

平成24年度  
入学試験問題

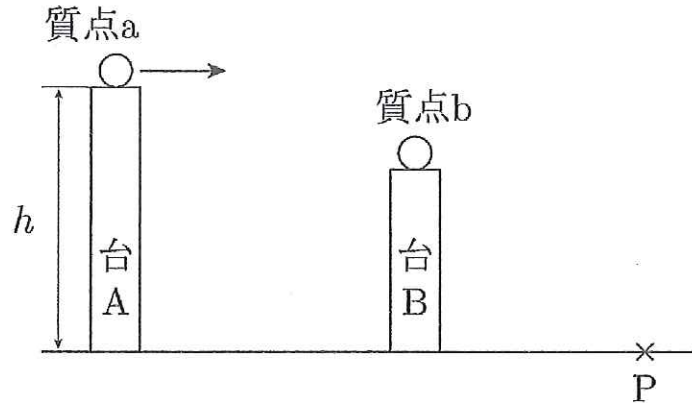
理 科

物 理 (1頁～4頁)  
化 学 (5頁～9頁)  
生 物 (11頁～18頁) } から2科目選択

注意：答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

## 物 理 (その1)

**第1問** 水平な床に台 A と B を鉛直に立てる。台 A と B の上に、それぞれ質量  $m$ 、 $M$  の質点 a、b が置かれている。質点と床、および質点どうしの反発係数 (はねかえり係数) はともに  $e$  である。重力加速度を  $g$ 、空気抵抗・台の幅は無視できるとして、以下の間に答えよ。ただし、台 A の高さは  $h$  で、台 B よりも高いものとする。



質点 a を台 A の上から台 B の方向に初速度  $v$  で水平に投げ出したところ、質点 a は床上の点 P に到達した。質点 a が点 P に到達するまでに、床・質点 b・台 B のいずれにも接触することはなかったという。

- 問1 質点 a が投げ出されてから点 P に到達するまでの時間を求めよ。  
 問2 台 A から点 P までの水平距離はいくらか。

質点 a を台 A の上から台 B の方向に初速度  $v/2$  で水平に投げ出したところ、質点 a は床で 1 回弾んだ後に、台 B の上にある質点 b と水平に衝突した。その後、質点 b は点 P に到達した。質点 b が点 P に到達するまで、床には接触しなかったという。

- 問3 台 B の高さはいくらか。  
 問4 衝突直後の質点 a、b の速度はそれぞれいくらか。  
 問5 質点 a が投げ出されてから、質点 b が点 P に到達するまでの時間を求めよ。  
 問6 台 A から台 B までの水平距離はいくらか。  
 問7 問1 と問5 で得られた時間の比が 2.5 であったときの  $e$  と  $M/m$  の値を数値で答えよ。

## 物 理 (その2)

第2問 鉛直上向きの一様な磁場(磁束密度  $B$ )の中に、単位長さあたりの電気抵抗が  $\rho$  の導線を折り曲げて、図1の ABCDEF のような形状を作り、面 BCDE が水平になるように置いた。長さ  $2L$  の BC と DE は、間隔  $L$  で平行になっており、CD は両辺と垂直である。長さ  $3L$  の AB と EF は、間隔  $L$  で平行になっており、水平面から角度  $\theta$  だけ傾いている。導体棒(質量  $m$ 、単位長さあたりの電気抵抗  $\rho$ )は、導線 CBA と DEF の上を CD と常に平行なまま滑ることができる。導体棒と導線 CBA、DEF との接点をそれぞれ P、Q とする。導線と導体棒の間の摩擦・空気抵抗・回路のインダクタンスは無視できるものとして、以下の問に答えよ。ただし重力加速度を  $g$  とする。

DQ の距離が  $L$  になるように導体棒を置き、時刻 0 以降は導体棒が一定の速さ  $v$  ( $\neq 0$ ) で CD から遠ざかる方向へ滑るよう、水平かつ導体棒に垂直な外力を与える(図1)。

問1 導体棒を流れる電流の向きは、 $P \rightarrow Q$ ・ $Q \rightarrow P$  のどちらか?

問2 時刻  $t$  ( $< L/v$ ) で、外力の向きは導体棒を CD に近づける方向・CD から遠ざける方向のどちらか?

