



Exercícios Dissertativos

1. (2005) O ano de 2005 foi declarado o Ano Internacional da Física, em comemoração aos 100 anos da Teoria da Relatividade, cujos resultados incluem a famosa relação $E = \Delta m \cdot c^2$. Num reator nuclear, a energia provém da fissão do Urânio. Cada núcleo de Urânio, ao sofrer fissão, divide-se em núcleos mais leves, e uma pequena parte, Δm , de sua massa inicial transforma-se em energia. A Usina de Angra II tem uma potência elétrica de cerca 1350 MW, que é obtida a partir da fissão de Urânio-235. Para produzir tal potência, devem ser gerados 4000 MW na forma de calor **Q**. Em relação à Usina de Angra II, estime a

- a) quantidade de calor **Q**, em joules, produzida em um dia.
b) quantidade de massa Δm que se transforma em energia na forma de calor, a cada dia.

NOTE E ADOTE:

Em um dia, há cerca de 9×10^4 s

$1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

- c) massa M_U de Urânio-235, em kg, que sofre fissão em um dia, supondo que a massa Δm , que se transforma em energia, seja aproximadamente $0,0008$ (8×10^{-4}) da massa M_U .

$$E = \Delta m c^2$$

Essa relação indica que massa e energia podem se transformar uma na outra. A quantidade de energia E que se obtém está relacionada à quantidade de massa Δm , que "desaparece", através do produto dela pelo quadrado da velocidade da luz (c).

2. (2006) Na época da formação da Terra, estimada como tendo ocorrido há cerca de 4,2 bilhões de anos, os isótopos de Urânio radioativo ^{235}U e ^{238}U existiam em maior quantidade, pois, ao longo do tempo, parte deles desintegrou-se, deixando de existir como elemento Urânio. Além disso, eram encontrados em proporções diferentes das de hoje, já que possuem meias-vidas diferentes. Atualmente, em uma amostra de 1,000 kg de Urânio, há 0,993 kg de ^{238}U e 0,007 kg de ^{235}U , de modo que o ^{235}U corresponde a 0,7% da massa total e tem importância estratégica muito grande, pela sua utilização em reatores nucleares.

- a) Estime a massa **M238**, em kg, de uma amostra de ^{238}U , na época da formação da Terra, a partir da qual restaram hoje 0,993 kg de ^{238}U .
b) Estime, levando em conta o número de meias-vidas do ^{235}U , a massa **M235**, em kg, de uma amostra de ^{235}U , na época da formação da Terra, a partir da qual restaram hoje 0,007 kg de ^{235}U .
c) Estime a porcentagem **P** em massa de ^{235}U em relação à massa total de Urânio em uma amostra na época da formação da Terra.

NOTE E ADOTE

A meia-vida de um elemento radioativo é o intervalo de tempo necessário para que a metade da massa de uma amostra se desintegre; o restante de sua massa continua a se desintegrar.

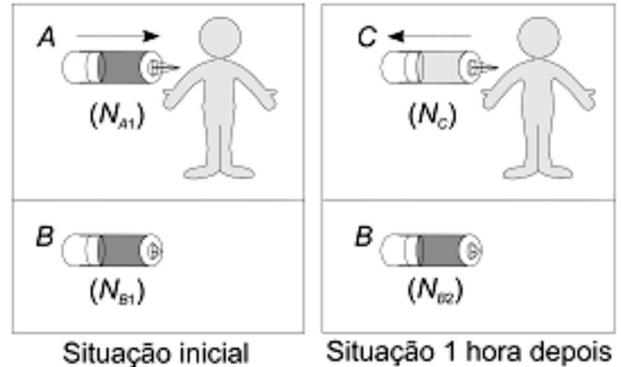
Meia-vida do $^{238}\text{U} \approx 4,2$ bilhões de anos ($4,2 \times 10^9$ anos)

Meia-vida do $^{235}\text{U} \approx 700$ milhões de anos ($0,7 \times 10^9$ anos)

(Os valores acima foram aproximados, para facilitar os cálculos).

3. (2007)

Uma substância radioativa, cuja meia-vida é de aproximadamente 20 minutos, pode ser utilizada para medir o volume do sangue de um paciente. Para isso, são preparadas duas amostras, A e B, iguais, dessa substância, diluídas em soro, com volume de 10 cm^3 cada. Uma dessas amostras, A, é injetada na circulação sanguínea do paciente e a outra, B, é mantida como controle. Imediatamente antes da injeção, as amostras são monitoradas, indicando $N_{A1} = N_{B1} = 160\,000$ contagens por minuto. Após uma hora, é extraída uma amostra C de sangue do paciente, com igual volume de 10 cm^3 , e seu monitoramento indica $N_C = 40$ contagens por minuto.



- Estime o número N_{B2} , em contagens por minuto, medido na amostra de controle B, uma hora após a primeira monitoração.
- A partir da comparação entre as contagens N_{B2} e N_C , estime o volume V , em litros, do sangue no sistema circulatório desse paciente.

NOTE E ADOTE

Ameia vida é o intervalo de tempo após o qual o número de átomos radioativos presentes em uma amostra é reduzido à metade.
Na monitoração de uma amostra, o número de contagens por intervalo de tempo é proporcional ao número de átomos radioativos presentes.

