

QUESTÕES CORRIGIDAS
IMPULSO E MOMENTUM

ÍNDICE

IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO - MOMENTUM LINEAR -----	1
TEOREMA DO IMPULSO -----	5
CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO E COLISÕES -----	8

**Impulso e Quantidade de Movimento -
Momentum Linear**

- 1.** Um tijolo de massa m igual a 1Kg é abandonado do repouso, em queda livre. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$. Após 2 segundos de queda, podemos afirmar que sua Quantidade de Movimento \mathbf{Q} :
- a) vale 20Kg.m/s, é horizontal e para a direita.
 - b) vale 2Kg.m/s, é vertical e para cima.
 - c) vale 10Kg.m/s, é horizontal e para a esquerda.
 - d) vale 20Kg.m/s, é vertical e para baixo.

CORREÇÃO

Quem cai, em queda livre, tem velocidade para baixo. O vetor Quantidade de Movimento $\vec{Q} = m\vec{v}$ acompanha o sentido da velocidade, e isto já levaria à resposta. Calculando seu módulo e lembrando que, neste caso, $V=gt$, $t=2\text{s}$, temos $V=2 \cdot 10=20\text{m/s}$.
 $Q=mv=1 \cdot 20=20 \text{ Kg.m/s}$.

GABARITO: D

- 2.** Um corpo de massa $m = 3 \text{ Kg}$ executa um Movimento Circular Uniforme no sentido **anti-horário** a uma velocidade de $v = 60 \text{ m/s}$. O módulo, a direção e o sentido do Vetor Quantidade de Movimento \vec{Q} no ponto **P**, mostrado na figura, são, respectivamente:
- a) 180 Kg.m/s, inclinado e para sudeste.
 - b) 180 Kg.m/s, inclinado e para noroeste.

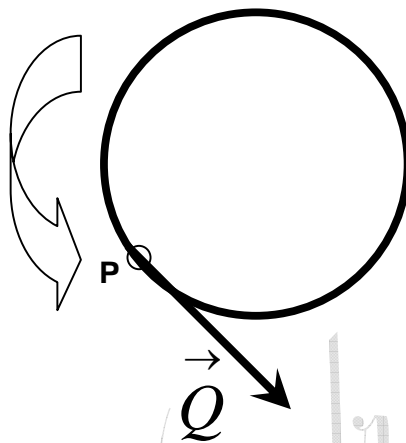
- c) 20 Kg.m/s, horizontal e para a direita.
 d) 20 Kg.m/s, horizontal e para a esquerda.

CORREÇÃO

Quanto ao módulo, apenas fórmula:

$$Q = mv = 3.60 = \mathbf{180 \text{ Kg.m/s.}}$$

A velocidade e a quantidade de movimento são tangentes à trajetória. Veja!



GABARITO: A

3. Uma grandeza muito importante na Física é a quantidade de Movimento Q, também chamada Momentum Linear.

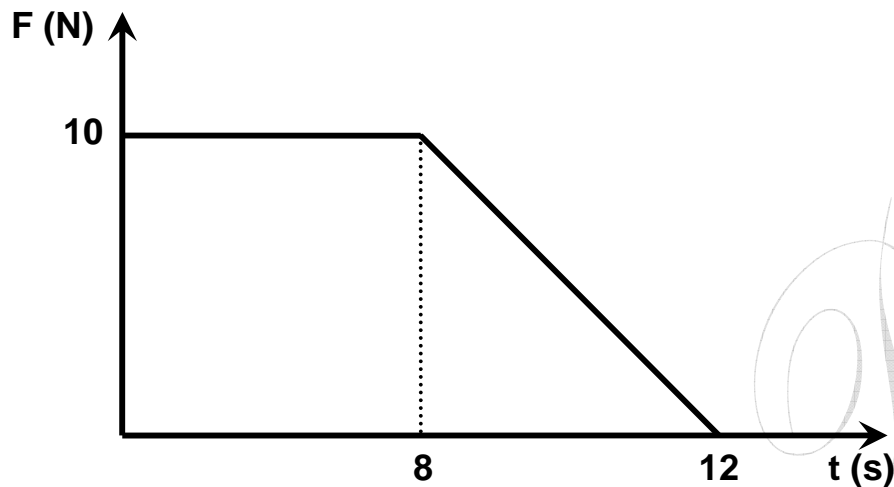
- a) **Responda:** um automóvel pode ter a mesma quantidade de movimento Q de uma bala de revólver? **JUSTIFIQUE.**
 b) **Determine a quantidade de movimento** de uma caminhonete de duas toneladas (1 ton = 1.000 Kg) se movendo a uma velocidade de 90 Km/h (25 m/s).

CORREÇÃO

- a) Como $\vec{Q} = m\vec{v}$ e os corpos não têm a mesma massa, a do automóvel é muito maior, claro que podem ter a mesma quantidade de movimento Q, desde que a bala, cuja massa é menor, tenha uma velocidade maior para compensar.

b) $\vec{Q} = m\vec{v} \Rightarrow Q = 2000 \text{ Kg} \cdot 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow Q = 50.000 \text{ Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

4. Observe atentamente o gráfico seguinte, que mostra como varia a força F que atua em uma partícula inicialmente em repouso ao longo do tempo t.



