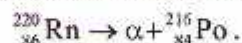


234
(330)

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално пролетно състезание по физика
Сливен, 16 – 18 март 2007 г.
Специална тема

Задача 1. α -разпадане

Естественият радиоактивен фон се дължи до голяма степен на α -разпадане на радиоактивния газ радон (Rn). Радонът е продукт от разпадане на метала радий (Ra), който се съдържа в скалите, почвата, включително и в строителните материали. След разпадане на радия образуваният радон се освобождава във въздуха. В тази задача ще разгледаме разпадането на изотопа на радона $^{220}_{86}\text{Rn}$:



а) Масите на участващите в реакцията частици в атомни единици за маса (amu) са дадени в таблицата:

Частица	Маса (amu)
$^{220}_{86}\text{Rn}$	220,011396
$^{216}_{84}\text{Po}$	216,001917
α	4,002603

- Пресметнете скоростите на α -частицата и на ядрото на полония след разпадането.
- Пресметнете кинетичната енергия на α -частицата в мегаелектронволти (MeV).

Приемете, че ядрото на радона е неподвижно преди разпадането.

Общо по т. а): [5 т.]

Пробегът l на α -частиците във въздуха зависи от тяхната начална кинетична енергия E по закона:

$$l = 0,285E^{\frac{3}{2}},$$

където пробегът е изразен в сантиметри, а енергията – в MeV. За измерване на концентрацията на радиоактивен радон във въздуха се използва тънка фотоплака с площ $S = 10 \text{ cm}^2$, оставена във въздуха (в тъмно помещение) за време $t = 1 \text{ h}$. След проявяване на фотоплаката, върху нея са изброени $N = 180$ тъмни точки, получени от преминаване на α -частици.

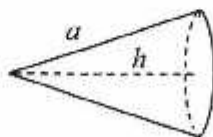
б) Намерете обемната активност A на въздуха, т.е. броя радиоактивни разпадания за единица време в единица обем. Изразете отговора чрез l , S , N и t , и го пресметнете числено. [3 т.]

в) Пресметнете концентрацията n на атомите на радона във въздуха (брой атоми в единица обем), ако периодът на полуразпадане на $^{220}_{86}\text{Rn}$ е $T = 50 \text{ s}$. Изразете отговора чрез A и T , и го пресметнете числено. [2 т.]

Данни: атомна единица за маса, $1 \text{ amu} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$;
 скорост на светлината във вакуум, $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;
 елементарен електричен заряд, $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;

Упътване: Пространственият ъгъл, заграден от конус с височина h и дължина на образуващата a , се дава с формулата:

$$\Omega = 2\pi \left(1 - \frac{h}{a}\right)$$



Задача 2. Двоен удар

Тънка еднородна пръчка с дължина $l = 0,1 \text{ m}$ се движи постъпателно със скорост $v_0 = 5 \text{ m/s}$, насочена перпендикулярно на плоска стена. Оста на пръчката сключва ъгъл α с равнината на стената (фиг.2).

Пръчката се удря в стената. Триенето между пръчката и стената по време на удара се пренебрегва. Продължителността на удара е толкова малка, че завъртането и преместването на пръчката по време на удара са несъществени.

а) Нека v_x е x -компонентата на скоростта на центъра на пръчката след удара, а ω - ъгловата ѝ скорост. Докажете, че:

$$v_x + v_0 = k\omega$$

и изразете константата k чрез l и α .

[4,5 т.]

б) Ако приемете, че ударът е идеално еластичен, изразете v_x и ω чрез v_0 , l и α .

[3 т.]

в) Намерете ъгъла α_0 , при който след идеално еластичен удар, центърът на пръчката ще бъде неподвижен.

[0,5 т.]

г) При $\alpha = \alpha_0$ пресметнете времето t , за което след първия удар, пръчката ще се удари втори път в стената.

[2 т.]

Упътване. Инерционният момент на пръчка спрямо ос, минаваща през нейния център,

$$I = \frac{1}{12} ml^2$$

Задача 3. Вега от съвездието Лира

Спектърът на топлинно излъчване на дадено тяло се характеризира с излъчвателна способност $\epsilon(\lambda)$, която се дефинира като:

$$\epsilon(\lambda) = \frac{dP}{S d\lambda},$$

където dP е излъчената мощност от площ S в интервала от дължини на вълната $[\lambda, \lambda + d\lambda]$. На фиг. 3 е дадена графика на излъчвателната способност на абсолютно черно тяло при неизвестна температура.

