

Aula 1

Para as questões dessa aula, podem ser úteis as seguintes relações:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

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

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$\sin \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$



Atividades

- Um automóvel de massa 800kg começa a descer uma rua em declive com velocidade de módulo 54km/h. Nesse momento, o motorista deixa esse carro em ponto morto (desengrenado), de forma que sua velocidade passa a variar devido apenas à ação da força gravitacional e à existência de forças dissipativas (forças que dissipam energia, como atrito e resistência do ar). Depois de percorrer 500 metros, esse automóvel passa a apresentar a velocidade escalar de 72km/h. Sabendo-se que o seno do ângulo formado entre essa ladeira e a horizontal vale 0,02 e considerando a aceleração gravitacional nesse local como $g = 10\text{m/s}^2$, assinale a alternativa correta.
 - Durante essa descida, a energia mecânica do automóvel se conserva, visto que ocorre a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética.
 - Nesse processo, o sistema perde 10 000J de sua energia total.

- Durante a descida, a energia mecânica do automóvel aumenta de valor devido à ação da força gravitacional.
- Nesse processo, se não atuasse qualquer força dissipativa, o automóvel atingiria uma velocidade de módulo superior a 90km/h.
- Durante a descida, parte da energia potencial gravitacional se converte em energia cinética, havendo perda de energia mecânica devido à ação de forças dissipativas. No entanto, a quantidade de energia total envolvida no processo não se altera.

- Nas usinas hidrelétricas, a água é represada a uma certa altura e então colocada em movimento; sua energia potencial é usada para a geração de energia elétrica. Uma usina hidrelétrica, que aproveita uma queda d'água de 100 metros para gerar energia, apresenta eficiência de 60%, ou seja, a cada 100J de energia mecânica, relativos à água que passa pelas turbinas, apenas 60J transformam-se em energia elétrica, enquanto os outros 40J não são aproveitados para esse propósito. Qual deve ser a vazão de água (razão entre o volume de água escoado e o intervalo de tempo necessário para tal) para que essa usina possa operar com potência útil de 3 600MW?
 - 600 litros/s.
 - 6 000 litros/s.
 - 60 000 litros/s.
 - 600 000 litros/s.
 - 6 000 000 litros/s.

Dados: aceleração da gravidade: $g = 10\text{m/s}^2$; densidade da água: $d = 10^3\text{kg/m}^3$; $1\text{MW} = 1\,000\text{kW} = 1\,000\,000\text{W}$.

- 600 litros/s.
- 6 000 litros/s.
- 60 000 litros/s.
- 600 000 litros/s.
- 6 000 000 litros/s.



3. O movimento dos corpos na Lua e na Terra apresenta características muito distintas, devido à diferença entre os módulos da aceleração da gravidade nas regiões próximas à superfície desses dois astros celestes. Apesar da massa de um corpo ser a mesma na Terra e na Lua, seu peso apresenta valores diferentes, quando medido em cada um desses locais.

Em um experimento, um corpo é lançado de uma altura $h = 10\text{m}$ em relação à superfície da Terra. Um experimento semelhante é realizado na Lua, utilizando outro corpo de mesma massa. Partindo dos valores da energia cinética (E_c) e da energia potencial gravitacional (E_p), apresentados em cada uma das tabelas, é possível verificar onde ocorreu cada experimento.

Experimento 1		
Altura em relação ao solo (m)	E_c (J)	E_p (J)
10	0	1 000
5	A	B
0	900	0

Experimento 2		
Altura em relação ao solo (m)	E_c (J)	E_p (J)
10	0	160
5	80	C
0	D	0

A respeito dos valores A, B, C e D, mostrados nas tabelas, é possível afirmar que:

- a) $A < 500\text{J}$, $B < 500\text{J}$, $C = 80\text{J}$, $D = 160\text{J}$.
- b) $A = 500\text{J}$, $B < 500\text{J}$, $C < 80\text{J}$, $D = 160\text{J}$.
- c) $A < 500\text{J}$, $B = 500\text{J}$, $C = 80\text{J}$, $D = 160\text{J}$.
- d) $A = 500\text{J}$, $B = 500\text{J}$, $C = 80\text{J}$, $D = 160\text{J}$.
- e) $A < 500\text{J}$, $B = 500\text{J}$, $C < 80\text{J}$, $D = 160\text{J}$.

