

2014年度 大分大学 (物理学)

概要

(試験概要)

解答方式	大問数	難易度	点数	時間
記述式	3問	標準		2科目120分

(設問別分析)

問題番号	領域	難易度	内容
1	力学	標準	円運動
2	熱力学	標準	断熱変化, 定圧変化
3	電磁気学	やや易しい	コンデンサ, 非線形抵抗

(傾向・対策) やや易しい問題から標準的な問題が大半を占めるが、解答形式が論述タイプなので、普段から論理的かつ簡潔に解答へ至るプロセスを書くための練習が不可欠である。また、本年の大問1のように、少し計算力を要する問題も含まれているので、しっかりと演習を積む必要があるだろう。

問題 1

問 1 力学的エネルギー保存則より,

$$m_A g l (1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} m_A v_A^2$$
$$\therefore v_A = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}$$

問 2 運動量保存則より,

$$m_A v_A = m_A V_A + m_B V_B$$

また, 反発係数の定義より,

$$e = \frac{V_B - V_A}{V_A}$$

以上 2 式より,

$$V_B = \frac{(m_A(e+1))}{m_A + m_B} \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}$$

問 3 題意より,

$$m_B \frac{v^2}{l} = -m_B g \cos \alpha$$
$$\therefore v = \sqrt{-gl \cos \alpha}$$

問 4 物体 B の鉛直方向および水平方向の速度 v_1 , v_2 は,

$$v_1 = v \sin \alpha$$
$$v_2 = v \cos \alpha$$

よって, 物体が最高点に達する時刻 t は,

$$t = \frac{v \sin \alpha}{g}$$

ゆえに,

$$X_Q = l \sin \alpha + \frac{v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = l \sin^2 \alpha$$
$$Y_Q = -l \cos \alpha \left(1 + \frac{\sin^2 \alpha}{2} \right)$$

問 5 x 方向および y 方向についてそれぞれ考察すればよい。

$$x \text{ 方向} : l \sin \alpha + v \times \sqrt{\frac{6l}{g}} \cos \alpha$$

$$y \text{ 方向} : -l \cos \alpha + v \times \sqrt{\frac{6l}{g}} - \frac{1}{2}g \times \frac{6l}{g}$$

以上 2 式より,

$$\cos \alpha = -\frac{1}{2}, \quad \alpha = \frac{2\pi}{3}$$

問 6

$$\frac{m_B}{m_A} \doteq 0.26$$

問題2

問1 理想気体の状態方程式より,

$$P_A = \frac{4RT}{Sl}$$

問2 理想気体の内部エネルギーは温度のみの関数なので, 0。

問3 (ウ) の操作に前後において, 内部エネルギーは変化しない。よって,

$$U = \frac{15}{2}RT$$

問4 領域 AB および C それぞれについて理想気体の状態方程式を立てると,

$$PS(4l - x) = 2RT$$

$$PS(l + x) = RT$$

よって,

$$x = \frac{2}{3}l$$

問5 熱平衡状態に落ち着くまで, しきり板はゆっくりと移動する。

問6

$$\Delta W = \frac{2}{3}RT$$

問7 定圧モル比熱 $C_p = 5/2R$ を用いると,

$$Q = \frac{5}{3}RT$$

問8 ポアッソンの関係式より,

$$P'_A = \left(\frac{10}{3}\right)^{\frac{5}{3}} \frac{RT}{Sl}$$

問9 問8の結果より,

$$T_C = \frac{1}{2} \left(\frac{10}{3}\right)^{\frac{5}{3}} T$$

問題3-1

問1 題意より,

$$Q = \frac{\varepsilon_0 S}{4d} V$$

問2 電場と電位の関係を考慮すると,

$$E = \frac{V}{4d}$$

問3 (a) の結果をふまえると,

$$U = \frac{\varepsilon_0 S}{8d} V^2$$

問4 略

問5 略

問6 コンデンサを直列に接続したもののなので,

$$U = \frac{3\varepsilon_0 S}{32d} V^2$$

問7 金属板を移動した後のコンデンサは, 極板間隔が $\frac{3}{2}d$ の2つのコンデンサを直列に接続したものだと思わせる。よって,

$$U = \frac{3\varepsilon_0 S}{32d} V^2$$

問題3-2

問1 グラフを読み取ると,

$$R = 10$$

問2 キルヒホッフの法則より,

$$V_B + 10I_B = 3$$

問3 問2の結果より, $I_B = 0.2[\text{A}]$, $V_B = 1[\text{V}]$ 。