問3 時刻  $t$  ( $< L/v$ ) で、閉回路の電気抵抗を求めよ。

問4 時刻  $t$  ( $< L/v$ ) で、導体棒を流れる電流の大きさを求めよ。

問5 時刻  $t$  ( $< L/v$ ) で、導体棒に与える外力の大きさを求めよ。

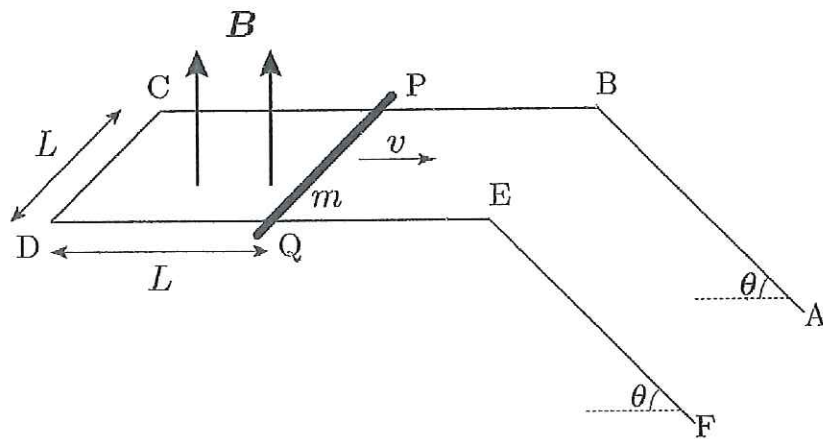


図1

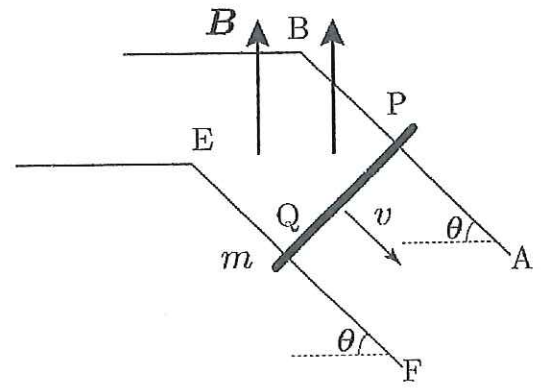


図2

時刻  $L/v$  以後は、導体棒が一定の速さ  $v$  で斜面に沿って滑り下るよう、斜面に平行かつ導体棒に垂直に外力を与える(図2)。導体棒は BE をなめらかに通過することができるとする。

問6 時刻  $t$  ( $> L/v$ ) で、導体棒を流れる電流の大きさを求めよ。

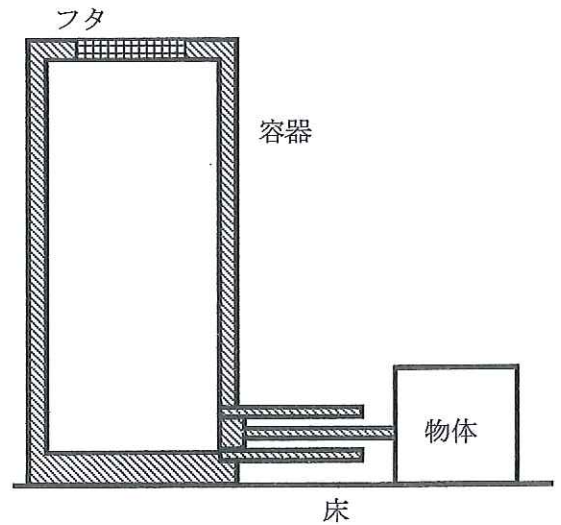
問7  $t = 2L/v$  のとき、導体棒に与える外力の大きさがゼロになった。 $B$ 、 $L$ 、 $\rho$ 、 $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  の中から必要な記号を用いて、 $v$  の値を表せ。

問8 時刻  $0 \sim 3L/v$  で、導体棒を流れる電流の大きさが変化する様子をグラフに描け。その際に、軸との交点などの特徴的な値も明記すること。



## 物 理 (その3)

**第3問** 大気圧  $P_0$  [Pa]の室内に図のような装置を用意する。内側の高さ  $H$  [m]、容積  $V$  [m<sup>3</sup>]の容器の下部に断面積  $A$  [m<sup>2</sup>]のピストンが付いていて、ピストンは外側に置かれた質量  $M$  [kg]の物体と軽くて丈夫な棒でつながっている。ピストンの棒につながった面は大気に接している。容器は床に固定されていて、ピストンは摩擦なくなめらかに動く。一方、物体と床との間には摩擦がある。物体と床との間の静止摩擦係数を  $\mu$ 、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>]とする。容器上部にはフタがあり、容器内の気体や水などを入れ換えることができる。このフタを閉めると完全に密閉することができる。また、容器の熱容量は無視でき、容器と外部との熱の出入りはなく、容器内の気体を加熱できるように作られている。水の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]とし、水の密度の温度変化は無視できるものとする。



**問1** 容器上部のフタを開け水を注入し容器の中を水で満たしたとき、物体がピストンから受ける力の大きさを求めよ。ただし、物体は動かなかったとする。

次に、容器から水を全て抜き、容器の中を圧力  $P_0$  [Pa]、温度  $T_0$  [K]の気体で満たした後、フタをしてから加熱する。ただし、この気体は理想気体とみなせるものとする。気体定数を  $R$  [J/(K·mol)]、気体の定積モル比熱を  $\frac{3}{2}R$  [J/(K·mol)]として、以下の問に答えよ。

**問2** 気体の温度が  $T_1$  [K]より高くなったときピストンが動いた。この  $T_1$  を  $P_0$ 、 $T_0$ 、 $M$ 、 $A$ 、 $g$ 、 $\mu$ を用いて表せ。

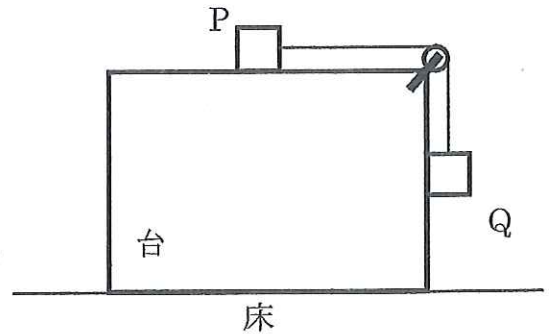
**問3** 気体の温度を  $T_1$  [K]にするために気体に加えた熱量  $Q$  [J]を  $M$ 、 $A$ 、 $V$ 、 $g$ 、 $\mu$ を用いて表せ。

次に、ピストンと物体をもとの位置に戻してから容器に深さ  $h$  [m] ( $h < H$ )まで熱湯 ( $T_0$  [K]より高温だが沸点より低い温度の水)を入れる。容器内の残りの部分は前問と同じ種類の気体で満たしてフタをする。ただし、熱湯の蒸発は無視でき、熱湯を入れた直後の気体の圧力を  $P_0$  [Pa]、温度を  $T_0$  [K]とする。

**問4** 気体の温度が上昇し、 $T_2$  [K]より高くなったときピストンが動いた。 $(T_1 - T_2)$ を求めよ。

## 物 理 (その4)

第4問 図のように、直方体で質量  $M$  の台を水平でなめらかな床の上に置く。質量  $m_P$  の物体  $P$  を台の上面に置き軽くて丈夫なひもをつないで、そのひもを台の角に固定した軽い滑車に通し、ひもの他端に質量  $m_Q$  の物体  $Q$  をつける。そして台の側面に接するように物体  $Q$  をぶら下げる。ただし、物体  $P$  と滑車を結ぶひもは水平で、滑車と物体  $Q$  を結ぶひもは鉛直になっているものとする。重力加速度を  $g$  とする。



まず、台と床、台と物体  $P$  および台と物体  $Q$  との間に摩擦がない場合について考える。

問1 台を右向きにある大きさの力で押したところ、物体  $P$  と物体  $Q$  は台に対して滑らずに台と一体になって動いた。台と物体の床に対する加速度を  $m_P$ 、 $m_Q$ 、 $g$  を用いて表せ。

問2 問1の台を押す力の大きさを  $M$ 、 $m_P$ 、 $m_Q$ 、 $g$  を用いて表せ。

次に、台の側面と物体  $Q$  との間だけに摩擦（静止摩擦係数  $\mu$ ）がある場合を考える。

問3 台を問2で求めた力で右向きに押すとき、台と物体  $Q$  との間にはたらく摩擦力の大きさはいくらになるか。

問4 台を押す右向きの力を次第に大きくしていくと、力の大きさが  $F_0$  を超えた直後に物体  $Q$  が上がり始めた。  $F_0$  を  $M$ 、 $m_P$ 、 $m_Q$ 、 $g$ 、 $\mu$  を用いて表せ。

問5 台と物体  $P$ 、物体  $Q$  を一旦静止させる。物体  $Q$  の質量を  $k$  倍にしてから、台を右向きにある大きさの力で押したところ物体  $P$  と物体  $Q$  は台に対して滑らなかった。その後、この右向きの力をどんなに大きくしても物体  $Q$  が上がらないためには  $k$  がいくら以上である必要があるか。  $M$ 、 $m_P$ 、 $m_Q$ 、 $\mu$  の中から必要な記号を用いて答えよ。

藤田保健衛生大学  
医学部 一般

物 理 解 答 用 紙

第1問	問 1		問 2		問 3	
	問 4	質点 a の速度		質点 b の速度	問 5	
	問 6		問 7	$e =$	$\frac{M}{m} =$	
第2問	問 1		問 2		問 3	
	問 4		問 5		問 8	<div style="text-align: center;"> <p>電流 ↑</p> <p style="text-align: right;">時刻 →</p> </div>
	問 6		問 7			
第3問	問 1		問 2		問 3	
					問 4	
第4問	問 1		問 2		問 3	
	問 4	$F_0 =$			問 5	$k \cong$