos, e 0,1% da energia inicial do projétil foram convertidos em energia do pêndulo.

19. (CESPE - UnB - DF) Um bloco de massa $m_1 = 3,0\text{kg}$ parte do repouso no ponto A e escorrega sobre uma pista lisa até colidir com outro bloco de massa $m_2 = 2,0\text{kg}$ no ponto B, como indica a figura abaixo. O choque é perfeitamente inelástico. A partir do ponto C, a superfície possui um coeficiente de atrito cinético $\mu_c = 0,2$. Sabendo que $R = 0,5\text{m}$, determine a distância (em metros) percorrida pelos blocos a partir de C, até pararem. Multiplique sua resposta por 10.



Comentário:

Resposta: 9m

Vamos calcular a velocidade com que o bloco de massa m_1 atinge a superfície plana horizontal por meio da conservação da energia mecânica.

$$E_{MEC_i} = E_{MEC_f}$$

$$m_1 \cdot g \cdot R = \frac{m_1 \cdot V_1^2}{2}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,5}$$

$$V_1 = \sqrt{10} m/s$$

Na colisão haverá conservação da quantidade de movimento em um choque bate e gruda:

$$\vec{Q}_i = \vec{Q}_f$$

$$m_1 \cdot V_1 = (m_1 + m_2) \cdot V_{conj}$$

$$V_{conj} = \frac{m_1}{(m_1 + m_2)} \cdot V_1$$

$$V_{conj} = \frac{3,0}{5,0} \cdot \sqrt{10}$$

$$V_{conj} = 0,6 \cdot \sqrt{10} m/s$$

Agora, basta aplicar a equação de Torricelli, lembrando o fato de que a aceleração será dada pelo produto da gravidade pelo coeficiente de atrito.

$$|\vec{a}| = \mu \cdot g$$

$$|\vec{a}| = 0,2 \cdot 10 = 2 m/s^2$$

Aplicando Torricelli:

$$V^2 = V_0^2 - 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

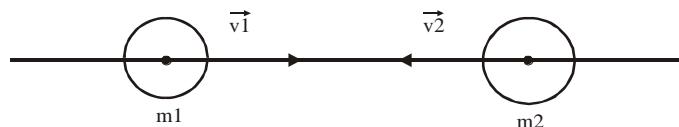
$$0^2 = (0,6 \cdot \sqrt{10})^2 - 2 \cdot 2 \cdot \Delta S$$

$$\Delta S = \frac{3,6}{4} = 0,9 m$$

Multiplicando a resposta por 10, obteremos o valor 9m.

20. (CESPE - UnB - DF) Dois corpos deslocando-se sobre uma superfície horizontal sem atrito sofrem choque frontal, conforme a figura. Após choque eles permanecem presos um ao outro. Calcule a energia cinética final do conjunto, em joules.

Dados: $m_1 = 4\text{kg}$; $m_2 = 2\text{kg}$; $v_1 = 1\text{m/s}$; $v_2 = 8\text{m/s}$



Comentário:

Resposta: 12J

Vamos utilizar a conservação da quantidade de movimento para obter a velocidade final do conjunto.

Uma observação podemos fazer nesse ponto da aula: **COMO O CESPE GOSTA DE QUESTÕES ENVOLVENDO COLISÕES INELÁSTICAS.**

Sabendo que o produto da velocidade pela massa do corpo 2 é maior que o mesmo produto no corpo 1, então podemos conservar a quantidade de movimento da seguinte forma:

$$\vec{Q}_i = \vec{Q}_f$$

$$m_2 \cdot V_2 - m_1 \cdot V_1 = (m_1 + m_2) V_{conj}$$

$$V_{conj} = \frac{m_2 \cdot V_2 - m_1 \cdot V_1}{(m_1 + m_2)}$$

$$V_{conj} = \frac{2 \cdot 8 - 4 \cdot 1}{4 + 2} = \frac{12}{6} = 2\text{m/s}$$

Portanto, a energia cinética será dada por:

$$V_{conj} = 2m / s$$

$$E_{C_{conj}} = \frac{m_{conj} \cdot V_{conj}^2}{2}$$

$$E_{C_{conj}} = \frac{6 \cdot 2^2}{2} = 12J$$

Portanto, a energia cinética final é igual a 12J.

21. (CESPE – UNB – 2005) Dois carros de mesma massa e mesma velocidade em módulo colidiram frontalmente. Em um dos carros, o motorista Alfredo, de massa m , estava usando o cinto de segurança, e o carro dele possuía air bag. No outro veículo, o motorista Bruno, também de massa m , não estava usando cinto de segurança, e o carro dele não possuía air bag. Imediatamente após a colisão, ocorrida no instante t_0 , Alfredo encontrava-se com o rosto encostado ao air bag, totalmente inflado, a uma distância de 0,5 m do volante. Nesse instante, ambos os motoristas encontravam-se a uma velocidade de 10 m/s em relação ao volante. O sistema air bag-cinto, a partir desse instante, exerceu uma força resultante constante contrária ao movimento de Alfredo, que o levou a atingir a velocidade igual a zero no exato instante t_1 em que seu rosto tocou o volante. Nessa situação, faça o que se pede nos itens abaixo, desprezando, a parte fracionária do resultado final obtido, após realizar todos os cálculos solicitados.

21.1 Calcule, em m/s^2 , o módulo da desaceleração sofrida por Alfredo.

Comentário:

Resposta: 100m/s²

Alfredo sofrerá uma desaceleração que pode ser calculada por meio da equação de Torricelli:

$$\begin{aligned} V^2 &= V_0^2 - 2.a.\Delta S \\ 0 &= 10^2 - 2.a.0,5 \\ a &= 100 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Lembre-se de que a distância é a que separa o motorista do volante (0,5m) e que a velocidade inicial é de 10m/s, e que a velocidade final vale zero.

21.2 Calcule, em s, o valor da diferença $t_1 - t_0$. Multiplique o valor encontrado por 100.

Comentário:

Resposta: 10s.

Vamos encontrar esse tempo por meio da aplicação da equação da velocidade:

$$\begin{aligned} V &= V_0 - a.(t_1 - t_0) \\ 0 &= 10 - 100.(t_1 - t_0) \\ (t_1 - t_0) &= 0,1 \text{ s} \end{aligned}$$

Multiplicando o resultado por 100, obtemos $(t_1 - t_0) = 10 \text{ s}$.

21.3 Supondo que a velocidade de Bruno, no instante em que seu rosto toca o volante — aqui considerado o mesmo instante da colisão —, é igual a 10 m/s e que o tempo para atingir o repouso é igual a $5 \times 10^{-3} \text{ s}$, calcule, em módulo, quantas vezes a força média contrária ao movimento de Bruno foi superior à de Alfredo.

Comentário:

Resposta: 20 vezes.

Vamos calcular a desaceleração a que fica submetido Bruno:

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$a = \frac{0 - 10}{5 \cdot 10^{-3}} = -2 \cdot 10^3 \text{ m/s}^2$$

Como ambos possuem a mesma massa:

$$F_{\text{Bruno}} = m_{\text{Bruno}} \cdot a_{\text{Bruno}}$$

$$F_{\text{Alfredo}} = m_{\text{Alfredo}} \cdot a_{\text{Alfredo}}$$

$$\frac{F_{\text{Bruno}}}{F_{\text{Alfredo}}} = \frac{a_{\text{Bruno}}}{a_{\text{Alfredo}}} = \frac{2 \cdot 10^3}{100} = 20$$

Ou seja, aquele motorista que está sem cinto e sem *air bag* sofrerá uma desaceleração 20 vezes maior que o outro, o que ocasionará uma série de deformações.

22. (CESPE – UNB – 2005) Considere que dois carros de mesma massa m colidiram frontalmente. Imediatamente antes da colisão, ambos estavam com velocidades em módulo iguais a v em relação ao asfalto. Suponha que apenas forças internas agiram sobre esse sistema e admita que a colisão foi inelástica. Com base nessa situação e desconsiderando a energia gasta na deformação dos carros, julgue os itens que se seguem.

22.1 Nas condições apresentadas, o sistema formado pelos dois carros possuía, antes da colisão, quantidade de movimento total igual a $2mv$.

