

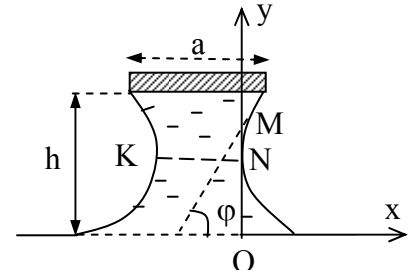
ĐỀ THI CHÍNH THỨC

Môn thi: **VẬT LÝ**Thời gian: **180** phút (không kể thời gian giao đề)

Đề thi gồm 03 trang

Ngày thi thứ hai: **10/4/2011****CÂU I (4,0 điểm)**

Một tấm kim loại mỏng hình chữ nhật, một cạnh có độ dài a , một cạnh rất dài so với a , đặt trên mặt một chất lỏng dính ướt hoàn toàn đối với kim loại này. Tấm kim loại được nâng chậm lên đến vị trí cao nhất sao cho chất lỏng vẫn còn bám vào tấm. Gọi φ là góc hợp bởi tiếp tuyến tại điểm M bất kì trên mặt giới hạn chất lỏng với mặt nằm ngang (xem hình vẽ). Biết áp suất khí quyển là p_0 , khối lượng riêng của chất lỏng là ρ , hệ số căng bề mặt của chất lỏng là σ , gia tốc trọng trường là g .



1. Tìm các tọa độ x, y của M trong hệ trục tọa độ Oxy cho như hình vẽ theo φ, σ, ρ và g .
2. Cho $a > 1,1\sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$. Hãy xác định:
 - a) Chiều cao cực đại h của tấm kim loại so với mặt chất lỏng nằm ngang.
 - b) Bề rộng nhỏ nhất b ($b = KN$) của cột chất lỏng bám vào tấm kim loại.
 - c) Lực tác dụng theo phương thẳng đứng lên một đơn vị dài (theo cạnh dài) của tấm, biết trọng lượng một đơn vị dài (theo cạnh dài) của tấm kim loại là P_1 .
3. Lập các phương trình đủ để tìm lại các kết quả của ý 2 trong trường hợp $a < \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$.

Cho biết:

• Bán kính cong R tại một điểm trên đường cong có thể xác định theo công thức:

$R = \left| \frac{ds}{d\varphi} \right|$ với $d\varphi$ là góc tạo bởi các tiếp tuyến của đường cong tại điểm đầu và điểm cuối của cung ds trên đường cong chứa điểm đang xét.

$$\bullet \int \frac{d\alpha}{\cos \alpha} = \ln \left| \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\alpha}{2} \right) \right| + C.$$

CÂU II (4,5 điểm)

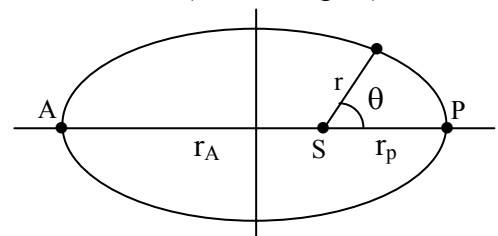
1. Xét một hành tinh (khối lượng m) chuyển động quanh Mặt Trời (khối lượng M). Ta định nghĩa vector $\vec{Z}$ như sau:

$$\vec{Z} = \frac{1}{\alpha} \vec{v} \times \vec{L} - \vec{e}_r$$

trong đó $\alpha = \frac{1}{GMm}$ (G là hằng số hấp dẫn), $\vec{v}$ và $\vec{L}$

lần lượt là vận tốc và momen động lượng của hành tinh.

Trong bài toán này, ta chọn hệ tọa độ cực có gốc là Mặt Trời (S), $\vec{e}_r$ và $\vec{e}_\theta$ là vector đơn vị ứng với hai tọa độ r, θ .



a) Chứng minh rằng nếu hành tinh chỉ chịu tác dụng bởi lực hấp dẫn của Mặt Trời thì $\vec{Z}$ là một vector không đổi, hướng từ S về phía điểm cận nhật P (xem hình vẽ).

b) Dùng vector $\vec{Z}$, hãy chứng tỏ phương trình quỹ đạo trong tọa độ cực của hành tinh là:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \theta}$$

Biểu diễn các đại lượng p và e ở trên qua r_A và r_p trong đó A là điểm viễn nhật, P là điểm cận nhật của hành tinh.

