

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI QUỐC GIA THPT
NĂM HỌC 2020 - 2021

ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn: VẬT LÝ

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

Ngày thi thứ hai: 26/12/2020

(Đề thi có 02 trang, gồm 05 câu)

Câu I (4,5 điểm)

Khảo sát con lắc vật lý là một thanh mỏng, cứng, đồng chất, bề mặt là hình chữ nhật ABCD có khối lượng $M = 0,3 \text{ kg}$, $AB = CD = a = 2 \text{ cm}$, $BC = DA = b = 30 \text{ cm}$. Thanh mỏng có thể quay không ma sát quanh trục nằm ngang cố định đi qua trung điểm O của cạnh AB và vuông góc với mặt thanh (Hình 1.). Bỏ qua sức cản của không khí.

1. Xét chuyển động của thanh ABCD

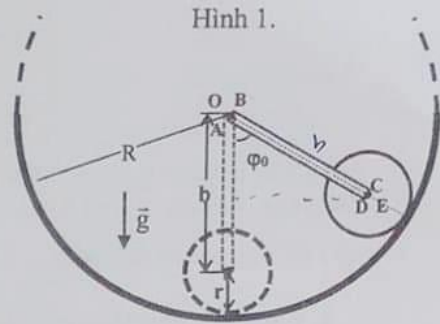
a) Chứng minh mômen quán tính của thanh ABCD đối với trục quay đi qua O là $I_O = \frac{1}{12} M(a^2 + 4b^2)$.

b) Tính chu kỳ dao động nhỏ của thanh.

2. Một đĩa tròn, mỏng, đồng chất có bán kính $r = 8 \text{ cm}$, khối lượng $m = 0,2 \text{ kg}$. Đĩa có thể quay không ma sát quanh trục nhỏ, nhẹ gắn cố định tại trung điểm E của cạnh CD. Mômen quán tính của đĩa đối với trục quay tại E là $I_E = \frac{1}{2} mr^2$. Khi hệ thanh và đĩa chuyển động, đĩa luôn tiếp xúc với mặt trong của một mặt trụ cố định có bán kính trong $R = b + r$. Giả thiết rằng tại thời điểm ban đầu vận tốc cơ hệ bằng không và OE hợp với phương thẳng đứng một góc φ_0 .

a) Bỏ qua ma sát giữa đĩa tròn và mặt trụ, $\varphi_0 = 60^\circ$. Hãy tìm vận tốc tại điểm cao nhất thuộc đĩa tròn khi đĩa tới điểm thấp nhất của mặt trụ.

b) Giữa đĩa và mặt trụ có ma sát, đĩa tròn lăn không trượt trên mặt trụ. Góc φ_0 đủ nhỏ sao cho với góc $\varphi \leq \varphi_0$ có thể áp dụng gần đúng $\sin \varphi = \varphi$. Viết biểu thức tính độ lớn của vận tốc khối tâm đĩa tròn theo thời gian và tính lực ma sát tác dụng lên đĩa khi OE hợp với phương thẳng đứng một góc φ với $0 \leq \varphi \leq \varphi_0$.



Câu II (4,0 điểm)

Một đĩa mỏng, phẳng có khối lượng M , diện tích mỗi mặt là S , được treo tại tâm đĩa bởi một lò xo nhẹ có độ cứng k . Hệ đĩa và lò xo đặt trong một bình kín cố định có chứa khí loãng ở áp suất p và nhiệt độ T không đổi. Khí trong bình được coi là khí lý tưởng và có khối lượng mol là μ . Cho biết khí ở nhiệt

độ T , tốc độ phân tử khí là $u = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$, với R là hằng số khí. Khi hệ đĩa và lò xo dao động, do có sự

chênh lệch áp lực gây bởi các phân tử khí đến đập vào các mặt của đĩa nên khí gây thêm lực cản làm hệ đĩa và lò xo có xu hướng dao động tắt dần. Bỏ qua tương tác của phân tử khí với lò xo. Hãy xác định:

1. Chu kỳ dao động nhỏ của hệ đĩa và lò xo trong bình.

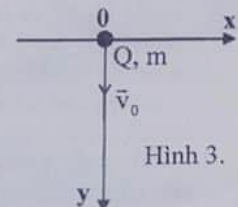
2. Tỷ số biên độ dao động của đĩa trong hai dao động liên tiếp.

