

# 理 科

＜監督者の指示があるまで開いてはいけない＞

1. 受験票に指定した2科目について、解答を別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 下書きや計算は問題用紙の白紙部分を利用しなさい。
3. 記入中でない解答用紙は必ず裏がえしにしておきなさい。
4. 問題用紙は各科目の試験終了後持ち帰ってもよい。  
ただし、試験途中では持ち出してはいけない。

## 問 題 目 次

物 理	1	～	3	ページ
化 学	4	～	11	ページ
生 物	12	～	17	ページ

# 物 理

1. 図1のように、なめらかな水平面上で、質量  $m_1$  の小球1が速度  $\vec{V}_0$  (速さ  $V_0$ ) で運動し、静止している質量  $m_2$  の小球2に衝突した。衝突後、図2のように、球1と球2は、衝突前の球1の運動方向から、それぞれ角度  $\theta_1$  と  $\theta_2$  の方向に、それぞれ速度  $\vec{V}_1$  (速さ  $V_1$ ) と  $\vec{V}_2$  (速さ  $V_2$ ) で進んだ。球の運動は水平面内で行われ衝突は完全弾性衝突であったとして、次の各問いに答えなさい。

問1～4と問5(イ)は答えのみを、問5(ロ)は導出過程と答えを解答欄に記せ。答えの式は出来るだけ簡素な形にし、導出過程は考え方が分かるように簡潔に記述せよ。

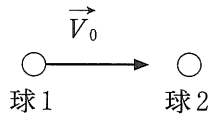


図1

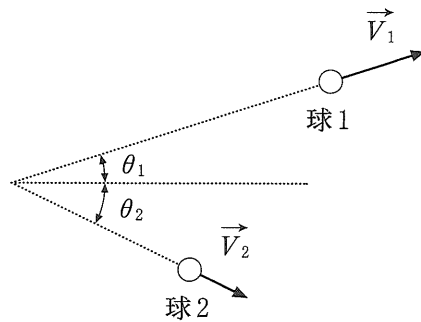


図2

- 問1.  $V_1$  の2乗 ( $V_1^2$ ) を  $\theta_1$  と  $\theta_2$  とを用いないで表せ。
- 問2.  $V_1$  の2乗 ( $V_1^2$ ) を  $\theta_1$  を用いないで、 $\theta_2$  を用いて表せ。
- 問3.  $V_2$  を  $V_1$  と  $\theta_1$  とを用いないで表せ。
- 問4. 球1と球2が衝突した後の2球の重心Gの速度を  $\vec{V}_G$  (速さ  $V_G$ ) とすると、 $V_G$  はいくらか。
- 問5. 重心Gの速度  $\vec{V}_G$  で移動している観察者から見たとき、球2の衝突後の速度は  $\vec{V}_2'$  (速さ  $V_2'$ ) であった。
- (イ) 3つの速度ベクトル  $\vec{V}_G$  と  $\vec{V}_2$  と  $\vec{V}_2'$  を互いの関係が分かるように図示せよ。その際、解答欄の中央に引いてある点線上に  $\vec{V}_G$  を適当な長さで描き、 $\theta_2 < \pi/4$  の場合について、フリーハンドで丁寧に描くこと。
- (ロ)  $V_G : V_2 : V_2'$  の比を求めよ。

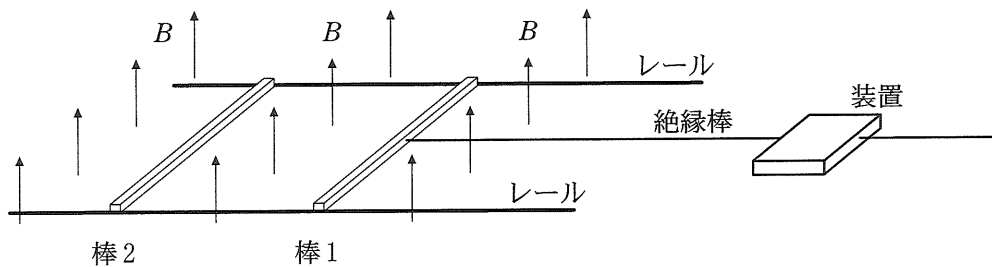
2. 図のように、鉛直上向きの一様な磁場(磁束密度の大きさ  $B$ )中に、2本の金属レールが間隔  $l$  で水平に設置されている。その上に同じ材質で同じ質量  $M$  の一様な金属角棒 1 と 2 が置かれていて、レールと直角を保ったまま動くことができる。右側の金属角棒 1 には軽い絶縁棒が接続しており、絶縁棒を動かす装置により、棒 1 を右向きに一定の速さで動かしたり、速さを連続的にあるいは不連続的に変えたりすることができる。

まず、棒 2 が静止した状態で棒 1 を一定の速さ  $V$  でゆっくり動かすと、棒 2 は動かず静止したままだった。

次に、棒 1 の速さを  $V$  からだんだんに増したところ、速さが  $V_0$  より大きくなったとき棒 1 の左側に置かれていた棒 2 が棒 1 を追いかけて始めたので、直ちに、棒 1 の速さを  $V_0$  の 2 倍 ( $2V_0$ ) にした。やがて、棒 2 の速さは一定の速さ ( $V_2$ ) となり、棒 2 が棒 1 にぶつかることはなかった。

棒 1 が絶縁棒から受ける力は水平方向であるとし、棒 1 と装置との距離は十分長いとする。また、それぞれの金属角棒が 2 本のレールから受ける垂直抗力は同じ大きさで、レールとの静止摩擦係数と動摩擦係数をそれぞれ  $\mu$  と  $\mu'$  とする。金属角棒は細く、ともに電気抵抗が  $r$  で、金属棒以外の電気抵抗は無視できるとする。また、レールや金属角棒に流れる電流による磁場の影響は無視できるとし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、以下の問いに答えよ。

問 1～3 は答えのみを、問 4 は導出過程と答えを解答欄に記せ。答えの式は、 $B$ ,  $l$ ,  $M$ ,  $V$ ,  $\mu$ ,  $\mu'$ ,  $r$ ,  $g$  のうち必要なものを用いて出来るだけ簡素にし、導出過程は考え方が分かるように簡潔に記述せよ。



問 1. 棒 1 のみが一定の速さ  $V$  で動いているとき、次の量はいくらか。

(イ) 棒 2 に流れる電流の大きさ, (ロ) 棒 1 が絶縁棒から受けている力の大きさ。

問 2.  $V_0$  はいくらか。

問 3. 棒 1 と棒 2 がそれぞれ  $2V_0$  と  $V_2$  で動いているとき、棒 1 が絶縁棒から受けている力の大きさはいくらか。

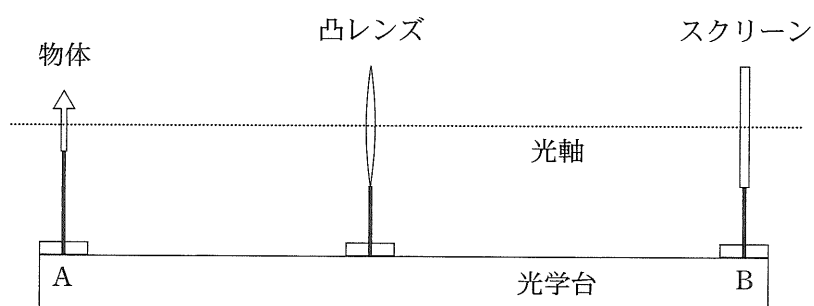
問 4.  $V_2$  を求めよ。

3. 図のように、光学台の左端 A に物体を、右端 B にスクリーンを固定し、両者の間に焦点距離  $f$  の凸レンズを置いた。

始めに、スクリーンのみを外し、凸レンズをある位置  $P_0$  に固定し、レンズを通して物体を見ると物体の正立像がはっきり見えた。次に、元のように、スクリーンを右端 B に固定し、凸レンズを  $P_0$  からスクリーンの方にゆっくり動かし、凸レンズの位置を  $P_1$  にしたとき物体の像がはっきりとスクリーンに映った。凸レンズを更にスクリーンの方にゆっくり動かし凸レンズの位置を  $P_2$  にしたとき、再び物体の像がはっきりとスクリーンに映った。

距離  $AB$  を  $L$ 、距離  $AP_0$  を  $l$ 、 $f < L/4$  であるとして、次の各問いに答えよ。

答えのみを出来るだけ簡素な形にして解答欄に記せ。



問 1. 凸レンズの位置が  $P_0$  のとき目に見えた正立像について、以下の問いに答えよ。

- (イ) 物体から正立像までの距離はいくらか。
- (ロ) 正立像の大きさは物体の何倍か。

問 2. A と  $P_1$  の間の距離はいくらか。

問 3.  $P_1$  と  $P_2$  の間の距離はいくらか。

問 4. 凸レンズの位置を  $P_1$  にしたときにスクリーンに映った像の大きさは、凸レンズの位置を  $P_2$  にしたときに映った像の大きさの何倍か。