|  |  |
| --- | --- |
| **TRƯỜNG THPT CHUYÊN**  **BẮC NINH**  *(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)* | **ĐỀ THI ĐỀ XUẤT THI CHỌN HỌC SINH GIỎI KV DHĐBBB**  **NĂM HỌC 2022 – 2025**  **MÔN: VẬT LÍ**  *Thời gian:* ***180*** *phút (không kể thời gian giao đề)* |

**Bài 1. (4,0 điểm)**



Hình 1

Một lò xo nhẹ, cách điện, một đầu gắn chặt vào giá cố định, đầu còn lại treo quả cầu kim loại nhỏ khối lượng m, tích điện q. Hệ được đặt trong không khí và khi cân bằng quả cách một thành phẳng bằng kim loại đã nối đất một khoảng *a (hình vẽ 1)*

**1.** Từ vị trí cân bằng người ta kéo quả cầu xuống dưới, cách VTCB một đoạn  () rồi thả nhẹ. Chứng minh quả cầu dao động điều hòa. Lập biểu thức tính chu kì và viết phương trình dao động của quả cầu.

**2.** Nghiên cứu sự biến đổi mật độ điện tích hưởng ứng trên mặt vật dẫn tại điển M cách vị trí cân bằng của quả cầu khoảng *2a*.

**Bài 2. (5,0 điểm)**

R

K

n1

n2

Xét một máy biến áp (hình vẽ), cuộn sơ cấp dài ℓ1 có n1 vòng tiết diện S, cuộn thứ cấp dài ℓ2 có n2 vòng tiết diện S; lõi biến áp có độ từ thẩm µ không đổi. Xem như điện trở của các cuộn dây không đáng kể; các cuộn dây đủ dài; đường sức từ khép kín trong lõi.

1. Tính các hệ số hỗ cảm M12, M21 của cuộn sơ cấp đối với cuộn thứ cấp và của cuộn thứ cấp đối với cuộn sơ cấp.

2. Xét trường hợp ℓ1 = ℓ2. Đặt vào cuộn sơ cấp điện áp xoay chiều u = U0cosωt. Đóng khoá K nối cuộn thứ cấp với tải có điện trở thuần R.

a) Tìm biểu thức phụ thuộc thời gian của các dòng điện i1 và i2 chạy trong hai cuộn dây.

b) Tìm tỉ số I1/I2 của cường độ hiệu dụng của các dòng đó.

c) Với điều kiện nào thì có được hệ thức I1/I2 ≈ n2/n1. Khi đó hệ số công suất của mạch sơ cấp là bao nhiêu.

**Bài 3. (4,0 điểm)**

Vào những ngày trời nắng to, mặt đường nhựa hấp thụ ánh sáng mạnh nên lớp không khí càng gần mặt đường càng nóng. Giả sử nhiệt độ không khí ở sát mặt đường là 57oC và giảm dần theo độ cao, đến độ cao lớn hơn 0,5 (m) thì nhiệt độ của không khí được coi là không đổi và bằng 34oC. Áp suất của không khí là không đổi *po* = 105 (Pa). Chiết suất của không khí phụ thuộc vào khối lượng riêng của không khí theo biểu thức , với *a* là hằng số. Không khí được coi là khí lí tưởng. Biết chiết suất của không khí ở nhiệt độ 15oC là 1,000276; khối lượng mol của không khí là *μ* = 0,029 (kg/mol); hằng số *R* = 8,31 (J/mol.K).

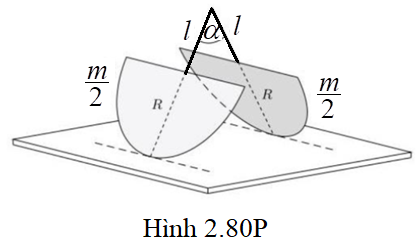
**1.** Thiết lập biểu thức sự phụ thuộc của chiết suất không khí vào nhiệt độ tuyệt đối, tính hằng số *a*.

**2.** Một người có mắt ở độ cao 1,5 (m) so với mặt đường, nhìn về phía đằng xa có cảm giác như có một mặt nước. Người đó nếu cứ tiến lại gần thì “nước” lại lùi ra xa. Khoảng cách từ người đó đến “nước” luôn không đổi (hiện tượng ảo ảnh). Tính khoảng cách từ người đó đến “nước” theo phương ngang.

**3.** Giả sử ở độ cao dưới 0,5 m, nhiệt độ tuyệt đối *T* của không khí phụ thuộc vào độ cao *y* tính từ mặt đất theo biểu thức  với *b* là hằng số, *To* là nhiệt độ tuyệt đối ở sát mặt đường. Lập phương trình xác định đường truyền của một tia sáng xuất phát từ mặt đường, trong lớp không khí có độ cao nhỏ hơn 0,5 m. Biết ban đầu tia sáng hợp với phương thẳng đứng một góc *α* và hướng lên.

**Bài 4. (4,0 điểm)**

Một đĩa tròn, mỏng, khối lượng m, bán kính R được cắt dọc theo đường kính đĩa thành hai phần bằng nhau, trên cả hai phần có gắn các thanh không khối lượng, chiều dài  được cố định dọc theo trục đối xứng trong mặt phẳng của mỗi phần.



Hình 1

Sau đó các đầu tự do của thanh được nối với nhau, sao cho góc giữa chúng là  và các đường cắt của các nửa cái đĩa là song song với nhau (Hình 1). Hệ này được đặt trên một sàn phẳng nằm ngang, gia tốc trọng trường là g.

**1.** Gọi C1, C2 lần lượt là khối tâm của mỗi bản. Tìm vị trí của C1 và C2

**2.** Kích thích cho hệ dao động, khi đó hình chiếu mỗi nửa đĩa lên mặt phẳng thẳng đứng đi qua khối tâm C hệ và vuông góc đường thẳng C1C2 là một nửa elip, hệ dao động thì chẳng qua nửa elip này dao động. Tính tần số dao động bé của hệ.

**Bài 5. ( 3,0 điểm)**



Tụ phẳng

Một mạch dao động tích phóng, khi gắn với một tụ điện có điện dung C thì tần số dao động của nó được tính bằng biểu thức: , trong đó α là một hằng số và Cs là điện dung ký sinh của mạch. **Cho các dụng cụ sau:**

- Một mạch dao động tích phóng như trên, có đầu dây để nối với các tụ điện khác nhau;

- Một số tụ điện có điện dung đã biết;

- Một tụ điện phẳng, có khoảng cách giữa hai bản bằng d đã biết, hai bản tụ có bệ rộng a đã biết, phần chiều dài có thể trượt trên nhau để thay đổi diện tích đối diện giữa hai bản (Hình vẽ);

- Một tấm điện môi lớn có độ dày đúng bằng d, có thể bỏ vào giữa hai bản tụ của tụ phẳng trên

- Một đồng hồ đo điện có thể đo được tần số của mạch dao động tích phóng;

- Thước đo độ dài có độ chia thích hợp;

- Bộ nguồn để nuôi mạch, các dây nối cần thiết.

