

# 平成20年度 個別学力試験問題

## 理 科 (120分)

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)  
(地球学類)※地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて  
120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)  
情報学群 (情報科学類)  
(知識情報・図書館学類)※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)  
(看護学類)※1科目選択で60分

### 目 次

物	理	.....	1
化	学	.....	7
生	物	.....	13
地	学	.....	21

### 注 意

- 1 問題冊子は1ページから24ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

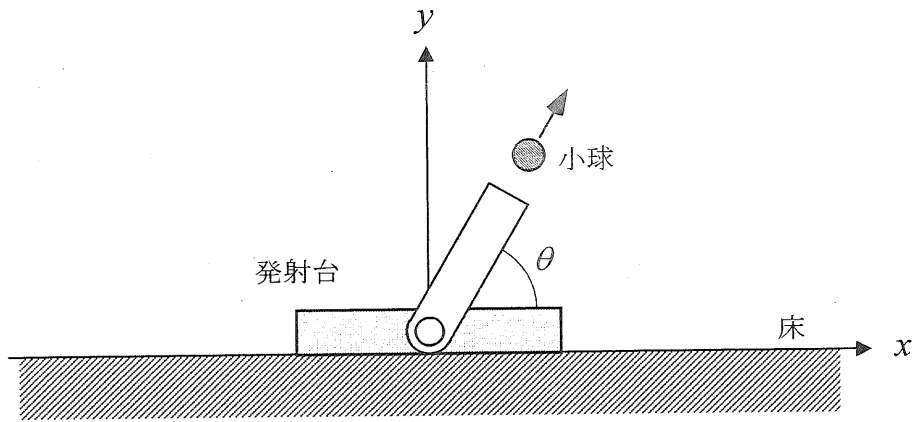
学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
生 物 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生 物 資 源 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
地 球 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択
数 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応 用 理 工 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
工 学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
情 報 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知 識 情 報 ・ 図 書 館 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
看 護 学 類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
医 療 科 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

## 物 理

I 図のように水平な床に置かれた発射台を考える。この発射台は、一定のエネルギー  $E_0$  を瞬時に小球と発射台の運動エネルギーに変換することで小球を発射できる。この小球は大きさが無視でき、質量  $m$  をもつ。小球を含まない発射台の質量を  $M$  とする。床と発射台の間には摩擦が無く、発射台は床の上の直線上を自由に動くことができる。この直線を  $x$  軸とし、 $x$  軸に垂直で鉛直上向きを  $y$  軸とする。この小球の発射方向は  $x$ - $y$  面内で動かすことができ、発射方向と  $x$  軸正方向のなす角  $\theta$  は  $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$  の範囲で調整することができる。小球は床の高さから発射されるとしてよい。重力加速度は鉛直下向きでその大きさを  $g$  とする。また、空気抵抗、小球発射前後での  $E_0$  にかかわる質量変化はないものとする。

以下、 $x = 0$  の位置で静止している発射台から小球を発射する場合を考える。

- 問 1 小球発射直後の小球と発射台の速度をそれぞれ  $v_1$ ,  $V_1$  とするとき、小球発射前後でのエネルギー保存、水平方向の運動量保存を表す式を示せ。
- 問 2 発射直後の小球の速度の水平( $x$ )成分  $v_{1x}$ , 垂直( $y$ )成分  $v_{1y}$  を  $m$ ,  $M$ ,  $E_0$ ,  $\theta$  を用いて表せ。
- 問 3 発射直後の小球の発射台に対する相対速度の大きさを  $m$ ,  $M$ ,  $E_0$ ,  $\theta$  を用いて表せ。
- 問 4 発射された小球が床に最初に落ちる位置  $x_F$  を  $g$ ,  $m$ ,  $M$ ,  $E_0$ ,  $\theta$  を用いて表せ。
- 問 5  $x_F$  を最大にするための角度  $\theta$  は  $\frac{\pi}{4}$  より大きいか小さいかを理由とともに示せ。



II 図のように、下向きの磁束密度の大きさが  $B$  の一様磁場を考える。この磁場中に、半径  $a$  の円形レール二つを十分離して、磁場に対し垂直に固定する。それぞれの円形レールの上に、図のように金属棒をのせる。金属棒は円形レールと  $A, A'$  で接しており、円形レールの中心  $O, O'$  の回りを、自由に回転できるものとする。ここで、円形レールと金属棒の摩擦は無視する。電線を使い、図のような電気回路を作る。 $S$  はスイッチ、 $r$  と  $R$  は抵抗値が  $r$  と  $R$  の電気抵抗を意味する。また、電気抵抗  $R$  の両端を  $C, D$  と呼ぶことにする。

