

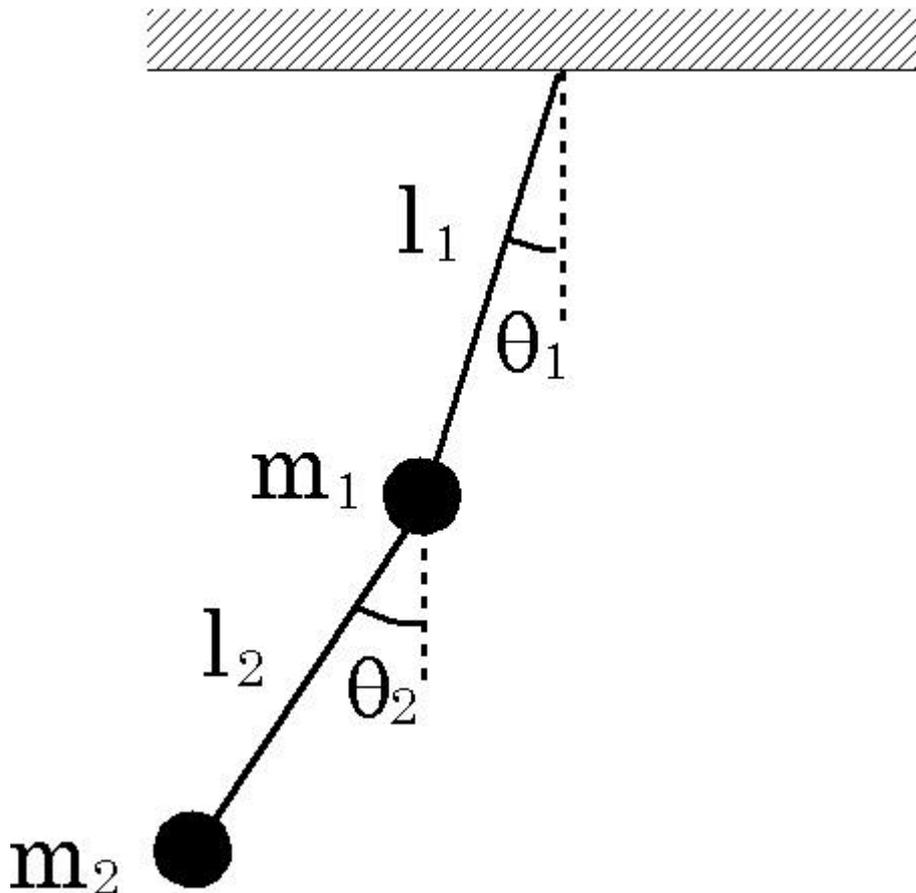
[化学物理 II (専門)] (全 3 題)

[問題 1]

下図に示すように, 2 本の糸 (長さ l_1, l_2) に 2 個のおもり (質量 m_1, m_2) を結びつけて一端を固定した二重振り子がある.

問 A 振り子の微小振動の運動方程式を $l_1, l_2, m_1, m_2, \theta_1, \theta_2$, 及び重力加速度 g を用いて記せ.

問 B $l_1=l_2=l, m_1=m_2=m$ とした場合、問 A で求めた運動方程式から振り子の基準振動数を求めよ.



[問題 2]

一定の大きさの双極子モーメント μ をもった分子 N 個から成る気体がある. 系の温度は T とし、分子の向きははじめ乱雑に向いている.

問 A この気体に電場 E をある方向 (z 軸としてよい) にかけたとき、全系の分配関数 $Q(T, E)$ を求めよ. ただし, N 個の分子は互いに独立として扱えるとする.

問 B その電場 E のもとでの熱平衡状態で全系に誘起される双極子モーメント $M(T, E)$ は, $Q(T, E)$ を用いてどう書かれるか. またその M を計算せよ.

問 C 十分に電場が小さいときの系の分極率 $A(T) = (\partial M / \partial E)_{E \rightarrow 0}$ を求めよ. さらに温度 T が高くなったとき, $A(T)$ は大きくなるか小さくなるか. 定性的な理由とともに答えよ. ただし, 必要ならば $\coth x = 1/x + x/3 - x^3/45 + \dots$ を用いてよい.

[問題 3]

基底状態 1 (定常状態の波動関数 Ψ_1 、エネルギー E_1) と励起状態 2 (同 Ψ_2 、 E_2 、ただし $E_2 > E_1$) の 2 準位だけからなる系を考える。時刻 $t=0$ 以前では基底状態 1 にあるとする。時刻 $t = 0$ から突然 $\hat{H} = \hat{F} \cos(\omega t)$ という摂動が加わった。行列要素を $\langle \Psi_1 | \hat{F} | \Psi_1 \rangle = \langle \Psi_2 | \hat{F} | \Psi_2 \rangle = 0$, $\langle \Psi_1 | \hat{F} | \Psi_2 \rangle = \langle \Psi_2 | \hat{F} | \Psi_1 \rangle = M_{12}$ (M_{12} は定数) としたとき、任意の時刻 $t (> 0)$ における励起状態 2 の存在確率を書き下せ。ただし、 $\omega_R = M_{12}/\hbar$, $\omega_{21} = (E_2 - E_1)/\hbar$, $\Delta = \omega - \omega_{21}$, $\Omega = \sqrt{(\omega_R)^2 + \Delta^2}$ とし、また ω は Δ に比べて十分大きな値とするので、微分方程式を解くときに $e^{\pm i\Delta t}$ に対して $e^{\mp i(\Delta+2\omega)t}$ の項は非常に早く振動するため無視できると近似してよしい。