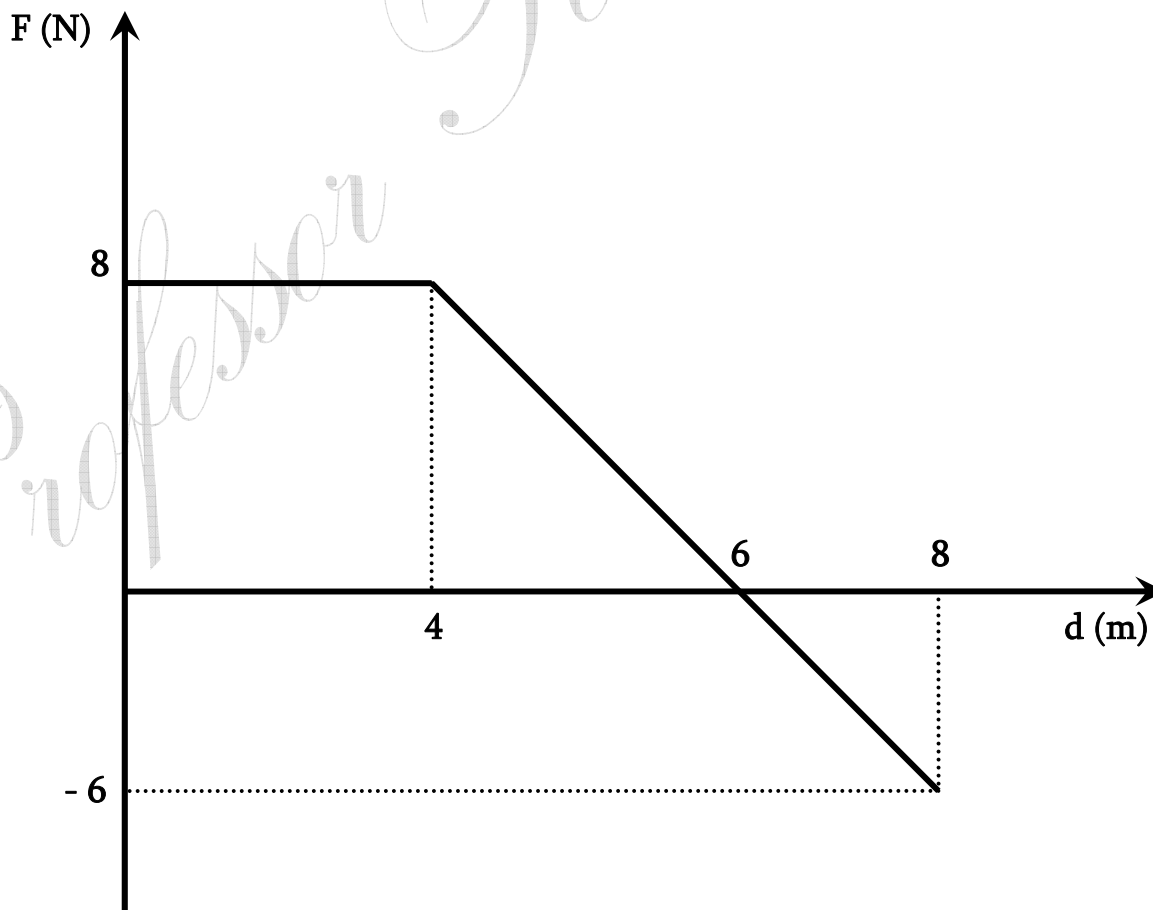


**QUESTÕES CORRIGIDAS
TRABALHO E ENERGIA****ÍNDICE**

TRABALHO E CONCEITOS	1
POTÊNCIA	6
TEOREMA DA ENERGIA CINÉTICA	8
CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA	9
SISTEMAS NÃO CONSERVATIVOS	17
TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS	22

Trabalho e Conceitos

1. Uma força \vec{F} na direção do deslocamento varia ao longo da trajetória, conforme o gráfico ForçaXDeslocamento abaixo.



- a) Diga em **quais intervalos**, ao longo do deslocamento, o **Trabalho** foi motor, nulo ou resistente. **Justifique**.
- b) Calcule o **Trabalho** total da força \vec{F} ao final do **deslocamento** de 8 m.

CORREÇÃO

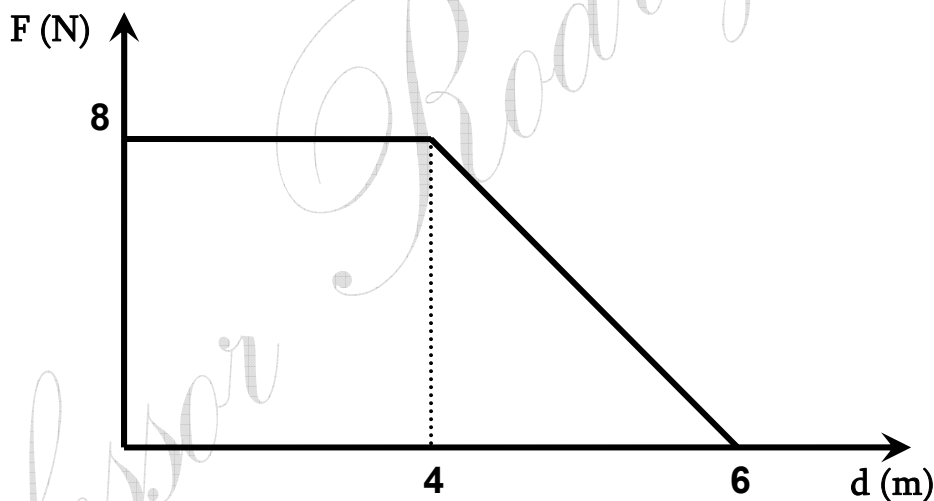
a) O Trabalho é Motor quando a Força é positiva, e “ajuda”, acelera o corpo. O Trabalho é Resistente quando a Força é negativa, e “atrapalha” (atrito, por exemplo), freia o corpo. Logo, o Trabalho é **Motor de 0 até 6m** e **Resistente de 6 até 8 m**.

b) O Trabalho é dado pela área do gráfico **ForçaXDeslocamento**.

Observando o gráfico, temos um **Trapézio** na parte positiva da Força e um **Triângulo** na parte negativa. **Trabalho** = $A_{\text{Trap}} - A_{\text{Tri}} = \frac{(B+b).h}{2} - \frac{b.h}{2}$

$$T = \frac{(6+4).8}{2} - \frac{2.6}{2} = 34J$$

2. Uma força **F**, no sentido do deslocamento, atua sobre um corpo conforme o gráfico **ForçaXDeslocamento** abaixo.



De acordo com o gráfico, é correto afirmar que o **Trabalho** realizado pela força **F** sobre o corpo vale, em Joules:

- a) 80.
b) 48.
c) 40.
d) 32.

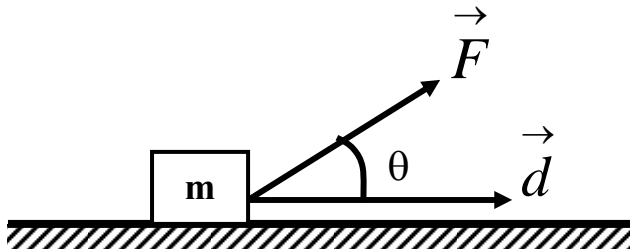
CORREÇÃO

O Trabalho é dado pela área sob o gráfico, no caso, um trapézio, mas também pode ser dividido em um retângulo e um triângulo. Calculando a área do trapézio: $A = \frac{(B+b).h}{2}$

$$A = T = \frac{(6+4) \cdot 8}{2} = 40J$$

GABARITO: C.

3. Uma força \vec{F} igual a **15 N** atua sobre um bloco **m** de **6 Kg** formando um ângulo θ igual a **60°** com a horizontal, conforme o esquema abaixo.



- c) Calcule o **Trabalho** realizado pela força ao longo de um **deslocamento** de **8 m**.
 d) Qual o **Trabalho** das forças **Peso** e **Normal**? **Justifique**.

