

令和4年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

●総合選抜

理系Ⅰ, 理系Ⅱ, 理系Ⅲ

●学類・専門学群選抜

人間学群 (教育学類, 心理学類, 障害科学類) ※1科目選択で60分

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)

※生物資源学類, 地球学類で地理歴史を選択する者は,
地理歴史と理科1科目を合わせて120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類,
工学システム学類)

情報学群 (情報科学類)

医学群 (医学類, 医療科学類)

(看護学類) ※1科目選択で60分

目 次

物	理	1
化	学	10
生	物	23
地	学	39

注 意

1. 問題冊子は1ページから45ページまでである。
2. 受験者は下表を確認し, 志望する学類の出題科目を解答すること。

【出題科目】

選 抜 区 分・学 類	出 題 科 目				備 考	
	物理	化学	生物	地学		
総合選抜	理系Ⅰ					
学類・専門学群選抜	数学類 物理学類 応用理工学類 工学システム学類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中から1科目を選択解答
学類・専門学群選抜	化学類	○	◎	○	○	◎印の化学は必須, ○印の中から1科目を選択解答
学類・専門学群選抜	生物資源学類 地球学類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○印の中から1科目選択
総合選抜	理系Ⅱ 理系Ⅲ	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
学類・専門学群選抜	生物学類 情報科学類					
学類・専門学群選抜	医学類 医療科学類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
学類・専門学群選抜	教育学類 心理学類 障害科学類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
学類・専門学群選抜	看護学類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答

物 理

I 図1のように、質量 M の台車が水平な床の上に静止している。この台車の上面は水平で、右端にはばね定数 k のばねが取り付けられ、左端には動摩擦係数 μ のあらい面(摩擦面)がある。また、質量 m の物体が台車の上面と接するように天井から長さ h のひもでつるされている。ここで、物体の大きさとひもおよびばねの質量は無視できる。

台車上面の、物体が接している場所を点 A、自然長のばねの左端を点 B、摩擦面の右端を点 C とし、点 A と点 B、点 A と点 C は十分に離れている。点 A、B、C は同一直線上にあり、物体と台車の運動、およびばねの伸縮はこの直線を含む鉛直面内で起こるとする。摩擦面以外の台車上面と物体の間の摩擦、および台車と床の間の摩擦は無視できる。重力加速度を g とし、床に固定した水平方向右向きを正とする座標を考えて、以下の問いに答えよ。ただし、空気抵抗は考えないとする。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。

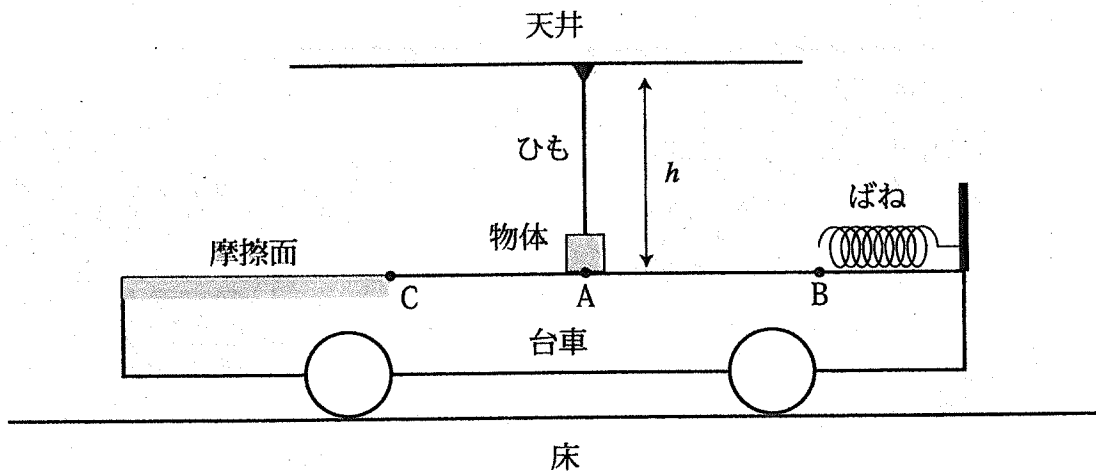


図1

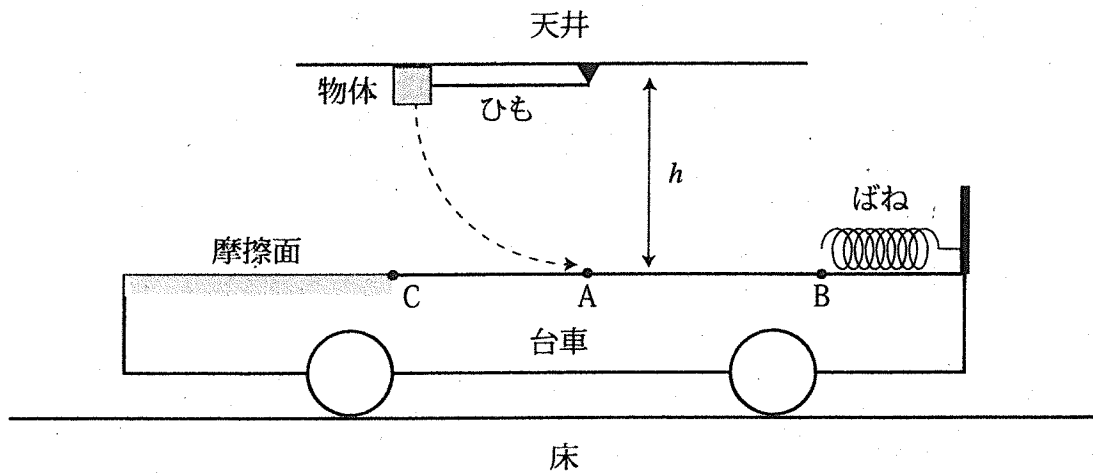


図 2

図 2 のように、物体をひもがたるまないように高さ h まで持ち上げ、静かに手を離した。

問 1 物体が点 A に到達する直前の速度 v_0 を、 m 、 M 、 k 、 h 、 μ 、 g のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 物体が点 A に到達する直前のひもの張力の大きさ S を、 m 、 M 、 k 、 h 、 μ 、 g のうち必要なものを用いて表せ。

