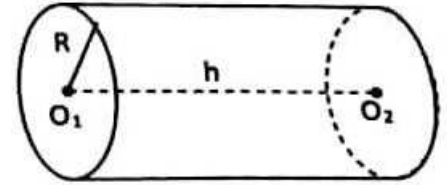


OLYMPIC VẬT LÝ SINH VIÊN TOÀN QUỐC
LẦN THỨ XXIII
PHẦN GIẢI BÀI TẬP

Thời gian làm bài: 180 phút

Bài 1: (10 điểm). Một cây cột có dạng hình trụ đứng tiết diện tròn có bán kính $R = 30 \text{ cm}$ và độ cao $h = O_1O_2 = 10 \text{ m}$ như hình vẽ. Ban đầu cột nằm trên mặt đất nằm ngang. Người ta buộc vào hai đầu cột một sợi dây cáp nhẹ có chiều dài $l = 15 \text{ m}$ rồi dùng móc của cần cẩu móc vào một điểm M cố định trên dây cáp để nâng nó lên theo phương thẳng đứng, sao cho cột luôn nằm ngang trong quá trình di chuyển. Trong quá trình nâng, xem như cột luôn chuyển động thẳng đều, MO_1O_2 là một tam giác và $l = O_1M + MO_2$. Xét hai trường hợp:



1. Mật độ khối lượng của cột không đổi, có giá trị $\rho_0 = 800 \text{ kg/m}^3$.
2. Mật độ khối lượng ρ của cột là hàm phụ thuộc vào bán kính r (khoảng cách từ điểm đang xét đến trục O_1O_2) và độ cao z của cột (lấy gốc tính độ cao từ O_1) cho bởi:

$$\rho = \rho_0 \frac{e^{-\alpha r}}{1 + \beta z}$$

với $\rho_0 = 800 \text{ kg/m}^3$, $\alpha = 0,2 \text{ m}^{-1}$ và $\beta = 0,1 \text{ m}^{-1}$. Lấy $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

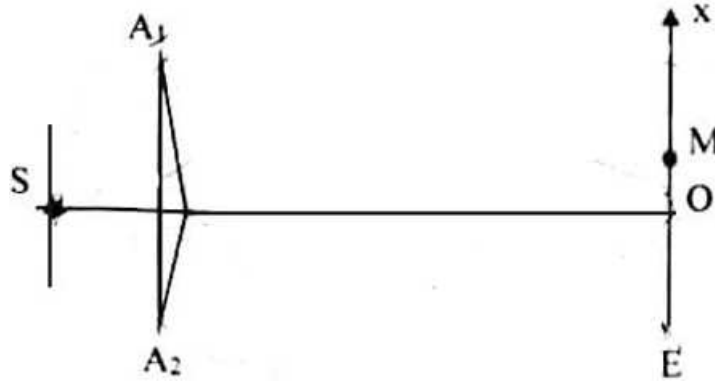
Trong mỗi trường hợp, hãy:

- a. Xác định khối lượng m và vị trí khối tâm G của cột.
- b. Đặt $x = O_1M$. Xác định x và tính độ lớn các lực căng dây.

Bài 2: (10 điểm). Xét một lưỡng cực từ có dòng điện I , diện tích A đặt trong một từ trường đều có vectơ cảm ứng từ \vec{B} .