**Yêu cầu**

**1.** Trình bày phương án xác định giá trị của α và CS.

**2.** Trình bày phương án xác định hằng số điện môi của tấm điện môi đã cho.

HẾT

ĐÁP ÁN ĐỀ XUẤT

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **BÀI 1** | |
|  | **1.** Khi quả cầu cách mặt phẳng khoảng *r*, theo kết quả bài toán 1, lực tương tác giữa điện tích q và bản kim loại là :    Chọn trục Ox thẳng đứng hướng xuống, gốc O tại VTCB của quả cầu  + Vị trí cân bằng, gọi : độ biến dạng của lò xo  (1)  + Khi quả cầu có li độ x. Phương trình động lực học  (2)  Ta chỉ xét dao động nhỏ *(x << 2a).* Khi đó  Thay vào (2) được:  (3)  Từ (2) và (3)  Đặt  quả cầu dao động điều hòa với chu kì , trong đó T0 là chu kì dao động khi quả cầu không tích điện.  Phương trình dao động .  Từ điều kiện ban đầu:  **2.** Xét trường gây ra tại điểm M nằm trên mặt vật dẫn, ở thời điểm *t*, cách quả cầu khoảng r. Cường độ điện trường do các điện tích q và -q gây ra tại M có phương, chiều như hình vẽ. Độ lớn :  **H**  Theo kết quả bài 1, mật độ điện tích hưởng ứng trên mặt vật dẫn : .  + Khi quả cầu ở vị trí cân bằng thì  và  + Khi quả cầu có li độ x thì:  Khi đó  mật độ điện tích tại M cũng biến đổi tuần hoàn.  + quả cầu ở vị trí thấp nhất  + quả cầu ở vị trí cao nhất | |
|  | | **Bài 2** |
|  | | Độ tự cảm của cuộn sơ cấp và cuộn thứ cấp  và  Từ thông hỗ cảm từ cuộn thứ cấp sang cuộn sơ cấp có thể tính theo hai cách  và  Suy ra:  Tương tự: |
|  | | Với  thì  Ký hiệu tỉ số các vòng dây của hai cuộn là , ta có  và  Phương trình cho các vòng và ở hai cuộn  (1)  (2)  Tìm nghiệm của hai phương trình này dưới dạng  (3)  (4)  Lấy đạo hàm và theo t và thay vào (1) và (2) ta được:  (5)  (6)  Khai triển các hàm lượng giác thì các phương trình (5) và (6) đều có dạng    Vì các phương trình (5) và (6) đúng cho mọi thời điểm t nên các hệ số của các hàm lượng giác cosωt và sinωt trong mỗi phương trình đó đều phải bằng 0. Kết quả là ta có các phương trình sau:  (7)  (8)  (9)  (10)  Từ (1) và (2) ta có:  (11)  Từ đó suy ra biên độ dòng thứ cấp và độ lệch pha của i2 so với u  và  (12)  Thay (12) vào các phương trình (7) - (10) ta được:  và (13)  Biểu thức của i1:  (14) |
|  | | Từ (12) và (13) ta có  (15) |
|  | | Muốn có  ta phải có  (16)  Đièu kiện (16) được thoả mãn khi:  - Độ từ thẩm µ của lõi biến thế phải lớn;  - Số vòng dây n1 và n2 phải đủ lớn  - Tần số dòng xoay chiều  phải đủ lớn  - Chiều dài ℓ của các cuộn dây không lớn tức là các cuộn dây phải cuốn chặt.  Khi , theo (13) ta có : hệ số công suất của mạch sơ cấp có thể đạt được giá trị tối đa. |
|  | | **Bài 3** |
|  | | Theo phương trình C – M ta có:  mà  =>  Như vậy ta có biểu thức: (1) |
|  | | Ở 15 oC tức là T = 288 K thì n = 1,000276 nên ta có  => a = 2,28.10-4 (2) |
|  | | Từ biểu thức (1) và giá trị hằng số a (2) ta tính được chiết suất của không khí ở sát mặt đường:    Chiết suất của không khí ở độ cao lớn hơn 0,5m là: |
|  | | Chia không khí ở độ cao dưới 0,5m thành nhiều lớp rất mỏng bằng các mặt phẳng song song nằm ngang sao cho chiết suất của không khí trong một lớp coi như là không đổi. n1sini1 = n2sini2 = n3sini3 = ….. const  Để nhìn thấy “nước” thì các tia sáng tới  mắt phải bị phản xạ toàn phần ở mặt đường  lúc đó góc tới của lớp sát mặt đường bằng 90o. |
|  | | Ta có n­osin90o = n’sini’ => sini’ = no/n’ = 0,99998 => i’ = 89,64o  Khoảng cách từ người đó đến “nước” là: L = 1,5.tani’ = 238 m. |
|  | | Thay  vào (1) ta được: (3) |
| Chọn trục tọa độ Oxy như hình vẽ.  Chia lớp không khí có độ cao dưới 0,5 m thành những  lớp rất mỏng nằm ngang có độ cao dy, sao cho có thể  coi chiết suất của lớp đó gần như không đổi. Giả sử  tia sáng tới điểm M(x,y) dưới góc tới i và tới điểm  M’(x+dx, y+dy) trên lớp tiếp theo.  Tương tự trên ta có: nosinα = nsini =>  (4)  Thay (3) vào (4) |
| Ta có  với  =>  => |
| Tích phân hai vế ta có  =>  => => |
| Bình phương hai vế ta có :  Đường truyền của tia sáng là một phần của đường parabol. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Bài 4** |
|  | Vị trí khối tâm của bán nguyệt C1, C2:      Vậy: |
|  |  |
|  | Diagram  Description automatically generated  Hình chiếu mỗi nửa đĩa lên mặt phẳng thẳng đứng đi qua khối tâm C hệ và vuông góc đường thẳng C1C2 là một nửa elip, có bán kính trục lớn a = R và bán trục bé |
| + Tính momen quán tính đi qua tâm đối xứng O của nửa elip. Ta có momen quán tính đối với trục Oz    (1)  Mặt khác:  (3)  (2)  Thay (2) và (3) vào (1)    Vì chúng ta chỉ xét nửa elips nên y chỉ biến thiên từ 0 đến b    (4)  +Tính ; Đặt  Nên  (5)  +Tính ;  Đặt ;  (6)  Thay (5), (6) vào (4) ta được: (7)  Vì nửa elip có khối lượng m nên:  (8)  Do vậy :(9) |
|
|
| Khi đó C cách đường thẳng O1O2 một đoạn  (10)    Mặt khác  (11) |
|
| Diagram  Description automatically generatedDiagram  Description automatically generated  + Chứng minh dao động điều hòa  (12)  Vì dao động bé nên ta có thể lân cận I ( )là một mặt cầu tâm O bán kính b, nên coi  có giá qua O.    (13)  Và tay đòn  (14)  Thay (11), (13), (14) vào (12) ta được :  Vậy hệ dao động điều hòa với tần số góc:  hay chu kì    tần số: |
|

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Bài 5** |
|  | a. Từ biểu thức:  Ta thấy đây là một hàm tuyến tính dạng Y = AX + B  Với ;  các hệ số ;  Lần lượt thanh các tụ điện đã biết điện dung nối vào mạch và đo tần số  Ghi kết quả vào bảng số liệu   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | C |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | f |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 1/f |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   Vẽ đồ thị  Từ đồ thị xác định được α và Cs |
|  | b. Mắc tụ phẳng vào mạch, dịch chuyển vị trí bản tụ, đo giá trị x, đo tần số f và tính ra C tương ứng  Ta có  với S = a.x=>  Ta được hàm tuyến tính  Đo giá trị và ghi vào bảng số liệu   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | x |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | f |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | C |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |