

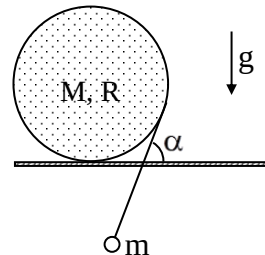
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **240** phút (không kể thời gian giao đề)

Đề thi gồm 03 trang

Ngày thi thứ nhất: **25/3/2015****CÂU I (3,5 điểm)**

Một hình trụ đặc, đồng chất, khối lượng M , bán kính R được đặt trên hai thanh ray song song nằm ngang. Một sợi dây dài, mảnh, nhẹ, không dẫn quấn quanh hình trụ. Đầu tự do của sợi dây được luồn vào giữa hai ray và gắn vào vật nhỏ khối lượng $m = 3M$. Ban đầu các vật được giữ đứng yên, dây ở trạng thái căng và hợp với phương ngang một góc α (Hình 1). Trục của hình trụ vuông góc với ray. Trọng tâm của hình trụ, sợi dây và vật m nằm trong cùng một mặt phẳng thẳng đứng. Thả nhẹ cho hệ chuyển động.



Hình 1

1. Để sau khi thả, hình trụ sẽ chuyển động lăn không trượt, thì hệ số ma sát μ giữa hình trụ và thanh ray phải thỏa mãn điều kiện nào? Tính gia tốc tức thời của trục hình trụ ngay tại thời điểm thả hệ khi đó.

2. Tồn tại một giá trị $\alpha = \alpha_0$ sao cho sau khi thả hệ, hình trụ sẽ chuyển động lăn không trượt và sợi dây luôn hợp với phương ngang góc α_0 không đổi. Tìm giá trị của α_0 và điều kiện của μ trong trường hợp này.

3. Với $\alpha \neq \alpha_0$ và điều kiện trong ý 1 được thỏa mãn thì ngay sau khi thả hệ, dây treo có xu hướng quay theo chiều nào?

CÂU II (3,5 điểm)

Một hành tinh có dạng hình cầu bán kính $R = 6,4 \cdot 10^6$ m, bao gồm một lớp vỏ ngoài ở trạng thái rắn và lõi bên trong hình cầu ở trạng thái lỏng. Khối lượng riêng của phần lỏng và rắn được coi là như nhau và bằng $\rho = 5,5 \cdot 10^3$ kg/m³. Vật chất tạo nên hành tinh có chứa một lượng nhỏ $^{238}_{92}\text{U}$ và $^{232}_{90}\text{Th}$ là những đồng vị phóng xạ α . Sau phóng xạ α đầu tiên, các chuỗi phóng xạ nhanh chóng kết thúc ở đồng vị chì bền. Bảng 1 dưới đây cho biết chu kỳ bán rã τ , nồng độ khối lượng tỷ đối c và tổng năng lượng E tỏa ra trong cả chuỗi phóng xạ của từng đồng vị.

Bảng 1

Đồng vị	τ (10^9 năm)	E (MeV)	c (kg đồng vị/kg vật chất)
$^{238}_{92}\text{U}$	4,5	47,5	$3,1 \cdot 10^{-8}$
$^{232}_{90}\text{Th}$	14,0	41,8	$1,2 \cdot 10^{-7}$

Độ dẫn nhiệt của lớp vỏ cứng và khối lỏng bên trong tương ứng là $k_s = 2,9 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ và $k_m = 38,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

1. Tính công suất tỏa nhiệt q do phóng xạ từ một đơn vị thể tích vật chất (theo đơn vị W/m^3).

2. Giả thiết rằng hành tinh không có khí quyển, nằm cách xa các nguồn bức xạ khác và phát xạ như vật đen tuyệt đối. Hãy tính nhiệt độ T_s tại bề mặt của hành tinh.

3. Theo định luật Fourier $\delta Q = -k \frac{dT}{dx} dS dt$, trong đó δQ là nhiệt lượng truyền trong thời gian dt qua diện tích dS nằm vuông góc với trục Ox , mà dọc theo nó nhiệt độ T thay đổi. Dấu trừ cho thấy nhiệt năng được truyền từ nơi có nhiệt độ cao về nơi có nhiệt độ thấp hơn. Gọi R_l là bán kính của mặt tiếp giáp giữa lớp vỏ rắn và lõi, T_C là nhiệt độ tại tâm hành tinh. Tìm biểu thức biểu diễn sự phụ thuộc của nhiệt độ trong lòng hành tinh theo khoảng cách đến tâm hành tinh.