Câu III (3,5 điểm)

Một hạt có khối lượng $m = 1,1 \cdot 10^{-11} \text{ kg}$, điện tích $Q = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, chuyển động trong vùng không gian $Oxyz$. Hệ trục tọa độ $Oxyz$ được cho như Hình 3, trục Oy hướng thẳng đứng xuống dưới, trục Oz hướng vào và vuông góc với mặt phẳng xOy . Ở thời điểm $t = 0$ hạt đi qua gốc tọa độ theo hướng trục Oy với vận tốc v_0 ($v_0 = 10 \text{ m/s}$). Bỏ qua tác dụng của trọng trường.

Tìm tọa độ y tại điểm thấp nhất trên quỹ đạo của hạt so với vị trí ban đầu (ở thời điểm $t = 0$) và vận tốc của hạt ở điểm đó trong hai trường hợp sau:

1. Vùng chỉ có từ trường đều với cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng hướng trục Oz , $B = 2 \text{ T}$.

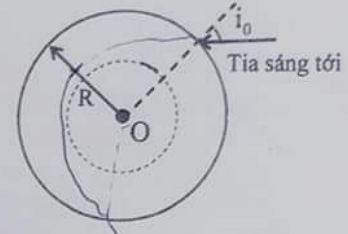


2. Vùng có từ trường đều với cảm ứng từ $\vec{B}$ cùng hướng trục Oz và điện trường đều có cường độ điện trường $\vec{E}$ cùng hướng trục Oy. Biết $B = 2 \text{ T}; E = 100 \text{ V/m}$.

Câu IV (3,5 điểm)

Chiếu một tia sáng đơn sắc vào một điểm trên mặt một khối cầu đặt cố định trong không khí dưới góc tới i_0 như Hình 4. Khối cầu có tâm O, bán kính R, được làm từ vật liệu quang học trong suốt có chiết suất phân bố đối xứng cầu quanh tâm O theo quy luật:

$$n(r) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2R}{r}} - 1 & \text{khi } \frac{R}{2} \leq r \leq R \\ \sqrt{3} & \text{khi } 0 \leq r < \frac{R}{2} \end{cases}$$



Hình 4.

trong đó r là khoảng cách từ tâm O đến điểm đang xét.

Biết rằng, tia sáng truyền trong khối cầu tới một điểm nằm trên một mặt cầu tâm O bán kính r dưới góc tới i thì i thỏa mãn điều kiện $\sin i = \frac{R \cdot \sin i_0}{r \cdot n(r)}$.

1. Góc tới i_0 phải thỏa mãn điều kiện nào để tia sáng tới được vùng có chiết suất $n = \sqrt{3}$?

2. Gọi khoảng cách ngắn nhất từ tâm O đến đường truyền của tia sáng trong khối cầu là $r_{\min}$. Vẽ phác đường truyền của tia sáng và xác định góc tới i_0 của tia sáng khi $r_{\min} = \frac{2R}{3}$.

3. Xét tia sáng đến bề mặt khối cầu tại điểm M với góc tới $i_0 = 45^\circ$. Vẽ phác đường truyền của tia sáng và xác định vị trí điểm N trên bề mặt khối cầu mà tại đó tia sáng ló ra khỏi khối cầu.

Cho $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \arcsin x + C$.

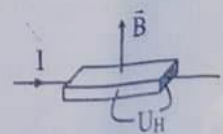
Câu V (4,5 điểm)

1. Một hộp đen điện chứa ba phần tử R, L, C được mắc thành mạch kín có hai đầu ra. Để xác định trị số của các linh kiện và sơ đồ mắc mạch, học sinh đã mắc nối tiếp hộp đen với một ampe kế và nối vào nguồn điện. Sử dụng nguồn một chiều không đổi 3,0 V thì khi hệ ổn định, ampe kế chỉ 3,0 mA. Sử dụng nguồn điện xoay chiều có giá trị hiệu dụng không đổi là 3,0 V nhưng tần số có thể thay đổi được, khi thay đổi tần số thì cường độ hiệu dụng của dòng điện thay đổi: Ở tần số 60 Hz, số chỉ của ampe kế cho biết giá trị hiệu dụng là 0,02 A, ở tần số 1000 Hz số chỉ của ampe kế đạt giá trị cực đại là 100 A. Hãy tìm trị số của các phần tử R, L, C và vẽ sơ đồ mắc mạch điện trong hộp đen.