CORREÇÃO

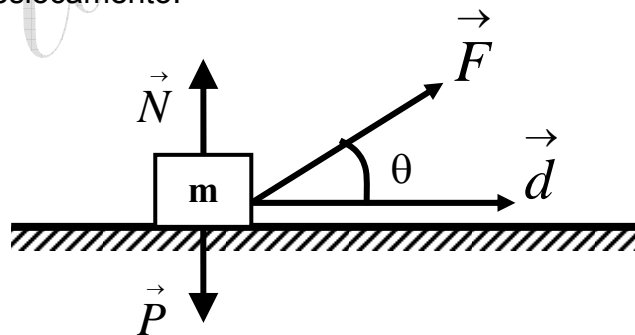
- a) Aplicação direta de fórmula: $T = F \cdot d \cdot \cos\theta$

$$T = 15 \cdot 8 \cdot \frac{1}{2} = 60 \text{ J}$$

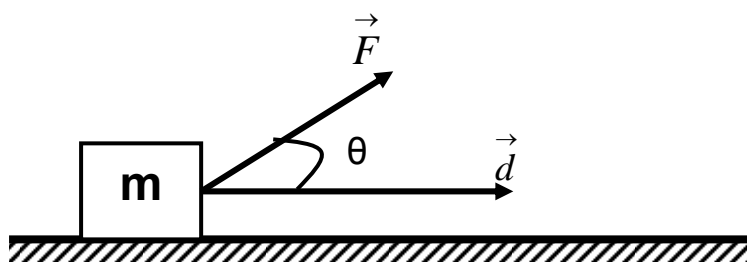
- b) Peso e Normal são perpendiculares ao deslocamento.

Forças perpendiculares ao deslocamento não realizam trabalho! $T_P = T_N = 0!$

$$\theta = 90^\circ \text{ e } \cos 90^\circ = 0!$$



4. Um corpo sofre a ação de uma força \vec{F} ao longo de seu deslocamento \vec{d} . A figura ilustra a situação.

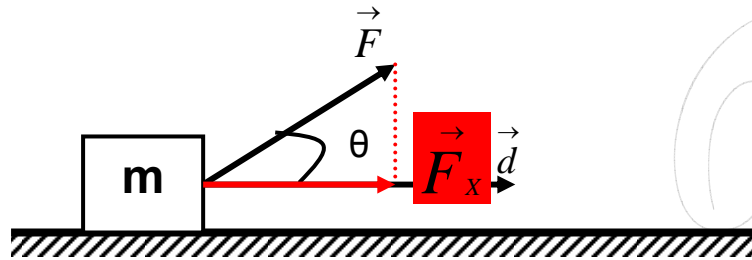


O ângulo formado entre a força e o deslocamento é θ . Considerando estas informações é correto afirmar que o Trabalho realizado pela força:

- a) é motor e pode ser calculado por $\tau = F.d.\cos\theta$.
- b) é resistente e pode ser calculado por $\tau = F.d.\cos\theta$.
- c) é motor e pode ser calculado por $\tau = F.d$.
- d) é resistente e pode ser calculado por $\tau = F.d$.

CORREÇÃO

Somente a componente da força na direção do deslocamento realiza Trabalho! Veja:



Esta **componente** está encostada (**adjacente!**) ao ângulo θ e se relaciona ao **coseno**. Assim, pelo sentido da figura, a força acelera o corpo, transfere energia (cinética) a ele e pode ser calculado por **$\tau = F.d.\cos\theta$. O trabalho neste caso é Motor.**

OPÇÃO: A.

- 5.** Para subir do térreo para o primeiro andar, uma pessoa pode escolher 3 alternativas: ir pela escada, mais íngreme; ir de elevador e ir pela rampa, menos inclinada. Sobre o *Trabalho realizado pelo Peso* da pessoa podemos afirmar corretamente que:
- a) é maior pela escada.
 - b) é o mesmo por qualquer caminho.
 - c) é maior pelo elevador.
 - d) é maior pela rampa.

CORREÇÃO

O PESO é uma força CONSERVATIVA. Neste caso, o TRABALHO NÃO DEPENDE DA TRAJETÓRIA, é o mesmo pelos 3 caminhos.

OPÇÃO: B.

- 6.** O trabalho da força elástica é dado por: $\tau_{F_E} = \frac{k x^2}{2}$,

onde τ_{F_E} é o Trabalho da Força Elástica (J), k é a constante elástica (“**duresa**”) da mola ($\frac{N}{m}$) e x a deformação (“**espremida ou esticada**”) da mola (m).

Se dobrarmos a deformação x da mola, o módulo do Trabalho realizado pela Força Elástica:

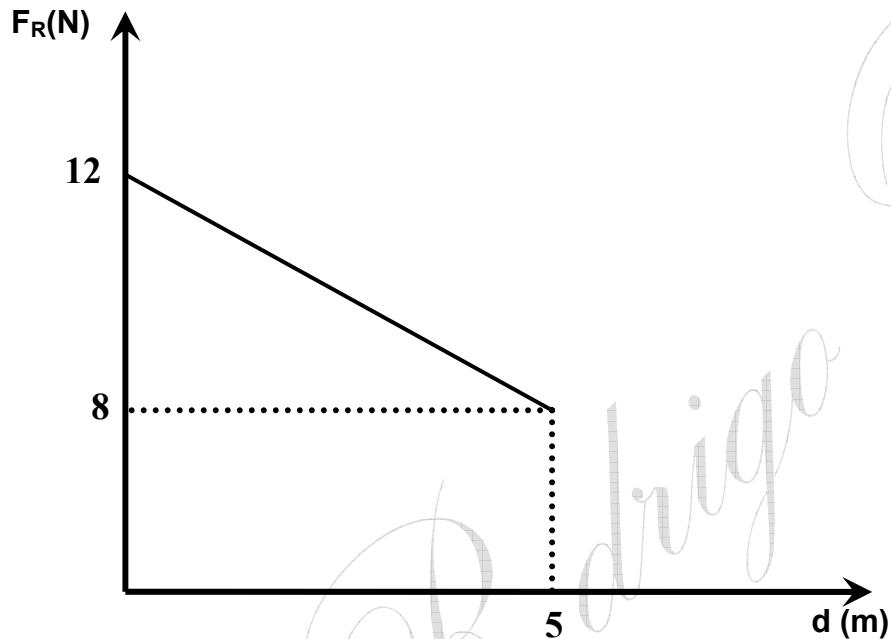
- a) não se altera.
- b) dobra.
- c) quadruplica.
- d) reduz-se à metade.

CORREÇÃO

Da equação fornecida, o Trabalho neste caso é proporcional ao quadrado da deformação. Assim, se a deformação dobra, o trabalho aumenta $2^2 = 4$, ou seja, quadruplica.

OPÇÃO: C.

7. a) CALCULE o TRABALHO de uma força resultante na direção do deslocamento que varia conforme o gráfico Força versus deslocamento abaixo.
b) CLASSIFIQUE o Trabalho realizado pela força.

**CORREÇÃO**

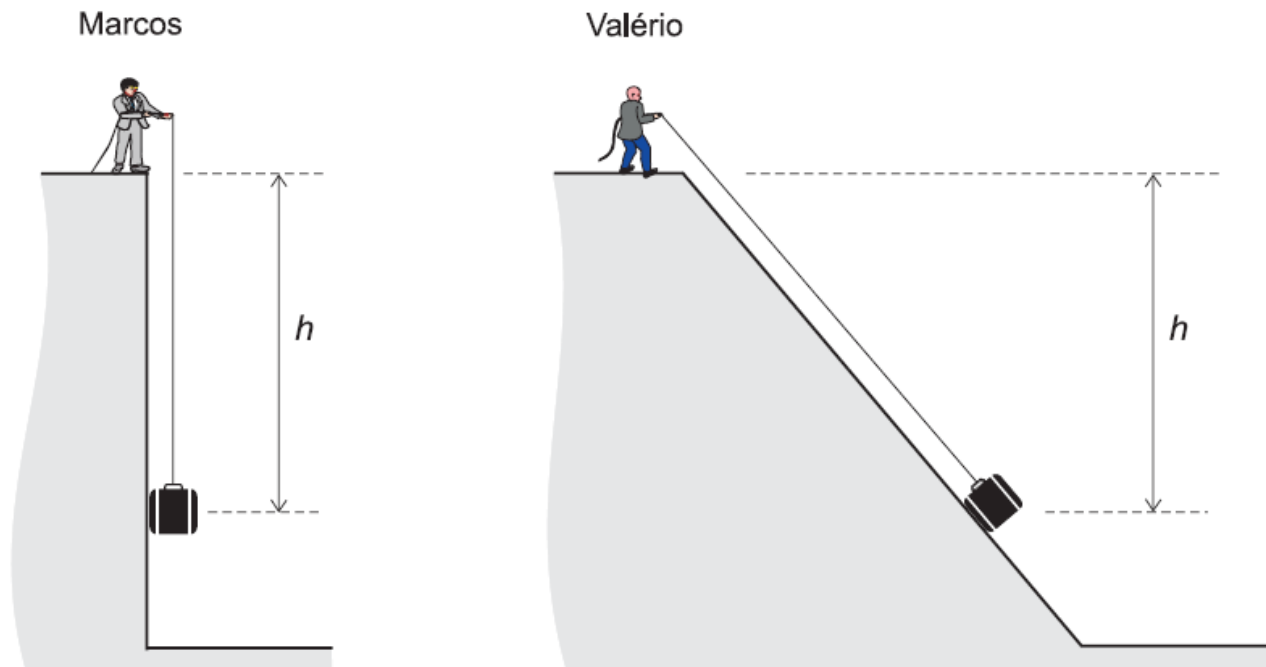
Começando pela letra b) Trabalho **Motor**, pois a Força (e o Trabalho) é positiva, acelera o corpo, ajuda o deslocamento.