- a) **Descreva** o movimento da partícula, ao longo do tempo, de acordo com o gráfico, dizendo se o movimento foi acelerado, retardado ou uniforme.
- b) **Calcule** o Impulso I aplicado sobre a partícula pela força.

CORREÇÃO

- a) Como o gráfico mostra que atuou uma força sobre a partícula durante **todo** o intervalo de tempo mostrado, então o movimento foi **ACELERADO** durante **todo** o tempo ($\vec{F} = m\vec{a}$). Cuidado para não confundir: quando a **força diminui**, a **ACELERAÇÃO diminui**, mas não a velocidade!
- b) O impulso I é dado pela área sob o gráfico $F \times t$, que neste caso é um trapézio: $A = \frac{(B+b) \cdot h}{2} \Rightarrow$

$$A = \frac{(8+12) \cdot 10}{2} \Rightarrow I = 100 \text{ N.s.}$$

5. Leia atentamente as afirmativas abaixo e marque a única opção **CORRETA**.

- a) A quantidade de movimento Q é uma grandeza escalar.
- b) A quantidade de movimento Q é uma grandeza vetorial e seu sentido é o mesmo da aceleração.
- c) O impulso I é uma grandeza escalar.
- d) O impulso I é uma grandeza vetorial e seu sentido é o mesmo da força que o provoca.

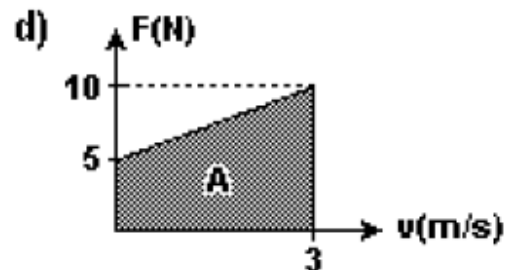
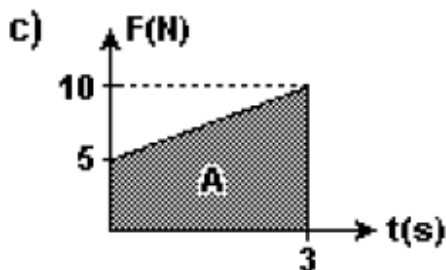
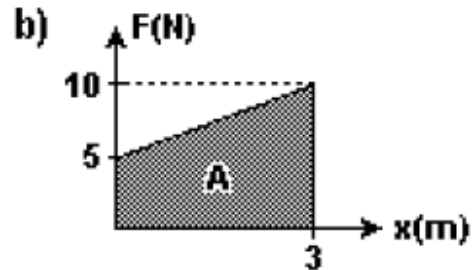
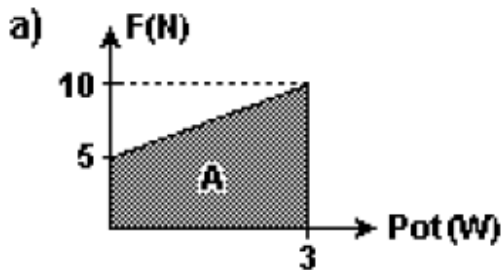
CORREÇÃO

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

, definição de **Impulso**, vetorial, que mostra que seu sentido acompanha o da Força, já que Δt é sempre positivo.

OPÇÃO: D.

6. (UFLA/2003) Os gráficos apresentados a seguir mostram uma área A hachurada sob uma curva. A área A indicada é numericamente igual ao impulso de uma força no gráfico



CORREÇÃO

Impulso é dado por $\vec{I} = \vec{F}\Delta t$. Como em várias outras relações da Física, por se tratar de uma propriedade matemática, quando se constrói o gráfico Força *versus* tempo a área dá o impulso. Ou, num gráfico velocidade por tempo, a área dá a distância ($d = vt$).

OPÇÃO: C.

Teorema do Impulso

7. Considere uma situação comum do trânsito: uma criança de 20 Kg, sentada no banco da frente, sendo “arremessada” contra o pára-brisa durante uma colisão frontal a uma velocidade relativamente baixa de 72 Km/h (20 m/s). A criança pára após o choque.
- Calcule o módulo do Impulso aplicado sobre esta criança.
 - Se a força de contato entre a criança e o pára-brisa durasse apenas 0,20 s, qual seria o valor então desta **força**? Entenda, após os cálculos, porque deve-se usar o cinto de segurança e as crianças devem viajar na cadeirinha apropriada, no banco de trás...

CORREÇÃO

a) Temos $\vec{I} = \Delta Q = m \cdot \vec{v} - m \cdot \vec{v}_0$, e $v=0$, pois a criança pára após o choque.