2. Phương án thực hành: *Xác định độ từ thẩm μ của lõi sắt từ.*

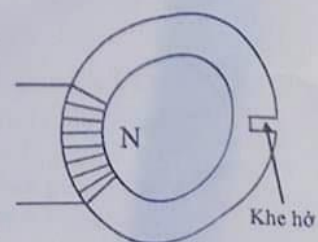
Cho các linh kiện và dụng cụ sau:

- Một phần tử Hall dạng tấm mỏng có bốn đầu ra. Khi có từ trường với cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với bề mặt phần tử Hall và có dòng điện một chiều I chạy qua hai mặt bên thì ở hai mặt còn lại xuất hiện hiệu điện thế $U_H = K_H \cdot I \cdot B$ với K_H là hệ số đã biết đặc trưng bởi phần tử Hall đã cho (Hình 5.a).



Hình 5.a

- 01 lõi sắt từ hình xuyên cần xác định độ từ thẩm μ có tiết diện tròn và một khe hở nhỏ có thể để lọt phần tử Hall vào trong. Một phần lõi sắt từ hình xuyên được cuốn N vòng dây đồng (Hình 5.b).



Hình 5.b

- 02 nguồn điện một chiều không đổi, 01 vôn kế, 02 ampe kế, 02 biến trở.
- 01 thước kẹp.
- Dây nối, khóa K, giá đỡ, giá treo cần thiết.

Yêu cầu: Trình bày phương án thí nghiệm để xác định độ từ thẩm μ của lõi sắt từ.

HẾT

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



Vững vàng nền tảng, Khai sáng tương lai

Website **HOC247** cung cấp một môi trường **học trực tuyến** sinh động, nhiều **tiện ích thông minh**, nội dung bài giảng được biên soạn công phu và giảng dạy bởi những **giáo viên nhiều năm kinh nghiệm, giỏi về kiến thức chuyên môn lẫn kỹ năng sư phạm** đến từ các trường Đại học và các trường chuyên danh tiếng.

I. Luyện Thi Online

Học mọi lúc, mọi nơi, mọi thiết bị – Tiết kiệm 90%

- **Luyện thi ĐH, THPT QG:** Đội ngũ **GV Giỏi, Kinh nghiệm** từ các Trường ĐH và THPT danh tiếng xây dựng các khóa **luyện thi THPTQG** các môn: Toán, Ngữ Văn, Tiếng Anh, Vật Lý, Hóa Học và Sinh Học.
- **Luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán:** Ôn thi **HSG lớp 9** và **luyện thi vào lớp 10 chuyên Toán** các trường *PTNK, Chuyên HCM (LHP-TĐN-NTH-GĐ), Chuyên Phan Bội Châu Nghệ An* và các trường Chuyên khác cùng *TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Trịnh Thanh Đèo và Thầy Nguyễn Đức Tấn*.

II. Khoá Học Nâng Cao và HSG

Học Toán Online cùng Chuyên Gia

- **Toán Nâng Cao THCS:** Cung cấp chương trình Toán Nâng Cao, Toán Chuyên dành cho các em HS THCS lớp 6, 7, 8, 9 yêu thích môn Toán phát triển tư duy, nâng cao thành tích học tập ở trường và đạt điểm tốt ở các kỳ thi HSG.
- **Bồi dưỡng HSG Toán:** Bồi dưỡng 5 phân môn **Đại Số, Số Học, Giải Tích, Hình Học** và **Tổ Hợp** dành cho học sinh các khối lớp 10, 11, 12. Đội ngũ Giảng Viên giàu kinh nghiệm: *TS. Lê Bá Khánh Trình, TS. Trần Nam Dũng, TS. Phạm Sỹ Nam, TS. Lưu Bá Thắng, Thầy Lê Phúc Lữ, Thầy Võ Quốc Bá Cẩn* cùng đội HLV đạt thành tích cao HSG Quốc Gia.

III. Kênh học tập miễn phí

HOC247 NET cộng đồng học tập miễn phí
HOC247 TV kênh Video bài giảng miễn phí

- **HOC247 NET:** Website học miễn phí các bài học theo **chương trình SGK** từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn học với nội dung bài giảng chi tiết, sửa bài tập SGK, luyện tập trắc nghiệm miễn phí, kho tư liệu tham khảo phong phú và cộng đồng hỏi đáp sôi động nhất.
- **HOC247 TV:** Kênh **Youtube** cung cấp các Video bài giảng, chuyên đề, ôn tập, sửa bài tập, sửa đề thi miễn phí từ lớp 1 đến lớp 12 tất cả các môn Toán- Lý - Hoá, Sinh- Sử - Địa, Ngữ Văn, Tin Học và Tiếng Anh.