

平成27年度入試【推薦入試Ⅰ】

小論文

[物理]

(総合理工学部 物質科学科)

注 意

- 1 問題紙は、指示があるまで開いてはならない。
- 2 問題紙 4 ページ，解答用紙 4 枚である。
指示があってから確認し，解答用紙の所定の欄に受験番号を記入すること。
- 3 解答は，すべて解答用紙の所定のところに記入すること。
- 4 解答用紙は持ち帰ってはいけない。
- 5 問題紙は，持ち帰ること。

物質科学科 小論文 (物 理) 問題

1 物理で取り扱われる物理量は、基本量の組み合わせで表される。ある物理量がどのような基本量の組み合わせでできているかを示すために、次元を考える。力学では、長さ、質量、時間が基本量であり、それぞれの次元は L , M , T である。例えば、面積は(長さ) \times (長さ)なので次元は L^2 、速さは $\frac{\text{(長さ)}}{\text{(時間)}}$ なので次元は LT^{-1} と表される。

- (1) 密度(= $\frac{\text{(質量)}}{\text{(体積)}}$)の次元を上の例にならって $L^x M^y T^z$ の形式で表せ。
- (2) 力の次元を上の例にならって $L^x M^y T^z$ の形式で表せ。
- (3) エネルギーの次元を上の例にならって $L^x M^y T^z$ の形式で表せ。

物理量の間になり立つ関係式は、両辺の次元が等しいので、次元を調べることにより、関係式や法則を推定できる場合がある。

例えば、静止していた物体が大きさ a の加速度で加速し、距離 s だけはなれた点を通過するときの速さ v を求めたいとする。この時、 v が a と s を用いてどのように表されるかを考える。 a の次元は LT^{-2} 、 s の次元は L なので、 a と s から速さの次元 LT^{-1} を得る組み合わせは、 $(as)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{as}$ である。したがって、 v は $(as)^{\frac{1}{2}}$ に比例することがわかる。

- (4) 鉛直面内で振動する、振り子の長さ l 、おもりの質量 m の振り子がある。重力加速度 g として、振り子の周期 t が、 l, m, g の関数として表されるとする。上の例にならって、 t が、 l, m, g のどのような関数に比例するか示せ。
- (5) ばね定数 k のばねにつながれた質量 m' の質点が水平面内で摩擦なしで周期 t' で単振動しているとする。上の例にならって t' が、 k と m' のどのような関数に比例するかを示せ。

物質科学科 小論文 (物 理) 問題

2 次の問いに答えよ。

問1 図1のような、全て同じ抵抗値 r [Ω] をもつ12個の抵抗で配線された立方体状の回路がある。A と H を電源に接続したところ、A から H に向かって電流 I [A] が流れた。 r 以外の回路抵抗は無視できるものとして、次の問いに答えよ。

- (1) AC 間, CD 間, DH 間を流れる電流 [A] をそれぞれ求めよ。
- (2) AH 間の電圧 [V] を求めよ。
- (3) AH 間の合成抵抗 [Ω] を求めよ。

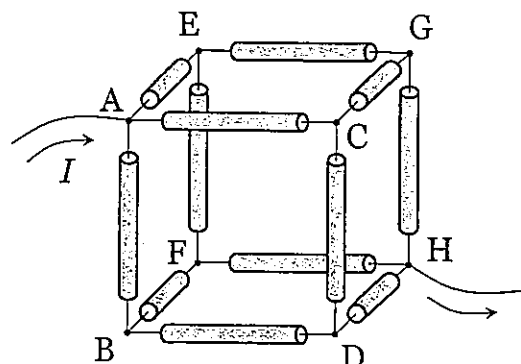


図1

問2 図2のような、内部抵抗 r [Ω] をもつ起電力 E [V] の電池と、可変抵抗 R [Ω] からなる回路を考える。 r および R 以外の回路抵抗は無視できるものとして、次の問いに答えよ。

