

# 熊本大学

## 物理

### 問題

#### 2016年度入試

【学部】 理学部、医学部、薬学部、工学部

【入試名】 前期日程

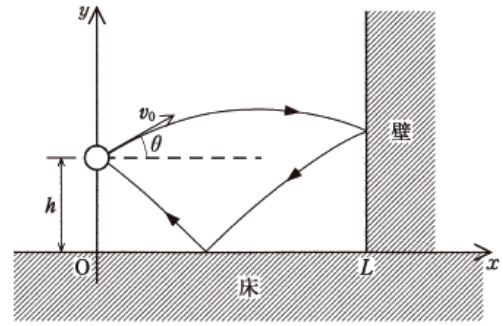
【試験日】 2月25日



「過去問ライブラリーは、(株) 旺文社が刊行する「全国大学入試問題正解」を中心とした過去問、研究・解答(解答・解説)を掲載しています。本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は、(株) 旺文社または各情報提供者に帰属します。本サービスに掲載の全部または一部の無断複製、配布、転載、譲渡等を禁止します。各設問に対する「研究・解答」は原則として旺文社が独自に作成したものを掲載しています。掲載問題のうち★印を付したものは、著作権法第67条の2第1項の規定により文化庁長官に裁定申請を行った上で利用しています。

裁定申請日 【2017年】 8/1 【2018年】 4/24、9/20 【2019年】 6/20

**1** ボールを投げて壁と床でバウンドさせ、投げた場所でキャッチしたい。図のように、水平方向と鉛直方向にそれぞれ  $x, y$  軸をとる。ボールが時刻  $t=0$  に点  $(0, h)$  から速さ  $v_0$  で斜め上方に角度  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) で投げ出され、 $x=L$  にある壁面ではねかえった後に一度床ではねかえり、上昇中に元の点  $(0, h)$  に戻った。ここで壁や床はなめらかで、ボールとの間の反発係数(はねかえり係数)を1とし、ボールの大きさは無視する。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問いに答えよ。ただし、ボールの運動は  $xy$  平面内に限られるものとする。



- (問1) 初速度の  $x$  成分を  $v_{0x}$ ,  $y$  成分を  $v_{0y}$  とし、それぞれを  $v_0, \theta$  を用いて表せ。
- (問2) 水平方向の運動を考えることにより、ボールが元の位置に戻る時刻  $t_1$  を  $L, v_{0x}$  を用いて表せ。
- (問3) 鉛直方向の運動について、ボールが床ではねかえる時刻  $t_2$  とそのときの速度の  $y$  成分の大きさ  $v_{2y}$  を  $g, h, v_{0y}$  を用いて表せ。
- (問4) 鉛直方向の運動を考えることにより、ボールが元の位置に戻る時刻  $t_3$  を  $g, h, v_{0y}$  を用いて表せ。
- (問5) 同じ時刻にボールの  $x, y$  座標がともに初期の値に戻る。  $v_0$  を  $\theta, g, h, L$  を用いて表せ。
- (問6) (問3), (問4) の結果を用いて、ボールが壁よりも先に床に着くことがないことを示せ。

**2** 紙面上の直線電流が作る紙面を貫く磁場(磁界)を考えよう。磁場の符号は、磁場が紙面に垂直に、奥から手前に向かうときを正、その逆を負とする。磁場が正の領域を斜線で描くとすれば、例の図のような1本の直線電流  $I$  [A] による斜線領域は、答のようになる。以下の問いに答えよ。