Assim, $I = 20 \cdot 20 = - 400 \text{ N.s}$, onde o sinal de menos indica que o Impulso foi contrário ao movimento da criança, claro!





b) De $\vec{I} = \vec{F} \cdot t$ temos $F = \frac{I}{t} \Rightarrow F = \frac{400}{0,2} = 20.000 \text{ N}$, ou seja, **2 Toneladas-Força!** É por isto que machuca

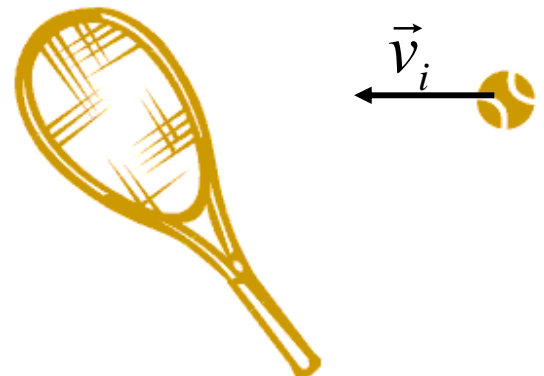
tanto!

8. Um tenista rebate uma bola com uma raquete, conforme mostra a figura abaixo.

Seja \vec{v}_i a velocidade inicial da bola, antes do choque contra a

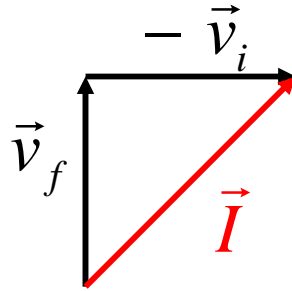
raquete e \vec{v}_f a velocidade final, após o choque. Escolha entre as opções abaixo aquela que **melhor** representa o Impulso sofrido pela bola na rebatida.

- 
- 
- 
- 



Aplicando o **Teorema do Impulso** e lembrando que o sinal **negativo inverte o sentido** do vetor, temos:

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q} = \vec{Q}_f - \vec{Q}_i = m(\vec{v} - \vec{v}_0)$$



GABARITO: C

9. (UFRS/98) Uma variação na quantidade de movimento de um corpo, entre dois instantes, está necessariamente associada à presença de
- a) uma aceleração.
 - b) um trabalho mecânico.
 - c) uma trajetória circular.
 - d) uma colisão.

CORREÇÃO

Ótima questão sobre os conceitos de **Impulso e Quantidade de Movimento**. Observemos o Teorema do Impulso:

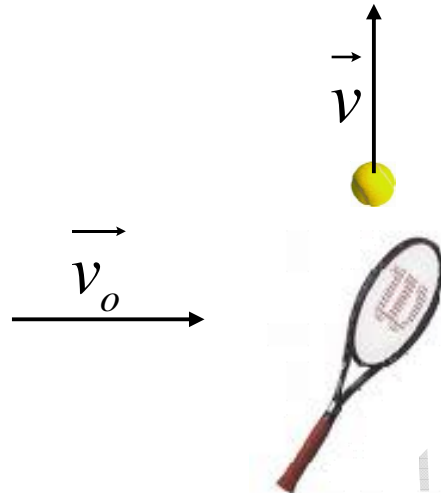
$$\vec{I} = \Delta \vec{Q} \Rightarrow \vec{F} \cdot \Delta t = m \cdot (\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$

Note que **impulsos provocam mudanças na velocidade e variações na quantidade de movimento** $\Delta \vec{Q}$. **Impulsos** estão ligados à **Forças** e estas às **Acelerações**. 2ª Lei de

Newton: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$. **Variações na quantidade de movimento implicam em acelerações!** Aliás, o teorema do impulso não passa de uma forma alternativa de enunciar a 2ª Lei de Newton.

OPÇÃO: A.

10. Um jogador acerta a bola com sua raquete de tênis. As velocidades inicial \vec{v}_o e final \vec{v} , respectivamente, antes e depois do impacto, estão representadas na figura abaixo.

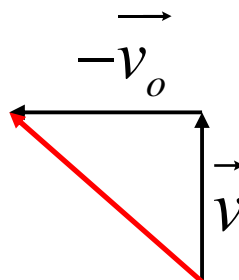


Escolha a opção que **melhor** representa a força da raquete sobre a bola no momento do impacto.

- a) b) c) d)

CORREÇÃO

Do teorema do impulso temos $\vec{I} = \vec{F}\Delta t = \Delta\vec{Q} = m(\vec{v} - \vec{v}_o)$. Assim, o sentido da força é dado pela diferença vetorial entre a velocidade final e a inicial. Lembrando que **o sinal negativo** muda o **sentido** do vetor:



OPÇÃO: D.

