

CHƯƠNG TRÌNH ĐÀO TẠO KỸ SƯ CHẤT LƯỢNG CAO (PFIEV)

ĐỀ KIỂM TRA PHÂN NGÀNH 24/2/2009

MÔN: VẬT LÝ

Thời gian làm bài: 120 phút

(Sinh viên không được phép sử dụng tài liệu)

(Cơ học 20 điểm)

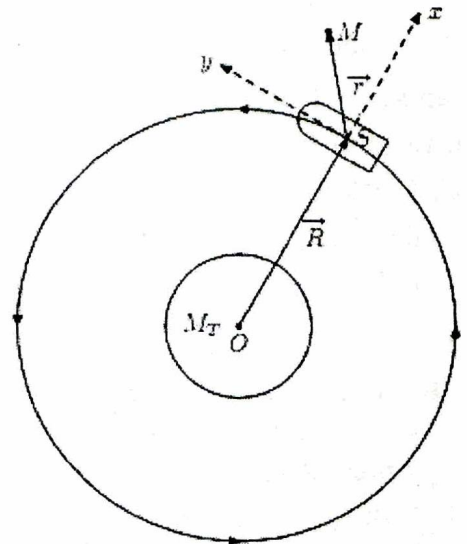
1.1 Chuyển động trạm không gian

Một trạm không gian đang chuyển động xung quanh trái đất dưới tác dụng của lực hút trái đất, vị trí trạm được xác định bởi vectơ bán kính \vec{R} . Trạm được xem như một chất điểm S với khối lượng M_S . Xem hệ quy chiếu địa tâm K gốc O là hệ quy chiếu Galilée (quán tính):

a) Chứng minh moment động lượng của trạm S đối với gốc O là không đổi. Suy ra quỹ đạo của trạm là phẳng.

b) Quỹ đạo của trạm được xem là tròn, xác định chu kỳ quay T của trạm.

Áp dụng bằng số: độ cao của trạm so với mặt đất $h = 400\text{km}$, bán kính trái đất $R_T = 6400\text{km}$, gia tốc trọng trường ở mặt đất $g_0 = 9,8\text{m/s}^2$.



1.2 Chuyển động của vật ném từ trạm không gian

Trạm không gian đồng thời tự quay quanh mình với vận tốc góc bằng với vận tốc góc $\vec{\omega}$ của chuyển động của trạm xung quanh trái đất. Gọi K' là hệ quy chiếu gắn liền với trạm S, trục x và y như hình vẽ. Trong hệ quy chiếu đó, một chất điểm M khối lượng m được bắn đi từ trạm với vận tốc ban đầu $\vec{v}_0 = -v_0 \cdot \vec{e}_x$, cho biết chất điểm chuyển động trong mặt phẳng Sxy, vị trí được xác định bởi vectơ bán kính \vec{r} và vận tốc \vec{v} . Bỏ qua hấp dẫn giữa trạm S và m.

a) Xác định lực quán tính tác dụng lên M theo $m, \vec{\omega}, \vec{v}, \vec{r}, \vec{R}$.

b) Với giả thiết $r \ll R$, chứng minh lực hấp dẫn giữa M và trái đất có dạng:

$\vec{F}_M = -m\omega^2 (\vec{R} + \vec{r} - 3x \cdot \vec{e}_x)$ với x là tọa độ x của M trong K'. Viết phương trình động lực học của chất điểm M trong hệ K'.

c) Giải phương trình và tìm phương trình quỹ đạo của m.

(Nhiệt học: 20 điểm)

2.1 Sự quay ly tâm khí

Một hình trụ, chiều cao H, bán kính a, có thành thấm nhiệt, chứa một khí lý tưởng với khối lượng mol là M ở áp suất P_0 . Khí quyển ở nhiệt độ T_0 . Cho hình trụ quay với vận tốc góc ω không đổi.

a) Viết phương trình cân bằng tĩnh học chất lưu trong HQC quay gắn với trụ.

b) Xác định trường áp suất $P(r)$ quan sát được khi có cân bằng trong hệ quy chiếu quay, r

là khoảng cách đến trục quay. Ký hiệu $K = \frac{M\omega^2 a^2}{2RT_0}$

Bỏ qua ảnh hưởng của trọng trường.

(Để tìm hằng số tích phân sử dụng sự bảo toàn số lượng mol khí)

2.2. Nghiên cứu máy nén hai tầng

1) Một máy nén đưa một mol khí lý tưởng đi từ trạng thái đầu (P_1, T_1) sang trạng thái (P_2, T_2) nhờ nén đoạn nhiệt. Tiếp theo đó khí được làm lạnh đẳng áp từ nhiệt độ T_2 đến nhiệt độ T_1 .

a) Tính nhiệt độ T_2 , và sau đó đặt $T_2 = aT_1$, biểu diễn a theo P_2 / P_1 và γ

b) Xác định công W mà khí nhận được theo R (hằng số khí lý tưởng), hệ số đoạn nhiệt γ , T_1 và a .

