

## 2014年度 熊本大学 (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	3	標準		60分

#### (設問分析)

問題番号	領域	難易度	内容
1	力学	標準	万有引力、慣性力
2	電磁気	やや易	コンデンサー
3	波動	やや難	気柱共鳴、ドップラー効果

#### (傾向・対策)

標準的な難易度の問題が出題されることが多い。記述形式のため、日頃から解答を作る練習をしておくとい。物理法則の名前を忘れていたり、式を立てる根拠を説明できないので、しっかり覚えておく必要がある。

## 問題 1

物理の範囲の中で力学を得意とする受験生は多い。しかし、出題頻度の低い万有引力の分野だけは手薄である場合は珍しくない。ヤマを張らずに、まんべんなく学習することが大事だ。

### 問 1

万有引力の法則を用いて運動方程式を立てる。

$$M_1 a = -G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

$$a = -G \frac{M_2}{R^2}$$

### 問 2

x 軸正の向きに慣性力がはたらく

$$f = -ma = G \frac{M_2 m}{R^2}$$

### 問 3

質点 3 が剛体 1 から受ける力は

$$F_1 = G \frac{M_1 m}{r_1^2}$$

剛体 2 から受ける力は

$$F_2 = G \frac{M_2 m}{(R - r_1)^2}$$

### 問 4

剛体 1 上からみたつりあいの式より

$$N + F_1 + F_2 + f = 0$$

$$N = -Gm \left( \frac{M_1}{r_1^2} - \frac{M_2}{(R - r_1)^2} + \frac{M_2}{R^2} \right)$$

### 問 5

$$\frac{1}{(R - r_1)^2} = \frac{1}{R^2 \left(1 - \frac{r_1}{R}\right)^2} \approx \frac{1}{R^2} \left(1 + \frac{2r_1}{R}\right)$$

これを代入して

$$N = -Gm \left( \frac{M_1}{r_1^2} - \frac{2M_2 r_1}{R^3} \right)$$

### 問 6

N=0 となるから

$$R_c = r_1 \left( \frac{2M_2}{M_1} \right)^{\frac{1}{3}}$$

## 問題 2

問 4 までとはとても基本的なコンデンサーの問題である。ミスのないようにしたい。

### 問 1

C1 と C2 には  $1/2V$  ずつ電圧がかかるから

$$Q_1 = Q_2 = \frac{1}{2}CV$$

### 問 2

S2 を閉じた直後には R2 には  $1/2V$  の電圧がかかる。オームの法則より

$$I = \frac{V}{2R}$$

### 問 3

十分に時間が経過すると回路には電流が流れない。よって C1 に  $V$ 、C2 に  $0$  の電圧がかかる。

$$Q'_1 = CV$$
$$Q'_2 = 0$$

### 問 4

電池から流れ出た電荷は C1 の正極板にしか行き場がない。C1 の電荷の変化を調べればよい。

$$Q_e = Q'_1 - Q_1 = \frac{1}{2}CV$$

### 問 5

電荷保存則より

$$-Q''_1 + Q''_2 = -q_1 + q_2$$

キルヒホッフの第二法則より

$$\frac{Q''_1}{C} + \frac{Q''_2}{C} = V$$

これを解いて

$$Q''_1 = \frac{1}{2}(CV + q_1 - q_2)$$

$$Q''_2 = \frac{1}{2}(CV - q_1 + q_2)$$

### 問題 3

気中共鳴とドップラー効果を組み合わせた、ちょっと珍しい問題だ。風も吹く設定となっているなど、手が込んでいる。しかし、現象をしっかりと理解していれば解けない問題ではない。

#### 問 1

基本振動だから波長は  $2l$  である。

$$f = \frac{V}{2l}$$

#### 問 2

音源 S の発する音の振動数を  $f'$  とすると、ドップラー効果の式より

$$f = \frac{V}{V-v} f'$$
$$\frac{f'}{f} = \frac{V-v}{V}$$

#### 問 3

B に生じる基本振動の波長は  $2l$  だから

$$f_B = \frac{V}{2l} = f$$

#### 問 4

風が吹くと音速が  $V - u$  になる。ドップラー効果の式より

$$f = \frac{(V-u)+u}{V-u} f_s$$
$$f_s = \frac{V-u}{V} f$$

#### 問 5

うなりの回数は

$$|f_B - f_s| = f - \frac{V-u}{V} f = \frac{u}{V} f$$