

# 平成19年度 入学試験問題

## 理 科

	ページ
物 理	1～7
化 学	8～21
生 物	22～33
地 学	34～45

化学の問題 **1** から問題 **5** までは、すべて解答すること。問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

生物の問題 **1** から問題 **5** までは、すべて解答すること。問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

地学については問題 **1** と **2** を必ず解答し、問題 **3** ～ **5** の3問のうちから2問を選択して解答すること。

### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

## 物 理

1 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。ただし(iii)については  に適当な語句または数式を入れよ。

一辺の長さ  $a$  [m]、質量  $M$  [kg] の立方体の浮きが、図 1 のように垂直な状態で水中に浮かんでいる。ここで、水の密度は  $\rho_0$  [kg/m<sup>3</sup>]、重力加速度の大きさは  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

- (i) 浮きの水面上に出ている部分の長さ  $d$  [m] を、 $M$ 、 $a$ 、 $\rho_0$  を用いて表せ。
- (ii) 浮きが沈むときは、浮きの質量はどのような条件を満たさなければならないか。
- (iii) 次に浮きのつり合いの位置から、立方体の上面を垂直に  $x_0$  [m] ( $x_0 < d$ ) だけ押下げて静かに離すと、浮きにはつり合いの位置からの変位の大きさに比例し、つり合いの位置に向かって浮きを引き戻す力が働く。このような力を  (あ) と呼び、浮きは周期が  (い) [s] で振幅が  (う) [m] の  (え) をする。浮きが最初につり合いの位置を通過するときの速度の大きさは  (お) [m/s] である。ただし、水の運動および粘性は無視できるものとする。

次に図 2 に示すように、浮きの底面中央に金属でできた密度  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]、質量  $m$  [kg] のおもりを糸でつないだところ、浮きの体積の 10 % が水面から出て浮かんだ。糸の質量および体積は無視できるものとする。

- (iv) 糸の張力  $T$  [N] を、 $M$ 、 $a$ 、 $\rho_0$ 、 $g$  を用いて表せ。
- (v) おもりの質量  $m$  [kg] を、 $T$ 、 $\rho_0$ 、 $\rho$ 、 $g$  を用いて表せ。