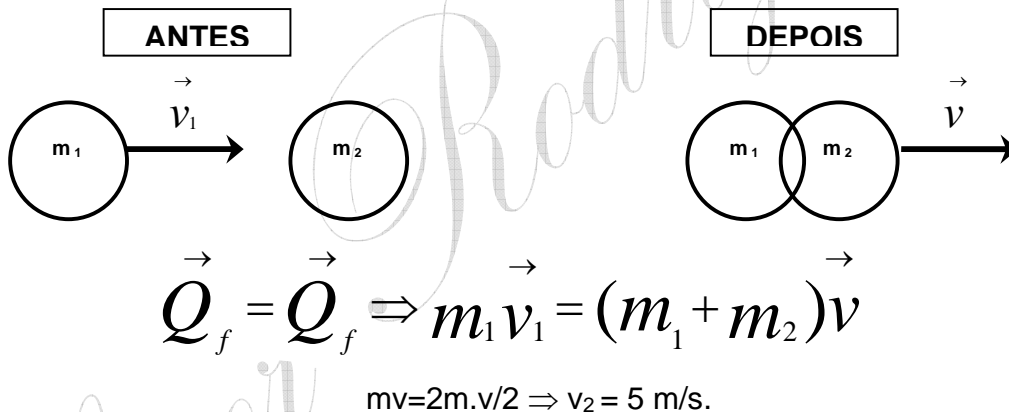
Conservação da Quantidade de Movimento e Colisões

#

- 11. (UFSJ)** Um jogador de bilhar dá uma tocada numa bola, imprimindo nela uma velocidade de 10 m/s. A bola atinge outra que estava parada e, **após o choque, ambas *movem-se juntas*** com a mesma velocidade. Considerando que cada bola tenha a massa de 0,4 kg, com que velocidade vão se movimentar após o choque?
- a) 10,0 m/s c) 2,5 m/s
b) 0,8 m/s d) 5,0 m/s

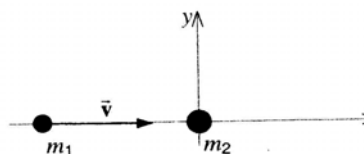
CORREÇÃO

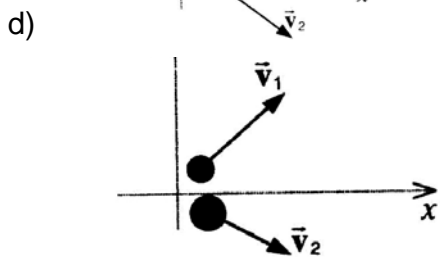
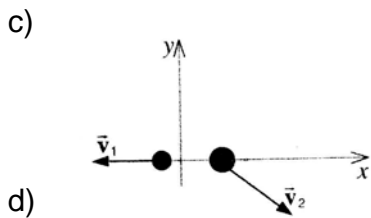
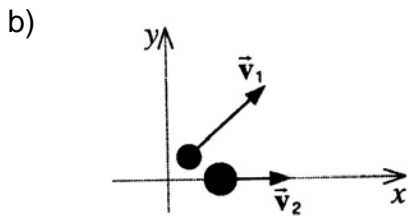
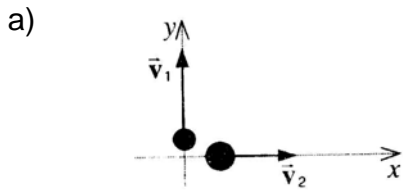
Trata-se de uma colisão perfeitamente inelástica. É possível fazer de cabeça: se a massa dobra (duas bolas) a velocidade cai pela metade para conservar a Quantidade de Movimento!
De forma esquemática:



GABARITO: D

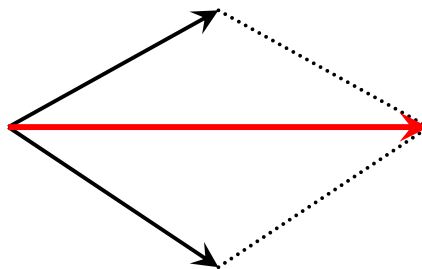
- 12. (UFES-2000)** Uma partícula de massa m_1 , inicialmente com velocidade horizontal \vec{v} choca-se com outra partícula de massa m_2 , inicialmente em repouso, como mostra a figura. Os vetores que podem representar corretamente as velocidades das partículas imediatamente após o choque são:





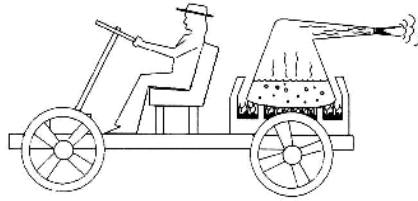
CORREÇÃO

A Quantidade de Movimento final deve ser igual à inicial. E a inicial está na direção horizontal. Lembrando da soma de vetores:



GABARITO: D

13. (UFV - modificada) A figura abaixo ilustra a concepção de um antigo carro a vapor.



A melhor explicação para o movimento do veículo é fundamentada na(o):

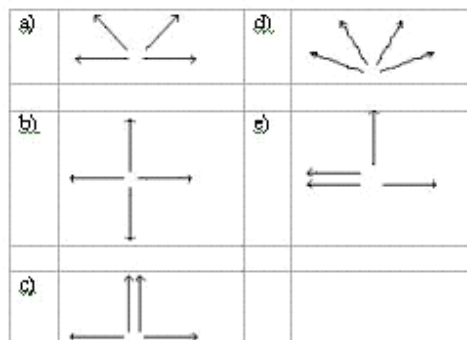
- Princípio Fundamental da Hidrostática.
- Conservação da Energia Mecânica.
- Primeira Lei da Termodinâmica.
- Conservação da Quantidade de Movimento.