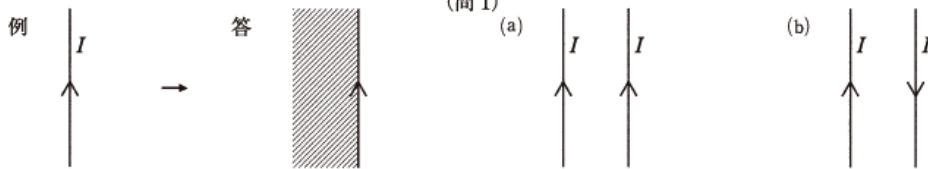


図1

- (問1) 図1のように、2本の平行な導線に、同じ大きさの電流  $I$  が(a)同方向に流れる場合と、(b)逆方向に流れる場合で、磁場が正の領域をそれぞれ斜線で描け。
- 図2のように、紙面上に  $x, y$  軸をとり、直線  $x=0$  [m] と  $x=L$  [m] と  $y=0$  [m] にある3本の導線に、電流  $I$  がそれぞれ流れている。ただし、導線の交点において、導線は絶縁されているものとする。以下の問いに答えよ。

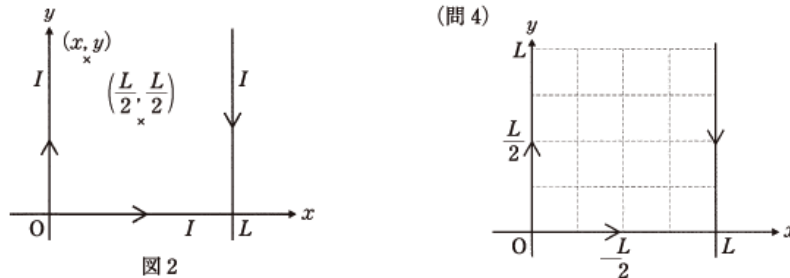


図2

- (問2) 領域  $0 < x < L, y > 0$  上の点  $(x, y)$  における磁場  $H$  [A/m] を求めよ。
- (問3)  $H=0$  となる曲線の式を、 $y=\dots$  の形で求めよ。
- (問4) (問2) の領域内で磁場が正の領域を、できるだけ正確に斜線で描け。
- (問5) 正電荷  $q$  [C] の荷電粒子が座標  $(\frac{L}{2}, \frac{L}{2})$  の地点を  $+y$  方向に速さ  $v$  [m/s] で通過した。そのときこの粒子が受ける力の大きさ  $F$  [N] を  $\mu_0, q, v, L, I$  を用いて求めよ。また、その方向を求めよ。ただし、この空間は真空であるとし、真空の透磁率を  $\mu_0$  [N/A<sup>2</sup>] とする。

3  $n$  [mol] の理想気体を図のように温度  $T$  [K], 体積  $V$  [m<sup>3</sup>], 圧力  $p$  [Pa] をそれぞれ状態  $A(T_1, V_1, p_1) \rightarrow B(T_2, V_2, p_2) \rightarrow C(T_3, V_2, p_3) \rightarrow D(T_4, V_1, p_4) \rightarrow A$  の順でゆっくり変化させた。このとき, 状態  $A \rightarrow B$  と  $C \rightarrow D$  の変化は断熱変化であった。以下の問いに答えよ。

(問1) 状態  $B \rightarrow C$ ,  $D \rightarrow A$  の変化においては, それぞれ気体が熱を吸収するか, 放出するか。答えのみで解答せよ。

理想気体の断熱変化では, 圧力  $p$  と体積  $V$  の間に  $\gamma$  を定数として  $pV^\gamma$  が一定値となることが知られている。このとき, 気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とし、以下の問いに答えよ。

(問2) 理想気体の状態方程式を利用し,  $pV^\gamma = k$  とし、断熱変化の間の温度  $T$  を  $V$ ,  $n$ ,  $k$ ,  $\gamma$ ,  $R$  を用いて表せ。

(問3)  $T_1$  を  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$  を用いて表せ。

(問4) この気体の定積モル比熱  $C_V$  [J/(mol·K)] を用いて, 状態  $B \rightarrow C$ ,  $D \rightarrow A$  の変化におけるそれぞれの内部エネルギーの変化  $\Delta U_1$ ,  $\Delta U_2$  [J] を求めよ。

(問5) 状態  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の変化によって, 気体が外部にした仕事  $W$  [J] を  $n$ ,  $\gamma$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $\Delta U_1$  のうち, 必要なものを用いて答えよ。

