

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐỀ THI CHÍNH THỨC**

**KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM 2018**

Môn: **VẬT LÝ**

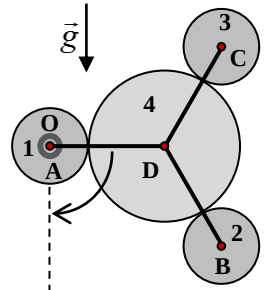
Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Ngày thi thứ hai: **12/01/2018**

(Đề thi có 03 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,0 điểm).

Xét một hệ NewSpinor nằm trong mặt phẳng thẳng đứng gồm bốn đĩa phẳng đồng chất có cùng khối lượng m , có bán kính $R_1 = R_2 = R_3 = 0,5R_4$. Mỗi đĩa có thể quay quanh trục vuông góc với mặt đĩa tại tâm. Gắn cứng trục quay của các đĩa 1, 2, 3, 4 vào các điểm A, B, C, D trên khung cứng nhẹ, hình chữ Y sao cho các đĩa tiếp xúc nhau và tam giác ABC là tam giác đều. Trục quay tại A của hệ (vuông góc với mặt phẳng hình vẽ) được quay trong ổ trục O (ổ trục này có khối lượng không đáng kể, nằm khuất sau A trên hình vẽ). Bỏ qua mọi ma sát giữa đĩa và trục, giữa trục và ổ trục O. Gia tốc trọng trường là $\vec{g}$.

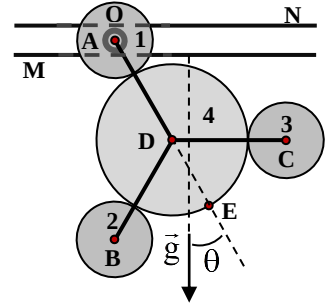


Hình 1.

1. Giữ ổ trục O cố định, xét hai trường hợp:

a) Các đĩa trượt không ma sát trên nhau. Thả nhẹ hệ từ vị trí thanh AD có phương ngang (Hình 1). Khi hệ quay tới vị trí sao cho thanh AD có phương thẳng đứng, xác định vận tốc góc ω của khung cứng ABCD.

b) Các đĩa lăn không trượt so với nhau. Giữ cố định đĩa 1. Khi hệ đang đứng yên ở vị trí thanh AD có phương thẳng đứng, kích thích nhẹ để hệ dao động. Xác định chu kỳ dao động bé của hệ.



Hình 2.

2. Ổ trục O có thể di chuyển không ma sát giữa hai ray M và N cứng, thẳng, song song, nằm ngang cố định (Hình 2). Đĩa 1 được gắn cứng với ổ trục O. Thả nhẹ hệ vật từ vị trí thanh AD có phương ngang. Trong quá trình chuyển động, đĩa 1 chỉ chuyển động tịnh tiến, các đĩa lăn không trượt so với nhau. Khi hệ quay tới vị trí thanh AD có phương lệch góc θ so với phương thẳng đứng ($0 < \theta < \pi/2$), xác định:

a) Vận tốc góc ω của khung ABCD.

b) Vận tốc của ổ trục O trong hệ quy chiếu gắn với điểm E cố định trên đĩa 4 (xem hình vẽ).

Cho biết: công thức cộng vận tốc góc $\omega_i/O = \omega_i/khung + \omega_{khung}/O$ trong đó kí hiệu ω_i/O là vận tốc góc của đĩa i đối với ổ trục O, $\omega_i/khung$ là vận tốc góc của đĩa i đối với trục quay gắn với khung, ω_{khung}/O là vận tốc góc của khung đối với ổ trục O.

Câu II (4,0 điểm).