CORREÇÃO

O vapor d'água sai "para trás" e o carro anda "para frente", segundo a conservação da quantidade de movimento, pois a força que atua é interna ao sistema carro-caldeira de vapor.

GABARITO: D

14. (UFV) Uma granada em repouso explode em estilhaços. Dentre as figuras abaixo, a que melhor representa o movimento dos estilhaços, imediatamente após a explosão, é:



CORREÇÃO

Com a granada em repouso, a quantidade de movimento era zero e a soma de vetores só dá zero em B.

GABARITO: B

15. (UNIPAC) Um patinador cuja massa é 40 Kg encontra-se em repouso numa pista de gelo, onde o atrito é desprezível. Ele recebe uma bola de massa igual a 500 gramas cuja velocidade horizontal é de 10 m/s. Pode-se afirmar que o patinador:

- permanecerá em repouso.
- passará a se mover com velocidade de 10 m/s.
- passará a se mover com velocidade de 8,1 m/s.
- passará a se mover com velocidade de 0,12 m/s.

CORREÇÃO

$$\vec{Q}_f = \vec{Q}_f \Rightarrow m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v} \Rightarrow 0,5 \cdot 10 = 40,5 \cdot x \Rightarrow x = 0,12 \text{ m/s}$$

GABARITO: D

16. (UFV) considere uma colisão inelástica de corpos na ausência de forças externas. Com relação à energia mecânica e à quantidade de movimento (momento linear), é correto afirmar que:

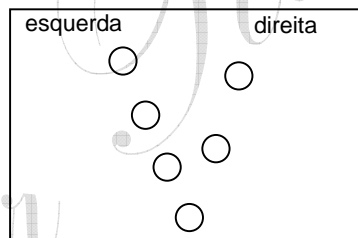
- ambas se conservam.
- apenas a energia mecânica se conserva.
- ambas não se conservam.
- apenas a quantidade de movimento se conserva.

CORREÇÃO

O conceito de colisão inelástica é de que há perda de energia mecânica, mas a quantidade de movimento se conserva.

GABARITO: D

17. (PUC) a figura mostra as posições de uma bola de sinuca durante um movimento em que ela bate em uma tabela bem firme. As posições mostradas estão separadas por intervalos de tempos iguais. Não há rotação da bola em torno de si mesma, e o atrito é desprezível. Com base nessas informações e em seus conhecimentos de física, assinale a alternativa que contém uma afirmativa **correta** sobre a situação mostrada:



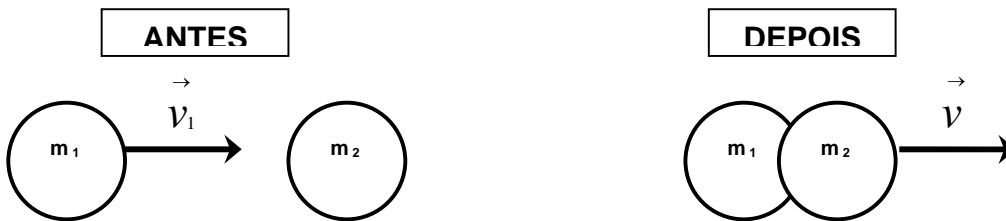
- a bola está movendo-se da direita para a esquerda.
- houve uma colisão elástica da bola com a tabela.
- a energia mecânica da bola após a colisão é igual à sua energia mecânica antes da colisão.
- quando a bola colide com a tabela, sua energia potencial gravitacional é máxima.

CORREÇÃO

Quando a bola colide, faz barulho e há perdas de energia mecânica. Assim, sua velocidade diminui, o que é visível pelas distâncias menores percorridas no mesmo tempo. Logo, a bola vem da direita para a esquerda.

GABARITO: A

18. Observe abaixo a representação de uma colisão entre dois corpos:



Pelo esquema representado, podemos afirmar que se trata de um choque:

- a) perfeitamente elástico.
- b) parcialmente elástico.
- c) perfeitamente inelástico.
- d) a figura não permite classificação do choque.

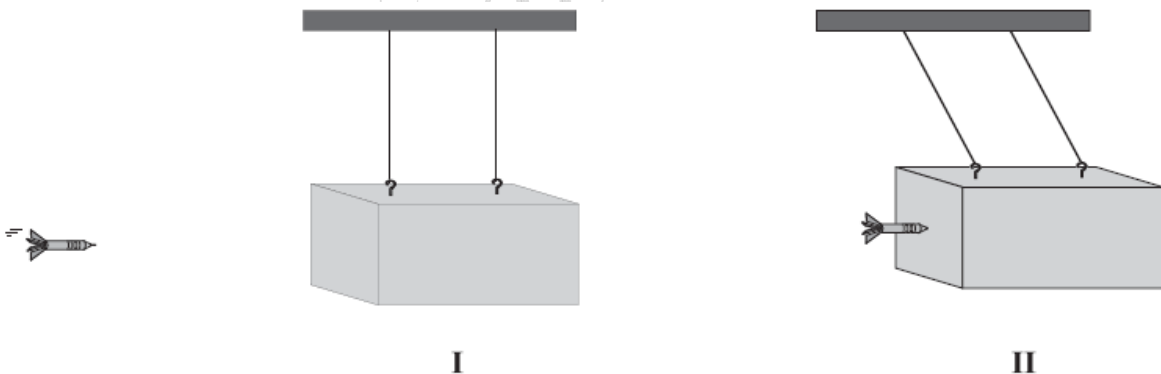
CORREÇÃO

Trata-se de um choque perfeitamente inelástico, visível porque os corpos passam a se moverem juntos.

