

Môn: **VẬT LÝ**

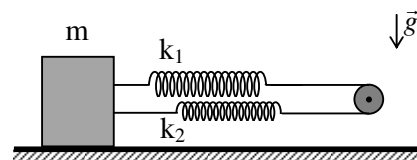
Thời gian: **180 phút** (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ nhất: **06/01/2016**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Trên mặt phẳng nằm ngang, cho một cơ hệ gồm một vật nhỏ có khối lượng m được gắn với hai lò xo có độ cứng tương ứng là k_1 và k_2 . Hai đầu còn lại của các lò xo được nối với nhau bằng một sợi dây mảnh đủ dài, không dẫn và vắt qua một ròng rọc (Hình 1). Khối lượng các lò xo, dây nối và ròng rọc không đáng kể. Ban đầu hệ nằm yên, ròng rọc được giữ sao cho các lò xo không biến dạng và luôn song song với mặt phẳng nằm ngang. Coi lực cản không khí, ma sát giữa ròng rọc và trục không đáng kể, dây không bị trượt trên ròng rọc. Gia tốc trọng trường là g .



Hình 1.

1. Bỏ qua ma sát giữa vật và mặt phẳng. Kéo vật dọc theo trục lò xo tới vị trí sao cho lò xo k_1 bị dãn một đoạn nhỏ rồi thả nhẹ. Tính khoảng thời gian kể từ khi thả vật tới khi các lò xo không biến dạng lần thứ nhất trong hai trường hợp:

- Giữ ròng rọc cố định.
- Giữ trục ròng rọc cố định, ròng rọc có thể quay.

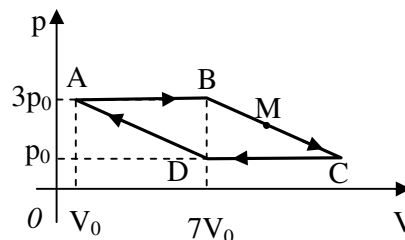
2. Cho hệ số ma sát nghỉ và hệ số ma sát trượt giữa vật với mặt phẳng tương ứng là μ_1 và μ_2 ($\mu_1 > \mu_2$). Tại thời điểm ban đầu $t_0 = 0$ vật đứng yên, các lò xo không biến dạng và dây nối qua ròng rọc không bị chùng, người ta kéo ròng rọc chuyển động song song với trục của lò xo theo phương ngang, hướng sang phải. Quá trình kéo ròng rọc được thực hiện sao cho ròng rọc có thể quay tự do quanh trục của nó.

a) Ròng rọc được kéo với vận tốc $\vec{v}$ không đổi. Xác định thời điểm t_1 khi vật m có vận tốc bằng $\vec{v}$ lần thứ nhất. Tính nhiệt lượng sinh ra trong quá trình chuyển động đó.

b) Ngay tại thời điểm t_1 ròng rọc được tác dụng lực để có gia tốc không đổi $\vec{a}_0$ cùng hướng với $\vec{v}$. Xác định gia tốc $\vec{a}_0$ để vật luôn trượt trên mặt ngang và cách ròng rọc một khoảng không đổi. Biết rằng trong quá trình chuyển động, bề mặt vật luôn tiếp xúc với mặt phẳng nằm ngang.

Câu II (4,0 điểm).

Một mol khí lí tưởng đơn nguyên tử thực hiện một chu trình ABCDA được biểu diễn trên giản đồ $p - V$ có dạng hình bình hành (Hình 2). Cho: $p_A = p_B = 3p_0$, $p_C = p_D = p_0$, $V_A = V_0$, $V_B = V_D = 7V_0$, trong đó p_0 và V_0 là các thông số coi như đã biết.



Hình 2.

1. Tìm phương trình của mỗi liên hệ giữa nhiệt độ và thể tích trong quá trình BC.

2. Tìm nhiệt độ lớn nhất $T_{\max}$ và nhiệt độ nhỏ nhất $T_{\min}$ của khí trong chu trình trên.

3. Chứng minh rằng trung điểm M của đoạn BC chính là điểm chuyển đổi nhận nhiệt - nhả nhiệt của khí trong quá trình BC.

4. Tính hiệu suất của chu trình đã cho.

Câu III (4,0 điểm).

