

(一般後期)

# 平成29年度入学試験問題

(2科目選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

## 注 意 事 項

1. 解答は必ず別に配布する解答用紙に記入すること。
2. 物理, 化学, 生物の中から2科目のみ解答すること。

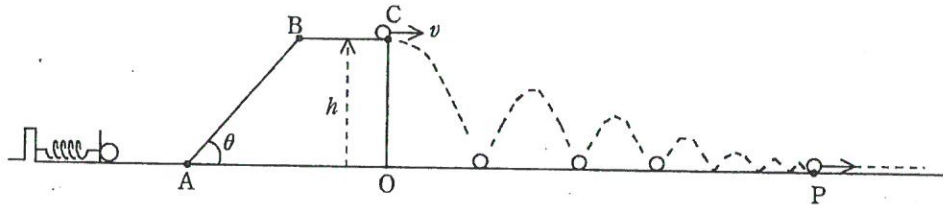
物 理 (一般問題用紙1)

問題 I

図のように、床に立てた壁に固定されたバネ定数  $k$  [N/m] のバネに、質量  $m$  [kg] のボールを接触させ、ボールを押してバネを縮め静かに離れたところ、ボールは床に固定された高さ  $h$  [m] の摩擦のある斜面 AB (床との傾角  $\theta$ ) をのぼり、水平面 BC を経て、速さ  $v$  [m/s] で点 C より水平投射された。

その後、床との衝突を繰り返し、最後に床面に沿ってすべり始めた。斜面とボールとの動摩擦係数を  $\mu$ 、ボールと床との反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ )、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、床と水平面 BC はなめらかで、床と斜面および水平面 BC はなめらかに接続されているものとし、ボールの大きさや回転および空気抵抗等は無視するものとする。

ボールの動きについて、次の各問に答えよ。



- (1) 速さ  $v$  [m/s] で水平投射させるためにはバネをどれだけ縮めればよいか。
- (2)  $n$  回目の衝突直後の鉛直方向の速さを求めよ。
- (3)  $n$  回目の衝突後の最高点の高さを求めよ。
- (4) 水平投射してから、すべり始める点 (P 点) に達するまでの時間を求めよ。
- (5) OP 間の距離を測定すると、 $l$  [m] であった。このときの反発係数  $e$  の値を  $k, l, h, g, v, \theta$  の中から適当な文字を用いて表せ。
- (6) ボールがバネを離れてから P 点に達するまでに失われたエネルギーを求めよ。

## 物 理 (一般問題用紙 2)

### 問題 II

真空中に直角座標がとられており、一様な電場がある。 $x$  軸上に原点  $O$  から  $a$  [m] の点  $A$ 、 $y$  軸上に原点  $O$  から  $b$  [m] の点  $B$ 、 $z$  軸上に原点  $O$  から  $a$  [m] の点  $C$  があり、原点  $O$  から線分  $AB$ 、 $BC$ 、 $CA$  におろした垂線との交点を、それぞれ点  $D$ 、点  $E$ 、点  $F$  とする。いま、点  $B$  から点  $C$  まで点電荷を動かす場合および原点  $O$  から点  $A$  まで動かす場合ともに、その仕事が  $0$  であった。また、 $q$  [C] ( $q > 0$ ) の電荷を、原点  $O$  から点  $B$  まで運ぶのに要する仕事は  $W$  [J] ( $W > 0$ ) であった。各問に答えよ。

- (1) 点  $C$  に対する原点  $O$  の電位を求めよ。
- (2)  $q$  [C] ( $q > 0$ ) 点電荷を点  $A$  から点  $B$  を通り点  $C$  まで運ぶのに要する仕事を求めよ。
- (3) 一様な電場の強さを求めよ。
- (4) 質量  $m$  [kg]、 $-q$  [C] ( $q > 0$ ) の点電荷を原点  $O$  に静かに置いた。この点電荷が  $t$  [s] 後にもつ運動エネルギーを求めよ。

この一様な電場空間に、さらに  $\vec{OE}$  の向きに磁束密度  $B$  [Wb/m<sup>2</sup>] の一様な磁場をかけ、(4) で用いた点電荷 (質量  $m$  [kg]、 $-q$  [C] ( $q > 0$ )) を、原点  $O$  から  $\vec{BC}$  の向きに速さ  $v$  [m/s] で打ち出した。

- (5) その後、点電荷の動きは、 $x$  軸方向についてはどのような領域で運動するか。その範囲の上限、下限を示せ。
- (6) 点電荷が点  $E$  を通過するための  $B$  の満たすべき条件を、正整数  $n$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) を用いて示せ。

物 理 (一般問題用紙3)

問題Ⅲ

一定の振動数  $f$  の音を出しながら、半径  $r$  の円周上を速さ  $v$  で反時計回りに等速円運動する音源  $S$  がある。円の中心  $O$  より距離  $d$  だけ離れた点  $Q$  で、静止している観測者  $O$  が  $S$  からの音を聞くと、次の各問に答えよ。ただし、音速を  $V$  とし、 $v$  は  $V$  に比べて十分小さいとする。

- (1) 図の  $\angle OQP = \theta$  である点  $P$  を通過するときに出た音について、観測される振動数を  $f, V, v, d, r, \theta$  を用いて表せ。
- (2) 観測される振動数の最大値が  $f_1$ 、最小値が  $f_2$  であった ( $f_2 < f_1$ )。音源の振動数  $f$  および速さ  $v$  を  $V, f_1, f_2, d, r$  の中から適当な文字を用いて表せ。
- (3) 最小振動数を観測してから、次に最大振動数を観測されるまでの時間が、 $S$  の回転周期の  $\frac{7}{12}$  倍であった。このときの距離  $d$  は、半径  $r$  の何倍か。答えに根号  $\sqrt{\quad}$  が出てきたときには、そのままよい。
- (4) 距離  $d$  が、半径  $r$  に比べて十分大きいとき (図において円の右、十分遠方から音を聞くと) 観測される振動数を時間  $t$  の関数で表せ。ただし、音源  $S$  が  $Q$  に一番近い点を通過するときを時刻  $0$  とし、 $S$  を出た音が、観測者  $O$  に達するまでの時間は、 $S$  の位置に関係なく一律に  $t_0$  とし、 $t \geq t_0$  の範囲で答えよ。