GABARITO: C

19. (UFMG/2006) (Constituída de três itens.)

Para determinar a velocidade de lançamento de um dardo, Gabriel monta o dispositivo mostrado na Figura I.



Ele lança o dardo em direção a um bloco de madeira próximo, que se encontra em repouso, suspenso por dois fios verticais. O dardo fixa-se no bloco e o conjunto . dardo e bloco . sobe até uma altura de 20 cm acima da posição inicial do bloco, como mostrado na Figura II.

A massa do dardo é 50 g e a do bloco é 100 g.

Com base nessas informações,

1. **CALCULE** a velocidade do conjunto imediatamente após o dardo se fixar no bloco.
2. **CALCULE** a velocidade de lançamento do dardo.

CORREÇÃO

Também é uma questão clássica, conhecida, que os estudiosos já resolveram alguma vez. Descrevendo-a, o dardo parte com Energia Cinética, atinge o bloco e **há perdas de Energia Mecânica**, mesmo com atrito desprezível, pois o bloco se deforma onde o dardo “encaixa”. Trata-se de uma **colisão completamente inelástica**, portanto.

Parte da Energia Cinética é então convertida em **Energia Potencial Gravitacional**, pois o bloco sobe até certa altura. Eis a teoria da questão.

Para esta primeira parte, **após** o dardo se fixar, aplicamos a **Conservação da Energia Mecânica**, pois a perda de energia foi anterior.

Supondo o atrito desprezível (pois a velocidade é baixa), temos:

$$E_G = E_C ; mgh = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,2} = 2,0 \frac{m}{s}$$

Note que não depende da massa a altura alcançada e tomar cuidado com a altura em cm, além, como sempre, dos significativos.

Em 2, vamos levar em conta a colisão inelástica. A **Quantidade de Movimento (Momentum)** se conserva, apesar da deformação do bloco. $Q_{antes} = Q_{depois}$, $\vec{Q} = m \vec{v}$. Não temos que nos preocuparmos com o sinal, pois a colisão é unidimensional em um sentido.

$$Q_{antes} = Q_{depois} \Rightarrow m_{dardo} \cdot v_{dardo} = m_{conjunto} \cdot v_{conjunto} \Rightarrow 50 \cdot v_{dardo} = 100 \cdot 2 \Rightarrow v_{dardo} = 4,0 \frac{m}{s}$$

3. RESPONDA:

A energia mecânica do conjunto, na situação mostrada na Figura I, é **menor, igual** ou **maior** que a energia do mesmo conjunto na situação mostrada na Figura II ?

JUSTIFIQUE sua resposta.

A **Energia Mecânica é a soma das Energias Cinética e Potencial**. Embora a Quantidade de Movimento se conserve nas colisões, neste caso a **Colisão foi Inelástica**, e houve perda de Energia Mecânica devido à deformação do bloco, como já comentamos.

Assim, a Energia Mecânica em I, antes, é maior que em II.

20. (UFVJM/2006) Uma nave espacial é constituída por estágios. No espaço, cada vez que um estágio é lançado fora, a nave adquire maior velocidade. Essa afirmação está de acordo com o princípio da

- A) conservação da energia mecânica.
- B) gravitação universal.
- C) conservação da quantidade de movimento.
- D) inércia.

CORREÇÃO

Eis uma questão conceitual e mais simples. Trata-se da **Conservação da Quantidade de Movimento Q (Momentum Linear)**. Ao jogar algo para trás, um corpo acelera para frente: $Q_1 = Q_2$.



OPÇÃO: C.

21. (UFVJM/2007) Em um local livre da resistência do ar, uma partícula cai, sob a ação da gravidade, de uma altura H , colide com o solo e retorna a uma altura máxima $H/2$. Sabendo-se que o coeficiente de restituição é a razão entre a velocidade de afastamento e a velocidade de aproximação entre as superfícies que colidem, é **CORRETO** afirmar que, nessas condições, o coeficiente de restituição entre a partícula e o solo é igual a

- A) 40%
- B) 60%
- C) 50%
- D) 70%

CORREÇÃO

Certamente a questão mais *complicada* da prova. Mesmo assim, a fórmula mais *rara* foi dada: o coeficiente de restituição. O que acho correto, pois na primeira etapa de um vestibular, onde candidatos de todas as áreas fazem prova, a idéia é que o conteúdo cobrado seja mais geral e menos específico.