a) O Trabalho é dado pela área do gráfico $F_R \times d$. No caso, a figura é um trapézio. Então:

$$\tau = \text{Área} = \frac{(B + b) \cdot h}{2} = \frac{(12 + 8) \cdot 5}{2} = 50J$$

Potência

8. (UFMG – 2006) Marcos e Valério puxam, cada um, uma mala de mesma massa até uma altura h , com velocidade constante, como representado nestas figuras:



Marcos puxa sua mala verticalmente, enquanto Valério arrasta a sua sobre uma rampa. Ambos gastam o mesmo tempo nessa operação. Despreze as massas das cordas e qualquer tipo de atrito. Sejam P_M e P_V as potências e T_M e T_V os trabalhos realizados por, respectivamente, Marcos e Valério. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A) $T_M = T_V$ e $P_M = P_V$.
 B) $T_M > T_V$ e $P_M > P_V$.
 C) $T_M = T_V$ e $P_M > P_V$.
 D) $T_M > T_V$ e $P_M = P_V$.

CORREÇÃO: o tradicional conceito de Energia Potencial Gravitacional, ou Trabalho da Força Peso, por sinal uma **força conservativa**, cujo **trabalho não depende da trajetória**, mas **apenas da altura**. $E_g = mgh!$ Como as alturas são iguais, os trabalhos são iguais! Observe que se desprezou os atritos.

Já a Potência é a taxa de Trabalho (ou Energia) por tempo: $P = \frac{E}{t}$. E eles **gastam o mesmo tempo**, o que parece passar despercebido para alguns alunos! Logo, as **Potências também são iguais!**

OPÇÃO: A.

9. Uma pessoa sobe do térreo ao primeiro andar. Ela pode ir pela escada ou por uma rampa.
- a) O **TRABALHO** realizado pela força Peso é maior em qual caso? Explique, em no máximo 4 linhas. Procure ser claro, objetivo e correto. E, não “encha lingüiça”!
- b) A **POTÊNCIA** desenvolvida pela pessoa é maior em qual caso? EXPLIQUE.

CORREÇÃO

a) O TRABALHO do Peso é dado por $\zeta = mgh$. Como a altura é a mesma, pela escada ou rampa, o trabalho é o mesmo.

b) A POTÊNCIA é a taxa de energia com o tempo. As escadas são mais inclinadas, mas são menores. Gasta-se energia por menos tempo nelas, e a potência então é maior.

- 10.** (UFMG/03) Para chegar ao segundo andar de sua escola, André pode subir por uma escada ou por uma rampa. Se subir pela escada, com velocidade constante, ele demora 10 s; no entanto, se for pela rampa, com a mesma velocidade, ele leva 15 s. Sejam W_E o trabalho realizado e P_E a potência média desenvolvida por André para ir ao segundo andar pela escada. Indo pela rampa, esses valores são, respectivamente, W_R e P_R . Despreze as perdas de energia por atrito. Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que
- A) $W_E \neq W_R$ e $P_E < P_R$.
 B) $W_E \neq W_R$ e $P_E > P_R$.
 C) $W_E = W_R$ e $P_E < P_R$.
 D) $W_E = W_R$ e $P_E > P_R$.

CORREÇÃO

Questão inteligente, envolvendo os conceitos de **Trabalho da Força Peso (Energia Potencial Gravitacional)** e **Potência**. Primeiramente, quanto ao **Trabalho do Peso**, este é dado por **m.g.h**. Como a altura, pela escada ou pela rampa, é a mesma, então, **os trabalhos são iguais!**

Com relação à **Potência**, $P = \frac{\text{Trabalho(energia)}}{\text{tempo}}$. A potência é inversamente proporcional ao tempo. Para o mesmo trabalho, quanto menor o tempo, maior a potência. Assim, pela escada, com **tempo menor**, a **potência é maior!**

OPÇÃO: D.

- 11.** (UFVJM/2007) Duas alunas, Maria (m) e Fernanda (f), de mesma massa, chegam juntas ao portão da escola. Para ir ao 2º andar, onde ficam as salas de aulas, Maria usa a escada. Fernanda vai pelo elevador e chega primeiro. Considerando **W** o trabalho e **P** a potência do peso de cada uma delas no deslocamento descrito, a relação **CORRETA** entre esses fenômenos físicos é a expressa na alternativa
- A) $W_m > W_f$ e $P_m = P_f$
 B) $W_m = W_f$ e $P_m = P_f$
 C) $W_m = W_f$ e $P_m < P_f$
 D) $W_m > W_f$ e $P_m > P_f$

CORREÇÃO

Conceitos de **Trabalho** e **Potência**. Primeiro, o trabalho. **O Peso é uma força conservativa:** seu trabalho não depende da trajetória. Só depende de onde começa (térreo) e onde termina (2º andar), igual para as duas. Assim, o trabalho **do peso** das duas foi o mesmo! Não o trabalho das duas! Veja que quem foi de elevador gastou obviamente menos energia, mas também não foi esta a pergunta.

Já quanto a **Potência**, ela é **inversamente proporcional ao tempo:**

$$P = \frac{\text{Energia} = \tau}{\text{tempo}}$$

Quem gastou menos tempo, a Fernanda, tem a maior Potência.

OPÇÃO: C.

Teorema da Energia Cinética

12. Um corpo de massa 2 kg parte do repouso e atinge velocidade de 10 m/s. Calcule o trabalho realizado pela resultante das forças.

- a) 5J.
- b) 10J.
- c) 20J.
- d) 100J.

CORREÇÃO

Aplicação direta do Teorema da Energia Cinética:

$$\tau_{F_R} = \Delta E_C = E_{C_F} - E_{C_i} = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}$$

Partindo do repouso, $v_0 = 0$. Então:

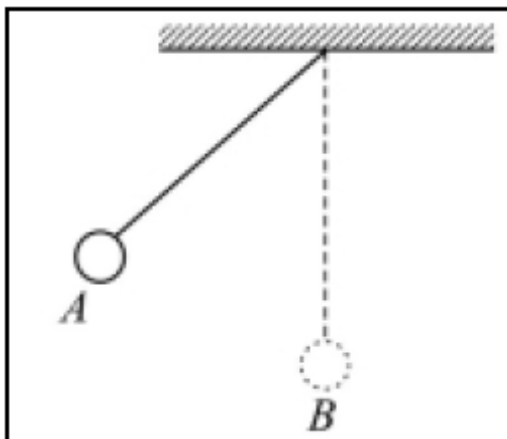
$$\tau_{F_R} = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} = \frac{2(10^2 - 0^2)}{2} = 100J.$$

OPÇÃO: D.

Conservação da Energia Mecânica

13. (UNI-BH, 2005)

Considere a oscilação de um pêndulo simples e suponha desprezível a resistência do ar. Ao ser abandonado na posição *A*, ele passa pelo ponto mais baixo de sua trajetória na posição *B*, onde a energia potencial é considerada igual a zero, conforme se vê na figura:



Todas as alternativas abaixo são corretas, **EXCETO**:

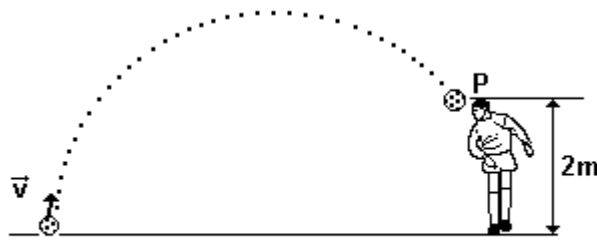
- a) A energia potencial em *A* é maior do que em *B*.
- b) A energia cinética em *A* é maior do que em *B*.
- c) A energia cinética em *B* é igual à potencial em *A*.
- d) Existe uma posição intermediária, onde as energias cinética e potencial são iguais.