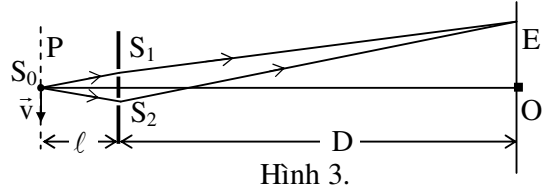
Xét hệ giao thoa Y-âng, hai khe song song S_1, S_2 cách nhau một khoảng $a = 2 \text{ mm}$, màn quan sát E cách mặt phẳng chứa hai khe một khoảng $D = 2 \text{ m}$. Hệ thống khe - màn được đặt trong không khí. Nguồn sáng S là dây tóc thẳng hình trụ có đường kính rất nhỏ của một bóng đèn điện được đặt trước hai khe S_1, S_2 . Trong thí nghiệm dây tóc luôn được đặt song song với hai khe S_1, S_2 . Ban đầu S đặt tại S_0 cách đều S_1, S_2 .

1. Đặt trước hai khe một tấm kính lọc sắc, chỉ để lọt qua bức xạ có bước sóng $0,500 \mu\text{m}$. Miền quan sát được hình ảnh giao thoa có dạng đối xứng, khoảng cách giữa hai vân ngoài cùng là 20 mm .

- Xác định hiệu khoảng cách từ khe S_2 và khe S_1 tới vị trí vân sáng bậc 3 trên màn.
- Xác định số vân sáng, vân tối quan sát được trên màn.

2. Ánh sáng phát ra từ dây tóc bóng đèn là ánh sáng trắng, gồm các ánh sáng đơn sắc nằm trong dải $0,400\text{ }\mu\text{m} \leq \lambda \leq 0,750\text{ }\mu\text{m}$ được chiếu vào hai khe Y-âng. Xác định số bức xạ và bước sóng của từng bức xạ cho vân sáng trùng nhau tại vị trí vân sáng bậc 5 của ánh sáng đỏ có $\lambda = 0,750\text{ }\mu\text{m}$.

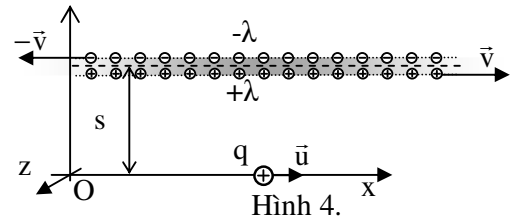
3. Tại vị trí vân sáng trung tâm ban đầu O trên màn E, đặt một máy thu quang điện có độ nhạy cao. Cho nguồn sáng S dịch chuyển trong mặt phẳng P song song với mặt phẳng chứa hai khe S_1, S_2 với tốc độ không đổi $v = 1\text{ cm/s}$ như hình 3. Hãy xác định tần số dao động của dòng quang điện trong máy thu khi nguồn sáng còn ở gần trục S_0O . Biết rằng nhờ kính lọc sắc, ánh sáng tới hai khe có bước sóng $\lambda = 0,400\text{ }\mu\text{m}$, nguồn sáng S cách mặt phẳng chứa hai khe S_1, S_2 là $\ell = 1\text{ m}$. Coi cường độ dòng quang điện tỉ lệ với cường độ sáng tại O.



Câu IV (4,0 điểm).

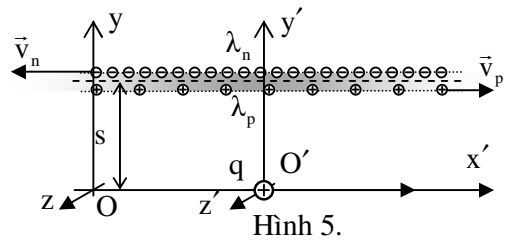
Trong bài này chúng ta xét một hệ điện tích được đặt trong môi trường chân không để từ đó thiết lập mối liên hệ giữa hằng số điện ϵ_0 , hằng số từ μ_0 và tốc độ ánh sáng c trong chân không.