右側の金属棒に外力を加え続け、図で示される方向に一定の角速度  $\omega$  で、常に回し続けるものとする。円形レール、金属棒、電線の電気抵抗は無視するものとして以下の問いに答えよ。

問 1 はじめに、スイッチ  $S$  を開いておく。

- (1) 時間  $\Delta t$  に右側の金属棒は角度  $\omega \Delta t$  だけ回転する。この金属棒が時間  $\Delta t$  に切る磁束を求めよ。
- (2)  $OA$  間に発生する誘導起電力の大きさを求めよ。
- (3) 抵抗  $R$  に流れる電流の大きさを求めよ。また、その方向は「 $C \rightarrow D$ 」, 「 $D \rightarrow C$ 」のいずれであるか答えよ。

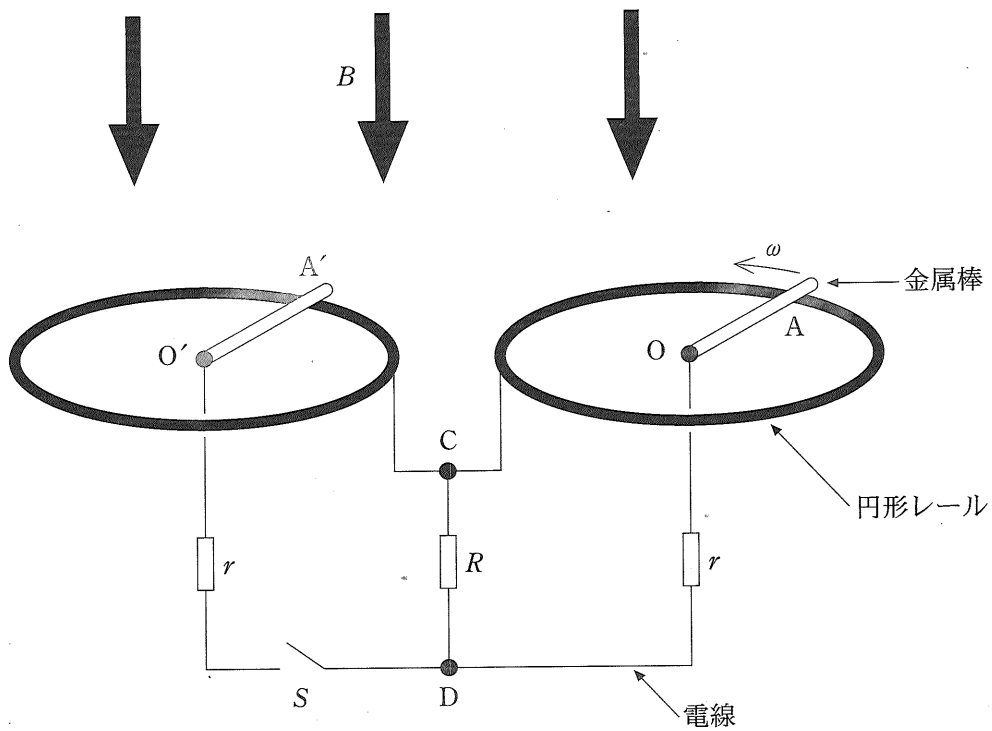
問 2 次に、左側の金属棒を動かないように固定し、スイッチ  $S$  を閉じる。

- (1)  $O'A'$  間を流れる電流の大きさを求めよ。また、その方向は「 $O' \rightarrow A'$ 」, 「 $A' \rightarrow O'$ 」のいずれであるか答えよ。
- (2)  $O'A'$  間に発生する金属棒を回そうとする力の方向は、右側の金属棒の回転と「同方向」, 「逆方向」のいずれであるか答えよ。

問 3 次に、左側の金属棒を自由にしたところ、一定の角速度  $\omega'$  で回転するようになった。

- (1)  $O'A'$  間を流れる電流の大きさを求めよ。
- (2)  $O'A'$  間に発生する誘導起電力の大きさを、 $\omega', a, B$  を用いて表せ。また、この起電力によって作られた電位は、 $O', A'$  のどちらが高いか答えよ。
- (3)  $\omega'$  を  $\omega, r, R$  を用いて表せ。

- (4)  $r$ を固定し、 $R$ を変化させることを考える。このとき、 $R$ の値が0の極限および無限大の極限で、 $\omega'$ の値がどうなるか理由と共に簡単に述べよ。