CORREÇÃO

- a) Sim, pois a energia potencial é “a da altura” e *A* está mais alto que *B*.
- b) **Não**, pois em *A* o pêndulo é abandonado, está parado! A energia cinética é a “do movimento”! Em *B*, o pêndulo passa com certa velocidade, tendo portanto maior energia cinética que em *A*.
- c) Como não houve atritos, a Energia Mecânica se conserva e, claro, o que havia em *A* de “energia da altura” (Potencial Gravitacional) é transformada em “energia da velocidade” (Cinética) no ponto *B*.
- d) Também correto: na metade da altura entre *A* e *B*, as energias irão se dividir meio a meio.

GABARITO: B

14. (UERJ - modificada) Numa partida de futebol, o goleiro bate o tiro de meta e a bola, de massa 0,5kg, sai do solo com velocidade de módulo igual a 10m/s, conforme mostra a figura.



No ponto P, a 2 metros do solo, um jogador da defesa adversária cabeceia a bola. Considerando $g=10\text{m/s}^2$ e desprezando-se o atrito, a **velocidade da bola no ponto P** vale, em m/s, aproximadamente:

- a) 0
- b) 3,9
- c) 5
- d) 7,7

CORREÇÃO

A ENERGIA MECÂNICA se conserva quando o atrito é desprezível. Assim: $E_{Mf} = E_{Mi}$

$$E_C + E_G = E_C \Rightarrow \frac{mv_f^2}{2} + mgh = \frac{mv_i^2}{2} \Rightarrow \frac{v_f^2}{2} + gh = \frac{v_i^2}{2} \Rightarrow \frac{v_f^2}{2} + 10 \times 2 = \frac{10^2}{2} \Rightarrow v_f^2 = 60 \Rightarrow v_f \cong 7,7 \frac{m}{s}$$

GABARITO: D

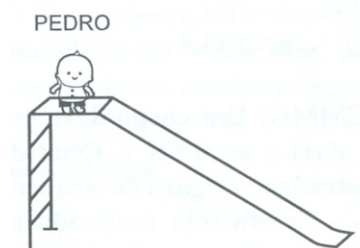
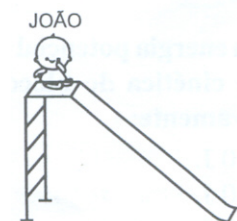
15. (UFMG)

Três meninos, João, Carlos e Pedro, encontram-se no topo de três escorregadores de **mesma altura**, mas de inclinações diferentes conforme indica a figura. Os meninos, inicialmente em repouso, descem pelos escorregadores. **Despreze qualquer força de atrito.**

Considere \vec{v}_C , \vec{v}_J e \vec{v}_P as respectivas velocidades de Carlos, João e Pedro imediatamente antes de chegar ao solo.

Com relação aos módulos dessas velocidades, a afirmativa correta é:

- a) $v_C < v_J < v_P$
- b) $v_C = v_J = v_P$
- c) $v_C > v_J > v_P$
- d) Não é possível especificar uma relação entre os módulos das velocidades sem saber o valor das massas dos meninos.



CORREÇÃO

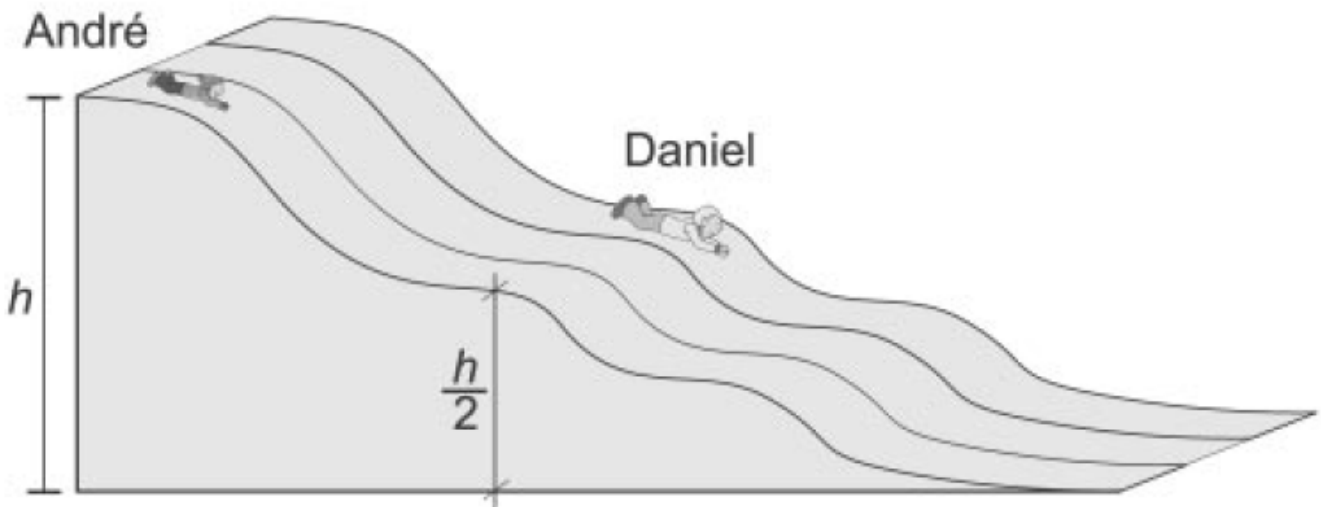
Sem atritos, a Energia Mecânica se conserva. Assim:

$E_G = E_C \Rightarrow mgh = \frac{mv_f^2}{2} \Rightarrow gh = \frac{v_f^2}{2}$. A **velocidade final só depende da altura** e da gravidade, que é a **mesma** para todos...

GABARITO: B.

16. (UFMG – 2005)

Daniel e André, seu irmão, estão parados em um tobogã, nas posições mostradas nesta figura:



Daniel tem o dobro do peso de André e a altura em que ele está, em relação ao solo, corresponde à metade da altura em que está seu irmão.

Em um certo instante, os dois começam a escorregar pelo tobogã.

Despreze as forças de atrito.

É **CORRETO** afirmar que, nessa situação, ao atingirem o nível do solo, André e Daniel terão

- A) energias cinéticas diferentes e módulos de velocidade diferentes.
- B) energias cinéticas iguais e módulos de velocidade iguais.
- C) energias cinéticas diferentes e módulos de velocidade iguais.
- D) energias cinéticas iguais e módulos de velocidade diferentes.

CORREÇÃO

Daniel tem o dobro do peso, e da massa, mas metade da altura de André.

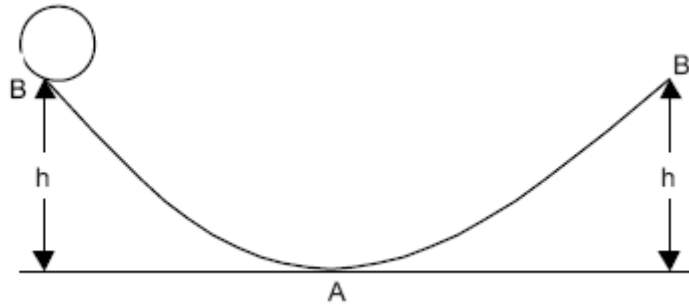
Assim: $E_G = mgh$, $E_G = 2mg \frac{h}{2} = mgh!$ Daniel tem a **mesma Energia Potencial**

Gravitacional que André! Como o **atrito é desprezível**, eles chegaram lá embaixo com a **mesma Energia Cinética (conservação!)**.

Porém, como $E_C = \frac{mv^2}{2}$ e **eles não têm a mesma massa**, também **não podem ter a mesma velocidade!** Aliás, qual deles tem a maior?

GABARITO: D

17. (UFSJ – 2ª – 2006) Observe a figura abaixo.



Como se vê, ela representa uma rampa em forma de parábola, pela qual uma bola pode rolar sem escorregar. A bola tem massa m e está localizada no ponto B, a uma altura h da base da rampa (ponto A). Com relação à energia potencial e cinética da bola é **CORRETO** afirmar que

- A) nos pontos B e A, a bola tem, respectivamente, máxima energia cinética E igual a $\frac{1}{2} m v^2$ e energia potencial nula.
- B) nos pontos B e A, a bola tem, respectivamente, máxima energia potencial U igual a mgh , e máxima energia cinética E igual a $\frac{1}{2} m v^2$.
- C) no ponto A, a energia cinética E é máxima e a bola tem velocidade v igual a $2E/m$.
- D) a energia potencial da bola quando ela atinge o ponto B' é igual à energia potencial da bola em B menos a energia cinética consumida no trajeto de B até A.

