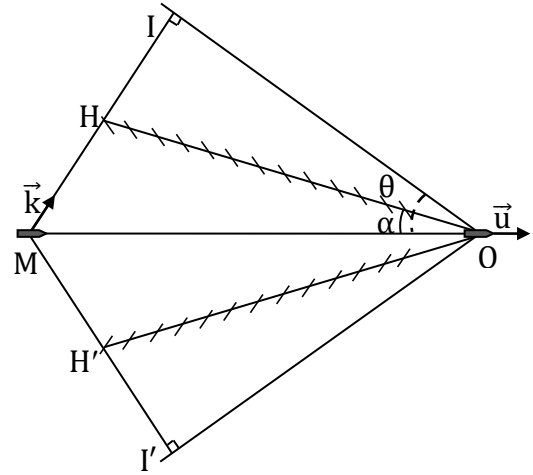


ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Đề thi gồm 05 trang

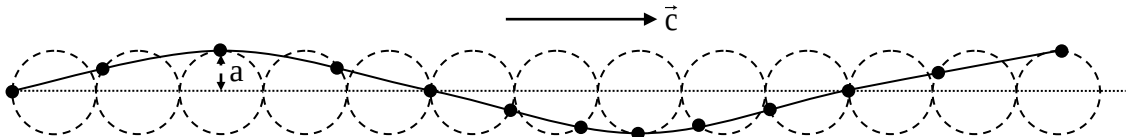
Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **240** phút (không kể thời gian giao đề)Ngày thi thứ hai: **31/3/2018****CÂU I (4,0 điểm)**

Khi một xuồng máy chuyển động với vận tốc u không đổi, đủ lớn theo một đường thẳng trên mặt hồ nước tĩnh lặng, ta thấy sóng tạo thành phía sau thuyền có hình dạng hình chữ V (HOH') với thuyền nằm tại đỉnh của hình chữ V (Hình 1.1). Phân tích các hình ảnh thực tế chụp được qua Google Earth cho thấy độ lớn của góc α không phụ thuộc vào vị trí cũng như vận tốc của xuồng. Điều này đã được Kelvin giải thích và tính toán. Các câu hỏi dưới đây sẽ lần lượt giúp chúng ta thực hiện lại công việc này của ông.



Hình 1.1

1. Vì nước là chất lỏng không chịu nén nên khi sóng truyền với vận tốc c trên mặt nước nằm ngang thì các phân tử nước dao động không chỉ theo phương thẳng đứng mà còn dọc theo phương truyền sóng. Chu kỳ của hai dao động này là như nhau để giữ nguyên hình dạng của các mặt sóng. Như vậy, trong trường hợp đơn giản hóa ta có thể coi các phân tử nước chuyển động tròn đều với bán kính bằng biên độ dao động a còn vận tốc góc bằng tần số góc ω của sóng (Hình 1.2). Giả thiết rằng biên độ dao động của các phân tử nước nhỏ hơn rất nhiều so với chiều sâu của nước trong hồ. Chứng minh rằng $c(\omega) = g/\omega$, trong đó g là gia tốc trọng trường.



Hình 1.2

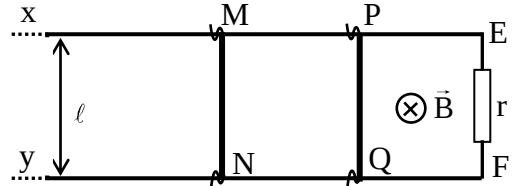
2. Giả thiết khi xuồng chuyển động từ M đến O, nó liên tục tạo ra các sóng tròn, đơn sắc có tần số góc ω_0 tại vị trí nó đi qua và mặt sóng được tạo thành sẽ có dạng chữ V (IOI'). Tìm giá trị của góc θ theo u và $c(\omega_0)$.

3. Từ ý 1. ta thấy rằng vận tốc truyền sóng trên mặt nước phụ thuộc tần số góc. Một nhóm sóng có tần số góc rất gần tần số ω_0 sẽ có vận tốc truyền sóng xấp xỉ bằng nhau và bằng $c(\omega_0)$ được gọi là vận tốc pha. Tuy nhiên, do giao thoa nên các tâm chấn (điểm dao động cực đại, nơi tập trung năng lượng sóng) sẽ di chuyển với vận tốc nhỏ hơn gọi là vận tốc nhóm v_g . Nếu gọi $k = \omega/c$ là độ lớn của vector sóng thì lý thuyết đã chỉ ra rằng $v_g = d\omega/dk$. Tìm liên hệ giữa $v_g(k)$ và $c(k)$.

