

2014年度 鹿児島大学 (物理学)

概要

(試験概要)

解答方式	大問数	難易度	点数	時間
	4問	易しい		90分

(設問別分析)

問題番号	領域	難易度	内容
1	力学	易しい	バネの接続と弾性エネルギー
2	熱力学	易しい	熱サイクル
3	波動	易しい	波の干渉とドップラー効果
3	電磁気学	易しい	静電気力・コンデンサ

(傾向・対策)

基礎的な問題が多く、問題数も然程多くないので、しっかりと勉強していれば時間的にもかなり余裕をもって解ききることが可能。なので、まずは基礎的な問題をこなすことで、しっかりと基礎力をつけることが重要。ただ、本年の大問3のように、現象を明確にイメージできなければ解くのが難しい問題も含まれている。よって、普段、ただ問題を解くだけでなく、現象のイメージを描く訓練が必要。

問題 1

問 1

$$K_1 = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

問 2

$$K_2 = k_1 + k_2$$

問 3

$$E_1 = \frac{K_1}{2} x^2 = \frac{k_1 k_2}{2(k_1 + k_2)} x^2$$

$$E_2 = \frac{K_2}{2} x^2 = \frac{k_1 + k_2}{2} x^2$$

問 4

$$v_1 = x \sqrt{\frac{k_1 k_2}{m(k_1 + k_2)}}$$

$$v_2 = x \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$$

問題2

問1 ボイル・シャルルの法則より,

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_B}{T_1}$$
$$\therefore P_B = \frac{T_1}{T_0} P_0$$

問2 状態 A の気体に対して, 理想気体の状態方程式を適用すると,

$$P_0 V_0 = n R T_0$$
$$\therefore n = \frac{P_0 V_0}{R T_0}$$

単原子分子の理想気体の定積熱容量は $C_v = 3R/2$ なので,

$$\Delta U = n C_v \Delta T = \frac{3}{2} P_0 V_0 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$$

問3 等温過程なので, ジュールの法則より $\Delta U = 0$ 。よって, $w = Q$ 。

問4 C から A への過程は等圧過程。理想気体の等圧熱容量 $C_p = 5R/2$ より,

$$Q = n C_p \Delta T = \frac{5}{2} P_0 V_0 \frac{T_0 - T_1}{T_0}$$

問5 A から B への過程では $w_1 = 0$, B から C への過程では $w_2 = Q$ 。ここで, C における気体の体積は, シャルルの法則より,

$$V_C = \frac{T_1}{T_0} V_0$$

A から C への過程は等圧過程なので, この過程において気体がした仕事の大きさは

$$w_3 = P_0 \Delta V = P_0 V_0 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$$

ゆえに, 気体が1サイクルの間にした仕事の総和 W は,

$$W = w_1 + w_2 - w_3 = Q - P_0 V_0 \frac{T_1 - T_0}{T_0}$$

問題3

問1

$$v = f\lambda \text{ [m/s]}$$

問2

$$|L_1 - L_2| = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

問3

$$|L'_1 - L'_2| = m\lambda$$

問4 振動中心 ($t = t_0$ のとき) , もっとも浮きの速さが速くなる。よって, このときマイクがひろう音の振動数が極大となる。ゆえに, (d)。

問5 略

問題4

(1)

問1 小球間の距離は $2L \sin \theta$ なので、小球に働くクーロン力の大きさ F_c は、

$$F_c = k_0 \frac{Q^2}{4L^2 \sin^2 \theta}$$

このうち、糸に垂直な成分 F'_c は、

$$F'_c = F_c \cos \theta = k_0 \frac{Q^2}{4L^2 \sin^2 \theta} \cos \theta$$

また、小球に働く重力の、糸に垂直な方向の成分 F_g は、

$$F_g = mg \sin \theta$$

よって、小球に作用する力のうち、糸に垂直な成分のつり合いは、

$$k_0 \frac{Q^2}{4L^2 \sin^2 \theta} \cos \theta = mg \sin \theta$$

問2 問1の結果に $\theta = \pi/4$ を代入すると、

$$m = \frac{k_0 Q^2}{2gL^2}$$

(2)

問3 三つのコンデンサが直列に接続されているので、回路の合成容量 C_b は、

$$C_b = \frac{2C_1 C_2}{3C_1 + 2C_2}$$

ゆえに、図 (b) の回路の静電エネルギー U_b は、

$$U_b = \frac{Q^2}{2C_b} = \frac{3C_1 + 2C_2}{4C_1 C_2} Q^2$$

問4 三つのコンデンサが並列に接続されているので、回路の合成容量 C_c は、

$$C_c = C_1 + 3C_2$$

また、回路全体には $3Q$ の電荷が蓄えられているので、

$$U_c = \frac{(3Q)^2}{2C_c} = \frac{9Q^2}{2(C_1 + 3C_2)}$$

問5 問3, 4より、

$$\Delta U = \left| \frac{3C_1^2 - 7C_1 C_2 + 6C_2^2}{4C_1 C_2 (C_1 + 3C_2)} \right|$$