Energia cinética e potencial

A única afirmação que pode ser feita com certeza é que energia é uma construção teórica da mente humana. Trata-se de um conceito útil para a compreensão de muitos fenômenos da natureza e para o desenvolvimento de tecnologias, mas daí para uma definição clara e precisa ainda há um longo Caminho a ser trilhado. O conceito de energia se enquadra naquilo que, em ciência, é chamado de "princípio", definição primeira, idéia sobre a qual se fundamentam teorias e muitos aparatos tecnológicos, mas que não se sabe ao certo o que é. Para os cientistas ela se constitui num ponto de partida e não de chegada. Em nosso curso vamos trabalhar inicialmente com três modalidades ou energia: **energia cinética, energia potencial gravitacional, energia potência elástica.**

Energia cinética

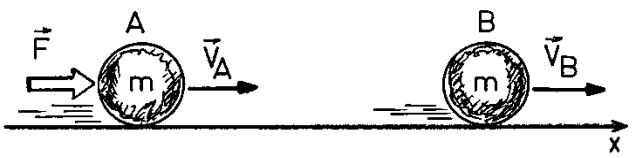
Quando um corpo ou sistema físico estiver em movimento em relação a um referencial, ele possuirá uma forma de ***energia de movimento*** denominada ***energia cinética***. Sua intensidade é proporcional à massa e ao quadrado da velocidade do móvel.

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$ ➡ *depende do referencial*

Teorema da Energia Cinética (TEC)

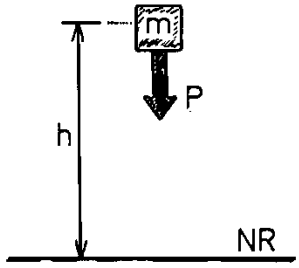
A variação da energia cinética de um corpo entre dois instantes é medida pelo trabalho da força resultante entre os instantes considerados.

$$F_R = \Delta E_C = EC_B - EC_A$$



Energia potencial gravitacional

É função da ***posição*** de um corpo num campo gravitacional (por exemplo, o terrestre) e depende da intensidade do peso (***P***) do corpo no local onde se encontra e da altura (***h***) do seu centro de massa em relação a um plano horizontal de referência.



$$Ep = m.g.h$$

OBSERVAÇÕES:

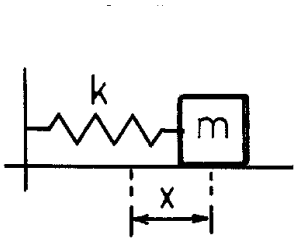
1. *A variação da energia potencial gravitacional de um corpo entre duas posições é igual, em módulo, ao trabalho do peso entre essas posições, mas de sinal contrário.*

$$\Delta EP_G = - W_P$$

2. *O movimento **espontâneo** de uma partícula material no interior de um campo de forças é sempre no sentido de **diminuir** a sua energia potencial.*

Energia potencial elástica

É a forma de energia exclusivamente ***positiva*** que encontramos "armazenada" em sistemas elásticos deformados. É o caso, por exemplo, de uma mola ideal alongada ou comprimida ou de uma tira de borracha alongada. Pode-se dizer que a mola ou a tira está "energizada" de uma energia potencial elástica EP_E, dada por:



$$Ep = k.x^2/2$$

Conservação da energia mecânica

Forças conservativas são aquelas às quais está associada uma energia potencial, como o peso e a força elástica.

- quando a energia cinética diminui, a energia potencial aumenta;
- quando a energia cinética aumenta, a energia potencia diminui.

Quando, em um sistema de corpos, as forças que realizam trabalho são todas conservativas, o sistema é denominado *sistema conservativo*.

Chamamos de energia mecânica de um corpo a soma de sua energia cinética com sua energia potencial.