Ⅲ 焦点距離  $f$  の凸レンズと焦点距離  $f'$  の凹レンズについて以下の問いに答えよ。

ただし、 $f$ 、 $f'$  や問いの中の距離  $a$ 、 $b$  などは正の値を持つ量とせよ。また、光線は実際にはレンズの両面で屈折するが、レンズが十分薄いと仮定して、光線をレンズの中心面上で屈折するものとして作図せよ。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入し、作図や考え方の要点も記入すること。

問 1 図 1 のように、凸レンズの中心  $O$  から距離  $a$  の位置にある物体  $AB$  がレンズの前方の焦点  $F_1$  の外側にあるとき、物体の各部分から出た光によって、レンズから距離  $b$  離れたレンズ後方に倒立の実像  $A'B'$  ができる。像ができるようすを解答用紙に作図することにより、 $b$  を  $a$  と  $f$  によって表す式を求めよ。

問 2 図 2 のように、凹レンズの中心  $O'$  から距離  $a'$  の位置に物体  $AB$  を置くと、その各部分から出た光によって、レンズから距離  $b'$  離れたレンズ前方に正立の虚像  $A'B'$  ができる。像ができるようすを解答用紙に作図することにより、 $b'$  を  $a'$  と  $f'$  によって表す式を求めよ。

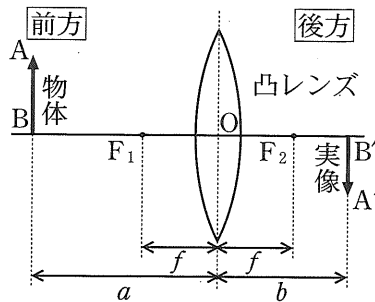


図 1

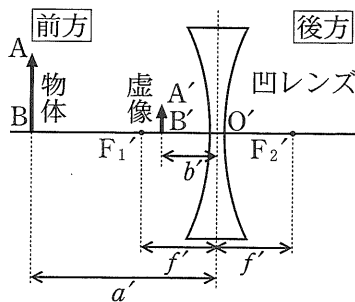


図 2

問 3 図 3 のように、凹レンズの前方から光軸に平行な光線を当てているときに、その後方に凸レンズを置いた。ただし、 $f > f'$  とする。凸レンズの位置を調節すると、凹レンズと凸レンズの間隔が  $d$  のところで、凸レンズを通過した光線がやはり光軸に平行に進むのが観察された。このとき、 $d$  を  $f$  と  $f'$  によって表す式を求めよ。

問 4 問 3 の平行光線の代わりに、図 4 のように、凹レンズの前方距離  $l$  の光軸上の点 A に点光源を置いた。凸レンズの位置を調節すると、凹レンズと凸レンズの間隔が  $d'$  のところで、凸レンズを通過した光線が光軸に平行に進むのが観察された。このとき、 $d'$  を  $f$ 、 $f'$ 、 $l$  によって表す式を求めよ。

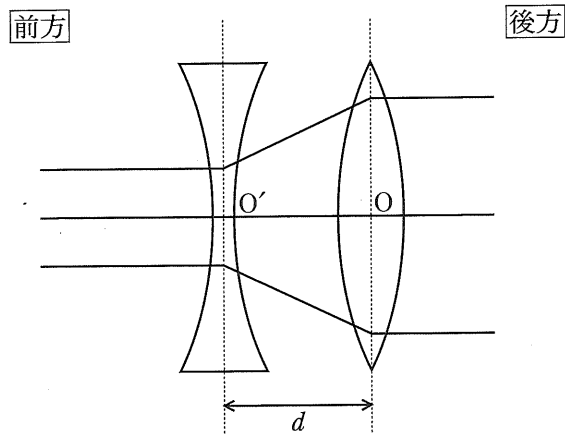


図 3

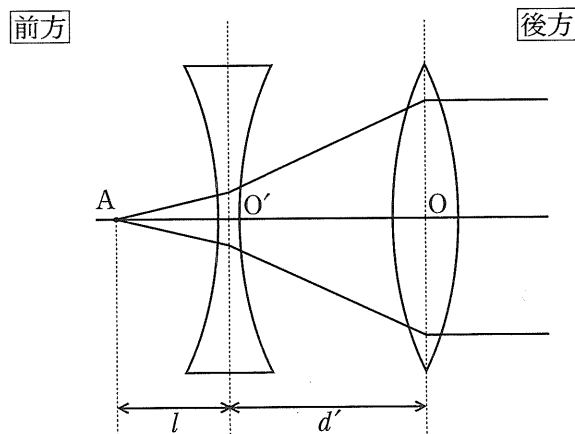


図 4