4. Biết nhiệt độ nóng chảy của vật chất tạo nên hành tinh là $T_m = 1500 \text{ K}$. Hãy xác định độ dày d của lớp vỏ cứng và nhiệt độ T_C tại tâm hành tinh.

Cho: số Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, điện tích nguyên tố $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, hằng số Stefan-Boltzmann $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$. Lấy khối lượng nguyên tử (theo đơn vị cacbon) bằng số khối của nó.

CÂU III (4,0 điểm)

Một miền không gian chỉ có trường điện từ gồm từ trường đều với véc tơ cảm ứng từ $\vec{B}$ hướng theo trục Oz, điện trường tĩnh có các thành phần của véc tơ cường độ điện trường $\vec{E}$ phụ thuộc vào các tọa độ dưới dạng: $E_x = \alpha x$, $E_y = \alpha y$, $E_z = \beta z$, trong đó α, β là các hằng số và $\alpha > 0$.

1. Hai hằng số α, β phải liên hệ với nhau như thế nào?

2. Cho một hạt mang điện tích $q > 0$, khối lượng m chuyển động trong miền không gian nói trên. Viết các phương trình vi phân mô tả chuyển động của hạt trong trường điện từ. Từ đó tìm ra quy luật chuyển động của hạt theo trục Oz. Sử dụng các ký hiệu $\omega_c = \frac{qB}{m}$; $\omega_a = \sqrt{\frac{2q\alpha}{m}}$.

3. Với điều kiện nào của α thì hạt sẽ chuyển động trong miền không gian hữu hạn?

4. Giả thiết $\omega_c \ll \omega_a$. Tại thời điểm ban đầu ($t = 0$) hạt nằm tại vị trí $(R, 0, 0)$ và có vận tốc bằng không.

a) Tìm biểu thức của $x(t)$ và $y(t)$.

b) Chứng tỏ rằng tồn tại hệ quy chiếu quay mà trong đó quỹ đạo chuyển động của hạt là đường tròn.

c) Mô tả quỹ đạo chuyển động của hạt trong mặt phẳng Oxy.

CÂU IV (2,5 điểm)

Một cách tử nhiễu xạ cấu tạo từ $3N+1$ khe hẹp song song. Tâm các khe cách đều nhau một khoảng d . Bề rộng của các khe liên tiếp giảm theo cấp số nhân với hệ số k ($k > 1$). Chiếu một chùm sáng song song, đơn sắc, bước sóng λ đến cách tử theo phương vuông góc với mặt cách tử. Một thấu kính hội tụ được đặt sau cách tử (để thu chùm sáng nhiễu xạ) sao cho quang trục chính của thấu kính trùng với phương pháp tuyến của mặt cách tử. Hình ảnh nhiễu xạ được quan sát trên màn đặt tại tiêu diện ảnh của thấu kính.

1. Tìm sự phụ thuộc của cường độ sáng trên màn vào góc nhiễu xạ θ (là góc tạo bởi tia nhiễu xạ và tia tới).

2. Nếu ta che các khe thứ 3, 6, 9 ... $3N$ của cách tử thì phân bố cường độ ánh sáng thay đổi như thế nào? Xét cho trường hợp $N \gg 1$.

Cho: Công thức Euler $e^{i\alpha} = \cos \alpha + i \sin \alpha$.

CÂU V (4,0 điểm)

1. Một hạt chuyển động với vận tốc $\vec{u}'$ trong mặt phẳng $O'x'y'$ của hệ quy chiếu K' mà hệ này chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ không đổi dọc theo trục Ox của hệ quy chiếu quán tính K, sao cho trục $O'x'$ luôn luôn trùng với trục Ox. Gọi $\vec{u}$ là vận tốc của hạt trong hệ quy chiếu K. Biến đổi tương đối tính của các thành phần vận tốc được cho bởi:

$$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{vu'_x}{c^2}}, \quad u_y = \frac{u'_y}{\gamma_0 \left(1 + \frac{vu'_x}{c^2}\right)}, \quad \frac{1}{\gamma_0} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Dẫn ra công thức biến đổi của năng lượng và các thành phần động lượng của hạt từ hệ K' sang hệ K.