2. Như vậy theo 1., nếu chỉ có lực hấp dẫn của Mặt Trời tác dụng lên hành tinh thì quỹ đạo của hành tinh là cố định, đặc biệt là điểm cận nhật P cũng cố định. Trong thực tế, những quan sát thiên văn cho thấy P dịch chuyển chậm và thể hiện rõ nhất đối với Thủy tinh, hành tinh ở gần Mặt Trời nhất. Sở dĩ như vậy là vì theo thuyết tương đối rộng, chuyển động của một hành tinh xung quanh Mặt Trời (cả hai đều được giả thiết là các quả cầu đồng chất) cần phải được mô tả bởi thế hấp dẫn Niuton $U(r) = -\frac{GMm}{r}$ cộng với một thế nhiễu loạn

$$U_p = \frac{GM}{c^2} \frac{L}{m} \frac{1}{r^3} = -\frac{\varepsilon}{3r^3}$$

trong đó c là tốc độ ánh sáng trong chân không, $\varepsilon = \frac{GM}{c^2} \frac{L}{m}$.

a) Chứng minh rằng U_p thỏa mãn điều kiện là một thế nhiễu loạn, tức $|U_p| \ll |U|$.

b) Do có nhiễu loạn, quỹ đạo của Thủy tinh thay đổi, nhưng nhiễu loạn là rất nhỏ nên trong phép gần đúng bậc nhất vẫn có thể coi quỹ đạo hành tinh là elip. Viết biểu thức của vector $\vec{Z}$ khi có tính đến thế nhiễu loạn. Tính $\frac{d\vec{Z}}{dt}$ và biểu diễn nó như một hàm số của ε , G , M , $\frac{d\theta}{dt}$, e và p

của elip (đã tìm được ở 1.). Từ đó suy ra độ biến thiên $\Delta\vec{Z}$ trong một chu kỳ T của Thủy tinh quay trên quỹ đạo elip và đi đến kết luận rằng thế nhiễu loạn có nguồn gốc tương đối tính U_p đã làm biến đổi quỹ đạo tương ứng với sự quay chậm của trục dài elip quỹ đạo xung quanh gốc S (tức Mặt Trời).

c) Tính góc quay $\Delta\varphi$ của quỹ đạo Thủy tinh theo một chu kỳ như là một hàm số của G , M , c và các khoảng cách cực đại và cực tiểu r_A và r_p .

d) Từ những kết quả trên suy ra “độ dịch thế kỉ” đối với Thủy tinh là góc $\delta\Omega$ mà trục lớn quỹ đạo quay được trong một thế kỉ. Tính $\delta\Omega$ ra giây (góc). Thực nghiệm đo được góc này là $\delta\Omega = 42,6'' \pm 0,9''$. Hãy so sánh kết quả này và kết quả bạn vừa tìm được dựa trên thuyết tương đối.

Các số liệu cần thiết: Hằng số hấp dẫn vũ trụ: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$, khối lượng Mặt Trời: $M = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Đối với Thủy tinh: Chu kỳ quay quanh Mặt Trời $T = 88$ ngày, $r_A = 7,0 \cdot 10^{10} \text{ m}$ và $r_p = 4,6 \cdot 10^{10} \text{ m}$.

Cho biết trong hệ tọa độ cực $(r; \theta)$ có các hệ thức sau:

$$\frac{d\vec{e}_\theta}{dt} = \dot{\vec{e}}_\theta = -\dot{\theta}\vec{e}_r; \quad \frac{d\vec{e}_r}{dt} = \dot{\vec{e}}_r = \dot{\theta}\vec{e}_\theta; \quad \vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta.$$

CÂU III (3,5 điểm)

1. Có hai anh em sinh đôi A và B. Tìm mỗi người đều đập một lần trong 1 giây và tương ứng với mỗi nhịp tim có truyền đi một xung vô tuyến điện. A ở lại và đứng yên trên Trái Đất (được xem như một hệ quy chiếu quán tính). Còn B thì bay vào vũ trụ, lúc đầu đứng yên tại thời điểm $t = 0$, sau đó được gia tốc rất nhanh tới vận tốc v không đổi (trong vòng chưa đến một nhịp tim và không làm rối loạn nhịp tim của anh ta).

