

平成 28 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(物 理)

教育学部(学校教育教員養成課程)

理 学 部(理学科・応用理学科)

医 学 部(医学科)

問題冊子 問題…… 1 ～ 3 ページ…… 1 ～ 4

解答用紙…… 7 枚(白紙を除く。)

下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

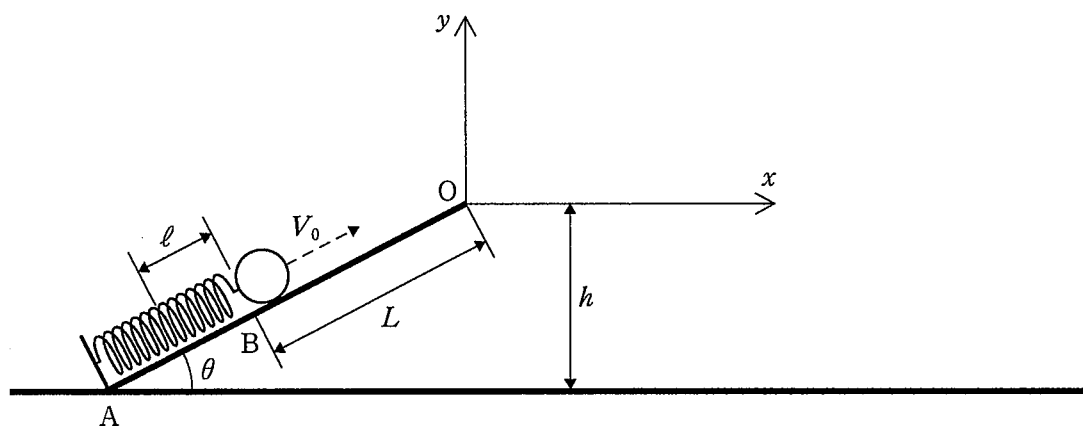
理 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示のとおり。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。  
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

- 1 図のように、水平面に対して角度  $\theta$  [rad] に傾けて設置された斜面がある。斜面の下端 A には、ばね定数  $k$  [N/m] のばねが固定されている。ばねを自然の長さから手で  $\ell$  [m] 縮め、ばねの上端に質量  $M$  [kg] の小球を置いた。その後静かに手を放し、小球を斜面の上端 O から飛ばす。ばねが自然の長さに達したとき、小球はばねから離れるものとし、その瞬間の小球の位置を B、小球の速さを  $V_0$  [m/s] とする。OB 間の距離は  $L$  [m] であり、点 O の水平面からの高さは  $h$  [m] である。また、AB 間は滑らかな面である。重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、ばねの質量と小球にかかる空気抵抗はそれぞれ無視できるものとする。点 O から水平方向に  $x$  軸、鉛直方向に  $y$  軸をとり、それぞれ右方向、上方向を正とする。このとき、以下の問いに計算過程も含めて答えよ。問 2～問 4 の答えは  $V_0$  を用いて表してもよい。(70 点)



- 問 1. 小球がばねから離れる瞬間の速さ  $V_0$  を求めよ。
- 問 2. 滑らかな斜面を小球が滑って移動するとき、小球が点 O を離れる瞬間の速度の  $x$ ,  $y$  成分  $v_x$  [m/s],  $v_y$  [m/s] を求めよ。
- 問 3. OB 間で斜面と小球との間に動摩擦係数  $\mu'$  の摩擦が作用するとき、小球が点 O を離れる瞬間の速度の  $x$ ,  $y$  成分  $v_x'$  [m/s],  $v_y'$  [m/s] を求めよ。
- 問 4. 問 2 の場合、小球が点 O を離れてから着地するまでの水平方向の移動距離  $X$  [m] を求めよ。
- 問 5. 問 2 の場合、小球が最高点に達したときの水平面からの高さを  $3h$  [m] にするためには、ばねを縮める長さ  $\ell$  をどれだけにすればよいか求めよ。
- 問 6. 問 2 と問 3 の場合で小球がそれぞれ最高点に達したときの高さの差  $\Delta Y$  [m] はどれだけか求めよ。

- 2 光の伝わり方について、以下の各問いに計算過程を含めて答えよ。ただし、真空中での光の速さを  $c$  とする。(65 点)