Comentário:

Item incorreto.

O item está incorreto, pois a quantidade de movimento é uma grandeza vetorial, o que implica dizer que a quantidade de movimento inicial é nula, uma vez que serão dois vetores cujo módulo de cada um deles vale $m.v$, em sentidos opostos.

Portanto, a quantidade de movimento inicial é nula, e ela continuará sendo nula, por conta da conservação do momento linear, uma vez que se trata de um sistema isolado.

22.2 Após a colisão, a quantidade de movimento do sistema não se conservou.

Comentário:

Item incorreto.

Haverá conservação da quantidade de movimento, pois apenas forças internas agiram no sistema formado pelos dois veículos, o que o torna um sistema isolado.

22.3 A energia cinética do sistema formado pelos dois carros era igual a $2mv^2$ no momento da colisão.

Comentário:

Item incorreto.

Vamos calcular a energia cinética do sistema por meio da fórmula já vista aqui em nossas aulas tantas vezes, lembrando que são dois veículos com massa m e velocidade v .

$$\begin{aligned} E_C &= \frac{m.V^2}{2} + \frac{m.V^2}{2} \\ E_C &= m.V^2 \end{aligned}$$

23. (CESPE – UNB – CBM – ES – CFO – 2010) As leis de conservação são úteis para a resolução de problemas de mecânica, sobretudo quando as forças atuantes não são conhecidas. Os dois princípios mais utilizados são o da conservação da energia mecânica e o da conservação da quantidade de movimento. Obedece-se ao princípio de conservação da energia mecânica sempre que não houver forças dissipativas envolvidas e ao da conservação da quantidade de movimento sempre que um sistema puder ser

considerado isolado de forças externas. Com base nesses princípios, julgue os itens a seguir.

23.1 Se uma pedra de 0,5 kg for lançada do solo para o alto com velocidade de 10,0 m/s e retornar à mesma posição em que foi lançada com velocidade de 8,0 m/s, então o trabalho total efetuado pela força de atrito do ar terá sido igual a 10,0 J.

Comentário:

Item incorreto.

O trabalho efetuado pela força de atrito será o responsável pela dissipação de energia mecânica.

Portanto, basta calcular a variação da energia mecânica entre os dois pontos mencionados na questão, ou seja, a variação da energia cinética, uma vez que são pontos a mesma altura, não havendo desnível.

$$\begin{aligned}\Delta E_C &= \frac{mV_i^2}{2} - \frac{mV_f^2}{2} \\ \Delta E_C &= \frac{m}{2} (V_i^2 - V_f^2) \\ \tau_{Fat} &= \frac{0,5}{2} (8^2 - 10^2) \\ \tau_{Fat} &= 0,25.(64 - 100) \\ \tau_{Fat} &= -9J\end{aligned}$$

Ou seja, 9J de energia foram dissipados por meio da realização de trabalho resistente por parte da força de atrito.

23.2 Considere um corpo em movimento retilíneo sobre uma superfície horizontal com atrito. Uma prova de que sua energia é conservada é o aquecimento da superfície.

Comentário:

Item incorreto.

A energia do corpo é do tipo mecânica e nesse caso não haverá conservação da energia mecânica, pois há atrito entre as superfícies, estando esta força realizando trabalho resistente.

Observe que o enunciado não mencionou energia total, portanto não podemos aplicar o princípio da conservação da energia total.

23.3 Suponha que uma bola de basquete, anteriormente em repouso, seja solta verticalmente sob ação da gravidade de uma altura h . Suponha, ainda, que, após rebater no solo, a bola alcance a altura $h/2$. Nessa situação, para que essa bola, solta da mesma altura h , alcance em nova largada, a altura $3h/4$, deve-se aumentar seu coeficiente de restituição em 50%.

Comentário:**Item incorreto.**

O coeficiente de restituição do choque pode ser calculado pela velocidade final dividida pela velocidade inicial, uma vez que temos apenas um corpo se movimentando.

$$e = \frac{V_f}{V_0}$$

As velocidades serão calculadas por meio da conservação da energia mecânica, pois a bola está sujeita exclusivamente à ação da força da gravidade (peso), que é conservativa.

$$\begin{aligned} V_f &= \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{h}{2}} = \sqrt{gh} \\ V_0 &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ e &= \frac{\sqrt{gh}}{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

Então já sabemos quanto vale o coeficiente de restituição da colisão.

Para que o corpo atinja a altura $3h/4$:

$$\begin{aligned} V_f &= \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{3h}{4}} = \sqrt{\frac{3}{2} gh} \\ V_0 &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ e' &= \frac{\sqrt{\frac{3}{2} gh}}{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \end{aligned}$$

Logo,

$$\begin{aligned} e' &= \frac{\sqrt{3}}{2} \\ e &= \frac{\sqrt{2}}{2} \\ \frac{e'}{e} &= \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{2} \\ e' &= e \cdot \frac{\sqrt{6}}{2} = 1,22e \\ e' &= e + 22\%e \end{aligned}$$

Logo, percebemos que o coeficiente e' é diferente do coeficiente $e + 50\%$ de e .

24. (CESPE – UNB – CBM – ES – SOLDADO - 2010) Uma haste fina, rígida, de massa desprezível e com 0,50 m de comprimento tem uma de suas extremidades fixada sobre uma mesa horizontal e pode girar livremente (sem tocar a superfície da mesa) em torno do ponto fixo. Considere que, na outra extremidade da haste, esteja preso um objeto de massa $m = 4,0$ kg, apoiado sobre a superfície da mesa e, inicialmente, em repouso. Suponha que, entre o objeto e a mesa, exista atrito, com coeficiente $\mu =$

0,1, e que, em certo momento, o objeto receba um impulso de 2,0 kg.m/s, perpendicular à direção sobre a qual se estende a haste e paralelamente à superfície da mesa, comece a girar e pare após certo instante. Com base nessa situação, julgue os itens que se seguem. Considere a aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3,14$.

Essa questão vai para todos os alunos do curso, como todas as questões, mas agradeço ao *Eustáquio*, que pediu para resolvê-la no fórum de dúvidas, bem quando estava produzindo esta aula.

24.1 O trabalho total efetuado pela força de atrito é igual a 0,5 J.

Comentário:

Item correto.

Considerando-se o impulso fornecido ao bloco, podemos calcular a variação da quantidade de movimento experimentada pelo corpo.

$$\begin{aligned} |\vec{I}| &= |\Delta\vec{Q}| \\ |\vec{I}| &= |m(V_f - V_i)| \\ 2,0 &= 4 \cdot |(0 - V_i)| \\ V_i &= 0,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

A força de atrito é a responsável pela redução da energia cinética inicial dada a partícula por conta dessa velocidade inicial calculada acima.

$$\begin{aligned} \tau_{Fat} &= \Delta E_{Cin} \\ \tau_{Fat} &= |E_{C_f} - E_{C_i}| \\ \tau_{Fat} &= |0 - \frac{mV_i^2}{2}| \\ \tau_{Fat} &= \left| -\frac{4 \cdot 0,5^2}{2} \right| \\ \tau_{Fat} &= 0,5 \text{ J} \end{aligned}$$

Não é necessário utilizar a fórmula vista na parte teórica da aula de trabalho mecânico, lembre-se de que as fórmulas não resolvem tudo, o ideal é raciocinar em cima dos dados que lhe são fornecidos na questão.

Se você for tentar resolver utilizando a fórmula do trabalho da força de atrito, você terá um trabalho muito grande para descobrir o deslocamento do corpo.

Por isso tudo, sugiro raciocinar mais e tentar resolver as questões com um pensando 70% do tempo e escrevendo apenas 30%.

24.2 Durante todo o movimento do referido objeto, a aceleração centrípeta é constante.

Comentário:

Item incorreto.

A aceleração centrípeta é constante apenas se velocidade e raio forem constantes e você lembra-se o motivo, se não lembrar, basta verificar a fórmula abaixo:

$$a_{CTP} = \frac{V^2}{R}$$

Perceba que a velocidade não será constante, justamente por conta da atuação da força de atrito dinâmico que dissipava energia cinética.

Assim, a aceleração centrípeta não pode ser constante.

24.3 O movimento resultante será circular e uniformemente desacelerado.

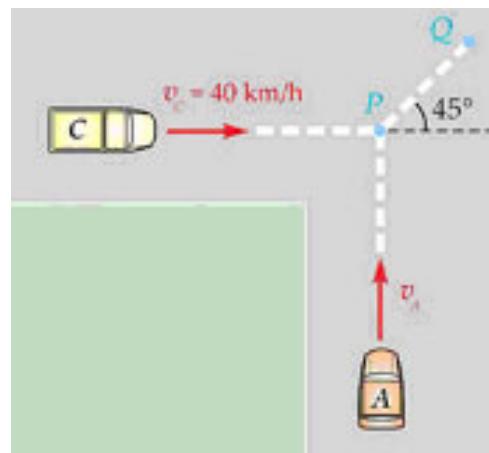
Comentário:

Item correto.

Já que a trajetória é circular, então o movimento é do tipo circular. Por outro lado, a presença da aceleração tangencial ocasionada pelo atrito entre a superfície da mesa e do corpo, torna o movimento uniformemente retardado ou desacelerado.

Não esqueça de que o atrito é uma força sempre contrária ao movimento, ou seja, desaceleradora.

25. Um automóvel A e uma caminhonete C, trafegando em vias perpendiculares, colidem no ponto P de uma esquina e, a seguir, prosseguem “grudados” na direção PQ. Sabe-se que a caminhonete tem o dobro da massa do automóvel e que sua velocidade antes da colisão era $v_C = 40 \text{ km/h}$.



Ao relatar a colisão à polícia técnica, o motorista do automóvel declarou que, antes do choque, seu carro trafegava com velocidade de valor abaixo da máxima permitida no local (60 km/h).

- a) Verifique se a afirmação do motorista é verdadeira ou falsa.

Comentário:

Resposta: falsa.

Aposto em uma questão como essa para a prova da PRF, pois se trata de uma situação muito comum ao dia a dia dos PRF's.

Vejamos o que fazer:

- Sistema Isolado – colisão mecânica
- Conservação da quantidade de movimento

A conservação dar-se-á em duas direções, pois as velocidades iniciais são perpendiculares. Assim, perceba que a quantidade de movimento inicial na direção do movimento de A vale:

$$|\vec{Q}_{i_Y}| = m_A \cdot V_A$$

Essa quantidade de movimento nesta direção deverá manter-se constante, portanto, vamos calcular a componente do vetor quantidade de movimento após a colisão:

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{f_Y}| &= (m_A + m_B) \cdot V_{conj} \cdot \sin 45^\circ \\ |\vec{Q}_{f_Y}| &= (m_A + 2 \cdot m_A) \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\ |\vec{Q}_{f_Y}| &= 3m_A \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

Vamos fazer a mesma coisa na direção X (movimento de C):

$$|\vec{Q}_{i_X}| = m_C \cdot V_C$$

Calculando a quantidade de movimento depois da colisão:

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{f_X}| &= (m_A + m_B) \cdot V_{conj} \cdot \cos 45^\circ \\ |\vec{Q}_{f_X}| &= (m_A + 2 \cdot m_A) \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\ |\vec{Q}_{f_X}| &= 3m_A \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \end{aligned}$$

Igualando as duas últimas:

$$\begin{aligned}
 |\vec{Q}_{f_X}| &= 3m_A \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\
 |\vec{Q}_{i_X}| &= m_C \cdot V_C \\
 |\vec{Q}_{f_X}| &\equiv |\vec{Q}_{i_X}| \\
 3\cancel{m_A} \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} &= 2 \cdot \cancel{m_A} \cdot V_C \\
 V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} &= \frac{2 \cdot V_C}{3} = \frac{2.40}{3} \\
 V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} &= \frac{80}{3} \text{ km/h}
 \end{aligned}$$

Logo, vamos calcular a velocidade do automóvel conservando a quantidade de movimento na direção Y:

$$\begin{aligned}
 |\vec{Q}_{i_Y}| &= m_A \cdot V_A \\
 |\vec{Q}_{f_Y}| &= 3m_A \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\
 |\vec{Q}_{i_Y}| &\equiv |\vec{Q}_{f_Y}| \\
 \cancel{m_A} \cdot V_A &= 3\cancel{m_A} \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\
 V_A &= 3 \cdot V_{conj} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \\
 V_A &= 3 \cdot \frac{80}{3} = 80 \text{ km/h}
 \end{aligned}$$

Logo, perceba que a velocidade do automóvel estava acima do limite de máximo permitido para a via.

b) Determine a intensidade da velocidade do conjunto (A + C) imediatamente após a colisão.

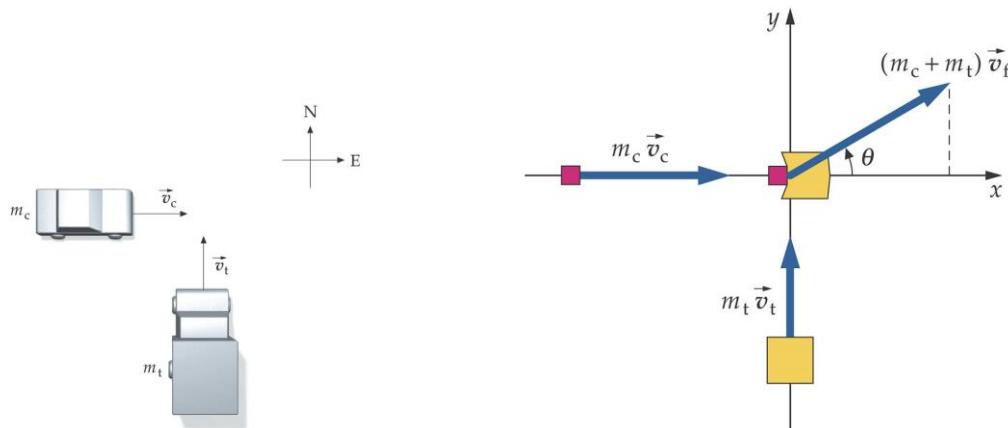
Comentário:**Resposta: 37,7km/h.**

A velocidade do conjunto será dada por meio da conservação da quantidade de movimento antes e depois da colisão:

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_i| &= |\vec{Q}_f| \\ \sqrt{(m_A \cdot V_A)^2 + (m_B \cdot V_B)^2} &= (m_A + m_B) \cdot V_{conj} \\ V_{conj} &= \frac{\sqrt{(m_A \cdot V_A)^2 + (m_B \cdot V_B)^2}}{(m_A + m_B)} \\ V_{conj} &= \frac{\sqrt{(m_A \cdot 80)^2 + (2m_A \cdot 40)^2}}{2m_A + m_A} \\ V_{conj} &= \frac{m_A \cdot \sqrt{(80^2 + 80^2)}}{3m_A} \\ V_{conj} &= \frac{80\sqrt{2}}{3} \\ V_{conj} &= 37,7 \text{ km/h} \end{aligned}$$

26. Você está dirigindo um carro de 1200kg, viajando para o leste e em um cruzamento quando um outro veículo de 3000kg, viajando para o norte, atravessa o cruzamento e bate em seu carro (veja figura). Seu carro e o outro permanecem grudados após a colisão. Verifique se seu carro estava acima da velocidade permitida que é 80km/h, sabendo que não houve marcas de freada, e o caminhão ficou com o velocímetro preso na indicação de 50km/h, e que os dois deslizam a 59° ao norte do leste?

Dados: ($\sin 59^\circ = 0,85$; $\cos 59^\circ = 0,51$).



Comentário:

Resposta: abaixo.

Questão com raciocínio bem parecido com a anterior. Agora fica até mais fácil de raciocinar, uma vez que você já acompanhou toda a resolução da questão 24.