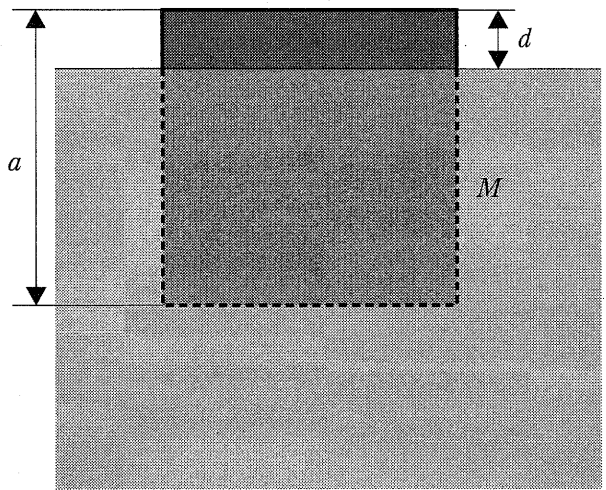


图 1

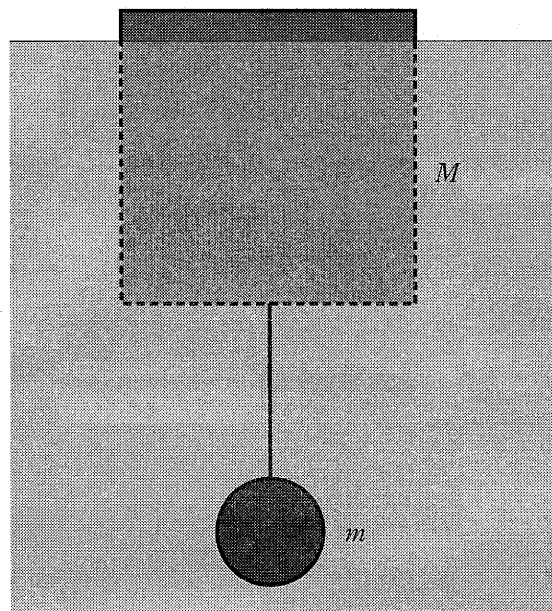


图 2

2 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

図1の電気回路において、切り替えスイッチ  $S_1$  は開かれ、 $S_2$  は端子3に閉じられている。電池の起電力を  $E$ 、抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  のそれぞれの大きさを  $R_1$ 、 $R_2$ 、コンデンサーの電気容量を  $C$ 、およびコイルの自己インダクタンスを  $L$  とする。ただし、最初、コンデンサーの電荷は0で、電池の内部抵抗は無視できるものとする。

問1 切り替えスイッチ  $S_1$  を端子1に閉じ、十分時間が経過したとき、①抵抗  $R_2$  を流れる電流、②抵抗  $R_2$  の両端の電圧、③コンデンサーに蓄えられた電気量をそれぞれ求めよ。

問2 問1の状態切り替えスイッチ  $S_1$  を開いた。そのときから、コンデンサーの電気量が0になるまでの間に、抵抗  $R_2$  で発生した熱エネルギーはいくらか。

問3 図1の回路を問1の状態にして、コンデンサーに電気を蓄えた後、切り替えスイッチ  $S_2$  を端子3から端子4に切り替え、そのときの時刻を  $t = 0$  とする。①時刻  $t$  におけるコイルを流れる電流を求めよ。ただし、電流の向きは図中の矢印の向きを正とする。②コイルを流れる電流が最初に最大になる時刻  $t_m$  を求めよ。③時刻  $t_m$  の時に蓄えられるコンデンサーの電気量はいくらか。

問4 切り替えスイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  を開いた状態で十分時間が経過した後、 $S_1$  を端子2に閉じたときのダイオード  $D$  の両端間の電圧が  $V$  であるとき、抵抗  $R_2$  を流れる電流  $I$  と  $V$  との関係を示せ。

問5 問4の状態ダイオード  $D$  の電圧・電流特性が図2で表されるとき、ダイオードで消費される電力を数値で示せ。ただし、 $E = 10 \text{ V}$ 、 $R_1 = 40 \Omega$ 、 $R_2 = 60 \Omega$  とする。