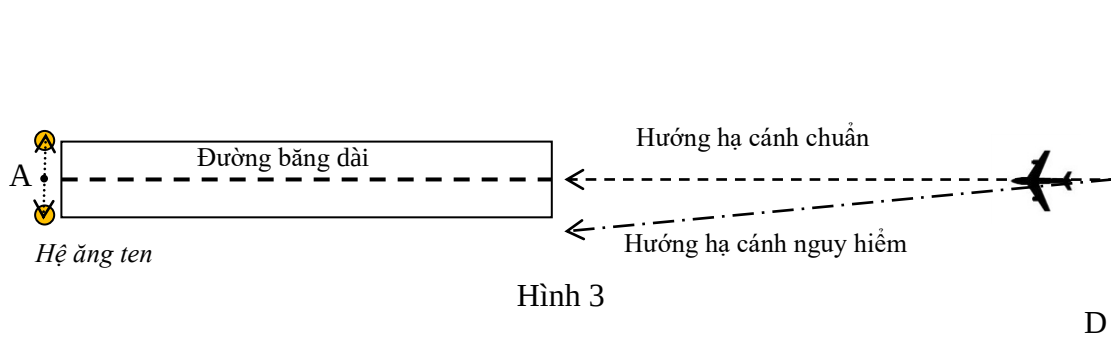
Thiết lập một dòng khí trong một ống xoắn bằng kim loại, sao cho khối lượng khí đi qua tiết diện của ống trong một đơn vị thời gian là $D = 0,47$ g/s. Ống xoắn được nhúng trong một bình chứa đầy nước, có nhiệt dung toàn phần $C = 4$ kJ/K (bao gồm nhiệt dung của nước, bình và ống xoắn). Chất khí lúc đầu được nung nóng trong một cái lò, đi vào bình ở nhiệt độ $T_1 = 373$ K. Khi chế độ chảy ổn định được thiết lập, nhiệt độ của bình không đổi và chất khí ra khỏi bình ở nhiệt độ $T_2 = 310$ K bằng nhiệt độ của bình. Trong chế độ chảy ổn định đó, chất khí trong phần ống xoắn kim loại nhúng trong bình được coi là đẳng áp. Khi ngắt dòng khí ta thấy nhiệt độ của

bình giảm chứng tỏ có sự rò nhiệt từ bình ra môi trường xung quanh. Biết rằng sau khi ngắt dòng khí 10 phút và 20 phút nhiệt độ bình giảm tương ứng là $2,00\text{K}$ và $3,76\text{K}$. Coi rằng bình, nước và ống xoắn kim loại luôn cân bằng nhiệt với nhau. Giả thiết rằng, nhiệt độ môi trường xung quanh là không đổi, độ mất mát nhiệt của bình trong một đơn vị thời gian tỉ lệ với độ chênh lệch nhiệt độ giữa bình và môi trường với hệ số tỉ lệ k nào đó. Hãy xác định:

1. Hệ số tỉ lệ k và nhiệt độ T_0 của môi trường bên ngoài.
2. Nhiệt dung riêng đẳng áp c_p của chất khí.

Câu III (4,0 điểm).

Xét hệ thống dẫn hướng và điều khiển máy bay hạ cánh dựa trên hiện tượng giao thoa sóng điện từ. Hệ thống này bao gồm hai hệ thống con, một hệ thống dẫn hướng theo phương ngang và một hệ thống dẫn hướng theo độ cao. Trong bài toán này ta chỉ xem xét hệ thống dẫn hướng theo phương ngang, đó là hệ thống được cấu tạo bởi một hệ hai hoặc nhiều ăng ten ở cuối đường băng. Các ăng ten được đặt trên một đường nằm ngang, cách đều nhau, đối xứng qua trục đường băng. Các ăng ten phát ra sóng điện từ đơn sắc, đồng pha, cùng tần số $f = 110\text{ MHz}$. Gọi trung điểm của hai ăng ten ngoài cùng là A ; đường quan sát D là đường thẳng nằm ngang, vuông góc với đường băng và cách xa các ăng ten (Hình 3). Bỏ qua độ dịch tần số gây bởi hiệu ứng Dopple.



Hình 3

1. Thông tin về cường độ sóng điện từ trong miền giao thoa mà bộ cảm biến trên máy bay thu được giúp phi công tìm được hướng hạ cánh chuẩn. Giải thích vì sao khi máy bay bay lệch khỏi hướng hạ cánh chuẩn sẽ dẫn tới cường độ sóng điện từ mà bộ cảm biến thu được bị giảm rõ rệt.

2. Thông số dẫn hướng theo phương ngang là góc trông từ A tới hai cực tiểu, hai cực tiểu này có khoảng cách gần nhau nhất trên đường quan sát D và gần cực đại chính. Tính thông số dẫn hướng theo phương ngang cho hệ gồm 2 ăng ten đặt cách nhau một khoảng $a = 16\text{ m}$.