問 1. 屈折率が  $n$  の媒質中を、光が進んでいる。この光が、距離  $\ell$  だけ進むのにかかる時間を  $t$  とする。 $t$  を  $c$ ,  $n$ ,  $\ell$  を用いて表せ。

問 2. 図 1 のように、それぞれ屈折率が  $n_1$ ,  $n_2$  ( $n_1 > n_2$ ) である媒質 1 と 2 が、境界面で接している。図中の破線は、境界面に対する法線を表している。媒質 1 の中を光①と②が平行に進んでおり、それぞれ境界面内の点 A, B へ入射角  $\theta_1$  で入射した。それぞれの光は屈折角  $\theta_2$  で屈折して、媒質 2 中を進んだ。媒質 1 中において、光線①上のある点  $C_1$  から光線②へ下ろした垂線の足を  $C_2$  とし、 $\overline{C_1C_2} = d_1$  とおく。また媒質 2 中において、光線①上のある点  $D_1$  から光線②へ下ろした垂線の足を  $D_2$  とし、 $\overline{D_1D_2} = d_2$  とおく。光①と②の  $C_1$  と  $C_2$  における位相が等しいとき、 $D_1$  と  $D_2$  の位相が等しいことを説明せよ。

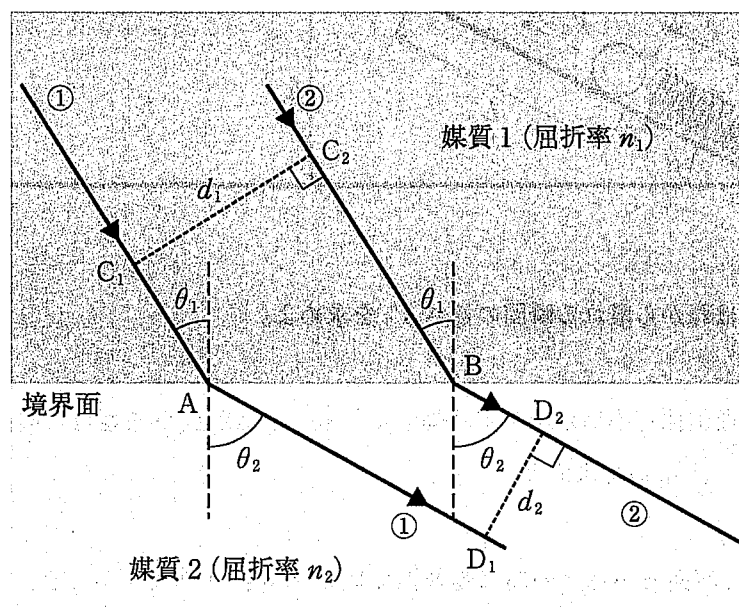


図 1

問 3. 図 1 における  $\cos \theta_2$  を、 $n_1$ ,  $n_2$ ,  $d_1$ ,  $d_2$  を用いて表せ。

- 問 4. 図 2 のように、屈折率が  $n_1$  である媒質 1 と  $n_2$  である媒質 2 が組み合わせられた構造がある。下の境界面は水平、上の境界面は水平な軸に対して、 $\phi_0$  の角度だけ傾いている。図中の破線は、境界面に対する法線を表している。媒質 1 中において光が水平に入射したところ、境界面で何回か全反射を繰り返しながら媒質 1 中を進み、やがて全反射しなくなった。1 回目の入射角  $\phi_1$ 、2 回目の入射角  $\phi_2$  を  $\phi_0$  を用いて表せ。また、一般に  $k$  回目の入射角  $\phi_k$  を  $\phi_0$  を用いて表せ。