Xét anh B bay trong thời gian t_1 (theo đồng hồ của anh ta) bao gồm cả quá trình phát xung và nhận xung từ Trái Đất. Sau đó, vào thời điểm $t = t_1$, chuyển động của B bắt ngờ được đảo chiều và B trở về tới Trái Đất với vận tốc $\frac{v}{2}$. Hỏi:

- Anh B đã phát đi bao nhiêu xung trong quá trình bay đi và về?
- Anh B đã nhận được bao nhiêu xung trong quá trình bay đi, bay về?
- Tỉ số n giữa tổng xung nhận được và tổng số xung gửi đi của anh B trong quá trình bay đi và về bằng bao nhiêu?

2. Cho K và K' là hai hệ quy chiếu quán tính có các trục tọa độ song song với nhau. Giả sử K' chuyển động với vận tốc $\vec{v}$ tùy ý so với K và $\vec{r}, \vec{u}, t$ ($\vec{r}', \vec{u}', t'$) tương ứng là bán kính vectơ, vận tốc và thời gian trong hệ quy chiếu K (K'). Sử dụng phép biến đổi Lorentz để chứng minh:

$$a) \vec{r} = \vec{r}' - \frac{\vec{r}' \cdot \vec{v}}{v} \cdot \frac{\vec{v}}{v} + \frac{(\vec{r}' \cdot \vec{v})\vec{v}}{v^2} + \vec{v}t$$

$$\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

$$b) u = \frac{\sqrt{(\vec{u}' + \vec{v})^2 - \frac{[\vec{u}' \times \vec{v}]^2}{c^2}}}{1 + \frac{1}{c^2}(\vec{u}' \cdot \vec{v})}$$

CÂU IV (2,5 điểm)

Photon A của tia X có bước sóng $\lambda_0 = 0,116 \text{ nm}$ và một electron chuyển động tới va chạm với nhau. Sau va chạm ta được electron đứng yên và photon B. Biết góc lập bởi phương truyền của photon A với phương truyền của photon B là $\theta = 60^\circ$. Tính bước sóng de Broglie của electron trước va chạm. Cho khối lượng nghỉ của electron $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, hằng số Planck $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ và tốc độ ánh sáng trong chân không $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

CÂU V (5,5 điểm) Xác định hệ số ma sát trượt và hệ số cản

Xét chuyển động của một tấm nhựa phẳng trên một mặt bàn phẳng nằm ngang, người ta nhận thấy trong quá trình chuyển động, tấm chịu tác dụng của lực ma sát trượt (hệ số ma sát trượt α) và chịu lực cản của môi trường tỉ lệ thuận với vận tốc ($\vec{f}_c = -\beta \vec{v}$, β là hệ số cản). Coi các va chạm trong quá trình làm thí nghiệm (nếu có) là hoàn toàn đàn hồi.

Cho các dụng cụ sau:

- Vật nhỏ có khối lượng m đã biết;
- Thước đo có vạch chia đến milimét;
- Các sợi dây mềm, mảnh, nhẹ;
- Tấm nhựa phẳng hình chữ nhật;
- Bàn thí nghiệm, giá đỡ, giá treo cần thiết.

Yêu cầu:

- Trình bày cơ sở lí thuyết và xây dựng các công thức cần thiết để xác định hệ số ma sát trượt α giữa tấm nhựa với mặt bàn và hệ số cản β của môi trường khi tấm nhựa chuyển động.
- Trình bày cách bố trí thí nghiệm, thu thập và xử lí số liệu để xác định α và β .

Cho biết: $\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \frac{x^5}{5} - \dots$ khi $|x| \ll 1$.

-----HẾT-----

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