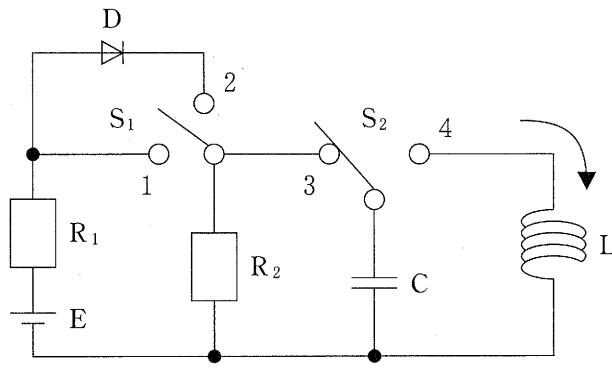


图 1

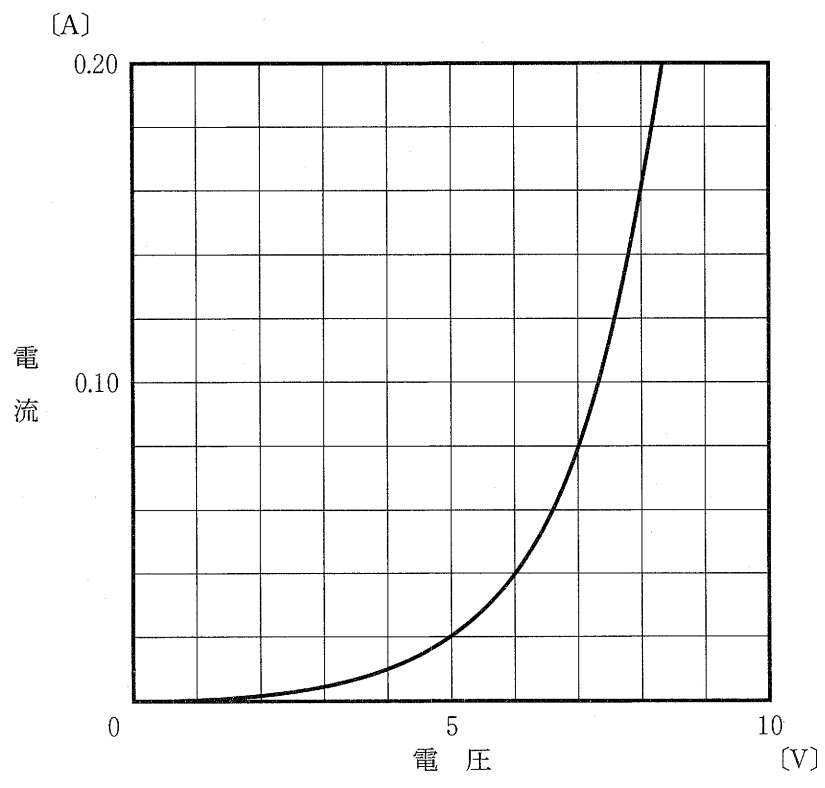


图 2

3 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

図1に示すように、二枚のついたてA, Bを平行に立て、Aにはスリット $S_0$ を、Bにはスリット $S_1, S_2$ を $S_0$ から等距離に、間隔 $d$ [m]となるように取り付けた。次に、もう一枚のついたてCを、A, Bに平行に距離 $\ell$ [m] ( $\gg d$ [m])だけ離して置いた。この後、 $S_0$ の左側の光源Lから単色光(波長 $\lambda$ [m])を送ったところ、C上に明暗の縞模様が見えた。

(1) 次の  に適当な語句を入れよ。

レーザーではなく、ナトリウム光源などを用いたときは、 $S_0$ での光の  ① 現象を利用して $S_1, S_2$ に  ② 位相の波源をつくる。こうしてC上に到達した光は  ③ して明暗の縞模様を発生させる。

(2)  $S_0$ から $S_1, S_2$ の中点を通りCに垂線を引き、垂線とCとの交点をOとする。Oから縞模様<sup>しま</sup>に垂直な方向を $y$ 軸にとり、縞の位置を $y$ [m] ( $\ll \ell$ )で示す。Oから、 $y$ だけ離れたC上の位置Pまでの、光の経路 $S_1P, S_2P$ をそれぞれ $l_1$ [m],  $l_2$ [m]とする。 $l_1, l_2$ および $|l_1 - l_2|$ のそれぞれを、 $d, \ell, y$ を用いて表せ。ただし、 $|a|$ が小さいときに成立する近似式 $\sqrt{1+a} \doteq 1 + \frac{1}{2}a$ を使ってよい。

(3) C上の位置Pで、縞の明るい部分が生じるとき、 $y$ を、 $d, \ell, \lambda$ および任意の整数 $m$ を用いて表せ。

(4) 図1に示した $S_1$ の右側面を、屈折率 $n$ をもつ厚さ $t$ [m]の透明な薄膜Gでおおった(図2)。この場合、Gを入れてもOの近傍での明暗の縞の位置が変化しないためには、厚さ $t$ がいくらであればよいか。 $t$ を、 $n, \lambda$ および任意の整数 $m$ を用いて表せ。

(5) 次に、 $S_1$ をはじめの状態にもどし、 $S_1$ と $S_2$ の間隔 $d$ を小さくしていくと、縞の間隔はどう変化するか。

(6) 光源を波長が $\lambda_R$ の赤色光にしたときの明線の間隔 $y_R$ と波長が $\lambda_B$ の青色光にしたときの明線の間隔 $y_B$ について、Oから数えて最初に現れる明線の間隔の差 $|y_R - y_B|$ を、 $d, \ell, \lambda_R, \lambda_B$ を用いて表せ。

(7) 次に、光源に白色光を用いた。

(a) 人間の目に感じる可視光線の波長は、およそいくらからいくらまでか。数値には単位をつけよ。

(b) この白色光による縞のうち、O に一番近い側の明るい部分は何色か。

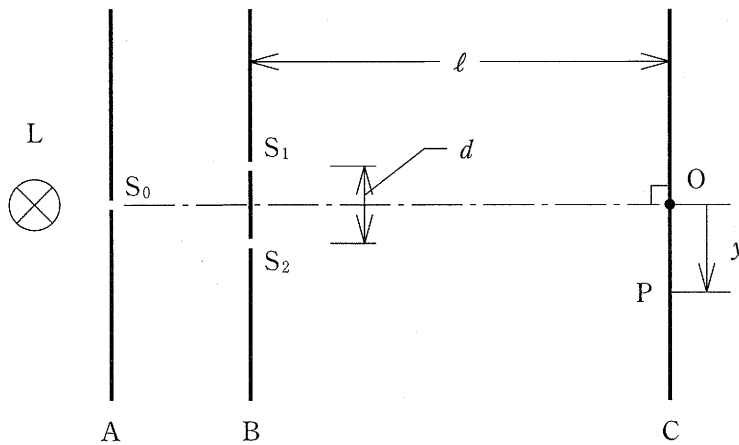


図 1

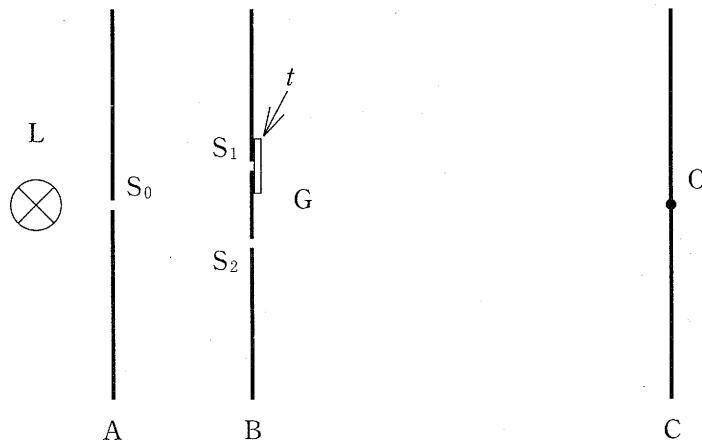


図 2

4 重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$ 、水の比熱を  $4200 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ 、あるいは  $1000 \text{ cal/kg}\cdot\text{K}$  として、以下の各問に答えよ。ただし、単位も明確につけて答えること。

- (ア) 消費電力  $1 \text{ kW}$  の家庭用電熱器に実効値  $100 \text{ V}$  の交流電圧を加えたとき、流れる電流の実効値はいくらか。
- (イ) この電熱器の電気抵抗はいくらか。
- (ウ) この電熱器を用いて、 $1 \text{ kg}$  の水の温度を室温から  $50$  度上昇させるにはどれだけの時間通電しなければならないか。ただし、電熱器が発した熱はすべて水の温度上昇に使われるものとする。
- (エ) 日本人一人が一日に使う化石エネルギーの平均は  $10^5 \text{ kcal}$  と言われている。この熱量で  $10 \text{ m}^3$  の水の温度を室温から何度上昇させることができるか。ただし、水の密度を  $1000 \text{ kg/m}^3$  とする。
- (オ) 動力モーターと巻き上げ機を用いて、 $1000 \text{ kg}$  の物体を  $30 \text{ m}$  の高さまで持ち上げるには、電気代はいくらかかるか。エネルギーの損失はないものとし、 $1 \text{ kWh}$  の電気料金を  $24$  円として答えよ。
- (カ) 手動式の発電機のハンドルを  $5 \text{ J/s}$  の仕事率でまわし、 $1 \text{ kWh}$  の電気エネルギーを発電しようとするとき、どれだけの時間、発電機のハンドルをまわし続けなければならないか。ただし、仕事はすべて発電に使われるものとする。