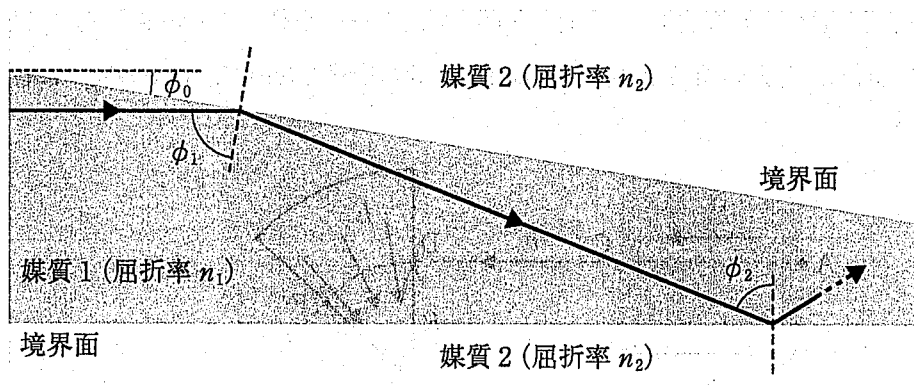
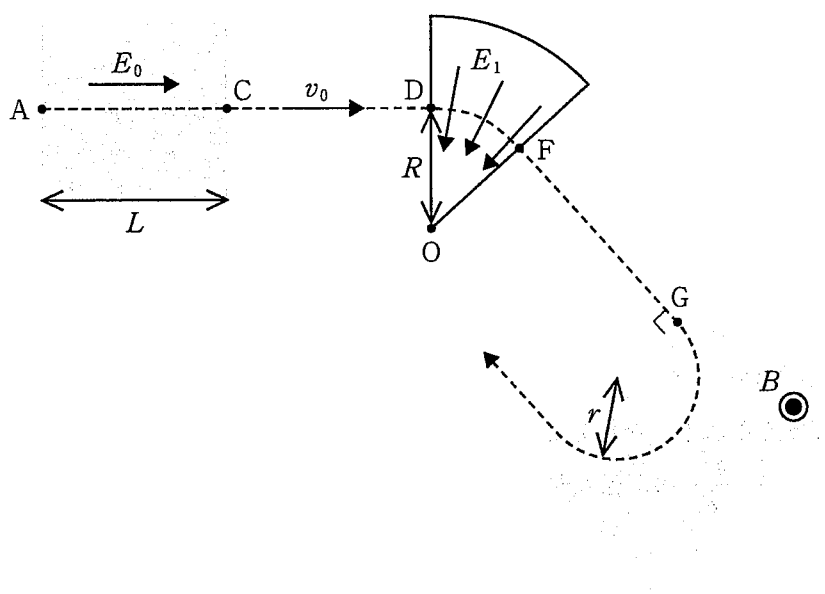


図 2

- 問 5. 図 2 において、 $\phi_0 = 2^\circ = \frac{\pi}{90} \text{ rad}$ ,  $n_2 = 0.990n_1$  とする。このとき、何回目の入射で全反射しなくなるか。その回数を求めよ。ここで  $\pi = 3.14$  とし、また  $k\phi_0 [\text{rad}]$  について、 $\cos k\phi_0 \cong 1 - \frac{(k\phi_0)^2}{2}$  の関係式が成り立つものとする。

- 3 電場(電界), 磁場(磁界)の中で, 正の電荷  $q[\text{C}]$ , 質量  $m[\text{kg}]$  をもつイオンが平面運動を行う。図は, その運動の様子を, 電場, 磁場とともに示している。まず, 強さ  $E_0[\text{V/m}]$  で右向きにかかった一様な電場のもとで, イオンが初速ゼロで点 A から点 C まで移動し, 点 C において速さが  $v_0[\text{m/s}]$  となった。その後, イオンは等速のまま直進し, 点 D に達した。すると, 点 O を中心とする扇形の領域の各所にかかった強さ  $E_1[\text{V/m}]$  (一定) で点 O を向いた電場により, イオンは点 O を中心とする半径  $R[\text{m}]$  の円弧を描き, 点 F に達した。その後, イオンは等速のまま直進し, 点 G に達した。するとイオンは, 磁束密度  $B[\text{T}]$  の一様な磁場が平面に垂直上向きにかかった領域に垂直に入射し, 半径  $r[\text{m}]$  の半円を描いた後, その領域を飛び出した。AC 間の距離を  $L[\text{m}]$ , 重力の効果は無視できるとし, 計算過程を含めて, 以下の問いに答えよ。(65 点)



問 1.  $v_0$ , および AC 間の電位差  $V[\text{V}]$  を,  $E_0$ ,  $L$ ,  $q$ ,  $m$  を用いて表せ。

問 2.  $E_1$  を,  $v_0$ ,  $R$ ,  $q$ ,  $m$  を用いて表せ。

問 3. 比電荷  $q/m$  を,  $v_0$ ,  $r$ ,  $B$  を用いて表せ。

問 4.  $L = R = r$  のとき,  $E_0 : E_1 : v_0 B$  を最も簡単な整数比で表せ。