3. Thực tế, đa số hệ thống dẫn hướng theo phương ngang dùng nhiều hơn 2 ăng ten. Hệ thống nào cho cường độ sóng điện từ lớn nhất trên đường quan sát D lớn hơn và có thông số dẫn hướng nhỏ hơn sẽ dẫn hướng máy bay tốt hơn. Để so sánh ta sẽ xét hai trường hợp: i) hệ gồm 2 ăng ten; ii) hệ gồm 4 ăng ten. Khoảng cách giữa hai ăng ten ngoài cùng là $a = 16\text{ m}$. Biết tổng công suất phát xạ từ các hệ ăng ten là như nhau trong cả hai trường hợp.

a) Trên đường quan sát D , cường độ sóng điện từ lớn nhất trong trường hợp dùng 4 ăng ten gấp mấy lần cường độ sóng điện từ lớn nhất trong trường hợp dùng 2 ăng ten?

b) Thông số dẫn hướng theo phương ngang trong trường hợp dùng 4 ăng ten nhỏ hơn bao nhiêu lần thông số dẫn hướng theo phương ngang trong trường hợp dùng 2 ăng ten?

Câu IV (4,0 điểm).

Cho một khối cầu được làm từ vật liệu quang học trong suốt có chiết suất phân bố đối xứng tâm theo quy luật $n(r) = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{r}{R}\right)^2}$. Trong đó r là khoảng cách từ tâm khối cầu đến điểm đang

xét, R là bán kính của khối cầu, hằng số $n_0 > 2$. Tốc độ ánh sáng trong chân không là c .

1. Chiếu một tia sáng tới một điểm trên bề mặt của khối cầu dưới góc tới i_0 , tìm phương trình mô tả đường truyền của tia sáng đi trong khối cầu.

2. Cho S là một điểm sáng trên bề mặt của khối cầu. Các tia sáng xuất phát từ S đi vào trong khối cầu và sau đó hội tụ tại một điểm S' .

a) Xác định vị trí điểm S' .

b) Tính thời gian để một tia sáng bất kì xuất phát từ điểm S truyền trong khối cầu đến điểm S' .

Cho tích phân:
$$\int \frac{k(1+x^2)}{x\sqrt{x^2-k^2(1+x^2)^2}} dx = \arcsin\left(\frac{k}{\sqrt{1-4k^2}} \frac{x^2-1}{x}\right) + C.$$

Câu V (4,0 điểm).

1. *Xác định điện trở chưa biết bằng phương pháp cầu cân bằng.*

Cho các dụng cụ sau:

- Điện trở R_1, R_2 đã biết trước giá trị;
- 01 hộp điện trở có thể đặt trước được các giá trị điện trở khác nhau;
- 01 điện trở R_x chưa biết trước giá trị;
- 01 nguồn điện một chiều không đổi, chưa biết giá trị điện áp;
- 01 khóa K;
- 01 điện kế G có điểm 0 nằm giữa bảng chỉ thị và có điện trở trong R_0 chưa biết;
- Dây nối điện cần thiết.

Yêu cầu:

- a) Trình bày cách đo giá trị của một điện trở R_x .
- b) Trình bày cách đo giá trị R_0 của điện kế G.

2. *Xác định độ lớn cảm ứng từ trung bình B tại bề mặt đáy của một nam châm vĩnh cửu.*

Cho các dụng cụ sau:

- 01 nam châm vĩnh cửu dạng trụ cần xác định độ lớn cảm ứng từ trung bình B tại bề mặt đáy, hai đáy là hai từ cực, diện tích đáy của nó là S;
- 01 ống nhựa hình trụ thẳng, dài, đường kính trong đủ lớn để nam châm có thể lọt qua;
- 01 khung dây tròn cứng gồm N vòng, diện tích tiết diện của vòng dây là $S' \approx S$, điện trở của khung dây là R_0 đã biết;
- 01 điện kế xung kích dùng để đo tổng điện tích chạy qua nó. Điện trở trong của điện kế là R_d đã biết;
- Dây nối điện, giá treo, giá đỡ cần thiết.

Yêu cầu: Xác định cảm ứng từ trung bình B tại bề mặt đáy của nam châm vĩnh cửu:

- a) Vẽ hình mô tả bố trí thí nghiệm đo cảm ứng từ trung bình B tại mặt đáy của nam châm.
- b) Lập biểu thức tính toán, nêu cách đo.

-----HẾT-----

- *Thí sinh không được sử dụng tài liệu.*
- *Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm.*