A energia mecânica de um sistema permanece constante quando este se movimenta sob ação de forças conservativas. Neste caso, *o trabalho realizado pela força resultante independe da forma da trajetória descrita.*

$$E_{MEC} = E_{CIN} + E_{POT} \Rightarrow \text{constante}$$

$$\Downarrow$$

$$EC_A + EP_A = EC_B + EP_B$$

(Para quaisquer dois pontos **A** e **B** da trajetória)

OBSERVAÇÃO: Se o sistema não for conservativo, isto é, existirem forças dissipativas como atrito, resistência do ar, etc., escrevemos:

$$EMEC_{INICIAL} = EMEC_{FINAL} + WF_{DISSIPATIVAS}$$

TREINANDO PARA O ENEM

01. (UFRGS) Para um dado observador, dois objetos A e B, de massas iguais, movem-se com velocidades constantes de 20 km/h e 30 km/h, respectivamente. Para o mesmo observador, qual a razão E_A/E_B entre as energias cinéticas desses objetos?

a) 1/3. **b)** 4/9. **c)** 2/3. **d)** 3/2. **e)** 9/4.

02. (UFSM) Um corpo de massa 2 kg se desloca em um plano horizontal sem atrito. Esse corpo tem sua velocidade alterada de 10 m/s para 30 m/s. O trabalho realizado sobre o corpo, em joules, vale:

a) 800 **b)** 900 **c)** 700 **d)** 1000 **e)** 600

03. (FUVEST) – No rótulo de uma lata de leite em pó, lê-se "valor energético: 1500 kJ por 100 g (361 kcal)". Se toda a energia armazenada em uma lata contendo 400 g de leite fosse utilizada para levantar um objeto de 10 kg, a altura atingida seria de, aproximadamente:

a) 25 cm
b) 15 m
c) 400 m
d) 2 km
e) 60 km.

04. (UFSM) Um ônibus de massa *m* anda por uma estrada de montanhas e desce uma altura *h*. O motorista mantém os freios acionados, de modo que a velocidade é mantida constante em módulo durante todo o trajeto.

Considere as afirmativas a seguir, assinale se são verdadeiras (V) ou falsas (F).

( )A variação de energia cinética do ônibus é nula.

( )A energia mecânica do sistema ônibus-Terra se conserva, pois a velocidade do ônibus é constante.

( )A energia total do sistema ônibus-Terra se conserva, embora parte da energia mecânica se transforme em energia interna.

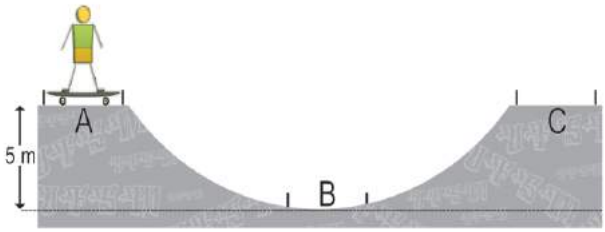
A sequência correta é

a) V – F – F.
b) V – F – V.
c) F – F – V.
d) F – V – V.
e) F – V – F.

05. (PUCRS) Têm-se duas molas metálicas iguais, ***A*** e ***B***, inicialmente sem deformação. As duas são comprimidas de modo que ***A*** sofra deformação ***x*** e ***B*** sofra deformação ***2x***. Com isso, o quociente entre as respectivas energias elásticas acumuladas, W_A/W_B, vale

a) 4 **b)** 2 **c)** 1 **d)** 1/2 **e)** 1/4

06. (UFSM) Um estudante de Educação Física com massa de 75 kg se diverte numa rampa de skate de altura igual a 5 m. Nos trechos A, B e C, indicados na figura, os módulos das velocidades do estudante são V_A, V_B e V_c, constantes, num referencial fixo na rampa. Considere g= 10 m/s^2 e ignore o atrito.



São feitas, então, as seguintes afirmações:

I - $V_B = V_A + 10$ m/s.

II - Se a massa do estudante fosse 100 kg, o aumento no modulo de velocidade V_B seria 4/3 maior.

III - $V_C = V_A$

Está(ão) correta(s)

a) apenas I.
b) apenas II.
c) apenas III.
d) apenas I e II.
e) apenas I e III.

07. (UFSM) Não se percebe a existência do ar num dia sem vento; contudo, isso não significa que ele não existe.
Um corpo com massa de 2 kg é abandonado de uma altura de 10m, caindo verticalmente num referencial fixo no solo. Por efeito da resistência do ar, 4J da energia mecânica do sistema corpo-Terra se transformam em energia interna do ar e do corpo. Considerando o módulo de aceleração da gravidade como g= 10m/s^2, o corpo atinge o solo com velocidade de módulo, em m/s, de

a) 12.
b) 14.
c) 15.
d) 16.
e) 18.