а) Пресметнете температурата на тялото. Оценете грешката на числения резултат.

[2 т.]

б) Оценете каква относителна част η от мощността на излъчване на тялото се отделя във видимия диапазон: $\lambda = 400 - 750 \text{ nm}$. Оценете грешката на числения резултат.

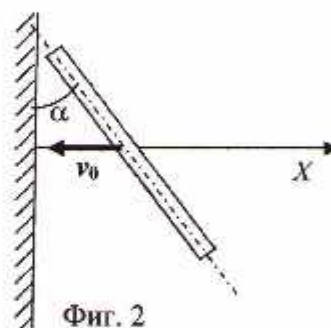
[5,5 т.]

в) Звездата Вега от съвездието Лира има температура на повърхността $10\,000 \text{ K}$. Ако приемете, че звездата излъчва като абсолютно черно тяло, оценете каква относителна част от отделяната енергия се излъчва във видимия диапазон.

[2,5 т.]

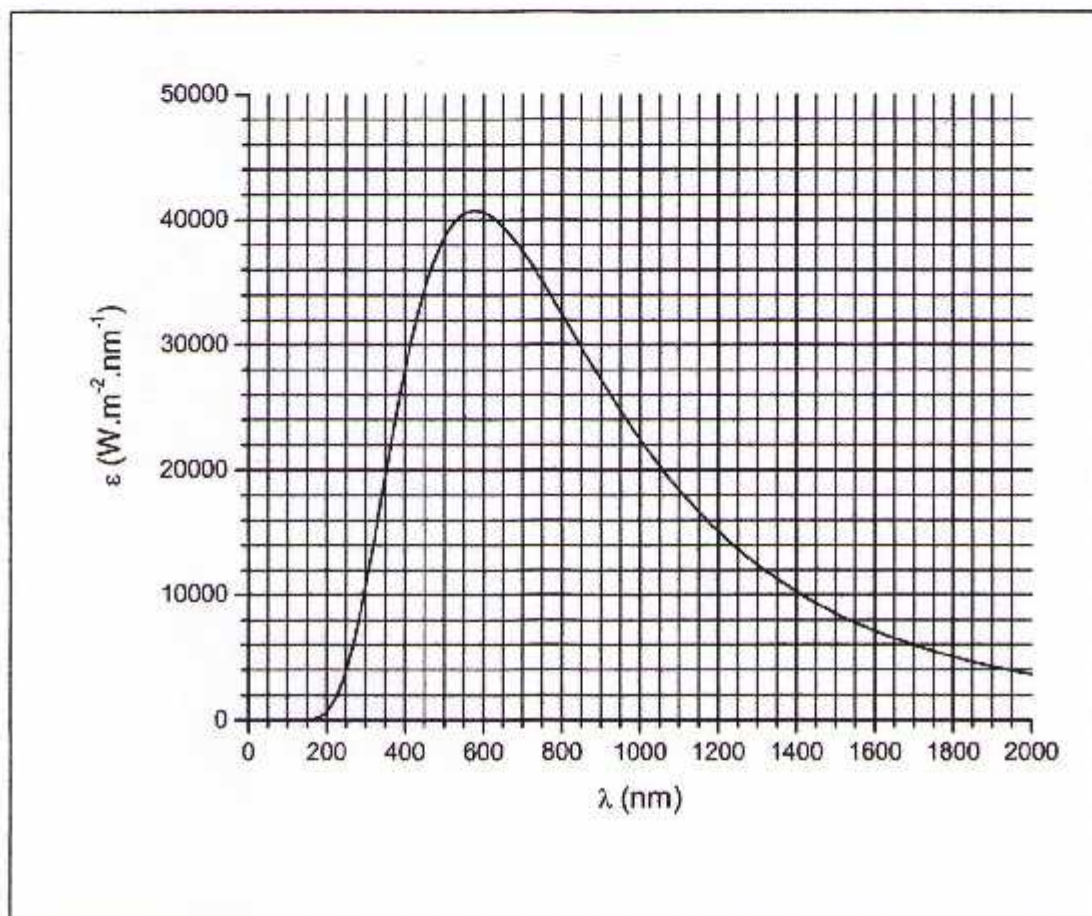
(В тази точка не е необходим анализ на грешката)

Данни: константа на Вин, $b = 2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m.K.}$
 константа на Стефан-Болцман: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}.$



Фиг. 2

Предайте този лист заедно с решенията!



Фиг. 3 Излъчвателна способност на абсолютно черно тяло като функция на дължината на вълната