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{i_x}| &= m_C \cdot V_C \\ |\vec{Q}_{i_x}| &= 1.200V_C \end{aligned}$$

A quantidade de movimento final será dada por:

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{f_y}| &= (m_C + m_t) \cdot V_{conj} \cdot \cos 59^\circ \\ |\vec{Q}_{f_y}| &= (1.200 + 3000) \cdot V_{conj} \cdot 0,51 \\ |\vec{Q}_{f_y}| &= 2.142 \cdot V_{conj} \end{aligned}$$

Igualando (sistema isolado):

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{i_x}| &= 1.200V_C \\ |\vec{Q}_{f_y}| &= 2.142 \cdot V_{conj} \\ |\vec{Q}_{i_x}| &= |\vec{Q}_{f_y}| \\ 1.200V_C &= 2.142 \cdot V_{conj} \\ V_C &= 1,785 \cdot V_{conj} \end{aligned}$$

Vamos encontrar a velocidade do conjunto conservando a quantidade de movimento na direção do movimento do carro T.

$$|\vec{Q}_{i_Y}| = m_t \cdot V_t$$

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{f_Y}| &= (m_C + m_t) \cdot V_{conj} \cdot \text{sen}59^\circ \\ |\vec{Q}_{f_Y}| &= (1.200 + 3.000) \cdot V_{conj} \cdot 0,85 \\ |\vec{Q}_{f_Y}| &= 3.570 \cdot V_{conj} \end{aligned}$$

Conservando a quantidade de movimento nessa direção:

$$\begin{aligned} |\vec{Q}_{i_Y}| &= m_t \cdot V_t \\ |\vec{Q}_{i_Y}| &= 3.000 \cdot 50 = 150.000 \\ |\vec{Q}_{f_Y}| &= 3.570 \cdot V_{conj} \\ |\vec{Q}_{i_Y}| &= |\vec{Q}_{f_Y}| \\ 150.000 &= 3.570 \cdot V_{conj} \\ V_{conj} &= 42 \text{ km/h} \end{aligned}$$

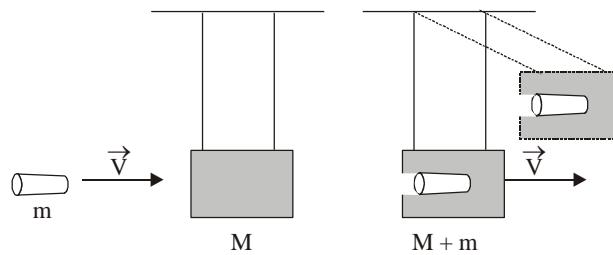
Finalmente, vamos calcular a velocidade do carro antes da colisão:

$$\begin{aligned} V_C &= 1,785 \cdot V_{conj} \\ V_C &= 1,785 \cdot 42 \\ V_C &= 75 \text{ km/h} \end{aligned}$$

Portanto, o carro estava abaixo da velocidade permitida.

27. (UFG) O pêndulo balístico é um dos dispositivos usados para medir velocidades de projéteis. O pêndulo é composto basicamente por um bloco de madeira de massa M suspenso por fios ideais de massa desprezível, conforme figura abaixo. Estando o bloco na sua posição natural de equilíbrio, um projétil de massa m é atirado horizontalmente

com velocidade alojando-se neste. Após a colisão, o conjunto (bloco + bala) adquire uma velocidade.



Desprezando o atrito entre o bloco e o ar, pode-se afirmar que

27.1 a colisão é perfeitamente elástica.

Comentário:

Item incorreto.

A colisão é do tipo bate e gruda, portanto, será inelástica.

27.2 a velocidade da bala antes da colisão é $[(M + m)/m]V$.

Comentário:

Item correto.

Vamos usar a conservação da quantidade de movimento.

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

$$m_p \cdot V_p = (m_p + m_b) V_{conjunto}$$

$$V_{conjunto} = \frac{m}{(m+M)} \cdot V_p$$

$$V_p = \frac{(m+M)}{m} \cdot V$$

27.3 a energia mecânica conserva-se após a colisão.

Comentário:

Item correto.

O atrito foi considerado desprezível, assim como todas as forças resistivas, o que implica que após a colisão haverá conservação de energia mecânica.

Lembre-se que na colisão há perdas de energia mecânica, inclusive, por conta da colisão inelástica, a perda é máxima.

27.4 o momento linear do sistema, bloco + bala, conserva-se após a colisão.

Comentário:

Item incorreto.

Após a colisão há força resultante externa, que funciona inclusive como resultante centrípeta e tangencial.

O momento linear é conservado apenas durante a colisão mecânica.

28. (CESPE – UNB – PC – ES – PERITO CRIMINAL) Com relação aos princípios da física e suas aplicações, julgue os itens a seguir.

28.1 Considere que um pêndulo balístico, composto por um bloco de massa M , em repouso, suspenso por um fio, ao ser atingido por um projétil de massa m , com velocidade igual a v , alcança uma altura h acima do solo. Supondo que a colisão seja perfeitamente inelástica e sem perda de energia, a velocidade v do projétil, em função da altura e das massas, é expressa por $v = \sqrt{(m+M).2.g.h}$.

Comentário:

Item incorreto.

Questão clássica de pêndulo balístico, na qual podemos utilizar o raciocínio já visto em questão anterior. Inclusive a pergunta é a mesma, ou seja, o comportamento da velocidade do projétil antes da colisão em função da altura.

Da conservação da quantidade de movimento antes e depois da colisão:

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

$$m_p \cdot V_p = (m_p + m_b) V_{conjunto}$$

$$V_{conjunto} = \frac{m}{(m+M)} \cdot V_p$$

$$V_p = \frac{(m+M)}{m} \cdot V$$

Da conservação da energia mecânica:

$$V_{conjunto} = \frac{m_p}{(m_p + m_b)} \cdot V_p$$

$$V_{conjunto} = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

igualando:

$$\frac{m_p}{(m_p + m_b)} \cdot V_p = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$V_p = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot \frac{(m_p + m_b)}{m_p}$$

Portanto a expressão do item está incorreta.

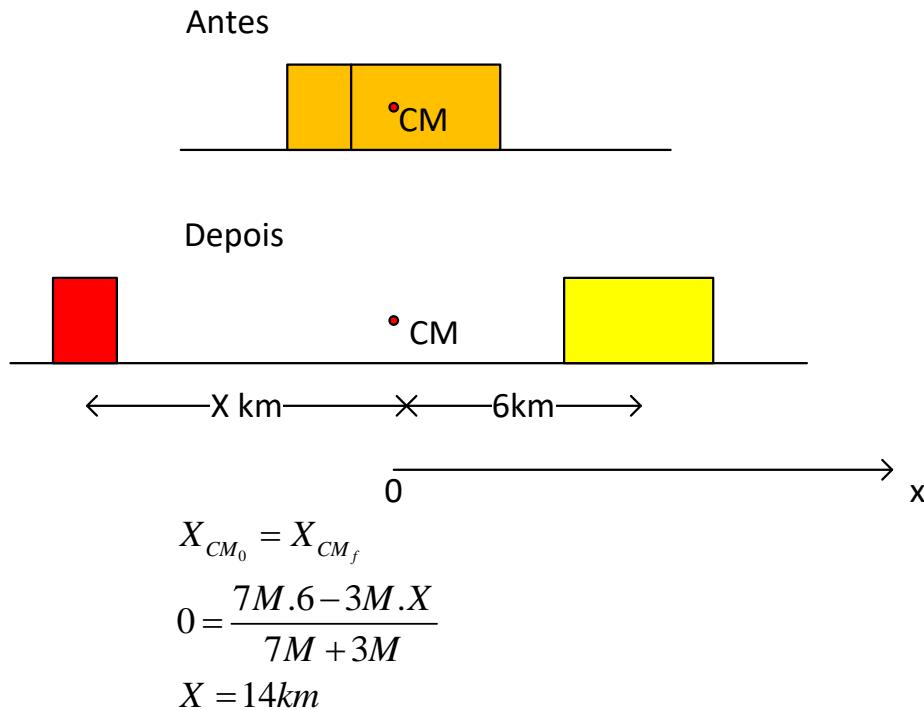
28.2 Considere que um objeto de massa 10 M, em estado de repouso, sofra uma explosão interna ao sistema e fragmente-se em dois corpos de massas 3 M e 7 M. Nesse caso, sabendo-se que o corpo de massa 7 M encontra-se a 6 km da posição original do objeto, então a distância entre os fragmentos é de 20 km.

Comentário:

Item correto.