- (1) 回路に流れる電流を, r, E, R を用いて表せ。
- (2) 可変抵抗 R で消費される電力を, r, E, R を用いて表せ。
- (3) 電池の内部抵抗 $r=1.0 \Omega$, 起電力 $E=6.0 \text{ V}$ のとき, 可変抵抗 R で消費される電力が 5.0 W となった。このときの R [Ω] の値をすべて求めよ。
- (4) 電池の内部抵抗 $r=1.0 \Omega$, 起電力 $E=6.0 \text{ V}$ で可変抵抗 R の値を変化させたとき, 可変抵抗 R で消費される電力の最大値 [W] とそのときの抵抗値 [Ω] を求めよ。必要に応じて, 実数 a, b における, $(a+b)^2 \geq 4ab$ の不等式を用いてもよい。

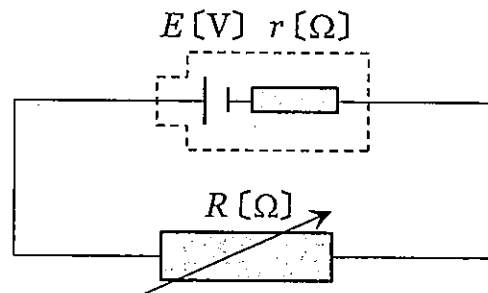


図2

物質科学 小論文(物理) 問題

次に、電池の内部抵抗と起電力を測定するために、図3の回路のように、電圧計と電流計を接続した。

- (5) 電圧計を接続しても、回路に流れる電流を変化させないためには、図3における電池の内部抵抗や可変抵抗に比べ、電圧計の内部抵抗が、大きい、小さい、のどちらであればよいか。また、その理由も説明せよ。
- (6) 同様に、電流計を接続しても、回路に流れる電流を変化させないためには、図3における電池の内部抵抗や可変抵抗に比べ、電流計の内部抵抗が、大きい、小さい、のどちらであればよいか。また、その理由も説明せよ。
- (7) 電池の内部抵抗 $r=1.0\ \Omega$ 、起電力 $E=6.0\ \text{V}$ で可変抵抗の値を変えて、内部抵抗 r に流れる電流を 0 付近から $0.20\ \text{A}$ まで変化させた。このとき、図3の電圧計の値(電圧[V])を縦軸、電流計の値(電流[A])を横軸としたグラフを描け。

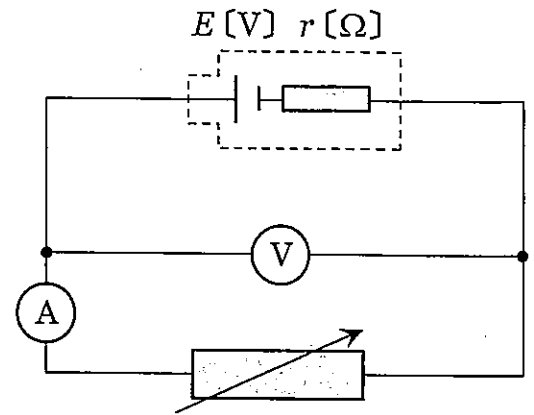


図3

物質科学科 小論文 (物 理) 問題

3 図のように空気中で2枚のガラス板AとBを重ね、ガラス板の左端の点Oから L [m]だけ離れた一方の端に厚さ a [m]の金属箔を挟んで、真上から平行で位相のそろった波長 λ [m]の単色光を入射したところ明暗のしま模様が見えた。以下の問いに答えよ。

- (1) 点Oから x [m]だけ離れた点Pにおける空気層の厚さを d [m]とする。点Pに明線が見える条件は $m = 0, 1, 2, 3, \dots$ とすると以下の式で与えられる。その理由を説明せよ。

$$2d = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (1)$$

- (2) (1)式を用いて、明線が見えるときにOP間の距離 x が満たす式を m, λ, a, L を用いて表せ。
- (3) 観察される明線が等間隔に現れることを示せ。
- (4) $\lambda = 6.0 \times 10^{-7}$ m, $L = 2.0 \times 10^{-1}$ m, $a = 5.0 \times 10^{-5}$ mとするととき、明線の間隔を有効数字2桁で計算せよ。
- (5) AとBのガラス板の間を屈折率1.33の水で満たした。このとき隣り合う明線の間隔は前問の空気で満たされている場合と比べて、広がるか、狭まるか、その理由とともに答えよ。