2. Hạt meson π^0 có khối lượng nghỉ M phân rã thành hai photon có tần số giống nhau. Trong hệ quy chiếu riêng của meson π^0 , xác suất để hạt photon bay ra (tính cho một đơn vị góc khối) là

như nhau theo mọi phương. Nói cách khác, xác suất $dP'(\theta')$ để hạt photon bay ra theo phương nằm trong góc khối $d\Omega'(\theta')$ là:

$$dP'(\theta') = \frac{1}{4\pi} d\Omega'(\theta') = \frac{1}{4\pi} 2\pi \sin \theta' d\theta'.$$

trong đó θ' là góc hợp bởi hướng bay của photon và trục $O'x'$.

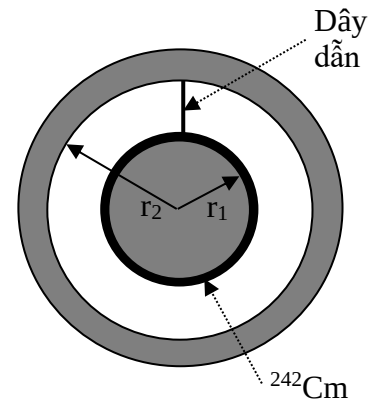
Trong hệ quy chiếu đứng yên (hệ quy chiếu phòng thí nghiệm), hạt meson π^0 chuyển động với vận tốc v dọc theo trục Ox .

a) Xác suất để photon bay ra dưới góc khối $d\Omega(\theta)$ sẽ có dạng $dP(\theta) = f(\theta).2\pi \sin \theta d\theta$. Hãy xác định hàm $f(\theta)$.

b) Gọi $dP(\varepsilon)$ là xác suất để photon có năng lượng nằm trong khoảng từ ε đến $\varepsilon + d\varepsilon$. Xác suất này có thể được biểu diễn dưới dạng $dP(\varepsilon) = g(\varepsilon).d\varepsilon$, với ε là năng lượng của photon. Tìm $g(\varepsilon)$.

CÂU VI (2,5 điểm)

Một quả cầu kim loại, bán kính $r_1 = 10$ cm, được bao quanh bởi một vỏ cầu đồng tâm cũng bằng kim loại có bán kính trong là $r_2 = 2r_1$. Giữa vỏ cầu và quả cầu là chân không. Một lượng $n = 0,01$ mol đồng vị ^{242}Cm được phủ đều trên mặt quả cầu thành một lớp mỏng. Hạt nhân ^{242}Cm phân rã và phát ra hạt α có năng lượng $E = 6,1$ MeV với chu kỳ bán rã $T = 163$ ngày. Vỏ cầu được nối với quả cầu bằng một dây dẫn điện mảnh, nằm theo phương bán kính (Hình 2). Giả thiết sự có mặt của dây dẫn và dòng điện qua nó không ảnh hưởng lên điện trường giữa quả cầu và vỏ cầu, vỏ cầu và quả cầu hấp thụ hoàn các hạt α bay tới chúng, nhưng lớp Cm thì không ảnh hưởng gì tới chuyển động của hạt α . Ta xét hệ ở trạng thái dừng, là trạng thái mà cường độ dòng điện đạt giá trị ổn định. Bỏ qua sự phát xạ electron từ quả cầu và vỏ cầu.



Hình 2

1. Xác định cường độ dòng điện đi qua dây dẫn, khi điện trở của nó bằng $R_1 = 100$ k Ω .
2. Điện trở của dây dẫn phải có giá trị R_2 bằng bao nhiêu để cường độ dòng điện qua nó bằng nửa dòng điện trong ý 1?

Cho: số Avogadro $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$, trị số điện tích electron $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$.

HẾT

Ghi chú: - Thí sinh không được sử dụng tài liệu.
- Giám thị không giải thích gì thêm.