Vamos utilizar a conservação da posição do centro de massa, pois em um sistema isolado como o da questão a quantidade de movimento mantém-se constante, assim, a velocidade do centro de massa também deve ser constante.

Como o sistema encontrava-se em repouso no início, então o centro de massa estava em repouso e assim ele vai se manter.



Logo, a distância entre os dois vale $X + 6 = 14 + 6 = 20 \text{ km}$.

A conservação da posição do centro de massa é muito utilizada em questões de sistemas isolados quando são fornecidas as posições de cada corpo após se separarem.

O CM só mudará a sua posição se um agente externo agir sobre o sistema.

29. (UFG) A esfera 1 de massa m é solta da posição indicada da figura (altura h). Ela colide frontal e elasticamente com o bloco 2 em repouso e de mesma massa m . Os atritos com as superfícies são desprezíveis. Assim, é correto afirmar que:



29.1 a esfera 1 colidirá com o bloco com velocidade $\sqrt{2gh}$ e com a colisão haverá perda de energia cinética do sistema;

Comentário:

Item incorreto.

Chegamos a uma colisão elástica, finalmente.

Lembre-se que nessa colisão haverá sempre a conservação da energia mecânica, que no caso da questão é a energia cinética e também haverá conservação da quantidade de movimento.

Portanto, não haverá perda de energia cinética e sim conservação.

A velocidade com que a esfera colidira com o bloco está correta, basta aplicar a conservação da energia mecânica:

$$\begin{aligned} E_{MEC_0} &= E_{MEC_f} \\ \cancel{m \cdot g \cdot h} &= \frac{\cancel{m \cdot V^2}}{2} \\ V &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \end{aligned}$$

29.2 a esfera 1 ficará parada após a colisão;

Comentário:

Item correto.

Vamos aplicar a conservação da quantidade de movimento, e também o coeficiente de restituição.

$$\begin{aligned} \vec{Q}_0 &= \vec{Q}_f \\ m\sqrt{2 \cdot g \cdot h} &= m \cdot V_1 + m \cdot V_2 \\ V_1 + V_2 &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \end{aligned}$$

No cálculo acima estamos supondo que ambos deslocam-se para a direita após a colisão, o bloco com velocidade V_2 e a esfera com velocidade V_1 .

Vamos agora aplicar o coeficiente de restituição:

$$e = \frac{|V_{\text{Rel}_{af}}|}{|V_{\text{Rel}_{ap}}|} = 1$$

$$|V_{\text{Rel}_{af}}| = |V_{\text{Rel}_{ap}}|$$

$$V_1 - V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Somando as duas equações:

$$V_1 - V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$V_1 + V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

somando :

$$2V_1 = 0$$

$$V_1 = 0$$

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Perceba que a esfera que possuía velocidade antes da colisão irá parar após a colisão, enquanto que o bloco que se encontrava em repouso antes da colisão passará a ter velocidade depois da colisão.

Ocorrerá uma troca de velocidades, ou seja, quem estava parado “roubará” a velocidade de quem estava em movimento.

29.3 a mola de constante elástica k , em sua compressão máxima x , exercerá sobre o bloco 2 uma força, em módulo, igual a kx e adquirirá uma energia potencial elástica igual a $kx^2/2$;

Comentário:

Item correto.

Quando em deformação máxima x , a mola irá empurrar o bloco com uma força $k.x$, de acordo com a Lei de Hooke.

Por outro lado, a energia potencial elástica será $kx^2/2$, apenas aplicação da fórmula já vista.

29.4 se não houver o bloco 2, a esfera 1 provocaria a mesma compressão máxima x na mola;

Comentário:

Item correto.

Você percebeu que a velocidade do bloco é a mesma velocidade da esfera antes da colisão, o que houve foi uma troca de velocidades. Assim, a esfera colidiria com a mola com a mesma velocidade que o bloco colidiu, provocando uma mesma deformação máxima.

Poderíamos chegar a mesma conclusão, bastando para isso levar em conta que o sistema é conservativo o tempo inteiro, a colisão não dissipava energia mecânica, uma vez que é elástica.

29.5 após as possíveis colisões, a esfera 1 voltará à mesma posição inicial.

Comentário:

Item correto.

Como as colisões são elásticas, então a energia mecânica conserva-se, voltando a esfera para o mesmo ponto de que foi abandonada. Não havendo dissipação, o sistema transforma-se em um moto-perpétuo, por isso que é apenas teórico.

30. O air-bag, equipamento utilizado em veículos para aumentar a segurança dos seus ocupantes em uma colisão, é constituído por um saco de material plástico que se infla rapidamente quando ocorre uma desaceleração violenta do veículo, interpondo-se entre o motorista, ou o passageiro, e a estrutura do veículo. Consideremos, por exemplo, as colisões frontais de dois veículos iguais, a uma mesma velocidade, contra um mesmo

obstáculo rígido, um com air-bag e outro sem air-bag, e com motoristas de mesma massa. Os dois motoristas sofrerão, durante a colisão, a mesma variação de velocidade e a mesma variação da quantidade de movimento. Entretanto, a colisão do motorista contra o air-bag tem uma duração maior do que a colisão do motorista diretamente contra a estrutura do veículo. De forma simples, o air-bag aumenta o tempo de colisão do motorista do veículo, isto é, o intervalo de tempo transcorrido desde o instante imediatamente antes da colisão até a sua completa imobilização. Em consequência, a força média exercida sobre o motorista no veículo com air-bag é muito menor, durante a colisão.

Considerando o texto acima, assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

30.1 A colisão do motorista contra o air-bag tem uma duração maior do que a colisão do motorista diretamente contra a estrutura do veículo.

Comentário:

Item correto.

Mais uma questão versando sobre o dispositivo *air-bag*.

Já foi comentado nesta aula que a vantagem desse equipamento é o tempo de duração da colisão que é maior, ocasionando uma força menor.

30.2 A variação da quantidade de movimento do motorista do veículo é a mesma, em uma colisão, com ou sem a proteção do air-bag.

Comentário:

Item correto.

Foi esclarecido também na questão anterior acerca de *air-bag*, que a variação da quantidade de movimento é a mesma, ou seja, o corpo sai de uma velocidade inicial e retarda seu movimento até uma velocidade final que é a mesma em ambos os casos, o que há de diferente é o tempo de retardo que é bem maior no caso da colisão com o *air-bag*.

30.3 O impulso exercido pela estrutura do veículo sobre o motorista é igual à variação da quantidade de movimento do motorista.

Comentário:

Item correto.

Tradução na íntegra do teorema do impulso.

O impulso da força resultante sobre o motorista é igual à variação da quantidade de movimento sobre ele.

30.4 O impulso exercido sobre o motorista é o mesmo, em uma colisão, com air-bag ou sem air-bag.

Comentário:

Item correto.

Se a variação da quantidade de movimento é a mesma, então o impulso é o mesmo, de acordo com o próprio teorema do impulso.

30.5 A variação da quantidade de movimento do motorista é igual à variação da quantidade de movimento do veículo.

Comentário:

Item incorreto.

O impulso da força resultante sobre o veículo é diferente do impulso da força resultante sobre o carro, uma vez que são forças distintas as que atuam em cada um deles, bem como o tempo para a redução da velocidade.

30.6 A grande vantagem do air-bag é aumentar o tempo de colisão e, assim, diminuir a força média atuante sobre o motorista.

Comentário:

Item correto.

O tempo para a variação da quantidade de movimento do motorista protegido pelo *air-bag* é maior que o do motorista desprovido deste equipamento.

