

**Questão 09**

A) A energia mecânica é dada por  $E_M = E_C + E_P$  onde,  $E_C$  é a energia cinética e  $E_P$  é a energia potencial.

Como no primeiro instante (situação I) as gêmeas estão em repouso, elas não possuem energia cinética, logo  $E_C = 0$

A energia mecânica de cada uma das gêmeas, na situação I, será igual a:

$$E_{M1} = E_{P1} = mgh \quad \text{e} \quad E_{M2} = E_{P2} = mgh$$

Logo a energia mecânica total, na situação I, será igual a:

$$E_M = E_{P1} + E_{P2} = (mgh + mgh) = 2mgh = 2 \times 50 \times 10 \times 20 = 20.000J$$

No segundo instante (situação II), a gêmea que já se encontra no nível de referência NR possui apenas energia cinética e a outra, que ainda se encontra à meia altura, possui energias cinética e potencial.

Portanto, para a gêmea que já se encontra no nível de referência NR,  $E_{M1} = E_{C1} = \frac{1}{2}mv_1^2$ ; enquanto para a gêmea que ainda se encontra à meia-altura, será igual a:

$$E_{M2} = E_{C2} + E_{P2} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mg \frac{h}{2}$$

Logo a energia mecânica total será igual a:

$$E_M = E_{M1} + E_{M2} = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 + mg \frac{h}{2}$$

$$E_M = \frac{1}{2} \times 50 \times 16^2 + \frac{1}{2} \times 50 \times 12^2 + 50 \times 10 \times \frac{20}{2}$$

$$E_M = 25 \times 256 + 25 \times 144 + 50 \times 10 \times 10 = 6.400 + 3.600 + 5.000 = 15.000J$$

B) A energia mecânica entre os dois instantes considerados não se conserva.

No primeiro instante (situação I), a energia mecânica é  $E_M = 20.000J$  e no segundo instante (situação II), a energia mecânica é  $E_M = 15.000J$

Como as energias mecânicas em ambos os instantes são diferentes, logo não há conservação da energia mecânica.

**Questão 10**

A) O ciclo se inicia com a compressão adiabática  $a \rightarrow b$  seguida, respectivamente, das transformações isovolumétrica  $b \rightarrow c$ , expansão adiabática  $c \rightarrow d$  e isovolumétrica  $d \rightarrow a$ .

B) Pela primeira lei da termodinâmica  $\Delta U = Q - W$

Uma vez que, em um ciclo fechado, a variação da energia interna é  $\Delta U = 0$ , e, pela primeira lei da termodinâmica,  $\Delta U = Q - W$ , tem-se:

$$0 = Q - W \quad \Rightarrow \quad W = Q$$

Logo, o trabalho total,  $W$ , no ciclo completo é igual a  $Q$ , que, por sua vez, corresponde à diferença entre o calor recebido e o calor cedido.

Então, o trabalho total será igual a:

$$W = Q_{recebido} - Q_{cedido} = 200 - 80 = 120\text{J}$$

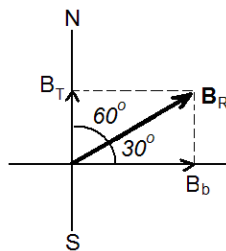
### Questão 11

A) Utilizando a regra da mão direita, cujo mneumônico encontra-se indicado na figura III, o polegar é colocado sobre a bobina, no sentido da corrente, e os outros dedos em torno da bobina determinam a direção e o sentido do campo magnético no interior da mesma.

Nesse caso, o campo gerado pela bobina tem direção Leste-Oeste ou Oeste-Leste e sentido Oeste-Leste.

B) O estudante desenvolveu o seguinte raciocínio:

Inicialmente, ele montou o diagrama abaixo, baseado nas condições do experimento, considerando que a bússola indica a direção e o sentido do campo magnético resultante,  $B_R$ , cujas componentes são o campo magnético gerado na bobina  $B_b$ , no sentido oeste-leste, e o campo magnético da Terra,  $B_T$ , no sentido sul-norte.



Em seguida, ele determinou o campo resultante,  $B_R$ , a partir da relação:

$$B_b = B_R \cos 30^\circ. \text{ Logo } B_R = \frac{B_b}{\cos 30^\circ} = \frac{435}{0,87} = 500\text{mGauss}$$

Em seguida, sabendo que o campo magnético da Terra,  $B_T$ , é a outra componente do campo resultante,  $B_R$ , ele utilizou a seguinte relação

$$B_T = B_R \cos 60^\circ = B_R \sin 30^\circ = 500 \times 0,5 = 250\text{mGauss}$$

### Questão 12

A) Os fótons incidentes que podem ser absorvidos são determinados a partir das diferenças de energia entre os estados inicial (nível fundamental) e final ( $1^\circ$ ,  $2^\circ$  ou  $3^\circ$  nível). Aqueles fótons cujas energias coincidem com uma das diferenças de energia entre os níveis mostrados na figura poderão ser absorvidos.

As diferenças de energia entre os estados inicial e final são dadas por:

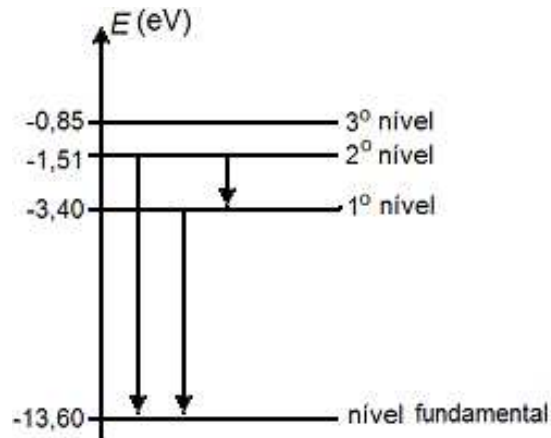
$$\Delta E_{f_3} = -0,85 - (-13,60) = 12,75\text{eV} \quad (\text{nível fundamental e } 3^\circ \text{ nível})$$

$$\Delta E_{f_2} = -1,51 - (-13,60) = 12,09\text{eV} \quad (\text{nível fundamental e } 2^\circ \text{ nível})$$

$$\Delta E_{f_1} = -3,40 - (-13,60) = 10,20\text{eV} \quad (\text{nível fundamental e } 1^\circ \text{ nível})$$

Logo, os fótons que podem ser absorvidos pelo átomo de hidrogênio no estado fundamental são aqueles cujas energias são respectivamente iguais a: 12,09 eV, quando o átomo é excitado do estado fundamental para o 2º nível, e 10,20 eV, quando o átomo é excitado do estado fundamental para o 1º nível.

B)



C) As energias dos fótons emitidos são determinadas a partir da diferença de energia entre o nível inicial e o nível final. Portanto, os fótons emitidos terão as seguintes energias:

$$\Delta E_{2f} = -1,51 - (-13,60) = 12,09 eV$$

$$\Delta E_{1f} = -3,40 - (-13,60) = 10,20 eV$$

$$\Delta E_{21} = -1,51 - (-3,40) = 1,89 eV$$