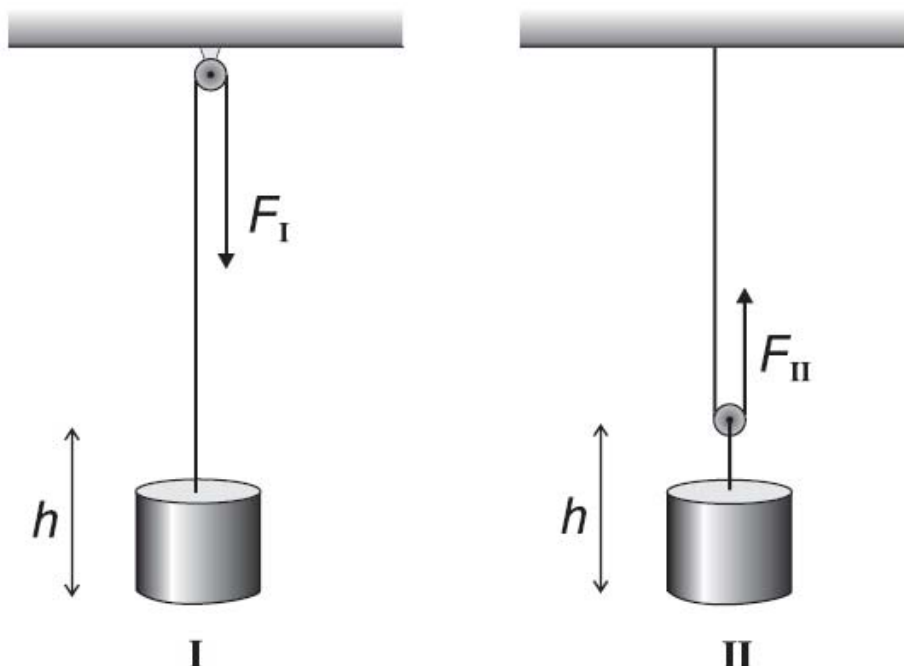
CORREÇÃO

Questão típica de **Energia Mecânica**. Vê-se que em B temos a maior altura e, ao descer, a bola deve passar por A com a maior velocidade.

Energia Potencial Gravitacional está relacionada à altura, e **Energia Cinética** à **Velocidade**. Pronto, letra **B**. Aliás, as fórmulas mostradas na questão estão corretas. Fácil... Mas tem gente que vai querer complicar!

OPÇÃO: B.

18. (UFMG/2007) Antônio precisa elevar um bloco até uma altura h . Para isso, ele dispõe de uma roldana e de uma corda e imagina duas maneiras para realizar a tarefa, como mostrado nestas figuras:



Despreze a massa da corda e a da roldana e considere que o bloco se move com velocidade constante.

Sejam F_I o módulo da força necessária para elevar o bloco e T_I o trabalho realizado por essa força na situação mostrada na Figura I. Na situação mostrada na Figura II, essas grandezas são, respectivamente, F_{II} e T_{II} .

Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que

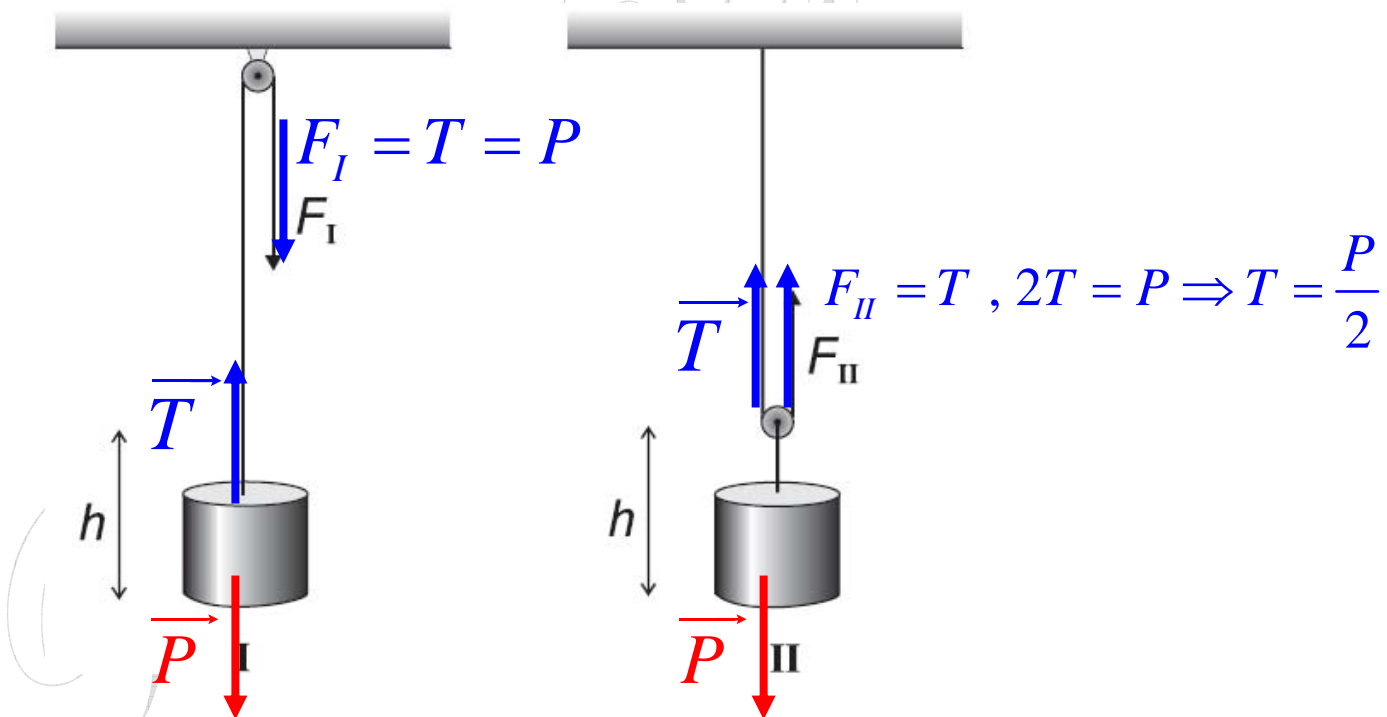
- A) $2F_I = F_{II}$ e $T_I = T_{II}$.
- B) $F_I = 2F_{II}$ e $T_I = T_{II}$.
- C) $2F_I = F_{II}$ e $2T_I = T_{II}$.
- D) $F_I = 2F_{II}$ e $T_I = 2T_{II}$.

CORREÇÃO

Questão envolvendo roldanas (polias), força e trabalho também caiu no vestibular de 1999. Roldanas são um tema comum tratado dentro das **Leis de Newton**, mas creio que esta questão vai *pegar* muita gente.

Começando pelo **Trabalho τ** , ou neste caso **Energia Potencial Gravitacional E_{PG}** , para erguer um **mesmo bloco de massa m até a mesma altura h** temos: $\tau = E_{PG} = m \cdot g \cdot h$. Ora, até a mesma altura teremos **o mesmo trabalho!** Pergunta comum: o trabalho da força Peso, conservativa, não depende da trajetória.

Quanto à **Força** necessária para erguer o bloco, aí varia. Como o bloco vai subir em **linha reta com a velocidade constante: 1ª Lei de Newton, MRU $\Rightarrow F_R = 0$** . As trações nas cordas devem equilibrar o peso do bloco. Veja na figura:



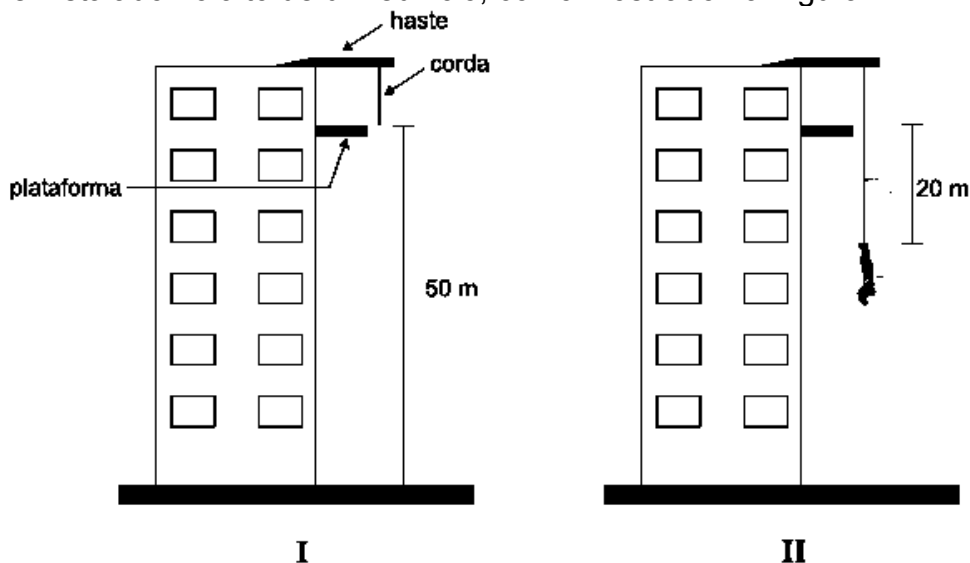
No primeiro caso, a roldana é utilizada apenas por praticidade, para puxar de baixo. A mesma **única corda** que segura o peso dá uma volta em cima e é puxada.