08. (PUCRS) Num salto em altura com vara, um atleta atinge a velocidade de 11m/s imediatamente antes de fincar a vara no chão para subir. Considerando que o atleta consiga converter 80% da sua energia cinética em energia potencial gravitacional e que a aceleração da gravidade no local seja 10m/s², a altura máxima que o seu centro de massa pode atingir é, em metros, aproximadamente,

a) 6,2
b) 6,0
c) 5,6
d) 5,2
e) 4,8

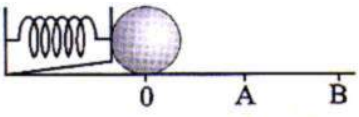
09. (UFRGS) Um objeto, com massa de 1,0 kg, é lançado, a partir do solo, com energia mecânica de 20 J. Quando o objeto atinge a altura máxima, sua energia potencial gravitacional relativa ao solo é de 7,5 J. Desprezando-se a resistência do ar, e considerando-se a aceleração da gravidade com módulo de 10 m/s², a velocidade desse objeto no ponto mais alto de sua trajetória é:

a) zero.
b) 2,5 m/s.
c) 5,0 m/s.
d) 12,5 m/s.
e) 25,0 m/s.

10. (UFSM) Se não fosse pela força de arraste do ar sobre as gotas de chuva, elas seriam altamente destrutivas para as plantas e animais, porque chegariam ao solo com velocidades de módulos muito grandes. Uma gota de chuva, com massa de 0,005g, cai de uma altura de 1000m e chega ao solo com velocidade de módulo 10m/s, num referencial fixo no solo. Supondo que a gota permanece intacta e que a energia mecânica é transformada em energia interna do ar e da própria gota, a porcentagem de energia mecânica que é transformada em energia interna, em termos aproximados, é de:

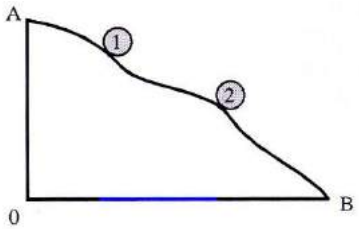
a) mais de 95%
b) entre 80% e 95%
c) entre 50% e 80%
d) entre 35% e 50%
e) menos de 35%

11. (UFSM) Quando um gatilho é desarmado, a mola da figura, que está comprimida de 20cm, lança a esfera de massa 0,4kg. Supondo desprezível o atrito e a constante da mola igual a 250 N/m, qual será a velocidade da esfera no trecho AB?



a) 5 m/s
b) 7,1 m/s
c) 11,2 m/s
d) 111,8 m/s
e) 500 m/s

12. (UFSM) Dois corpos **1** e **2**, partem do repouso na posição **A**, em instantes diferentes, e deslizam, sem rolar, ao longo de um escorregador sem atrito, até chegar à posição B, conforme a figura.

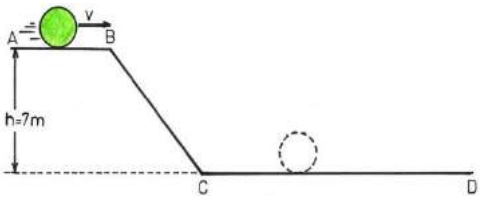


Se as massas de **1** e **2**, são m_1 e $m_2 = m_1/2$ e as velocidades em **B** são V_1 e V_2, respectivamente, então concluí-se que:

a) $V_1 = V_2/4$
b) $V_1 = V_2$
c) $V_1 = V_2/2$
d) $V_1 = 2V_2$
e) $V_1 = 4V$

13. (UFSM) – Se for desconsiderado o atrito, o móvel de massa 5kg atinge a velocidade de 12m/s no trecho CD, portanto, sua velocidade no trecho AB era, em m/s:

a) 2 **b)** 4 **c)** 5 **d)** 6 **e)** 9



14. (UFSM) Um corpo é lançado de baixo para cima, com a velocidade "v_0". Quando o objeto estiver na metade de sua altura máxima "h", pode-se afirmar que sua energia cinética é:

a) mgh

b) $\frac{1}{2} mv_0^2 - mgh$

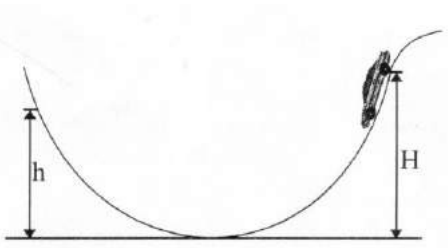
c) $\frac{1}{2} mv_0^2 + mgh$

d) $\frac{1}{2} mv_0^2 + \frac{1}{2} mgh$

e) $\frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{1}{2} mgh$

15. (UFSM) Um carrinho é abandonado a uma altura **H**, em uma trajetória parabólica, conforme a figura, conseguindo atingir a altura **h** do outro lado da rampa. Sabendo-se que 20% da energia mecânica se perdeu devido ao atrito, a relação **H/h** é

a) 2/10
b) 8/10
c) 10/8
d) 10/2
e) 20

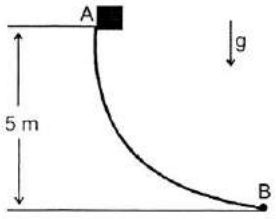


16. (UFSM) Um ciclista desce uma ladeira com forte vento pela frente, deslocando-se com velocidade constante. Pode-se afirmar que as variações das energias cinética (ΔE_C) e potencial gravitacional (ΔE_P) são

a) $(\Delta E_C) = 0$ e $(\Delta E_P) = 0$
b) $(\Delta E_C) > 0$ e $(\Delta E_P) < 0$
c) $(\Delta E_C) = 0$ e $(\Delta E_P) > 0$
d) $(\Delta E_C) < 0$ e $(\Delta E_P) < 0$
e) $(\Delta E_C) = 0$ e $(\Delta E_P) < 0$

17. (UFSM) Um corpo de massa de 1 kg é abandonado a partir do repouso, no ponto A, situado a 5 m de altura em relação a B, conforme figura. O corpo atinge o ponto B somente deslizando com o módulo da velocidade de 8 m/s. Considerando g = 10 m/s², pode-se afirmar que a variação da energia mecânica é, em J,

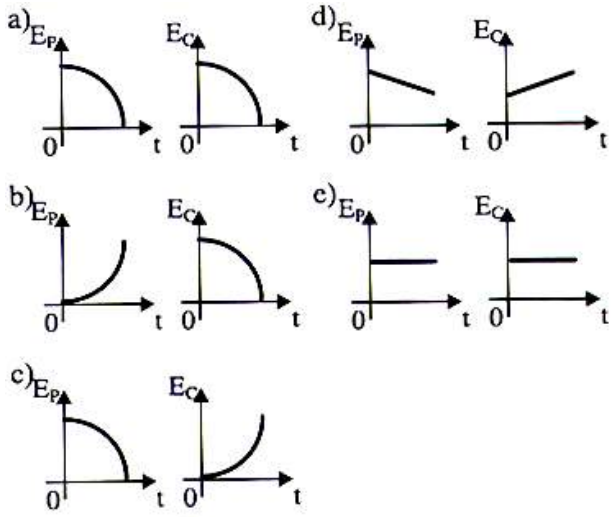
a) −32
b) −18
c) 0
d) 18
e) 32



18. (UFSM) Um corpo de 1 kg, com velocidade escalar de 6 m/s, atinge o repouso após percorrer uma distância de 2 m, subindo um plano inclinado de um ângulo de 30° com a horizontal. Considerando a aceleração da gravidade g = 10 m/s², o trabalho da força de atrito sobre o corpo é, em J,

a) 28
b) − 28
c) 18
d) 8
e) − 18

19. (UFSM) Nos sistemas conservativos, a energia mecânica total permanece constante. Considerando um corpo em queda livre no vácuo, os gráficos que representam as energias potencial gravitacional (Ep) em relação ao solo e cinética (EC), em função do tempo de queda, são:



20. Um objeto que se move com velocidade escalar de 10 m/s atinge uma mola e a comprime até parar. Quando, a seguir, a mola se distende totalmente, empurrando o objeto de volta, a velocidade escalar que adquire tem módulo 1,0 m/s. A porcentagem de energia cinética perdida pelo objeto, nessa interação, é de:

a) 10%
b) 1,0%
c) 99%
d) 15%
e) 90%

21. (UFRGS) Uma partícula, sujeita apenas a uma força constante de módulo igual a 4N, move-se sobre uma linha reta. A variação de energia cinética da partícula, entre dois pontos A e B, é igual a 6J. Qual a distância entre A e B, em metros?