2) Việc nén như trước được duy trì theo hai tầng. Ở tầng một, người ta nén đoạn nhiệt chất khí từ áp suất P_1 đến áp suất $P_1' = bP_1$, nhiệt độ T_1' , với b là hằng số có giá trị giữa 1 và P_2 / P_1 . Sau khi ra khỏi tầng một, khí được làm lạnh đẳng áp đến nhiệt độ T_1 , sau đó được đưa vào nén đoạn nhiệt từ áp suất P_1' đến P_2 . Khí cuối cùng được đưa về nhiệt độ ban đầu T_1 bằng cách làm lạnh đẳng áp.

a) Tìm công W^* mà khí nhận được khi nén hai tầng. Biểu diễn W^* theo R , γ , T_1 , a và

$$x = b^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

b) Từ giản đồ PV của quá trình biến đổi theo 1 tầng và 2 tầng, so sánh giữa W và W^* .

(Điện học 20điểm)

3.1 Đám mây electron và năng lượng ion hóa

Một hệ điện tích tạo ra điện thế có tính đối xứng cầu:

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \left(1 + \frac{r}{a} \right) \exp\left(-\frac{2r}{a} \right) \quad (q > 0)$$

Hãy xác định:

a) Vectơ điện trường \vec{E}

b) Điện tích $Q(r)$ bên trong quả cầu bán kính r .

c) Xác định phân bố điện tích đã tạo nên thế trên. Chứng minh tồn tại một điện tích $+q$ tại gốc tọa độ.

d) Hãy định nghĩa và sau đó tìm biểu thức của năng lượng liên kết của hệ này.

3.2 Quả cầu bức xạ

Một viên bị kim loại hình cầu bán kính a ban đầu trung hoà về điện bức xạ các electron về mọi phương một cách đồng nhất từ thời điểm $t = 0$, số hạt electron bị bức xạ trong một đơn vị thời gian là α không đổi và vận tốc electron $\vec{v} = v_0 \vec{e}_r$, với v_0 là hằng số dương. Bỏ qua sự tương tác lẫn nhau của các electron. Xác định

a) Mật độ điện tích khối $\rho(r, t)$ và mật độ dòng điện $\vec{j}(r, t)$ ở miền ngoài quả cầu a .

b) Vectơ điện trường $\vec{E} = E(r, t) \vec{e}_r$.

c) Từ lý luận về tính chất đối xứng của phân bố dòng điện, xác định từ trường \vec{B} . Chứng tỏ rằng từ trường này thỏa phương trình Maxwell-Ampère.

d) Mật độ năng lượng điện từ trường ξ_{vol} , vectơ Poynting $\vec{\Pi}$, tích $\vec{j} \cdot \vec{E}$ và kiểm chứng định lý Poynting về cân bằng năng lượng.

(Từ trường 20 điểm)

4.1 Phân bố dòng theo hình trụ

Đối với một phân bố dòng nào đó, trong tọa độ trụ (r, θ, z) trục (Oz) , từ trường tạo ra tại một điểm M là $\vec{B} = B(r)\vec{e}_\theta$ với:

$$B(r) = C_1 \left(\frac{r}{a}\right)^3 \text{ nếu } r < a$$

$$B(r) = C_2 \left(\frac{a}{r}\right)^2 \text{ nếu } r > a$$

Các hằng số $C_1 \neq C_2$

- Hãy xác định phân bố dòng tạo ra từ trường như thế, biết rằng phân bố này là bất biến với phép quay xung quanh (Oz) , bất biến với phép tịnh tiến theo (Oz) và các đường dòng là song song trục Oz
- Hãy xác định thế vector \vec{A} tương ứng với từ trường này.

4.2 Hệ điện cơ

Cho hệ gồm một thanh kim loại OA có khối lượng m và chiều dài ℓ có thể quay xung quanh trục nằm ngang Oz . Đầu A trượt không ma sát trên một khung dẫn tròn và tạo thành mạch điện kín có chứa một cuộn dây với độ tự cảm L . Cả hệ nằm trong mặt phẳng thẳng đứng, hệ đặt trong trọng trường với gia tốc trọng trường \vec{g} và từ trường đều $\vec{B} = B_0\vec{e}_z$ như hình vẽ.

Bỏ qua điện trở cuộn dây và các phần khác của mạch.

- Lúc đầu thanh OA được giữ đứng yên, và lệch một góc θ_0 so với trục Ox , sau đó thả tay ra. Hãy mô tả hiện tượng xảy ra và mô tả chiều của dòng điện xuất hiện trong mạch.
- Xác định biểu thức tổng moment lực tác dụng lên thanh trong chuyển động quay xung quanh trục Oz .
- Viết các phương trình điện và cơ của hệ.
- Xác định tần số dao động trong trường hợp góc θ bé.

Cho biết moment quán tính của thanh đồng chất đối với trục qua 1 đầu của thanh là $J = \frac{1}{3}m\ell^2$