No segundo caso, usa-se a roldana para **dividir** o peso. A tração da corda esticada puxa **dos dois lados da roldana para cima** e o peso se divide, metade em cada lado. Claro, para a corda sozinha embaixo, ela segura o peso inteiro, mas a força é feita sobre ela, na parte de cima da roldana...

OPÇÃO: B.

19. (UFMG/2007) QUESTÃO 02 (Constituída de dois itens.)

Um bungee-jump é instalado no alto de um edifício, como mostrado na Figura I:



Esse aparelho é constituído de uma corda elástica que tem uma das extremidades presa a uma haste, acima de uma plataforma de salto. A extremidade livre dessa corda alcança o mesmo nível que a plataforma, a 50 m do solo, como mostrado na Figura I.

Guilherme decide pular desse bungee-jump. Inicialmente, ele é amarrado à extremidade da corda, que se distende, lentamente, até que ele fique em equilíbrio, pendurado a 20 m da plataforma, como mostrado na Figura II.

A massa de Guilherme é 60 kg.

Em seguida, Guilherme retorna à plataforma, de onde se deixa cair, verticalmente, preso à corda elástica.

Considerando essas informações,

1. **CALCULE** a constante elástica da corda.

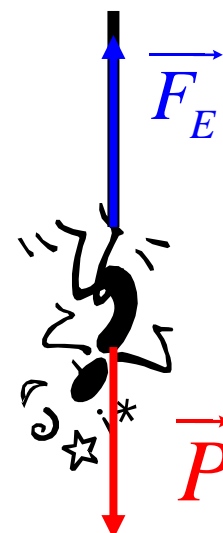
CORREÇÃO

Questão novamente envolvendo **Leis de Newton**, particularmente a 1ª:

Equilíbrio $\Rightarrow F_{Res} = 0$. Veja: o **Peso** anula a **Força Elástica**. Temos:

$$P = F_E \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{mg}{x}$$

$$k = \frac{60 \cdot 10}{20} = 30 \frac{N}{m}$$



2. **CALCULE** a menor distância que Guilherme vai atingir em relação ao solo.

CORREÇÃO

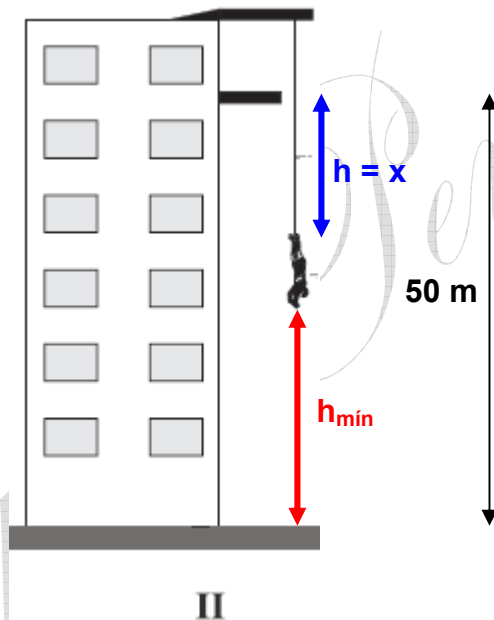
Neste caso, vamos aplicar a **Conservação da Energia Mecânica**. Assim, vamos **desprezar os atritos**.

À medida que Guilherme cai, a corda estica mais aumentando a força elástica e retardando seu movimento, até parar. Esta é a **altura mínima do solo** (e os praticantes devem conhecê-la, sob pena de graves acidentes!). Neste ponto, **toda a energia potencial gravitacional da queda foi transformada em potencial elástica**. Ou, o nível de referência para a altura é este, a altura mínima. Veja o esqueminha. Outra coisa importante é que começa a cair ao mesmo tempo em que começa a esticar a corda, logo $h = x$.

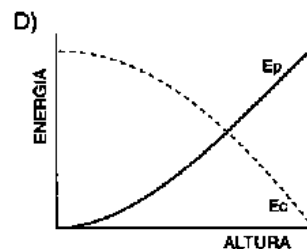
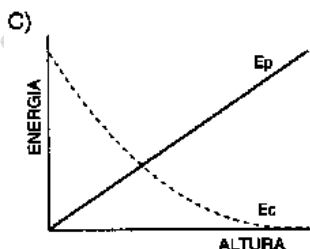
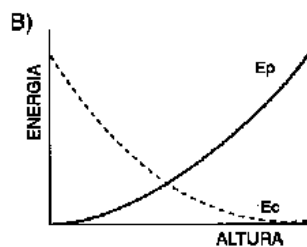
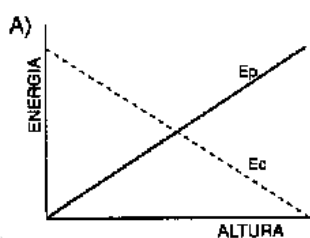
$$E_{PG} = E_{PE} \Rightarrow mg h = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow$$

$$x = h = \frac{2mg}{k} = \frac{2 \cdot 60 \cdot 10}{30} = 40 \text{ m}$$

$$h_{\text{mín}} = 50 - 40 = 10 \text{ m}$$



- 20.** (UFMG/96) Quando uma bola cai de uma certa altura, sua energia potencial E_p vai se transformando em energia cinética E_c . Considere $E_p=0$ no nível do solo, onde a altura é nula. Despreze a resistência do ar. O gráfico que **melhor** representa as energias potencial E_p (linha contínua) e cinética E_c (linha tracejada) em função da altura da bola é



CORREÇÃO

Sem atritos, a energia MECÂNICA se conserva. Ora, então, **tudo o que se perde de energia CINÉTICA se transforma em POTENCIAL gravitacional**. Podemos fazer um esquema assim:

$$E_M = E_C + E_G$$

$$20 = 20 + 0$$

$$20 = 19 + 1$$

$$20 = 18 + 2$$

⋮

Neste esquema, vemos que o que se perde de uma ganha-se da outra energia, **de forma linear**. Assim, **altura maior** \Rightarrow **maior E_G e menor E_C** enquanto **altura menor** \Rightarrow **maior E_C e menor E_G** .

Alguns alunos confundem porque sabem a fórmula da energia cinética, $E_C = \frac{m.v^2}{2}$, e acham que como varia com o quadrado **da velocidade**, o gráfico deve dar uma curva, parábola, certamente, porém o gráfico é plotado **em função da altura**, e $E_G = mgh$, **função linear**.

OPÇÃO: A.

21. (FUVEST/87) Uma pedra com massa $m = 0,10$ kg é lançada verticalmente para cima com energia cinética $E_C = 20$ joules. Qual a altura máxima atingida pela pedra?

- a) 10 m
- b) 15 m
- c) 20 m
- d) 1 m

CORREÇÃO

A altura máxima se dá **sem atritos**, quando a **Energia Mecânica se conserva**. Então, na subida, o corpo perde energia **cinética** e ganha **potencial gravitacional**. Tradicionalíssima! Calculando:

$$E_G = E_C \Rightarrow mgh = E_C \Rightarrow h_{\text{máx}} = \frac{E_C}{mg}$$

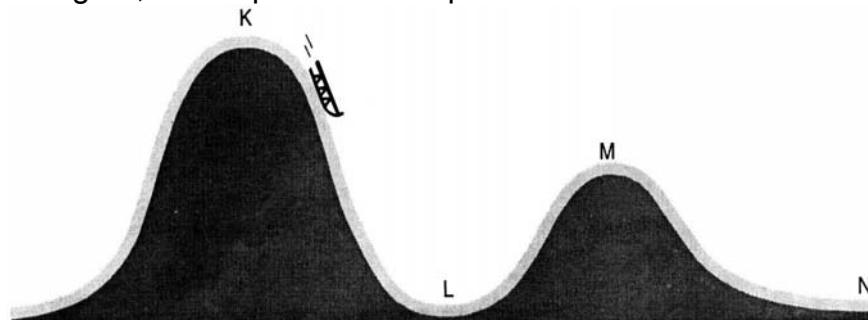
$$h_{\text{máx}} = \frac{20}{\frac{1}{10} \cancel{10}} = 20 \text{ J}$$

OPÇÃO: C.