a) 1/3
b) 2/3
c) 1
d) 3/2
e) 3

22. (UFSM) Um móvel de massa igual a 5kg desloca-se sobre um plano horizontal sem atrito. Para produzir uma alteração em sua velocidade de 5m/s para 15m/s foi necessário realizar um trabalho de

a) 250J
b) 500J
c) 625J
d) 750J
e) 1.000J

23. (UFSM) Um corpo de massa "m" movimenta-se num campo de forças conservativas com energia mecânica igual a 1200J. Na tabela abaixo, são dados os valores da energia potencial para diversas posições. Os valores respectivos da energia cinética nas mesmas posições, valem, em joules:

x(m)	0	8	16	20
Ep(j)	600	0	1200	0

a) 0; 600; 1200; 1200
b) 0; 1200; 600; 1200
c) 0; 600; 1200; 0
d) 600; 1200; 0; 1200
e) 600; 0; 1200; 0

24. (UFSM) Um corpo de 9kg e velocidade de 10m/s choca-se com uma mola de constante elástica de 20 N/m. Qual a distância percorrida pelo sistema corpo-mola?

a) $3\sqrt{10}$ m
b) $3\sqrt{5}$ m
c) 4,5m
d) $9\sqrt{5}$ m
e) $9\sqrt{10}$ m

25. (PUCRS) Um corpo de 5 kg de massa é abandonado de uma altura de 20 m. Considerando o movimento como sendo uma queda livre, e a aceleração gravitacional g = 10 m/s^2, a energia mecânica do sistema do sistema corpo-Terra, quando o corpo estiver a 5,0 m do solo, será de:

a) 1000 J
b) 750 J
c) 500 J
d) 100 J
e) 10 J

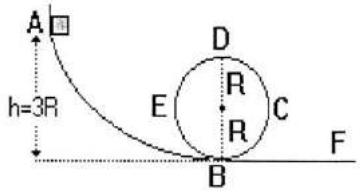
26. (PUCSP) Um menino desce num tobogã de 10 m de altura, a partir do repouso. Supondo g = 10 m/s^2 e que 50% de energia adquirida na queda seja dissipada, a velocidade do menino ao atingir a base é de:

a) 10 $\sqrt{2}$ m/s
b) 10 m/s
c) 5 $\sqrt{2}$ m/s
d) 5 m/s
e) 1 m/s

27. (UFSM) Um garoto usa um bodoque confeccionado com tiras de borrachas cuja constante elástica é K. Considerando que a borracha foi esticada de ΔX, pode-se afirmar que o módulo da velocidade de arremesso de uma pedra de massa *m* é:

a) $\sqrt{K/m}.\Delta X$
b) $\sqrt{K/m}.\Delta X^2$
c) (m/K) . ΔX^2
d) $\sqrt{m/K}.\Delta X^2$
e) (K/m) . ΔX^2

28. (UCS) – Um objeto pequeno percorre sem atritos a montanha-russa ABCDEBF, como mostra a figura. O objeto parte do repouso do ponto **A**, a uma altura **h = 3R** acima do solo. **R** é o raio da parte circular da montanha-russa. Com base nesses dados, é correto afirmar que:



a) a energia cinética do objeto no ponto **F** é nula.
b) a energia potencial do objeto no ponto **D** é maior do que a sua energia cinética no ponto **B**.
c) a força centrípeta que age sobre o objeto quando este passa pelo ponto **B** é igual ao seu peso.
d) a energia mecânica do objeto no ponto **C** é igual à sua energia potencial no ponto **A**.
e) a velocidade do objeto no ponto **D** é zero.

29. (FURG) Um vagão ferroviário de 10.000 kg, movimenta-se sobre trilhos horizontais a 0,4 m/s, com atrito desprezível. No final dos trilhos, o vagão atinge um pára-choque de mola, cuja constante elástica vale $4x10^4$ N/m, e entra, momentaneamente, em repouso. Admitindo que somente a força conservativa da mola exerce trabalho sobre o vagão, podemos afirmar que a mola sofre uma compressão de

a) 5 cm
b) 10 cm
c) 12 cm
d) 15 cm
e) 20 cm

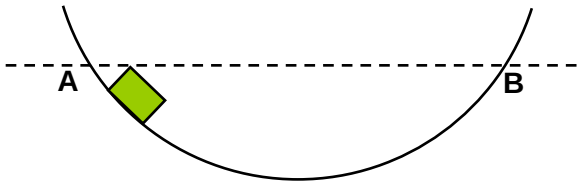
30. (PUCRS) Duas pessoas, uma com 120 kg e outra com 60 kg, sobem uma mesma escada. A pessoa de massa maior emprega o dobro do tempo, para subir, do que a outra. O quociente entre a potência média desenvolvida pela pessoa de maior massa e a potência média da outra pessoa é

a) 0,25
b) 0,50
c) 0,75
d) 1,00
e) 1,25

31. (FFFCMPA) Uma sala com equipamentos hospitalares deve ser mantida em determinada temperatura e, para isso, foi solicitada a instalação de um condicionador de ar com potência de 10.000 Btu/h. Sabendo-se que 1 Btu corresponde a 1.055 J, a potência desse aparelho é de, aproximadamente,

a) 1,8 kW.
b) 2,9 kW.
c) 6,8 kW.
d) 9,5 kW.
e) 10,6 kW.

32. (UFSC) – O bloco representado na figura abaixo desce a partir do repouso, do ponto **A**, sobre o caminho que apresenta atrito entre as superfícies de contato. A linha horizontal **AB** passa pelos pontos **A** e **B**.



Assinale a(s) proposição(ões) CORRETA(S).

01. O bloco certamente atingirá o ponto B.

02. A força de atrito realiza trabalho negativo durante todo o percurso e faz diminuir a energia mecânica do sistema.

04. Tanto a força peso como a força normal realizam trabalho.

08. A energia cinética do bloco não se conserva durante o movimento.

16. A energia potencial gravitacional permanece constante em todo o percurso do bloco.

32. O bloco sempre descerá com velocidade constante, pois está submetido a forças constantes.

64. A segunda lei de Newton não pode ser aplicada ao movimento deste bloco, pois existem forças dissipativas atuando durante o movimento.

33. (ENEM 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas e o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura ao lado:

Desprezando-se as forcas dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, e necessário que

a) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.

b) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.

c) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.

d) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.

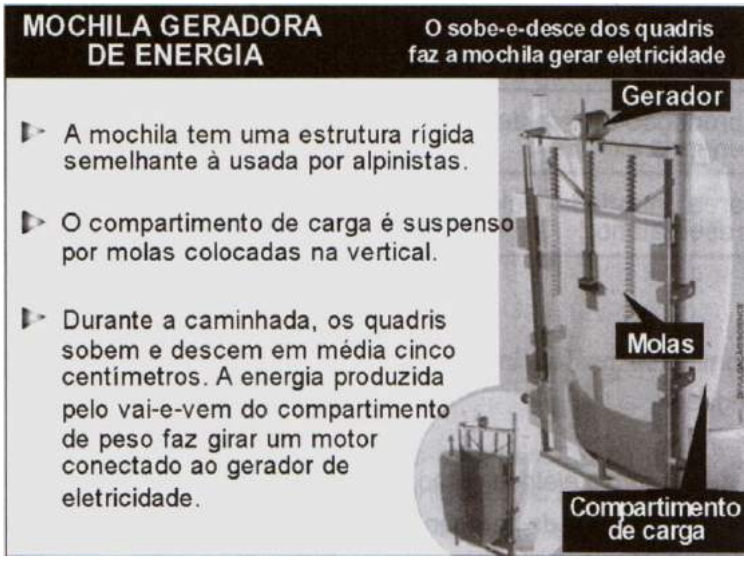
e) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

34. (ENEM 2009) Considere a ação de ligar uma bomba hidráulica elétrica para captar água de um poço e armazená-la em uma caixa d'água localizada alguns metros acima do solo. As etapas seguidas pela energia entre a usina hidrelétrica e a residência do usuário podem ser divididas da seguinte forma:
I. na usina: água flui da represa até a turbina, que aciona o gerador para produzir energia elétrica;
II. na transmissão: no caminho entre a usina e a residência do usuário a energia elétrica flui por condutores elétricos;
III. na residência: a energia elétrica aciona um motor cujo eixo está acoplado ao de uma bomba hidráulica e, ao girar, cumpre a tarefa de transferir água do poço para a caixa.