4. (2009) Com o objetivo de criar novas partículas, a partir de colisões entre prótons, está sendo desenvolvido, no CERN (Centro Europeu de Pesquisas Nucleares), um grande acelerador (LHC). Nele, através de um conjunto de ímãs, feixes de prótons são mantidos em órbita circular, com velocidades muito próximas à velocidade c da luz no vácuo. Os feixes percorrem longos tubos, que juntos formam uma circunferência de 27 km de comprimento, onde é feito vácuo. Um desses feixes contém $N = 3,0 \times 10^{14}$ prótons, distribuídos uniformemente ao longo dos tubos, e cada próton tem uma energia cinética E de $7,0 \times 10^4 \text{ eV}$. Os prótons repassam inúmeras vezes por cada ponto de sua órbita, estabelecendo, dessa forma, uma corrente elétrica no interior dos tubos. Analisando a operação desse sistema, estime:

- A energia cinética total E_c , em joules, do conjunto de prótons contidos no feixe.
- A velocidade V , em km/h, de um trem de 400 toneladas que teria uma energia cinética equivalente à energia do conjunto de prótons contidos no feixe.
- A corrente elétrica I , em ampères, que os prótons em movimento estabelecem no interior do tubo onde há vácuo.

NOTE E ADOTE:

$q =$ Carga elétrica de um próton $= 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
1 elétron-volt $= 1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

ATENÇÃO ! Não utilize expressões envolvendo a massa do próton, pois, como os prótons estão a velocidades próximas à da luz, os resultados seriam incorretos.

5. (2010) Segundo uma obra de ficção, o Centro Europeu de Pesquisas Nucleares, CERN, teria recentemente produzido vários gramas de antimatéria. Sabe-se que, na reação de antimatéria com igual quantidade de matéria normal, a massa total é transformada em energia E , de acordo com a equação $E=mc^2$, onde c é a velocidade da luz no vácuo.
- Com base nessas informações, quantos joules de energia seriam produzidos pela reação de 1 g de antimatéria com 1 g de matéria?
 - Supondo que a reação matéria-antimatéria ocorra numa fração de segundo (explosão), a quantas “Little Boy” (a bomba nuclear lançada em Hiroshima, em 6 de agosto de 1945) corresponde a energia produzida nas condições do item a)?
 - Se a reação matéria-antimatéria pudesse ser controlada e a energia produzida na situação descrita em a) fosse totalmente convertida em energia elétrica, por quantos meses essa energia poderia suprir as necessidades de uma pequena cidade que utiliza, em média, 9 MW de potência elétrica?

NOTE E ADOTE:

1 MW = 10^6 W.

A explosão de “Little Boy” produziu 60×10^{12} J (15 quilotons).

1 mês $\approx 2,5 \times 10^6$ s.

velocidade da luz no vácuo, $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

6. (2012) Em um laboratório de física, estudantes fazem um experimento em que radiação eletromagnética de comprimento de onda $\lambda = 300$ nm incide em uma placa de sódio, provocando a emissão de elétrons. Os elétrons escapam da placa de sódio com energia cinética máxima $E_c = E - W$, sendo E a energia de um fóton da radiação e W a energia mínima necessária para extrair um elétron da placa. A energia de cada fóton é $E = hf$, sendo h a constante de Planck e f a frequência da radiação. Determine
- a frequência f da radiação incidente na placa de sódio;
 - a energia E de um fóton dessa radiação;
 - a energia cinética máxima E_c de um elétron que escapa da placa de sódio;
 - a frequência f_0 da radiação eletromagnética, abaixo da qual é impossível haver emissão de elétrons da placa de sódio.

NOTE E ADOTE

Velocidade da radiação eletromagnética: $c = 3 \times 10^8$ m/s.

1 nm = 10^{-9} m.

$h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s.

W (sódio) = 2,3 eV.

1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J.



7. (2013) A potência elétrica instalada no Brasil é 100 GW. Considerando que o equivalente energético do petróleo seja igual a $4 \times 10^7 \text{ J/L}$, que a potência média de radiação solar por unidade de área incidente na superfície terrestre seja igual a 250 W/m^2 e que a relação de equivalência entre massa m e energia E é expressa por $E = mc^2$, determine
- a área A de superfície terrestre, na qual incide uma potência média de radiação solar equivalente à potência elétrica instalada no Brasil;
 - a energia elétrica E_B consumida no Brasil em um ano, supondo que, em média, 80% da potência instalada seja utilizada;
 - o volume V de petróleo equivalente à energia elétrica consumida no Brasil em um ano;
 - a massa m equivalente à energia elétrica consumida no Brasil em um ano.

Note e adote: 1 GW = 10^9 W $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 1 ano = $3 \times 10^7 \text{ s}$
--

-
8. (2016) *Lasers* pulsados de altíssima potência estão sendo construídos na Europa. Esses *lasers* emitirão pulsos de luz verde, e cada pulso terá 10^{15} W de potência e duração de cerca de $30 \times 10^{-15} \text{ s}$. Com base nessas informações, determine
- o comprimento de onda λ da luz desse *laser*;
 - a energia E contida em um pulso;
 - o intervalo de tempo Δt durante o qual uma lâmpada LED de 3W deveria ser mantida acesa, de forma a consumir uma energia igual à contida em cada pulso;
 - o número N de fótons em cada pulso.

Note e adote:

Frequência da luz verde: $f = 0,6 \times 10^{15} \text{ Hz}$

Velocidade da luz = $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Energia do fóton = hf

$h = 6 \times 10^{-34} \text{ Js}$