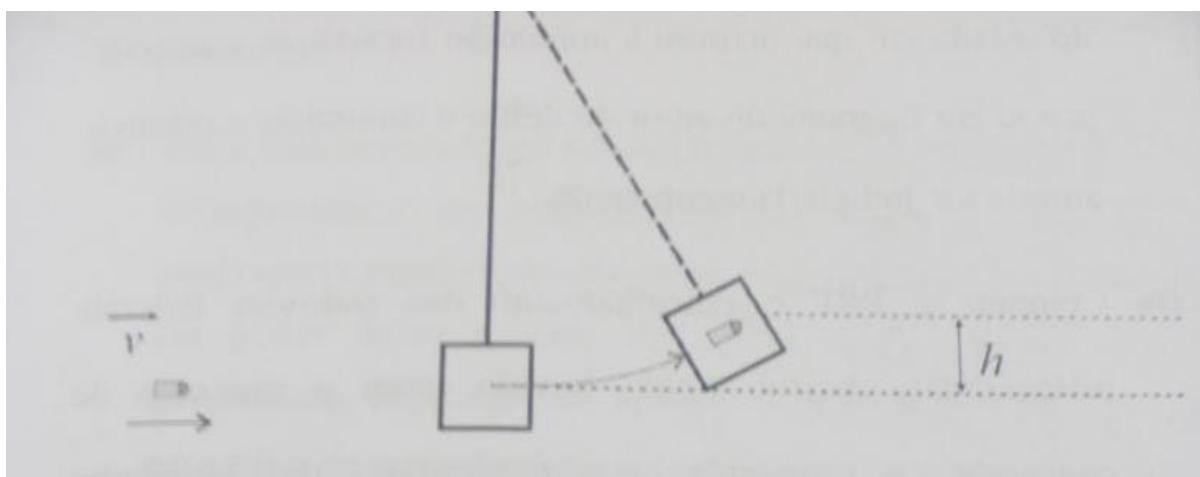
30.7 Tanto a variação da quantidade de movimento do motorista como o impulso exercido para pará-lo são iguais, com ou sem "air-bag"; portanto, a força média exercida sobre ele é a mesma, também.

Comentário:

Item incorreto.

O item está correto até o finalzinho, pois quando diz que a força exercida é a mesma ele comete um equívoco, pois a força é menor quando o motorista está protegido, uma vez que o tempo é maior, logo a força será menor.

31. (CESPE-UNB – PRF – 2013)



Uma bala de revólver de massa igual a 10g foi disparada com velocidade v , na direção do bloco de massa igual a 4kg, suspenso por um fio, conforme ilustrado na figura acima. A bala ficou encravada no bloco e o conjunto subiu até uma altura h igual a 30cm.

Considerando as informações e considerando que a aceleração da gravidade seja igual a 10m/s^2 , julgue o item abaixo.

- 1.** Se toda a energia cinética que o conjunto adquiriu imediatamente após a colisão fosse transformada em energia potencial, a velocidade do conjunto após a colisão e a velocidade com que a bala foi disparada seriam respectivamente superiores a $2,0\text{m/s}$ e 960m/s .

Gabarito: Item correto.

Comentário:

Você deve atentar para dois fatos:

1. Conservação da energia mecânica após a colisão até o conjunto parar na altura de 30cm.

$$\begin{aligned} E_{MEC_0} &= E_{MEC_f} \\ \frac{\cancel{m_{conjunto}} \cdot V_{conjunto}^2}{2} &= \cancel{m_{conjunto}} \cdot g \cdot h \\ V_{conjunto}^2 &= 2 \cdot g \cdot h \\ V_{conjunto} &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\ V_{conjunto} &= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,3} \\ V_{conjunto} &\cong 2,45\text{m/s} \end{aligned}$$

2. Conservação da quantidade de movimento (momento linear) antes e depois da colisão.

$$\vec{Q}_0 = \vec{Q}_f$$

$$m_{bala} \cdot V_{bala} = (m_{bala} + m_{bloco})V_{conjunto}$$

$$0,01 \cdot V_{bala} = (4 + 0,01) \cdot 2,45$$

$$V_{bala} = \frac{4,01 \cdot 2,45}{0,01}$$

$$V_{bala} = 982,45 \text{ m/s}$$

Lembre-se de que a unidade da massa do projétil (bala) foi transformada para kg, dividindo-se o respectivo valor por 1.000.

Assim, como o enunciado afirmava que as velocidades acima encontradas eram superiores a 2,0m/s e 960m/s respectivamente, então o item está correto.

32. (CESGRANRIO – SEED – SP – PROFESSOR DE FÍSICA) Numa colisão frontal inelástica de dois veículos, eles se mantiveram parados no preciso local do impacto entre eles, ou seja, nenhum deles foi arrastado, mesmo tendo um deles 300 kg mais de massa que o outro. Se o mais leve pesa 600 kg e estava a 30 km/h, a velocidade do outro deveria ser

- (A) 60 km/h
- (B) 30 km/h
- (C) 20km/h
- (D) 15km/h
- (E) 10km/h

Resposta: item C.

Comentário:

Olha só, essa questão é bem simples, vamos conservar a quantidade de movimento (momento linear) e verificar o que ocorre. Vamos verificar que a massa dos blocos são:

$$M_A = 600\text{kg}, M_B = 900\text{kg}.$$

Note que os corpos devem ter velocidades em sentidos diferentes, uma vez que a colisão foi frontal, por isso a quantidade de movimento de um deles deve ser negativa:

$$\begin{aligned}\vec{Q}_f &= \vec{Q}_i \\ M_A \cdot V_A - M_B \cdot V_B &= 0 \\ M_A \cdot V_A &= M_B \cdot V_B \\ 600 \cdot 30 &= 900 \cdot V_B \\ V_B &= 20 \text{ km/h}\end{aligned}$$

33. (FGV – POLÍCIA CIVIL – PERITO CRIMINAL) O pêndulo balístico é um dispositivo utilizado para medir a velocidade de balas de armas de fogo. Considere o caso em que uma bala de massa 16g é disparada contra um bloco de 4984g suspenso por fios ideais. Em uma colisão considerada instantânea e totalmente inelástica, a bala aloja-se no bloco e o centro de massa do conjunto formado pelo bloco e a bala sobe a uma altura máxima de 3,2cm (com relação à posição inicial, antes da colisão).

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, o módulo da velocidade da bala, imediatamente antes de atingir o bloco é:

- (A) 120m/s.
- (B) 180m/s.
- (C) 200m/s.
- (D) 210m/s.
- (E) 250m/s.

Resposta: Item E.

Comentário:

Uma de Pêndulo Balístico:

Você deve atentar para dois fatos:

1. Conservação da energia mecânica após a colisão até o conjunto parar na altura de 30cm.

$$\begin{aligned}
 E_{MEC_0} &= E_{MEC_f} \\
 \frac{\cancel{m_{conjunto}} \cdot V_{conjunto}^2}{2} &= \cancel{m_{conjunto}} \cdot g \cdot h \\
 V_{conjunto}^2 &= 2 \cdot g \cdot h \\
 V_{conjunto} &= \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \\
 V_{conjunto} &= \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,032} \\
 V_{conjunto} &\cong 0,8 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

2. Conservação da quantidade de movimento (momento linear) antes e depois da colisão.

$$\begin{aligned}
 \vec{Q}_0 &= \vec{Q}_f \\
 m_{bala} \cdot V_{bala} &= (m_{bala} + m_{bloco}) V_{conjunto} \\
 16 \cdot V_{bala} &= (4.984 + 16) \cdot 0,8 \\
 V_{bala} &= \frac{5.000 \cdot 0,8}{16} \\
 V_{bala} &= 250 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