Sistemas não conservativos

22. UFMG

Na figura, está representado o perfil de uma montanha coberta de neve.



Um trenó, solto no ponto K com velocidade nula, passa pelos pontos L e M e chega, com velocidade nula, ao ponto N. A altura da montanha no ponto M é menor que a altura em K. Os pontos L e N estão a uma mesma altura.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A) a energia cinética em L é igual à energia potencial gravitacional em K.
- B) a energia mecânica em K é igual à energia mecânica em M.
- C) a energia mecânica em M é menor que a energia mecânica em L.
- D) a energia potencial gravitacional em L é maior que a energia potencial gravitacional em N.

CORREÇÃO

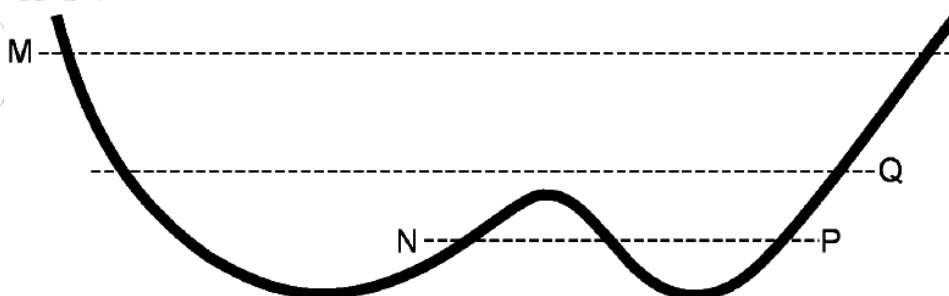
Pelo enunciado, como o trenó **PÁRA EM N**, conclui-se que houve perdas de energia mecânica devido ao atrito. Lembre-se que $E_M = E_C + E_P$. Assim, quanto mais para direita o ponto estiver, menos energia mecânica o trenó tem, já que o atrito a vai dissipando.

Apenas comentando a letra D, pontos na mesma altura **SEMPRE** têm a mesma energia potencial gravitacional!

GABARITO: C

23.

(UFMG/08) Observe o perfil de uma montanha russa representado nesta figura:



Um carrinho é solto do ponto M, passa pelos pontos N e P e só consegue chegar até o ponto Q.

Suponha que a superfície dos trilhos apresenta as mesmas características em toda a sua extensão.

Sejam E_{CN} e E_{CP} as energias cinéticas do carrinho, respectivamente, nos pontos N e P e E_{TP} e E_{TQ} as energias mecânicas totais do carrinho, também respectivamente, nos pontos P e Q.

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

- A) $E_{CN} = E_{CP}$ e $E_{TP} = E_{TQ}$.
- B) $E_{CN} = E_{CP}$ e $E_{TP} > E_{TQ}$.
- C) $E_{CN} > E_{CP}$ e $E_{TP} = E_{TQ}$.
- D) $E_{CN} > E_{CP}$ e $E_{TP} > E_{TQ}$.

CORREÇÃO

Questão sobre **Energia Mecânica**, e tradicional. É praticamente idêntica à interpretação das questões da UFMG de 97 e 2001. Mesmo assunto, Energia, mesmo *estilão*, montanha russa com atrito! É por isto que é bom para o aluno tratar de estudar!

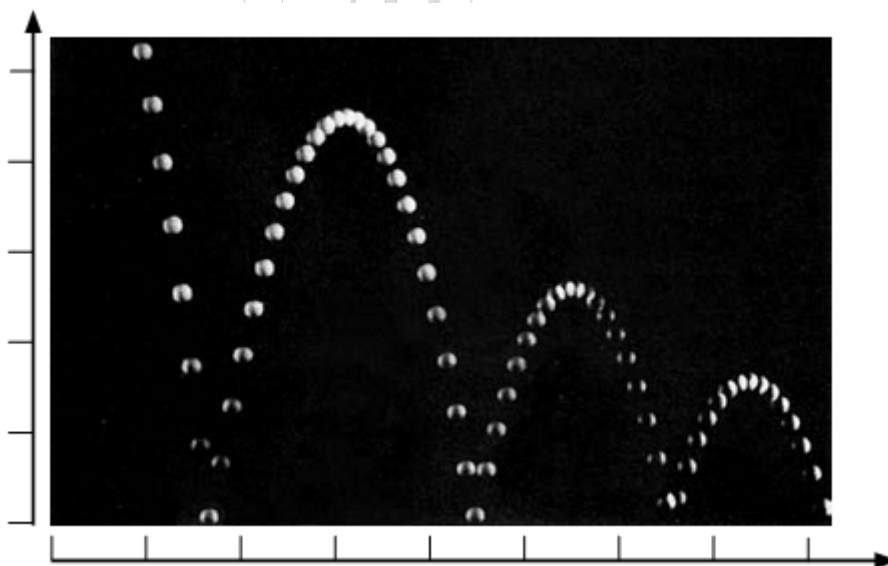
Concluimos que **há atrito**, pois solto o bloco **não consegue chegar da mesma altura** do outro lado. Este atrito **vai dissipando Energia Cinética**, que faz parte da Mecânica, ao longo da trajetória (gera calor, som, mas nem vem ao caso).

Logo, **quanto mais para frente (para a direita) menos energia Mecânica**. Assim, **N e P**, apesar de estarem **na mesma altura**, não têm a mesma **energia Cinética**. Até chegar em **P**, o atrito converte energia Mecânica em calor, por exemplo. A energia **Cinética** em **N**, antes, é **maior**.

E **P**, que está antes, tem mais **energia Mecânica**, pois até **Q** o mesmo atrito *rouba* mais **energia Mecânica**. Em situações **com atrito**, a **Energia Mecânica não se conserva**.

OPÇÃO: D.

- 24. (UFMG/2009)** Uma bola é lançada horizontalmente, de certa altura, e cai sobre uma superfície rígida, plana e horizontal. Uma parte da trajetória dessa bola está mostrada nesta fotografia estroboscópica, que consiste na superposição de diversas imagens registradas em instantes consecutivos:



Nessa figura, tanto na escala horizontal quanto na vertical, cada divisão mede 10 cm. A massa da bola é de 0,20 kg e, na foto, o intervalo de tempo entre uma exposição e outra é de 0,020 s. Considerando essas informações,

1. DETERMINE o módulo da velocidade da bola no instante em que ela é lançada horizontalmente.

JUSTIFIQUE sua resposta.

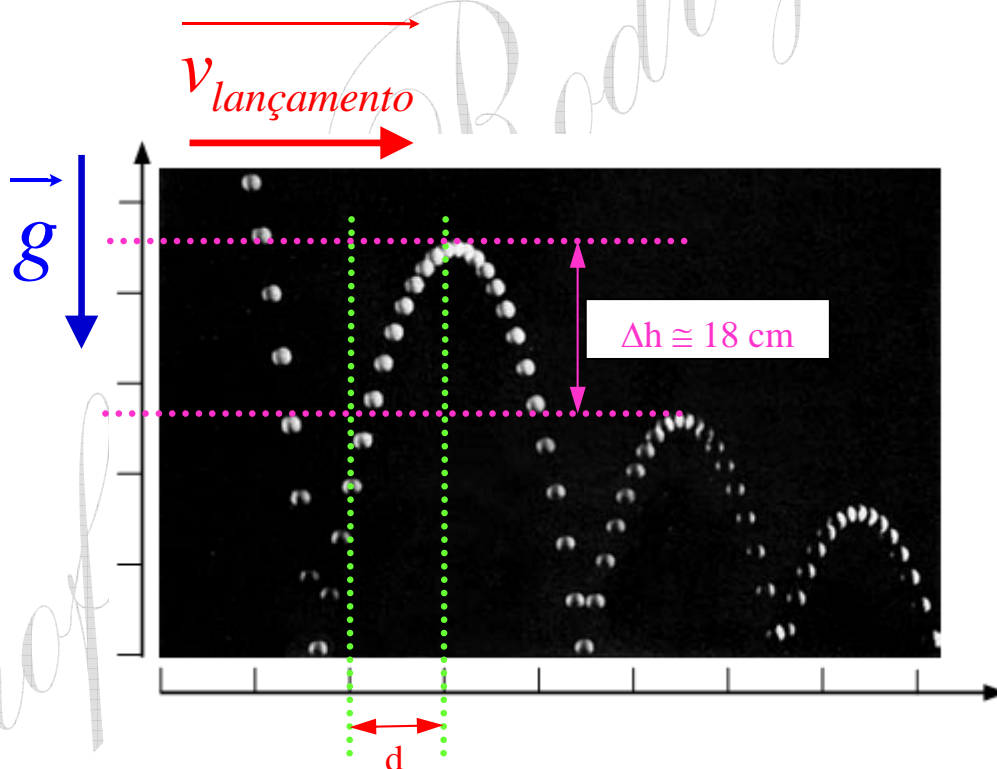
2. **CALCULE** a energia dissipada na segunda colisão da bola com a superfície. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

CORREÇÃO

Questão interessante, que envolve **CINEMÁTICA VETORIAL** e **CONSERVAÇÃO DA ENERGIA**.