1. Mô men từ \vec{m} của lưỡng cực từ có độ lớn và hướng được xác định như thế nào ?
2. Gọi θ là góc giữa \vec{m} và \vec{B} . Viết biểu thức xác định mô men ngẫu lực từ tác dụng lên lưỡng cực từ. Tìm các góc $\theta = \theta_b$ và $\theta = \theta_k$ tương ứng với trạng thái cân bằng bền và cân bằng không bền của lưỡng cực từ.
3. Tính công W cần thiết để xoay lưỡng cực từ vị trí θ_b đến θ_k .
4. Ta có thể sử dụng mô hình lưỡng cực từ để khảo sát tính chất từ của vật liệu có chứa các electron không cặp đôi mà tương tác giữa chúng là không đáng kể. Xét một mẫu vật liệu với n electron không cặp đôi trên một đơn vị thể tích, được đặt trong một từ trường đều \vec{B} . Do có spin, mỗi electron giống như một lưỡng cực từ nhỏ. Tuy nhiên, do bản chất lượng tử của electron, hình chiếu mô men từ lên phương \vec{B} chỉ có thể là μ_B hoặc $-\mu_B$ (μ_B là magneton Bohr). Tính mô men từ M của một đơn vị thể tích của mẫu khi nhiệt độ của vật liệu là T . Biện luận kết quả trong các trường hợp: giá trị của B rất lớn và giá trị của B rất nhỏ quanh giá trị 0.

Bài 3: (10 điểm). Hai lăng kính được làm từ cùng một vật liệu trong suốt, có các góc chiết quang lần lượt là $A_1 = 4.10^{-3}$ rad và $A_2 = 6.10^{-3}$ rad, có đáy chung tạo thành một lưỡng lăng kính. Sử dụng lưỡng lăng kính đó để thực hiện thí nghiệm giao thoa lưỡng lăng kính Fresnel như hình vẽ. Màn quan sát E đặt vuông góc với mặt phẳng chứa đáy chung của lưỡng lăng kính, cách lưỡng lăng kính khoảng $d = 200$ cm. Khe sáng hẹp S phát ánh sáng có bước sóng $\lambda = 0,5 \mu m$ đặt trên mặt phẳng chứa đáy chung, cách màn E khoảng $D = 250$ cm. Chiết suất của lưỡng lăng kính là $n = 1,5$



1. Tính khoảng cách giữa hai ảnh ảo S_1 và S_2 của S qua lưỡng lăng kính (Coi S_1 và S_2 cùng nằm trong một mặt phẳng với S).
2. Tính bề rộng trường giao thoa trên màn E .
3. Tính hiệu quang trình của các tia sáng xuất phát từ S , qua lăng kính đến điểm M nằm trong trường giao thoa trên màn quan sát, có tọa độ $x = \overline{OM}$ như trên hình vẽ. Xác định vị trí vân trung tâm. Tính khoảng vân giao thoa.
4. Tính số vân sáng quan sát được trên màn.

Bài 4: (10 điểm). Hạt nhân phóng xạ A có hằng số phóng xạ $\lambda_A = 9,2.10^{-5}s^{-1}$, phân rã thành hạt nhân B . Hạt nhân B cũng là hạt nhân phóng xạ có hằng số phóng xạ $\lambda_B = 4,2.10^{-5}s^{-1}$, phân rã thành hạt nhân bền C . Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, chỉ có N_0 hạt nhân A .

1. Thời gian sống trung bình của hạt nhân A là bao nhiêu giờ? Sau bao lâu thì số hạt nhân A giảm đi còn một nửa?
2. Gọi N_B là số hạt nhân B tại thời điểm t . Chứng tỏ rằng N_B là nghiệm của phương trình vi phân

$$\frac{dN_B}{dt} + \lambda_B N_B = \lambda_A N_0 e^{-\lambda_A t}$$

3. Cho biết số hạt nhân N_B của hạt nhân B tại thời điểm t được cho bởi:

$$N_B = \frac{\lambda_A N_0}{\lambda_B - \lambda_A} (e^{-\lambda_A t} - e^{-\lambda_B t})$$

Tìm thời điểm số hạt nhân B đạt giá trị lớn nhất. Tính giá trị lớn nhất đó theo N_0 .

4. Gọi N_C là số hạt nhân C tại thời điểm t . Tìm biểu thức xác định N_C . Vẽ phác đồ thị biểu diễn số hạt nhân A , số hạt nhân B , số hạt nhân C theo thời gian t trên cùng một hình vẽ

————— HẾT —————