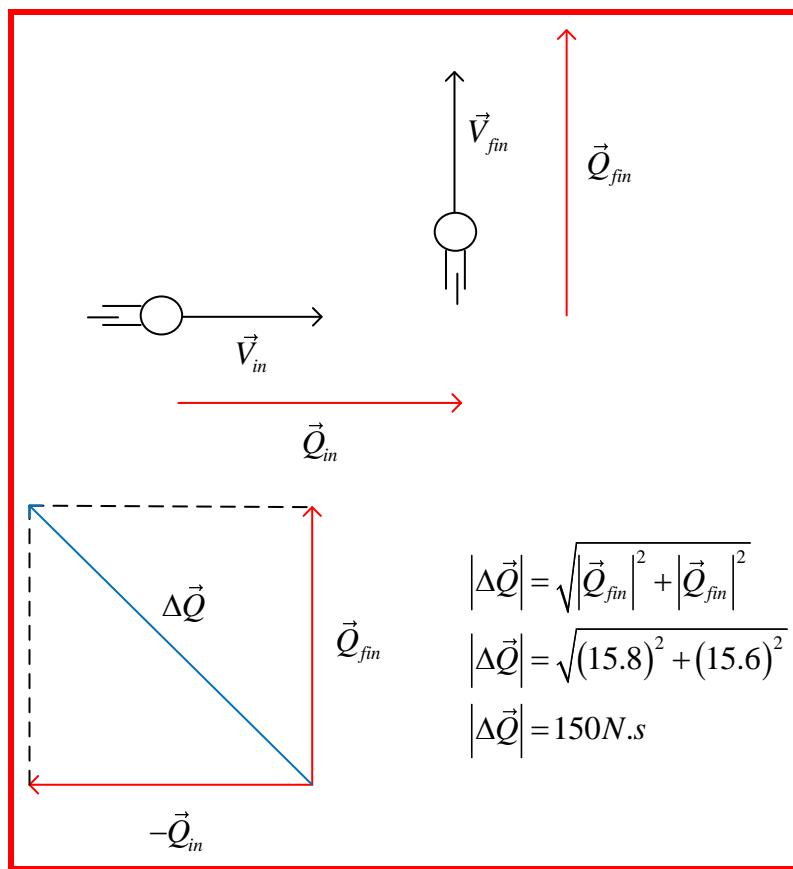
34. (CESGRANRIO – DECEA – CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO) Um corpo de massa $m=15\text{kg}$ desloca-se em linha reta com velocidade \vec{V} horizontal de intensidade 6m/s . Esse corpo recebe um impulso de tal forma que passa a ter uma velocidade \vec{w} perpendicular a \vec{V} e de intensidade 8m/s . O módulo desse impulso, em N.s, é:

- (A) 210 (B) 180 (C) 150 (D) 120 (E) 100

Resposta: Item C.

Comentário:

Nessa questão vamos utilizar o teorema do impulso, que afirma que a variação da quantidade de movimento é igual ao impulso da força resultante:



$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$|I| = 150 \text{ N.s}$$

35. (PC - PI) Com relação às colisões de corpos, é correto afirmar:

- a) Na colisão elástica os corpos permanecem em separado após a colisão, e o momento linear não é conservado.
- b) Na colisão elástica os corpos permanecem grudados após a colisão, e o momento linear é conservado.
- c) Na colisão inelástica não é conservada a energia e nem o momento linear.
- d) Na colisão inelástica os corpos permanecem em separado após a colisão.
- e) Na colisão inelástica não existe conservação da energia, mas o momento linear é conservado.

Resposta: Item E.

Comentário:

Item A: incorreto, pois em toda colisão o momento linear (quantidade de movimento) se conserva.

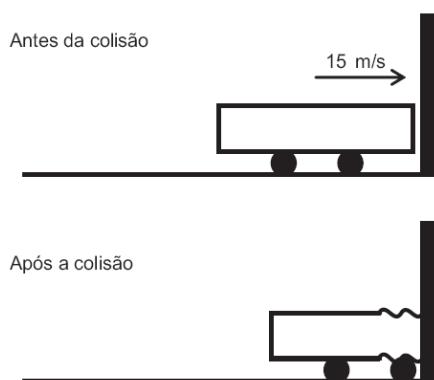
Item B: Incorreto, pois esse é o tipo de colisão inelástica, ou totalmente inelástica.

Item C: Incorreto, Já vimos que o momento linear é conservado em toda colisão.

Item D: Incorreto, a colisão inelástica é conhecida como bate e cola, ou seja, os corpos permanecem colados depois da colisão.

Item E: Correto. A energia só se conserva na colisão elástica, por outro lado, em toda colisão o momento linear é conservado.

36. (CESGRANRIO – DECEA CONTROLADOR DE TRÁFEGO AÉREO) Um automóvel de massa 1.000 kg, inicialmente a 15 m/s, colide contra uma parede e para, conforme mostram as Figuras abaixo.



Sabendo-se que a colisão durou 0,20 s, qual é, aproximadamente, em N, o módulo da força média da parede sobre o carro durante a colisão?

(A) 1.330

- (B) 3.000
- (C) 6.660
- (D) 15.000
- (E) 75.000

Resposta: Item E.

Comentário:

A questão acima versa sobre o assunto de colisões, impulso e quantidade de movimento.

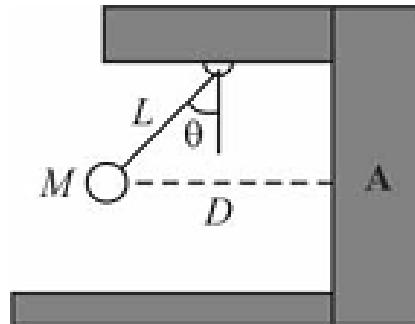
Vamos resolvê-la utilizando o teorema do impulso.

Veja que o corpo inicialmente está com uma velocidade de 15m/s e após sofrer a colisão, permanece em repouso.

Assim, utilizando-se o teorema do impulso, temos:

$$\begin{aligned}
 \vec{I} &= \Delta \vec{Q} \\
 |\vec{I}| &= |\vec{Q}_{\text{FINAL}} - \vec{Q}_{\text{INICIAL}}| \\
 |\vec{I}| &= |m \vec{V}_{\text{FINAL}} - m \vec{V}_{\text{INICIAL}}|, V_{\text{FINAL}} = 0 \\
 |\vec{I}| &= |-m \vec{V}_{\text{INICIAL}}| \\
 |\vec{I}| &= |-1.000 \times 15|, \text{ como } |\vec{I}| = |\vec{F}| \times \Delta t \\
 |\vec{F}| \times 0,2 &= 15.000 \\
 |\vec{F}_{\text{Média}}| &= 75.000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

(CESPE – FUB – Técnico em Laboratório de Física – 2015)



A figura acima ilustra um arranjo utilizado para demolição de parede. Nesse arranjo, uma esfera de massa M , considerada idealmente como uma partícula, encontra-se pendurada por um cabo de aço inextensível de comprimento L preso a uma argola sem atrito. O cabo L faz um ângulo θ com relação a direção vertical e a massa M se encontra, inicialmente, à distância D do anteparo A (parede).

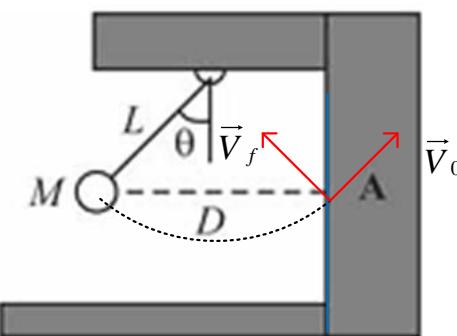
Considerando essa situação, julgue os itens que se seguem.

- 37.** Se a partícula M se chocar elasticamente, com uma velocidade vetorial com o anteparo A , rigidamente preso à Terra, e o \mathbf{v} anteparo não se romper, então a partícula M irá, logo após o choque, reverter seu movimento com a velocidade na direção horizontal igual a $-\mathbf{v}$.

Resposta: item incorreto.

Comentário:

Se o choque for elástico, o que vai ocorrer é o seguinte:



a linha azul é como se fosse um espelho

A velocidade final é contrária à velocidade inicial, ou seja, elas não possuem o mesmo sentido, nem a mesma direção, e veja ainda que não temos como afirmar que uma é a outra no sentido contrário.

38. Considere que, ao se chocar com o anteparo A, a partícula de massa M fique em repouso, e posicionada na mesma altura que estava ao ser liberada. Nesse caso, o trabalho realizado pelas forças dissipativas que atuam entre o anteparo e a partícula será igual a $M \cdot v^2 / 2$, em que v é o módulo da velocidade imediatamente antes do choque.

Resposta: item incorreto.

Comentário:

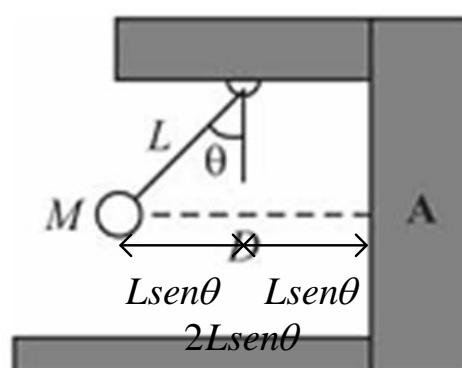
Exatamente isso, a energia cinética que ele possui antes do choque é igual a $M \cdot v^2 / 2$, sendo o valor dessa energia totalmente dissipado no choque, caso o corpo venha a se manter em repouso, porém o trabalho dessas forças é negativo, pois é um trabalho resistente, ou seja, o ideal da questão era ter afirmado que o trabalho das forças dissipativas seria: $- M \cdot v^2 / 2$.