4. Do tâm chấn chỉ di chuyển với vận tốc v_g nên thực tế các dao động chỉ nằm trong vùng hình chữ V (IOI'). Xác định góc Kelvin $\alpha_{\max}$ (góc cực đại mà mọi sóng với k khác nhau có thể truyền tới).

CÂU II (4,0 điểm)

Hai thanh cứng, dẫn điện MN và PQ giống hệt nhau, mỗi thanh có khối lượng m , chiều dài ℓ , điện trở r , được đặt vuông góc và luôn tiếp xúc với hai thanh ray kim loại cứng Ex và Fy rất dài, điện trở không đáng kể, song song với nhau, được giữ cố định và cách nhau một khoảng đúng bằng ℓ . Hai thanh MN và PQ có thể trượt không ma sát trên hai thanh ray. Hai đầu E và F của hai thanh ray được nối với nhau qua điện trở r . Hệ được đặt trên mặt phẳng nằm ngang (mặt phẳng Hình 2), trong từ trường đều, không đổi, đủ rộng có vector cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc và hướng vào mặt phẳng hình vẽ. Bỏ qua cảm ứng từ gây ra bởi dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung. Coi điện trở của các thanh không thay đổi khi chúng chuyển động. Bỏ qua sự mất mát năng lượng do bức xạ điện từ.



Hình 2

1. Tại thời điểm $t = 0$, tác dụng lực $\vec{F}$ lên thanh MN để nó chuyển động với vận tốc $\vec{u}_0$ không đổi, sang trái, luôn tiếp xúc và vuông góc với Ex và Fy .
 - a) Hãy tìm biểu thức tốc độ của thanh PQ tại thời điểm t và giá trị của nó sau một thời gian đủ dài.
 - b) Tính độ lớn của $\vec{F}$ và lực từ tác dụng lên thanh PQ tại thời điểm t .
2. Tại thời điểm $t = 0$, các thanh MN và PQ đang đứng yên, cách nhau một khoảng a , truyền cho thanh MN vận tốc $\vec{v}_0$ để nó chuyển động sang trái, luôn tiếp xúc và vuông góc với Ex và Fy .
 - a) Tính quãng đường mà mỗi thanh chuyển động được.
 - b) Tính tốc độ cực đại của thanh PQ và khoảng cách giữa hai thanh khi đó.
 - c) Tính động năng của mỗi thanh tại thời điểm t_m khi thanh PQ đạt tốc độ cực đại. Tính nhiệt lượng tỏa ra trên mỗi thanh và điện trở r từ đầu đến thời điểm t_m . Nhận xét về các kết quả thu được.

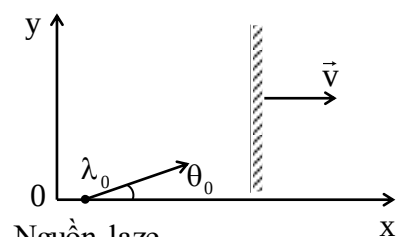
CÂU III (4,0 điểm)

1. Người ta treo một gương phẳng vào một điểm cố định bởi sợi dây chiều dài L khối lượng không đáng kể. Dùng một nguồn laser đơn sắc chiếu một xung ánh sáng theo phương ngang, vuông góc vào vùng có diện tích S ở trung tâm mặt phản xạ của gương khi gương đang đứng yên ở vị trí cân bằng. Cho biết nguồn laser có công suất E làm việc ở chế độ xung độ dài τ ; gương có khối lượng m , hệ số phản xạ R .

- a) Dựa vào thuyết lượng tử ánh sáng, hãy xây dựng biểu thức tính áp suất P của ánh sáng lên mặt gương.
- b) Tác dụng của xung laser vào mặt gương sẽ làm dây treo lệch đi. Bỏ qua mọi lực cản, xây dựng biểu thức tính góc lệch cực đại α_M của dây treo.
- c) Một người mắt bình thường có khoảng nhìn rõ ngắn nhất $D = 25$ cm, năng suất phân li $\alpha_0 \approx 1'$, đứng quan sát theo phương vuông góc với mặt phẳng tạo bởi phương chiếu của xung laser và dây treo. Để người này có thể quan sát thấy sự lệch của dây treo cần tăng công suất nguồn laser tối thiểu lên bao nhiêu lần?