4. Em 2009, a usina termelétrica de Araucária possuía uma potência instalada de cerca de 480 megawatts e capacidade para atender o consumo de uma população de aproximada-

mente 1,5 milhão de habitantes. Esse tipo de usina tem como princípio de funcionamento o aquecimento de água pela queima de combustíveis fósseis. Após sofrer vaporização, essa água movimentada pás que fazem girar turbinas imersas em um campo magnético. Isso produz variação de fluxo magnético nas bobinas (fios metálicos enrolados) que ficam acopladas às turbinas e, como consequência, surge uma corrente elétrica induzida. Nesse processo, energia química ($E_{\text{Quím}}$) armazenada nas moléculas do combustível se transforma em calor ($E_{\text{Térm}}$) durante a combustão. Em seguida, essa energia térmica é convertida em energia cinética (E_{Cin}), movimentando a turbina e, finalmente, transformando-se em energia elétrica ($E_{\text{Elét}}$). Comparando os valores das diversas formas de energia envolvidas, nas diferentes etapas da geração de eletricidade, é possível afirmar que:

- a) $E_{\text{Quím}} > E_{\text{Térm}} > E_{\text{Cin}} = E_{\text{Elét}}$.
- b) $E_{\text{Quím}} > E_{\text{Térm}} > E_{\text{Cin}} > E_{\text{Elét}}$.
- c) $E_{\text{Quím}} > E_{\text{Térm}} = E_{\text{Cin}} > E_{\text{Elét}}$.
- d) $E_{\text{Quím}} = E_{\text{Térm}} > E_{\text{Cin}} > E_{\text{Elét}}$.
- e) $E_{\text{Quím}} < E_{\text{Térm}} = E_{\text{Cin}} < E_{\text{Elét}}$.

5. Três pessoas participam de um debate no qual estão sendo discutidas as vantagens e desvantagens da instalação de diversos tipos de usinas para geração de energia elétrica. Cada um dos participantes defende a tese de que um tipo de usina é o ideal, e seus argumentos estão transcritos a seguir.

Participante A – Apesar de esse tipo de usina apresentar alto custo de produção de energia elétrica, e ainda causar poluição térmica de águas, tem como vantagens não lançar gases poluentes na atmosfera e ainda poder ser instalada nas proximidades dos grandes centros consumidores de energia.

Participante B – Apesar de esse tipo de usina ter um custo elevado de construção, tem como vantagens o custo relativamente baixo para a produção de energia elétrica e o uso de uma fonte limpa e renovável de energia.



Gabarito

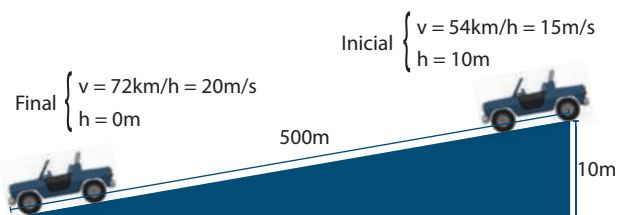
1. Resposta: E

Utilizando o seno do ângulo formado entre a ladeira e a horizontal, encontramos a altura h que o carro desceu:

$$\text{sen } \alpha = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} \Rightarrow 0,02 = \frac{h}{500}$$

$$h = 10 \text{ metros}$$

Representando isso por intermédio de um desenho, temos:



Considerando E_M a energia mecânica do carro, E_C sua energia cinética, E_P sua energia potencial, v a velocidade e m a sua massa, pode-se analisar o problema.