39. Para não haver choque com a parede, $D = L \cdot \cos\theta$.

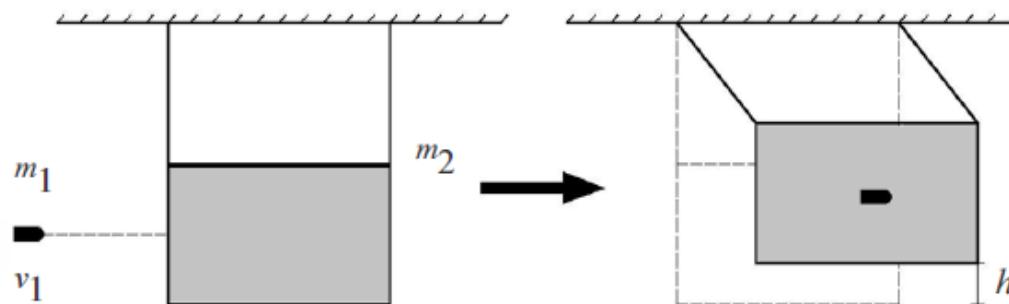
Resposta: item incorreto.

Comentário:

Vamos verificar a condição geométrica para que não haja coque entre a parede e a esfera.



(CESPE – UNB – Perito Criminal – POAL – 2013)



Considere a figura acima, que apresenta um pêndulo balístico constituído de um bloco de massa m_2 conhecida, inicialmente parado, unido por hastes ideais, e que um projétil de massa m_1 e velocidade v_1 tenha atingido o bloco, que se elevou a uma altura h , tão pequena que o problema pode ser considerado uma colisão inelástica unidimensional. Com base nessas informações e na figura acima, julgue os itens que se seguem.

- 40.** Caso, após a colisão, o sistema bloco+projétil execute um movimento harmônico simples, o período do sistema será inversamente proporcional à sua massa total, pois quanto maior for a massa, mais rapidamente será repetido o ciclo.

Resposta: item incorreto.

Comentário:

O período do movimento não depende da massa dos corpos, sendo um valor exclusivo do comprimento do fio e da gravidade.

- 41.** A velocidade do projétil pode ser determinada, a partir da altura h , por meio da

$$v_1 = \frac{m_1 + m_2}{m_1} \sqrt{2gh}.$$

relação

Resposta: item correto.

Comentário:

Essa velocidade pode ser calculada mediante duas conservações, a da quantidade de movimento e a conservação da energia após a colisão.

$$\frac{(m_1 + m_2) \cdot V_2^2}{2} = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot h$$

$$V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

vamos conser var a quatidade de movimento :

$$m_1 \cdot V_1 = (m_1 + m_2) \cdot V_2$$

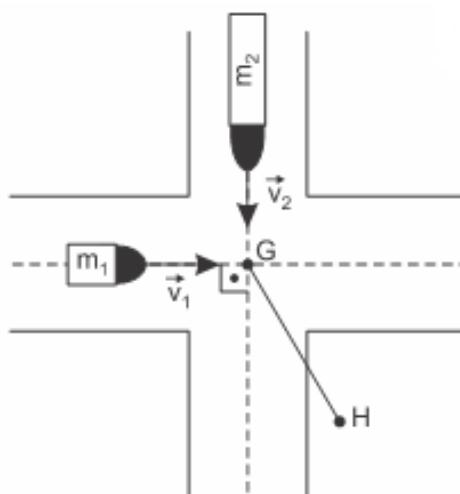
$$V_1 = \frac{(m_1 + m_2)}{m_1} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

42. (VINÍCIUS SILVA) Dois caminhões de massa $m_1 = 2.000\text{kg}$ e $m_2 = 4.000\text{kg}$, com velocidades V_1 (desconhecida) e $V_2 = 20\text{m/s}$, respectivamente, e trajetórias perpendiculares entre si, em vias de trânsito rápido, colidem em um cruzamento no ponto G, indicado na figura. Após a colisão eles passam a se mover juntos, na direção GH, indicada também na figura.

De acordo com os dados coletados no local do acidente, a equipe da PRF concluiu que a velocidade do conjunto era de 60km/h após a colisão.

Em seu depoimento na delegacia, o motorista do caminhão M1 disse que sua velocidade respeitava a máxima permitida, de acordo com o CTB.

Considerando apenas o que foi mencionado acima, pode-se afirmar que o motorista do caminhão M1 mentiu perante a autoridade policial.



desenho ilustrativo - fora de escala

Resposta: item correto.

Comentário:

Essa questão é muito interessante do ponto de vista da prática. Vamos conservar a quantidade de movimento, porém nesse caso teremos uma colisão bidimensional, e essa colisão gera um cálculo de quantidade de movimento da forma do teorema de Pitágoras, lembrando que temos uma quantidade de movimento como uma grandeza vetorial.

$$\begin{aligned}
 & \sqrt{(m_1.V_1)^2 + (m_2.V_2)^2} = [(m_1 + m_2)V] \\
 & (m_1.V_1)^2 + (m_2.V_2)^2 = [(m_1 + m_2)V]^2 \\
 & (2.000.V_1)^2 + (4.000.20)^2 = (6.000.V)^2 \\
 & 4V_1^2 + 16.400 = 36 \cdot \left(\frac{60}{3,6}\right)^2 \\
 & 4V_1^2 = 36 \cdot \frac{3600}{3,6^2} - 16 \times 400 \\
 & 4V_1^2 = 10.000 - 6.400 \\
 & V_1^2 = \frac{3.600}{4} \\
 & V_1 = 30 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Essa velocidade é de 108km/h, ou seja, bem superior à velocidade máxima permitida para a via, portanto, o motorista mentiu ao mencionar que estava se deslocando dentro do limite de velocidade.

10. GABARITO

| | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|--------------------|
| 01. EC | 02. D | 03. EC | 04. CCEE | 05. ECCEC |
| 06. 200N | 07. E | 08. E | 09. CCE | 10. A |
| 11. D | 12. ECE | 13. ECEEE | 14. CEEEE | 15. ECC |
| 16. EEEEC | 17. EECE | 18. ECCEE | 19. 9m | 20. 12J |
| 21. * | 22. EEE | 23. EEE | 24. CEC | 25. ** |
| 26. abaixo | 27. ECCE | 28. EC | 29. ECCCC | 30. CCCCECE |
| 31. C | 32.C | 33.E | 34.C | 35.E |
| 36.E | 37.E | 38.E | 39.E | 40.E |
| 41.C | 42.C | | | |

*100m/s², 10s, 20 vezes.

** FALSA, 37,7km/h

11. PRINCIPAIS FÓRMULAS UTILIZADAS NA AULA

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

$$|\vec{I}| = |\vec{F}| \cdot \Delta t$$

$$\vec{I}^N = \text{Área}$$

$$\vec{Q} = m \cdot \vec{V}$$

$$|\vec{Q}| = m \cdot |\vec{V}|$$

$$E_c = \frac{|\vec{Q}|^2}{2 \cdot m}$$

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{Q}_f = \vec{Q}_0$$

$$m_B \cdot V_B = m_A \cdot V_A$$

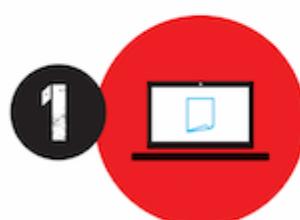
$$e = \frac{|V_{rel, AF}|}{|V_{rel, AP}|}$$

$$X_{CM} = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \quad V_{CM} = \frac{v_1 \cdot m_1 + v_2 \cdot m_2}{m_1 + m_2}$$

$$M_{Total} \cdot V_{CM} = \vec{Q}_{Total}$$

ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



1

Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



2

Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



3

Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



4

Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



5

Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



6

Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



7

Concursado(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



8

O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.