Áp dụng bằng số: $E = 15$ W; $\tau = 10^{-2}$ s; $S = 0,1$ cm²;
 $m = 10$ mg; $L = 20$ cm; $R = 0,8$; tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; gia tốc trọng trường $g = 9,8$ m/s².

2. Lấy một nguồn laser hồng ngọc đặt cố định trên mặt đất, phát ra ánh sáng bước sóng $\lambda_0 = 0,6943 \mu\text{m}$ theo phương xiên một



Hình 3

góc $\theta_0 = 3^\circ$ so với trục nằm ngang Ox vào một gương phẳng như Hình 3. Giả thiết gương đang chuyển động tịnh tiến theo chiều dương Ox với vận tốc không đổi $v = 0,4c$, mặt gương luôn hướng về phía nguồn laser và vuông góc với trục Ox , xung laser nằm trong mặt phẳng Oxy . Tính bước sóng λ và góc phản xạ α của xung laser phản xạ mà một quan sát viên trên mặt đất nhận được.

CÂU IV (4,0 điểm)

Năm 1913, N. Bohr đã vận dụng thuyết lượng tử vào hệ thống nguyên tử và đề ra một mẫu nguyên tử mới gọi là mẫu nguyên tử Bohr. Mẫu này giải thích thành công sự tạo thành quang phổ vạch phát xạ của nguyên tử hydro. Đặc biệt, bằng lý thuyết của mình, Bohr đã thu được công thức dãy gần như trùng khớp với công thức dãy đã thu được bằng thực nghiệm

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R_{nm} Z^2 \left(1 + \frac{m_e}{M_{HN}} \right)^{-1}; R_{nm} = R_0 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right); R_0 = \frac{2\pi^2 m_e k^2 e^4}{h^3 c} = 1,09737 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}.$$

Trong các công thức trên, n và m là các số tự nhiên ($n > m \geq 1$), λ_{nm} là bước sóng của phép chuyển $n \rightarrow m$, R_0 gọi là hằng số Rydberg, M_{HN} là khối lượng hạt nhân nguyên tử.

Trong bài toán này chúng ta áp dụng công thức dãy của Bohr để nghiên cứu mối liên hệ giữa việc phân tích quang phổ nguyên tử với việc phân tích cấu trúc hạt nhân do sự xuất hiện khối lượng hạt nhân nguyên tử trong công thức quang phổ nguyên tử.

1. Hạt nhân nguyên tử của một nguyên tố có số khối A được cấu tạo bởi Z proton và $(A - Z)$ neutron (Z nhỏ để có thể áp dụng được lý thuyết Bohr). Bằng phép phân tích quang phổ ion tương tự hydro của nguyên tố này người ta có thể đo được bước sóng của phép chuyển $n \rightarrow m$. Giả sử bước sóng này sai khác với bước sóng lý thuyết (bước sóng của cùng phép chuyển được tính bằng công thức dãy nếu bỏ qua năng lượng liên kết của hạt nhân) một lượng $\Delta\lambda$. Hãy xây dựng công thức tính năng lượng liên kết của hạt nhân này qua $\Delta\lambda$, R_{nm} và các giá trị thực nghiệm cho ở dưới.

2. Áp dụng kết quả tính toán trên cho deuteri (đồng vị của hydro có $A = 2$). Biết bước sóng của vạch H_α (vạch đầu tiên trong dãy quang phổ nhìn thấy của deuteri ứng với sự chuyển từ trạng thái M về trạng thái L) sai khác với bước sóng lý thuyết của nó một lượng $\Delta\lambda = 0,0165 \text{ nm}$. Tính năng lượng liên kết của hạt nhân deuteri bằng lý thuyết và so sánh nó với giá trị thực nghiệm có thể tính được từ số liệu bên dưới.

3. Bây giờ ta hãy xét cấu trúc nguyên tử hydro theo lý thuyết Bohr nhưng coi như hạt nhân nguyên tử đứng yên và tính đến hiệu ứng tương đối tính trong chuyển động của electron. Trong trường hợp này các nhà thực nghiệm đưa vào đại lượng $\alpha = \frac{2\pi k e^2}{hc} = 0,00729$ gọi là hằng số cấu trúc tinh tế. Do hiệu ứng tương đối tính nên năng lượng của electron là $E = \gamma m_e c^2$, với $\gamma = (1 - v^2 / c^2)^{-1/2}$. Gọi ΔE là độ chênh lệch năng lượng giữa trạng thái chuyển động với vận tốc v và trạng thái nghỉ của electron. Tính tỷ số $\Delta E / E$ theo α chính xác tới số hạng tỷ lệ với v/c .