Situação inicial:

$$E_M = E_C + E_P$$

$$E_M = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$

$$E_M = \frac{800 \cdot 15^2}{2} + 800 \cdot 10 \cdot 10$$

$$E_M = 90\,000 + 80\,000 = 170\,000\text{J}$$

Situação final:

$$E_M = E_C + E_P$$

$$E_M = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$

$$E_M = \frac{800 \cdot 20^2}{2} + 800 \cdot 10 \cdot 0$$

$$E_M = 160\,000 + 0 = 160\,000\text{J}$$

Dos 80 000J de energia potencial gravitacional que o automóvel possuía no início, 70 000J se transformam em energia cinética. A diferença (10 000J) dissipa-se devido à ação das forças dissipativas (atrito e resistência do ar). Apesar de o automóvel perder energia mecânica, a energia total do sistema automóvel-ambiente permanece constante, pois esses 10 000J transformam-se em outras

formas de energia, como calor e energia sonora.

Assim, temos:

- Errado. A energia mecânica não se conserva, há dissipação de energia.
- Errado. Não há perda de energia, somente transformação de um tipo de energia em outro.
- Errado. A energia mecânica diminui durante a descida, por causa da ação das forças dissipativas.
- Errado. Se não houvesse dissipação de energia, a energia mecânica no final da descida seria a mesma do início, $E_M = 170\,000\text{J}$. Como no ponto mais baixo não há energia potencial, toda a energia mecânica corresponderia à energia cinética. Para isso, deveríamos ter uma velocidade de:

$$170\,000 = \frac{800 \cdot v^2}{2}$$

$$v \cong 20,6\text{m/s} \cong 74,2\text{km/h} < 90\text{km/h}$$

- Correto. A energia mecânica do automóvel diminui durante a descida, mas a energia total do sistema permanece constante.

2. Resposta: E

Na geração de energia elétrica, a energia potencial da água que fica represada transforma-se em energia cinética durante a queda e, mais adiante, proporciona a movimentação das turbinas. Assim, na equação de potência, podemos substituir a variação de energia (ΔE) pelo valor da energia potencial gravitacional ($E_p = m \cdot g \cdot h$):

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

Recordando que a massa específica (ou densidade) de uma substância é calculada pela razão entre massa e volume ($d = \frac{m}{V}$), é possível substituir a massa da equação anterior por $m = d \cdot V$. Portanto:

$$P = \frac{d \cdot V \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

Como vazão (Z) é a razão entre o volume de líquido escoado e o tempo necessário para tal ($Z = \frac{V}{\Delta t}$), essa última equação pode ser simplificada e fica da seguinte forma:

$$P = d \cdot Z \cdot g \cdot h \text{ (potência total).}$$

No caso da questão, a potência útil da hidrelétrica corresponde a apenas 60% do valor encontrado nessa última equação. Assim, pode-se escrever, usando unidades do SI, que:

$$3\,600 \cdot 10^6 = 0,6 \cdot d \cdot Z \cdot g \cdot h$$

$$3\,600 \cdot 10^6 = 0,6 \cdot 10^3 \cdot Z \cdot 10 \cdot 100$$

$$Z = 6 \cdot 10^3 \text{m}^3/\text{s}$$

Como cada metro cúbico corresponde ao volume de 1 000 litros, tem-se:

$$Z = 6 \cdot 10^6 \text{ litros/s}$$



3. Resposta: C

Primeiramente, é possível saber que o primeiro experimento se refere à Terra, enquanto que o segundo foi realizado na Lua. Isso se deve a dois motivos:

- I. No experimento 1, a energia potencial inicial do corpo vale 1 000J, sendo maior que a energia potencial inicial de 160J mostrada na tabela referente ao experimento 2. Como a energia potencial gravitacional é calculada por $E_p = m \cdot g \cdot h$, e os valores de massa (m) e altura (h) são idênticos nas duas situações, apenas a aceleração da gravidade (g) seria o fator capaz de criar a diferença percebida nas energias potenciais iniciais. Sabe-se que $g_{Terra} > g_{Lua}$, logo o experimento 1 foi realizado na Terra.
- II. É possível notar também que o experimento 1 trata de um sistema dissipativo, pois a energia mecânica (soma da energia cinética e da energia potencial gravitacional) diminui ao longo do movimento (começa com valor de 1 000J e termina com 900J). Já no experimento 2 o sistema mostrado é conservativo, pois a energia mecânica permanece constante durante toda a queda (160J). Na Lua, devido à inexistência de atmosfera, o sistema deve ser conservativo, logo o segundo experimento foi realizado na Lua.

Façamos uma análise para cada um dos valores (A, B, C e D), mas em uma ordem diferente:

B – O valor da energia potencial gravitacional ($E_p = m \cdot g \cdot h$) na metade da altura ($h = 5m$) corresponde à metade do valor inicial, visto que m e g são constantes (considerando cada tabela separadamente). Como o valor inicial da energia potencial gravitacional na tabela 1 é 1 000J, $B = 500J$.

A – Como o experimento 1 representa um sistema dissipativo, a energia mecânica (E_M) diminui ao longo da queda. Assim, no ponto relativo ao valor A, pode-se dizer que $E_M < 1\ 000J$. Assim, $E_c + E_p < 1\ 000J$. Como o valor B é $E_p = 500J$, tem-se:

$$E_c + 500J < 1\ 000J \text{ ou } E_c < 500J.$$

C – Como o experimento 2 refere-se a um sistema conservativo, a energia mecânica é constante ao longo da queda. Assim, $E_c + E_p = 160J$ em qualquer instante do movimento. Como a energia cinética no ponto relativo ao valor C é 80J, pode-se constatar que a energia potencial também vale 80J (isso pode ser percebido também por esse ponto estar na metade da altura inicial da queda).

D – Como o experimento 2 refere-se a um sistema conservativo, a energia mecânica é constante ao longo da queda. Assim, $E_c + E_p = 160J$ em qualquer instante do movimento. Como a energia potencial é nula no ponto correspondente ao valor D, pode-se constatar que $E_c = 160J$.

$$\text{Assim, } A < 500J, B = 500J, C = 80J, D = 160J.$$

4. Resposta: B

Em praticamente todos os processos em que ocorre transformação de energia, parte dela é dissipada, ou seja, forças dissipativas transformam parte da energia útil do sistema em calor, som, luz, entre outros tipos de energia. Dessa forma, também na geração de eletricidade em uma usina termelétrica, em cada umas das etapas em que acontece transformação de energia, diminui-se a quantidade útil de energia no processo. A energia no final do processo é, portanto, menor do que a energia no começo.

$$\text{Assim, } E_{Quim} > E_{T\acute{e}rm} > E_{Cin} > E_{El\acute{e}t}.$$

5. Resposta: E

	Vantagens	Desvantagens
Hidrelétrica	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Usa fonte limpa de energia (água). ↳ O custo de produção da energia elétrica é relativamente baixo. ↳ No caso do Brasil, existe uma grande disponibilidade do recurso natural (água) usado na geração da energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ A água represada para movimentar as turbinas alaga enormes regiões, destruindo o <i>habitat</i> de diversas espécies animais e vegetais. ↳ Muitas pessoas precisam ter suas moradias deslocadas devido à região inundada. ↳ O custo de construção da usina é elevado. ↳ Só podem ser instaladas nas regiões com alto potencial hidrelétrico (geralmente longe dos centros consumidores).
Termelétrica	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Facilidade e rapidez para a construção desse tipo de usina. ↳ Podem ser instaladas próximas aos grandes centros consumidores. ↳ Diversidade de recursos que podem ser usados para a geração de energia elétrica (carvão, diesel, lixo etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Emissão de gases poluentes. ↳ Poluição térmica da água que é aquecida (a quantidade de O_2 dissolvido na água diminui).