Bem, vamos analisar a **Colisão**, aliás, **inelástica**, pois houve perda de energia. Tanto que a bola não volta à mesma altura.

Sem atrito, temos da queda livre:

$v^2 = v_0^2 + 2gh$, ou $h \propto v^2$. Então, como após a colisão subiu até **metade da altura** \Rightarrow

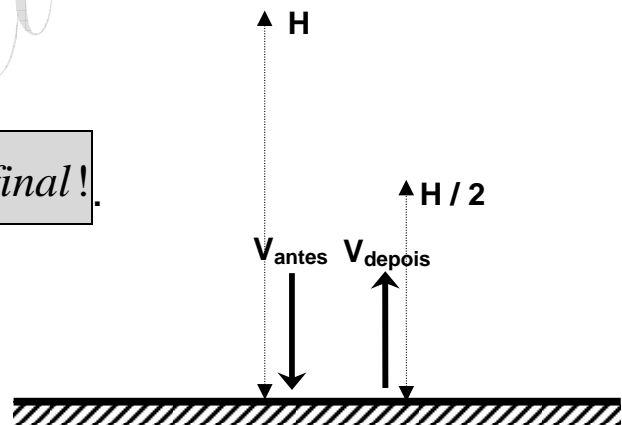
$$v_{antes} = \sqrt{2}v_{depois} - (\sqrt{2})^2 = 2 \times a \text{ altura final!}$$

Alunos costumam ter dificuldades em perceber esta proporcionalidade.

Calculando o coeficiente:

$$r = \frac{V_{afast}}{V_{aprox}} = \frac{\cancel{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}\cancel{\sqrt{2}}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0,7 \approx 70\%$$

Relativamente difícil... *Pero no mucho*, para os bons alunos.



OPÇÃO: D.

22. (UEL/98) Dois carrinhos de mesma massa estão numa superfície horizontal, um com velocidade de 4,0 m/s e o outro parado. Em determinado instante, o carrinho em movimento se choca com aquele que está parado. Após o choque, seguem grudados e sobem uma rampa até pararem num ponto de altura h . Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e considerando desprezíveis as forças não conservativas sobre os carrinhos, a altura h é um valor, em cm, igual a

- a) 2,5
- b) 5,0
- c) 10
- d) 20

CORREÇÃO

Façamos em duas etapas. Primeiro, a **conservação da Quantidade de Movimento**. Que é fácil, pois, se a **massa dobra** quando os carrinhos colidem, a **velocidade cai à metade**.

$$Q_f = Q_i \Rightarrow m_f v_f = m_i v_i \Rightarrow \cancel{2} m \cdot v_f = m \cdot \cancel{2} v$$

$$v_f = 2 \frac{m}{s}$$

Por fim, a **conservação da Energia Mecânica**, com conversão de **Energia Cinética em Gravitacional**. Mais contas:

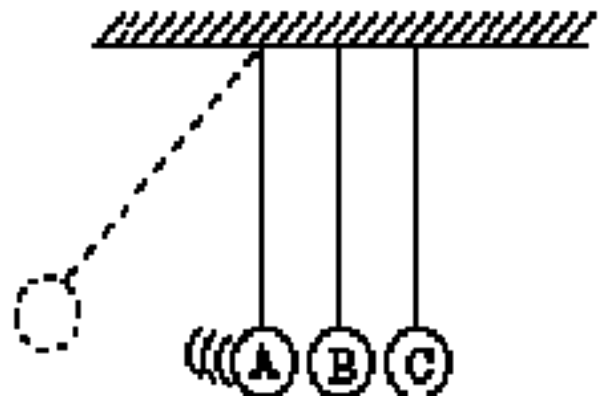
$$E_G = E_C \Rightarrow m gh = \frac{m v^2}{2} \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = \frac{\cancel{2}^2}{\cancel{2} \cdot \cancel{10}} = \frac{1}{5} m = 20 \text{ cm}$$

OPÇÃO: D.

- 23.** (UFV) a figura ilustra uma bola a, com velocidade v , a ponto de colidir com outra bola b que, por sua vez, colidirá com uma terceira bola c. considerando as bolas de mesma massa e as colisões frontais e elásticas, as velocidade v_A , v_B e v_C de A, B e C, imediatamente após as colisões, serão:

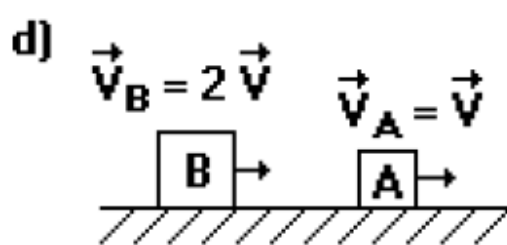
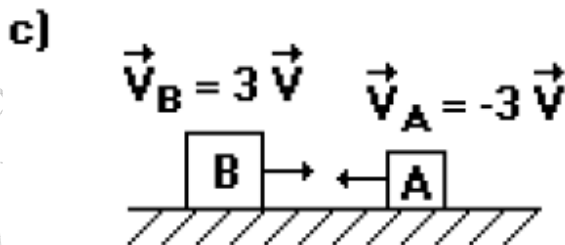
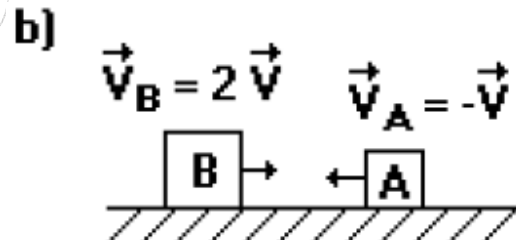
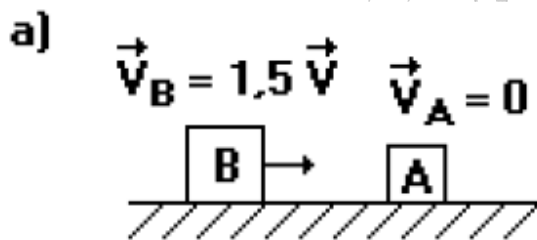
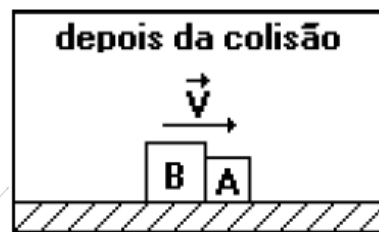
- a) $v_A = v_B = v_C = v$
- b) $v_A = v_B = 0$ e $v_C = v$
- c) $v_A = v_B = v_C = v/3$
- d) $v_A = 0$ e $v_B = v_C = v/2$



Tenho um brinquedinho destes, que costumo levar para aula. Trata-se de uma colisão quase que **Perfeitamente Elástica**, com corpos de **mesma massa**. Neste caso, eles **trocaram a velocidade**, ou seja, a última sai com a mesma velocidade da que chegou.

OPÇÃO: B.

24. (FUVEST/98) Sobre uma mesa horizontal de atrito desprezível, dois blocos A e B de massas m e $2m$, respectivamente, movendo-se ao longo de uma reta, colidem um com o outro. Após a colisão os blocos se mantêm unidos e deslocam-se para a direita com velocidade \vec{v} , como indicado na figura. O ÚNICO esquema que NÃO pode representar os movimentos dos dois blocos antes da colisão é:



CORREÇÃO

Aplicando o conceito de **Quantidade de Movimento**, vemos que **depois** ela vale:

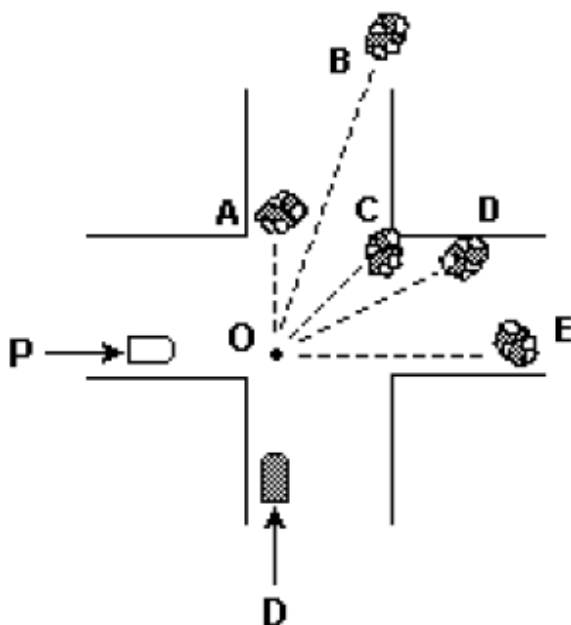
$$Q = mv = (m + 2m)v = 3mv \text{ para a direita.}$$

A única que não dá este valor **antes**, já que se conserva, é a letra D:

$$Q_1 + Q_2 = 2m \cdot 2v + mv = 5mv$$

OPÇÃO: D.

- 25.** (FUVEST/2007) Perto de uma esquina, um pipoqueiro, P, e um "dogueiro", D, empurram distraidamente seus carrinhos, com a mesma velocidade (em módulo), sendo que o carrinho do "dogueiro" tem o triplo da massa do carrinho do pipoqueiro. Na esquina, eles colidem (em O) e os carrinhos se engancham, em um choque totalmente inelástico.



Uma trajetória possível dos dois carrinhos, após a colisão, é compatível com a indicada por

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

CORREÇÃO

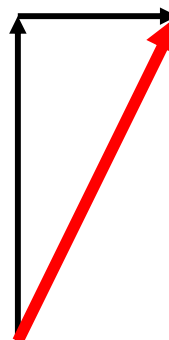
Eis o caráter **vetorial** da **Quantidade de Movimento**:

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

. Com a mesma

velocidade, $\vec{Q} \Rightarrow \vec{m}$. Somando os vetores.

Pelo fato de ter maior massa, o *dogueiro* manda na quantidade de movimento resultante.



OPÇÃO: B.