Trong hệ quy chiếu phòng thí nghiệm K, giả sử có một chuỗi dài vô hạn các điện tích dương giống hệt và cách đều nhau chuyển động sang bên phải với vận tốc $\vec{v}$. Coi rằng các điện tích này phân bố rất gần nhau đến mức có thể coi như chúng tạo thành một dây điện tích liên tục với mật độ điện tích dài $+\lambda$. Song song và rất gần dây này có một dây khác giống hệt nhưng có mật độ điện tích dài $-\lambda$ chứa các điện tích âm chuyển động với vận tốc $-\vec{v}$. Các điện tích âm và dương luôn luôn chuyển động ổn định dọc theo các dây đã cho với tốc độ không đổi v. Một điện tích điểm q ($q > 0$) chuyển động với vận tốc không đổi $\vec{u}$ song song với hai dây nói trên về phía bên phải. Gọi s là khoảng cách giữa điện tích q đến trục đối xứng nằm giữa hai dây (Hình 4). Khoảng cách s lớn hơn nhiều lần khoảng cách giữa hai dây. Hai dây điện tích $+\lambda$ và $-\lambda$ là rất gần nhau nên từ vị trí của điện tích q có thể coi hai dây đó như là một dây dẫn trung hòa có chiều dài vô hạn với cường độ dòng điện $I = 2\lambda v$.



1. Xác định độ lớn lực từ, lực điện tác dụng lên điện tích q trong hệ quy chiếu K.

2. Xét bài toán trong hệ quy chiếu K' gắn với điện tích q. Gọi vận tốc của điện tích âm và điện tích dương trên hai dây khi đó tương ứng là $\vec{v}_n$ và $\vec{v}_p$ (Hình 5). Do hiệu ứng tương đối tính, hai dây đã cho tương đương với một dây không trung hòa với mật độ điện tích dài tổng cộng $\lambda_T = \lambda_p + \lambda_n$. Trong đó λ_p và λ_n tương ứng là mật độ điện tích dài của dây điện tích dương và dây điện tích âm trong hệ quy chiếu K' . Biết rằng, điện tích bất biến với phép biến đổi Lorentz.



a) Chứng minh $\lambda_T = -\frac{2\lambda uv}{c^2 \sqrt{1 - u^2/c^2}}$.

b) Xác định độ lớn lực từ, lực điện tác dụng lên điện tích q trong hệ quy chiếu K' .

3. Theo thuyết tương đối hẹp, lực tổng cộng F tác dụng lên điện tích q trong hệ K liên hệ với lực tổng cộng F' tác dụng lên điện tích q trong K' bằng công thức $F = F' \sqrt{1 - u^2/c^2}$. Từ mối liên hệ này và các kết quả đã tính ở trên hãy rút ra mối liên hệ giữa ϵ_0 , μ_0 và c.

Cho biết:

- Các hệ quy chiếu K và K' có các trục tương ứng song song. Khi K' chuyển động dọc phương Ox của K với tốc độ u không đổi, ta có thể sử dụng các công thức cộng vận tốc

$$v'_x = \frac{v_x - u}{1 - v_x u / c^2}, v'_y = v_y, v'_z = v_z.$$
 Điện trường E do điện tích điểm q gây ra tại điểm đặt cách nó một

khoảng r trong chân không có biểu thức $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$. Cảm ứng từ B của từ trường do dòng điện không đổi I chạy trên dây dẫn thẳng dài vô hạn gây ra tại điểm đặt cách nó một khoảng r trong chân không có biểu thức $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$.

Câu V (4,0 điểm). Xác định chiều dài của vật và chiết suất của chất làm thấu kính.

Để xác định chiều dài của một vật mà ta không thể đo trực tiếp có nhiều cách khác nhau. Trong bài toán này ta xác định chiều dài dây tóc bóng đèn sợi đốt và xác định chiết suất của chất làm thấu kính hội tụ thông qua phép đo quang học.

Cho các dụng cụ sau:

- Một thấu kính hội tụ mỏng hai mặt cầu có cùng bán kính (chưa biết tiêu cự, chiết suất chất làm thấu kính và bán kính cong của thấu kính);
- Một bóng đèn sợi đốt được che phủ bởi kính lọc sắc màu đỏ có dây tóc dạng hình trụ cần xác định chiều dài h . Vị trí dây tóc là cố định trong đèn nhưng ta không thể xác định trực tiếp được từ bên ngoài;
- 01 màn chắn;
- 01 nguồn điện một chiều ổn định, 01 biến trở;
- Thước đo chiều dài, thước kẹp;
- Dây nối, khóa K, giá đỡ cần thiết.

Hãy:

1. Trình bày cơ sở lý thuyết xác định chiều dài h của dây tóc bóng đèn và chiết suất n của chất làm thấu kính đối với ánh sáng phát ra từ đèn sợi đốt.
2. Trình bày sơ đồ thí nghiệm, các bước tiến hành, bảng biểu cần thiết và cách xử lý số liệu để xác định h , n .

-----HẾT-----

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