O item 1 trata da **Composição de Movimentos**. Veja na figura. Podemos separar o movimento da bola em duas direções: na **horizontal**, que nos interessa para cálculo da velocidade de lançamento solicitada, e **desprezando-se os atritos**, o que deve ser justificado na questão, a gravidade não atua e teremos um **Movimento Retilíneo Uniforme**.

Na **vertical**, com atuação da **aceleração da gravidade**, o movimento é **Uniformemente Variado**. Embora não iremos utilizar as equações deste na resolução desta questão. Discutidos os conceitos e analisada a figura, partimos para a solução.



Veja que, separando a distância **d** e **contando**, uma por uma, as posições ocupadas pela bolinha, encontramos **9 posições**. Sabemos, do enunciado, que a **escala horizontal** é de **10 cm** e que o **intervalo** entre as fotos foi de **0,020 s**. $9 \times 0,02 = 0,18$ s. Como o movimento é **uniforme**, temos:

$$v = \frac{d}{t} = \frac{10}{0,18} = 55,555 \frac{cm}{s} = 55 \frac{cm}{s} = 0,55 \frac{m}{s}$$

Quanto ao segundo item, envolve a **Conservação da Energia Mecânica**. Se não houvesse atritos, som, algum calor gerado no impacto, deformação permanente na bola e no local do impacto, a **Energia Mecânica se conservaria e a bola voltaria à mesma altura!** Mas, pela figura e observando a **escala**, vemos uma **diferença de altura $\Delta h \cong 18 \text{ cm}$** . Também seria aceitável 19 cm, talvez 17 cm, afinal a medida é no visual, mas tem escala.

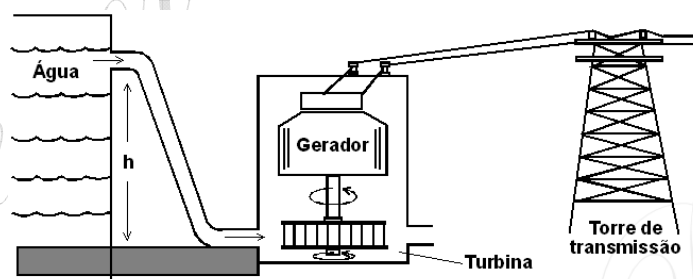
Supondo que, durante o voo da bola, **o atrito com o ar seja desprezível**, toda a energia dissipada que implicou nos 18 cm de diferença na altura foi devida ao choque. Podemos calcular a **energia dissipada**, então, pelo conceito de **Energia Potencial Gravitacional**, que faz parte da **Mecânica**, e com a **diferença de altura**.

$$E_{\text{dissipada}} = E_{\text{gravitacional perdida}} = mg\Delta h = 0,2 \cdot 10 \cdot 0,18 = 0,36 \text{ J}$$

Questão interessante. E lembrando que fotografias como esta são comuns nos bons livros de Física. De forma que o aluno não só já as viu, como também deve ter feito outras semelhantes. Haverá erros de avaliação na escala e erros de justificativas nos dois itens, com certeza. Já que não se aceita, no padrão de correção, que contas sejam feitas sem discorrer corretamente sobre a teoria envolvida.

- 25. (ENEM/1998) (DL-C3-H8)** A eficiência de uma usina, do tipo da representada na figura, é da ordem de 0,9, ou seja, 90% da energia da água no início do processo se transforma em energia elétrica. A usina Ji-Paraná, do Estado de Rondônia, tem potência instalada de 512 Milhões de Watt, e a barragem tem altura de aproximadamente 120m. A vazão do rio Ji-Paraná, em litros de água por segundo, deve ser da ordem de:

- (A) 50
(B) 500
(C) 5.000
(D) 50.000
(E) 500.000



CORREÇÃO

Agora a pergunta já é mais complexa, e envolve conhecimento qualitativo e também quantitativo: fórmula e conta! Traduzindo a estória e o tratando dos fenômenos: a água cai, sua Energia Potencial Gravitacional se converte em Cinética, e 90% desta energia Cinética é convertida em Elétrica!

Duas fórmulas: $E_G = mgh$, onde E_G é energia gravitacional(J), m é massa (kg), g a gravidade ($\frac{m}{s^2}$) e h altura(m). $P = \frac{E}{t}$, P é Potência(W), E a energia(J) e t o tempo(s).

Substituindo:

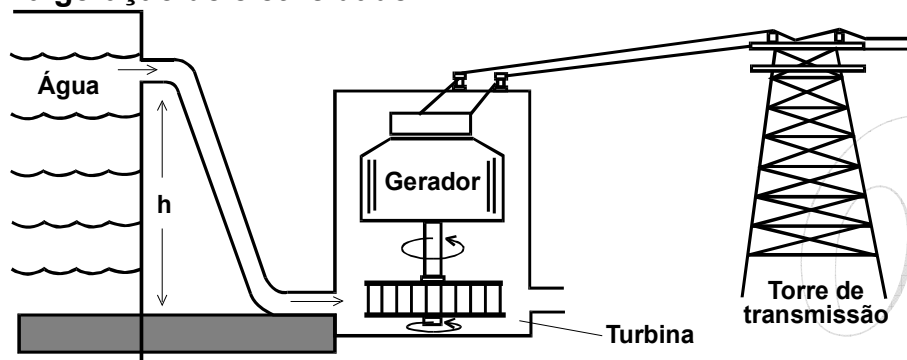
$$P = \frac{90\% \cdot E}{t} = \frac{0,9 \cdot mgh}{t} \Rightarrow m = \frac{P \cdot t}{0,9 \cdot g \cdot h} = \frac{512 \cdot 10^6 \cdot 1}{0,9 \cdot 10 \cdot 120} = 4,74 \cdot 10^5 \text{ Kg}$$

Note que transformamos os milhões em 10^6 , levamos em conta os 90% e usamos o tempo de 1s, porque se pede a vazão em litros por segundo! Uma última lembrança é de que a densidade da água é igual a 1 g/cm^3 . **1 litro de água pura tem massa de 1 kg!** O que nos leva a algo da ordem de **500.000 litros por segundo!**

OPÇÃO: E.

Transformações Energéticas

26. (ENEM/1998) (CF-C3-H8) Na figura abaixo está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

- (A) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
- (B) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.
- (C) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- (D) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.
- (E) nuclear, porque a energia é obtida do núcleo das moléculas de água.

CORREÇÃO

Também simples a questão, embora já necessite de um conhecimento acadêmico: o nome dado pela Física a um tipo de Energia. Mas uma parte é de conhecimento geral: água caindo de uma altura h , movendo a turbina, trata-se de uma usina **HIDRELÉTRICA**, aliás, a mais utilizada no Brasil. A energia do movimento da água, que é convertida em energia elétrica, é chamada **CINÉTICA**.

OPÇÃO: B.

27. (ENEM/1998) (SP-C3-H8) No processo de obtenção de eletricidade, ocorrem várias transformações de energia. Considere duas delas:

I. cinética em elétrica II. potencial gravitacional em cinética

Analisando o esquema na figura da questão anterior, é possível identificar que elas se encontram, respectivamente, entre:

- (A) I- a água no nível h e a turbina, II- o gerador e a torre de distribuição.
- (B) I- a água no nível h e a turbina, II- a turbina e o gerador.
- (C) I- a turbina e o gerador, II- a turbina e o gerador.
- (D) I- a turbina e o gerador, II- a água no nível h e a turbina.
- (E) I- o gerador e a torre de distribuição, II- a água no nível h e a turbina.

CORREÇÃO

Consideremos apenas as conversões de energia: transformação de Energia Cinética, do movimento da água, em Elétrica, ocorre entre a turbina, na qual a água passa em movimento, e a eletricidade sai, na outra ponta; já Potencial Gravitacional em Cinética ocorre na queda d'água, entre a água no nível h e a turbina.

OPÇÃO: D.