

ĐỀ THI PHÂN NGÀNH NĂM 2010
MÔN THI : VẬT LÝ

Thời gian làm bài : 120 phút

Bài 1. (20 điểm) Chuyển động trong hố thế năng

Một hạt khối lượng m chuyển động không ma sát trên trục Ox trong trường lực \vec{F} xuất phát từ thế năng:

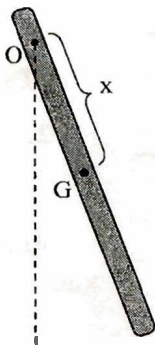
$$\xi_p(x) = \frac{1}{2}k \left(x^2 + \frac{a^4}{x^2} \right); \quad x > 0.$$

Trong đó k và a là các hằng số dương.

- Vẽ dạng đồ thị biểu diễn $\xi_p(x)$ phụ thuộc x .
- Xác định vị trí cân bằng bền của hạt. Hãy tính chu kì các dao động với biên độ nhỏ của hạt xung quanh vị trí này.
- Đưa hạt tới vị trí có tọa độ $x = 2a$ rồi thả cho nó chuyển động với vận tốc ban đầu bằng 0.
 - Hạt sẽ dao động tuần hoàn trên đoạn thẳng có độ dài bằng bao nhiêu ?
 - Tính chu kì của dao động đó.

Bài 2. (10 điểm) Con lắc vật lý

Một thanh đồng chất tiết diện đều có độ dài l và khối lượng m có thể quay xung quanh một trục cố định nằm ngang Δ vuông góc với thanh, đi qua điểm O của thanh. Gọi khoảng cách từ trục quay đến khối tâm G của thanh là x (hình 1). Bỏ qua sức cản của không khí và ma sát của thanh với trục quay.



Hình 1

- Xác định chu kì T của các dao động nhỏ của thanh. Khảo sát sự thay đổi của T theo khoảng cách x .
- Xét trường hợp khoảng cách từ trục quay đến khối tâm G có giá trị x_m ứng với chu kì có giá trị cực tiểu T_m . Thanh đang đứng yên tại vị trí cân bằng, người ta truyền cho nó một vận tốc góc Ω_0 . Tìm giá trị mà Ω_0 phải thỏa mãn để chuyển động của thanh là một dao động.

Bài 3. (20 điểm) Quá trình polytropic của khí lí tưởng

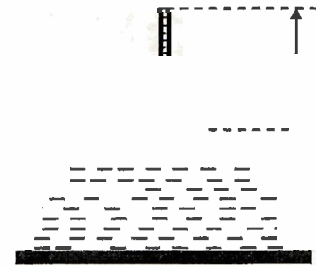
Xét quá trình biến đổi polytropic (biến đổi mà thể tích V và áp suất P nghiệm đúng phương trình $PV^k = \text{cte}$, với k là một hằng số dương hoặc bằng không) của n mol khí lí tưởng từ trạng thái P_1, V_1, T_1 sang trạng thái P_2, V_2, T_2 . Giả thiết rằng hệ số $\gamma = \frac{C_{p,m}}{C_{v,m}}$ của khí này không phụ thuộc nhiệt độ trong vùng nhiệt độ ta xét.

- Hãy thiết lập biểu thức tính công W , độ biến thiên nội năng ΔU và nhiệt trao đổi Q của quá trình.

2. Giả thiết quá trình biến đổi của khí là thuận nghịch, chứng minh rằng vi phân của hàm entropi dS có thể viết dưới dạng $dS = nC \frac{dT}{T}$. Hãy biểu diễn C theo hàm của R, γ, k .
3. Hãy vẽ đồ thị (trong tọa độ $P-V$) biểu diễn các quá trình nén khí với $k = 0, k = 1, k = \gamma$ và $k \rightarrow \infty$. Với giá trị nào của k thì sự nén khí kèm theo sự tỏa nhiệt và khí bị nóng lên?

Bài 4. (10 điểm) Lực đẩy của một chất lưu

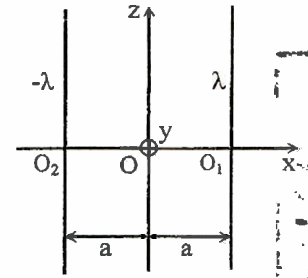
Một cái phễu có dạng bán cầu bán kính R , khối lượng M được đặt như hình vẽ. Cuống phễu có độ dài R và bán kính $r \ll R$. Tính khối lượng M của phễu để khi rót nước đầy cuống phễu (hình 2), nó không bị nâng lên.



Hình 2

Bài 5. (20 điểm) Trường và thế của hệ hai dây dẫn thẳng dài vô hạn

Hai sợi dây dẫn thẳng dài vô hạn, song song với trục (Oz) có phương trình trong tọa độ Descartes lần lượt là $x = +a$ và $x = -a$. Kí hiệu O_1 và O_2 lần lượt là các giao điểm của chúng với trục (Ox) . Một điểm M có tọa độ trụ (r, θ, z) và kí hiệu r_1 và r_2 là khoảng cách từ M đến các dây.



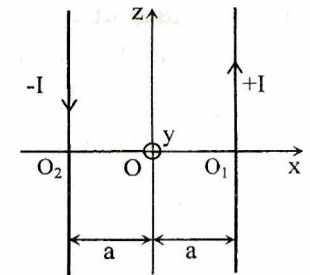
Hình 3

1. Các dây đi qua O_1 và O_2 được tích điện đều với các mật độ điện dài tương ứng là λ và $-\lambda$ ($\lambda > 0$) (hình 3).
- a) Chứng minh rằng thế tĩnh điện của hệ tại M có thể xác định bởi:

$$V(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

- b) Lập phương trình của mặt đẳng thế trong các tọa độ Descartes.

2. Trong các dây đi qua O_1 và O_2 (hình 4) có các dòng điện tương ứng $+I$ và $-I$ chạy qua.



Hình 4

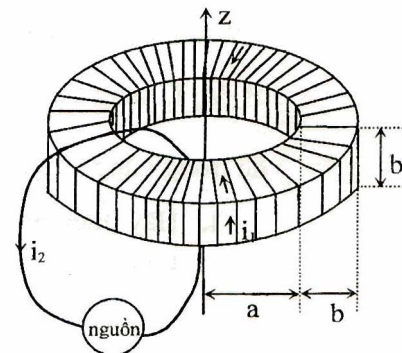
- a) Chứng minh rằng thế vectơ của hệ trong mốc đo Coulomb có thể xác định bởi:

$$\vec{A} = \vec{A}_1 + \vec{A}_2 = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \vec{e}_z$$

- b) Hãy tính trường \vec{B} tại M có $r \gg a$. (Biết $\text{rot}(\vec{U}\vec{A}) = U\text{rot}\vec{A} + \text{grad}U \wedge \vec{A}$).

Bài 6. (20 điểm) Hồ cảm của hai mạch điện

Một cuộn dây hình xuyên có tiết diện vuông cạnh b , trục (Oz) và bán kính trong là a . Có N vòng dây được quấn đều theo chu vi của cuộn dây. Điện trở thuần của cuộn dây là R_1 . Một vòng dây có dòng điện $i_2 = i_{2m} \cos \omega t$ chạy qua, bao quanh cuộn dây như hình 5.



Hình 5

1. Tính độ tự cảm L_1 của cuộn dây hình xuyên và độ hồ cảm M của hai mạch điện với các định hướng cho trên hình vẽ.
2. Cuộn dây hình xuyên tự khép kín. Tìm biểu thức của dòng điện i_1 trong cuộn dây.

TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG