

(一般前期)

# 平成 22 年度 入学 試験 問題

(2 科目 選択)

理 科

(物理, 化学, 生物)

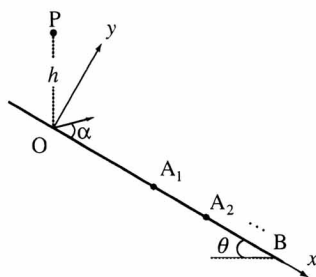
## 注 意 事 項

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 ( 問題用紙 1 )

解答に必要な計算および答えは解答用紙の指定されたところに書け。

- I 傾き角  $\theta$  の長い滑らかな斜面がある。いま、小球を点 P から静かに  $h$  だけ落下させ、点 O で斜面と衝突し斜面となす角度  $\alpha$  ではね返された。小球は再び斜面上の点  $A_1$  で衝突し、以後、点  $A_2$ 、 $\dots$  で次々と衝突をくり返した。やがて小球ははね返らなくなり、点 B 以後は斜面に沿って滑り下るようになった。小球と斜面との反発係数 ( または、はねかえり係数 ) を  $e (< 1)$  とし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。次の問いに答えよ。



- (1) 小球が点 O に達したときの速さ  $v_0$  を  $g$ 、 $h$  を用いて表せ。

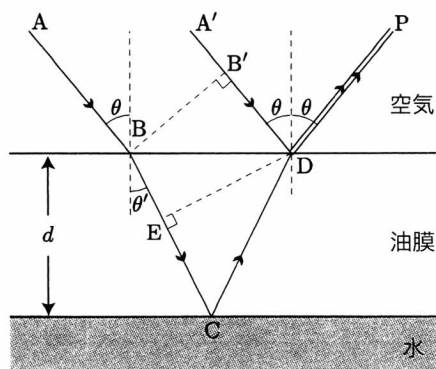
点 O を原点として、斜面にそって下向きに  $x$  軸、斜面に垂直で上方に  $y$  軸をとる。

- (2) 点 O での衝突直後の速度の  $x$  成分  $v_x$ 、 $y$  成分  $v_y$ 、および  $\tan \alpha$  を  $v_0$ 、 $e$ 、 $\theta$  の中から必要な記号を用いてそれぞれ表せ。
- (3) 点 O での衝突直後の小球の加速度の  $x$  成分  $a_x$  と  $y$  成分  $a_y$  を  $g$ 、 $\theta$  を用いてそれぞれ表せ。
- (4)  $OA_1$  間を飛ぶ時間  $t_1$  と距離  $OA_1$  を  $v_0$ 、 $g$ 、 $e$ 、 $\theta$  の中から必要な記号を用いてそれぞれ表せ。
- (5)  $A_1A_2$  間を飛ぶ時間  $t_2$  は  $OA_1$  間を飛ぶ時間  $t_1$  の何倍か。
- (6) 点 B に到達するまでの時間  $T$  を  $v_0$ 、 $g$ 、 $e$  を用いて表せ。
- (7)  $OB$  間の距離を  $v_0$ 、 $g$ 、 $e$ 、 $\theta$  を用いて表せ。

# 物 理 (問題用紙 2)

解答に必要な計算および答えは解答用紙の指定されたところに書け。

- II 図のように、屈折率  $n'$  の水面上に厚さ  $d$ 、屈折率  $n$  ( $n > n' > 1$ ) の薄い油膜を張り、波長  $\lambda$  の単色光を屈折率 1 の空気中から油膜に入射角  $\theta$  で入射させた。入射光の一部分は B 点で屈折角  $\theta'$  で屈折し、油膜の底 C 点で反射して D 点から出て、P 点の方向に進んだ。光速を  $c$  として次の問いに答えよ。



- (1)  $n$  を  $\theta$  と  $\theta'$  で表せ。
- (2) 油膜中での単色光の振動数  $f'$ 、波長  $\lambda'$ 、光速  $c'$  を  $n$ 、 $\lambda$ 、 $c$  で表せ。
- (3) 図中において、 $B'$  は  $B$  から  $\overline{A'D}$  に引いた垂線との交点である。 $B'$  と  $B$  の位相の差はいくらか。
- (4)  $A'B'$  から入射した光が  $D$  点で反射するとき、反射光の位相はどれだけずれるか。また、 $C$  点で反射した反射光の位相はどれだけずれるか。
- (5)  $D$  点で油膜を通過してきた光と反射した光が干渉して、 $P$  点の方向から見ると明るく見えた。明るくなる条件式を  $n$ 、 $\lambda$ 、 $d$ 、 $\theta$ 、 $m$  で表せ。ただし、 $m = 0, 1, 2, 3, \dots$  を用いてよい。
- (6) 単色光の代わりに白色光を真上 ( $\theta = 0$ ) から厚さ  $d = 2.0 \times 10^{-7}$  m、屈折率  $n = 1.5$  の油膜に入射させたところ、色付いて見えた。この色の波長はいくらか。  
白色光の波長の範囲は  $3.8 \times 10^{-7}$  m から  $7.7 \times 10^{-7}$  m で、この波長の範囲では屈折率はほとんど変化せず一定と見なせる。

# 物 理 (問題用紙 3)

解答に必要な計算および答えは解答用紙の指定されたところに書け。

III コンデンサー A、B、C、抵抗  $R_1$  ( $R_1[\Omega]$ )、 $R_2$  ( $R_2[\Omega]$ )、電池  $E$  ( $V[V]$ ) およびスイッチ  $S$  からなる図 1 の回路がある。コンデンサー A、B、C の極板は、一辺の長さが  $l$  [m] の正方形である。各コンデンサーの極板間の距離  $d_A$  [m]、 $d_B$  [m]、 $d_C$  [m] は  $d_A = 2d_B = 3d_C$  である。また、極板内は真空である。最初、スイッチ  $S$  は開いており、コンデンサーには電荷が蓄えられていなかった。真空の誘電率を  $\varepsilon_0$  として、解答には単位を付けて次の問いに答えよ。

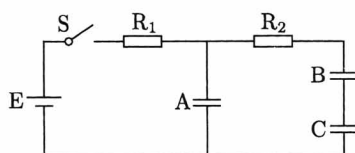


図 1

- (1) スイッチ  $S$  を閉じた直後、抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  にそれぞれ流れる電流  $I_1$ 、 $I_2$  はいくらか。
- (2) コンデンサー A の電気容量  $C_A$  を  $\varepsilon_0$ 、 $l$ 、 $d_A$  を用いて表せ。
- (3) スイッチ  $S$  を閉じて充分時間が経過した後、抵抗を流れる電流はゼロとなった。そのとき、それぞれのコンデンサー A、B、C に蓄えられた電気量  $Q_A$ 、 $Q_B$ 、 $Q_C$  を  $C_A$ 、 $V$  を用いて表せ。
- (4) 問 (3) でコンデンサー A、B、C が持つ静電エネルギー  $U$  を  $C_A$ 、 $V$  を用いて表せ。
- (5) この充電過程で電池がした仕事  $W$  を  $C_A$ 、 $V$  を用いて表せ。

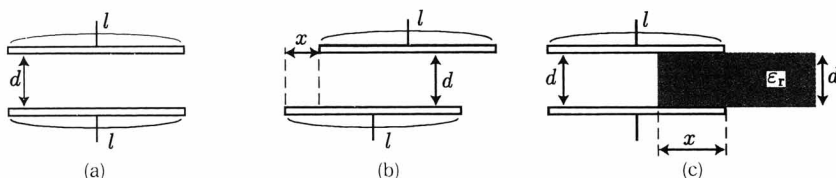


図 2

コンデンサーの容量を変化させる方法として、図 2 に示すように極板間の距離を変化させる方法以外に、極板をずらしたり、また、極板間に誘電体を挿入する方法がある。

- (6) 図 2 (b) のように極板間距離 ( $d$  [m]) を一定のまま、極板の一辺に平行な方向に片側の極板を  $x$  [m] だけずらした時の電気容量を  $C'$  とする。図 2(a) の極板をずらす前の状態、すなわち、二つの極板が完全に重なっている時の電気容量を  $C$  とする。 $C'$  を  $C$ 、 $x$ 、 $l$  を用いて表せ。ただし、電場は二つの極板の重なった部分にのみ一様に生じているとする。
- (7) 図 2 (c) のように、比誘電率が  $\varepsilon_r$  で厚さ  $d$  の誘電体が  $x$  [m] だけ極板間に挿入された場合の電気容量を  $C''$  とする。誘電体挿入前の図 2 (a) の電気容量を  $C$  とする。 $C''$  を  $C$ 、 $x$ 、 $l$ 、 $\varepsilon_r$  を用いて表せ。