Cho các giá trị thực nghiệm:

Tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 2,99792 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, đơn vị khối lượng nguyên tử $u = 931,45 \text{ MeV}/c^2$; khối lượng nghỉ của các hạt electron, neutron, proton và hạt nhân deuteri lần lượt là $m_e = 5,48579 \cdot 10^{-4} \text{ u}$, $m_n = 1,00867 \text{ u}$, $m_p = 1,00728 \text{ u}$, và $m_D = 2,01410 \text{ u}$.

CÂU V (4,0 điểm)

Xác định sự phụ thuộc nhiệt độ của điện trở suất và hệ số nhiệt điện trở, hệ số dẫn nở nhiệt của dây dẫn điện.

1. Xác định điện trở suất của dây dẫn

Cho các dụng cụ sau:

- Một nguồn sáng laze đã biết giá trị của bước sóng λ .
- Hai đoạn dây dẫn giống hệt nhau, một dây được căng ngang qua một ô vuông được tạo ra trên một tấm bìa.
- Một thước đo độ dài.
- Một nguồn điện một chiều có thể thay đổi được hiệu điện thế.
- Hai đồng hồ điện đa năng.
- Giá đỡ các loại, kẹp cố định.
- Màn hứng ảnh.

Yêu cầu: Trình bày cơ sở lý thuyết, các bước tiến hành để đo điện trở suất của dây kim loại.

2. Khảo sát ảnh hưởng của hệ số nhiệt điện trở α và hệ số dẫn nở dài δ lên điện trở của dây dẫn

Khi bị nung nóng, điện trở R của dây dẫn phụ thuộc vào nhiệt độ T gần đúng theo công thức

$$R(T) = R_0[1 + \alpha(T - T_0)],$$

với R_0 là điện trở của dây dẫn ở nhiệt độ T_0 . Tuy nhiên, điện trở của dây dẫn còn phụ thuộc vào chiều dài của nó. Khi dây dẫn bị nóng lên do có dòng điện chạy qua, chiều dài L của nó phụ thuộc nhiệt độ theo công thức gần đúng

$$L(T) = L_0[1 + \delta(T - T_0)],$$

trong đó L_0 là chiều dài ở nhiệt độ T_0 .

Cho các dụng cụ sau đây:

- Một nguồn điện một chiều với hiệu điện thế có thể thay đổi được (có thể cung cấp dòng điện với cường độ lên tới 1,5 A).
- Nhiệt kế có thể đo chính xác đến $0,1^\circ\text{C}$.
- Hai đồng hồ điện đa năng.
- Một chậu thủy tinh; bình chứa nước nóng và bình chứa nước lạnh.
- Dây nối có điện trở không đáng kể, giấy thấm nước, băng dính, kéo; giá đỡ có kẹp ở hai đầu, ghim.
- Thước đo độ dài có thể đo chính xác đến 1 mm.
- Hai dây dẫn mảnh, dài, giống hệt nhau được làm từ vật liệu chịu nhiệt (dây điện trở Cr-Al).

Yêu cầu:

- Hãy xây dựng phương án thực nghiệm để xác định α và δ của dây dẫn.
- Tìm biểu thức $R(T)$ của dây dẫn trên có chứa đồng thời các hệ số α , δ và T .
- (*Riêng mục này, thí sinh làm bài trên Phiếu xử lý số liệu*) Sử dụng bảng số liệu thực nghiệm dưới đây để tính $\bar{\alpha}$ và $\bar{\delta}$. Trên cơ sở đó, hãy đánh giá mức độ ảnh hưởng của α và δ lên điện trở của dây.

Bảng 1. Số liệu đo $(R - R_0) / R_0$ theo hiệu số $T - T_0$

$T - T_0 (^{\circ}\text{C})$	3,2	3,7	6,1	10,9	12,4	13,8	16,8	19,1
$\frac{R - R_0}{R_0} (10^{-3})$	10,0	12,0	20,0	35,0	40,0	44,0	54,0	61,6

Bảng 2. Số liệu đo $(L - L_0) / L_0$ theo hiệu số $T - T_0$

$T - T_0 (^{\circ}\text{C})$	7,3	11,9	25,6	33,2	54,2	73,6	102,4	117,5
$\frac{L - L_0}{L_0} (10^{-3})$	0,17	0,28	0,58	0,74	1,42	1,79	2,61	2,82

HẾT

Ghi chú:

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