As etapas I, II e II acima mostram, de forma resumida e simplificada, a cadeia de transformações de energia que se processam desde a fonte de energia primária até o seu uso final. A opção que detalha o que ocorre em cada etapa é:

a) Na etapa I, energia potencial gravitacional da água armazenada na represa transforma-se em energia potencial da água em movimento na tubulação, a qual, lançada na turbina, causa a rotação do eixo do gerador elétrico e a correspondente energia cinética, dá ligar ao surgimento de corrente elétrica.
b) Na etapa I, parte do calor gerado na usina se transforma em energia potencial na tubulação, no eixo da turbina e dentro do gerador; e também por efeito Joule no circuito interno do gerador.
c) Na etapa II, elétrons movem-se nos condutores que formam o circuito entre o gerador e a resistência; nessa etapa, parte da energia elétrica transforma-se em energia térmica por efeito Joule nos condutores e parte se transforma em energia potencial gravitacional.
d) Na etapa III, a corrente elétrica é convertida em energia térmica, necessária ao acionamento do eixo da bomba hidráulica, que faz a conversão em energia cinética ao fazer a água fluir do poço até a caixa, com ganho de energia potencial gravitacional pela água.
e) Na etapa III, parte da energia se transforma em calor devido a forças dissipativas (atrito) na tubulação; e também por efeito Joule no circuito interno do motor; outra parte é transformada em energia cinética da água na tubulação e potencial gravitacional da água na caixa d'água.

35. (ENEM 2007)

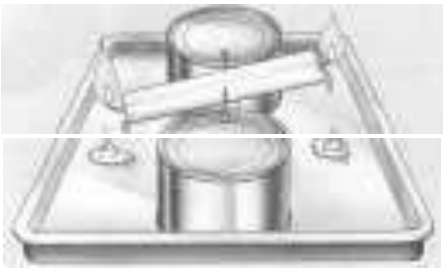


Com o projeto de mochila ilustrado acima, pretende-se aproveitar, na geração de energia elétrica para acionar dispositivos eletrônicos portáteis, parte da energia desperdiçada no ato de caminhar. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade enquanto uma pessoa caminha com essa mochila podem ser assim esquematizadas:

As energias I e II, representadas no esquema acima, podem ser identificadas, respectivamente, como

a) cinética e elétrica.
b) térmica e cinética.
c) térmica e elétrica.
d) sonora e térmica.
e) radiante e elétrica.

36. (ENEM 2006)



A figura acima ilustra uma gangorra de brinquedo feita com uma vela. A vela e acesa nas duas extremidades e, inicialmente, deixa-se uma das extremidades mais baixa que a outra. A combustão da parafina da extremidade mais baixa provoca a fusão. A parafina da extremidade mais baixa da vela pinga mais rapidamente que na outra extremidade. O pingar da parafina fundida resulta na diminuição da massa da vela na extremidade mais baixa, o que ocasiona a inversão das posições.

Assim, enquanto a vela queima, oscilam as duas extremidades.

Nesse brinquedo, observa-se a seguinte sequência de transformações de energia:

a) energia resultante de processo químico → energia potencial gravitacional → energia cinética
b) energia potencial gravitacional → energia elástica → energia cinética
c) energia cinética → energia resultante de processo químico → energia potencial gravitacional
d) energia mecânica → energia luminosa → energia potencial gravitacional
e) energia resultante do processo químico → energia luminosa → energia cinética

37. (ENEM 2005)

Observe a situação descrita na tirinha abaixo.

Assim que o menino lança a flecha, há transformação de um tipo de energia em outra. A transformação, nesse caso, é de energia

a) potencial elástica em energia gravitacional.
b) gravitacional em energia potencial.
c) potencial elástica em energia cinética.
d) cinética em energia potencial elástica.
e) gravitacional em energia cinética.

Gabarito									
1b	2a	3b	4e	5c	6b	7b	8e	9c	10a
11a	12b	13a	14e	15c	16e	17b	18e	19c	20c
21d	22b	23d	24b	25a	26b	27a	28d	29e	30d
31b	32.10	33c	34e	35a	36a	37c			