物体が点 A に到達した瞬間にひもを切ると、物体は台車の上面を移動して、ばねに接触した。ひもを切った後はひもは物体の運動に影響を与えないとする。

問 3 ばねが最も縮んだ瞬間の台車の速度 V_1 を、 m, M, k, h, μ, g のうち必要なものを用いて表せ。

問 4 ばねが最も縮んだ瞬間のばねの自然長からの縮み X を、 m, M, k, h, μ, g のうち必要なものを用いて表せ。

問 5 問 4 の状態の後、物体はばねと接触したまま点 B に到達し、点 B でばねから離れた。この直後の物体の床に対する速度 v_2 を、 m, M, k, h, μ, g のうち必要なものを用いて表せ。

物体は点 C で摩擦面に達したのち、摩擦面上で静止した。

問 6 物体が摩擦面上を動いた距離 L を、 m, M, k, h, μ, g のうち必要なものを用いて表せ。

II 図1に示すように、水平面上に直交した x, y 軸をとり、原点を O とする。正電荷 Q の2つの点電荷をそれぞれ点 $A(a, 0)$, 点 $B(-a, 0)$ に固定する ($a > 0$)。以下の問いに答えよ。ただし、クーロンの法則の比例定数を k , 無限遠における電位を 0 とする。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入し、問3以外は考え方や計算の要点も記入すること。

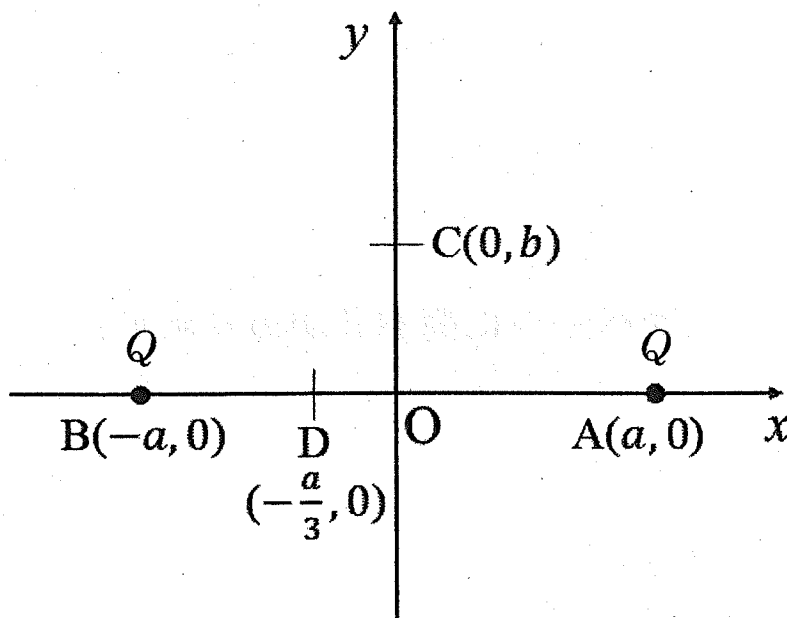


図1

問1 点 $C(0, b)$ における電場の大きさを a, b, Q, k のうち必要なものを用いて表せ。また、この電場の向きを答えよ。ただし、 $b > 0$ とする。

問2 点 A と点 B の点電荷による、 x 軸上の電位 $V(x)$ を、 $|x| < a, |x| > a$ の場合に分けて x, a, Q, k を用いて表せ。また、 $V(x)$ のグラフの概略を描け。グラフには、原点 O における電位 $V(0)$ の値を記入せよ。

次に、図1の水平面内に質量 m , 正電荷 q を持つ質点 P を加える。ただし、質点 P には静電気力のみはたらくものとする。

問3 問1の点 C に質点 P を置いた。質点 P が受ける静電気力の大きさを m, a, b, q, Q, k のうち必要なものを用いて表せ。また、この静電気力の向きを答えよ。

問 4 $b = \frac{3a}{4}$ とする。外力を加えて質点 P を点 $C(0, \frac{3a}{4})$ から点 $D(-\frac{a}{3}, 0)$ まで静かにゆっくり運んだ。このときの外力が質点 P にした仕事を m, a, q, Q, k のうち必要なものを用いて表せ。

問 5 点 $D(-\frac{a}{3}, 0)$ にある質点 P を静かに放したところ、質点 P は x 軸上を動いた。質点 P の原点 O における速さを m, a, q, Q, k のうち必要なものを用いて表せ。

問 6 図 2 に示すように、点 $A(a, 0)$ にある正電荷 Q をもつ点電荷を、点 $E(\frac{2a}{3}, 0)$ に移動し、固定した。その後、点 $D(-\frac{a}{3}, 0)$ に質点 P を置き、静かに放したところ、質点 P は x 軸上を動いた。質点 P の速さが最大になる x 軸上の点の座標を求めよ。また、このときの速さを m, a, q, Q, k のうち必要なものを用いて表せ。

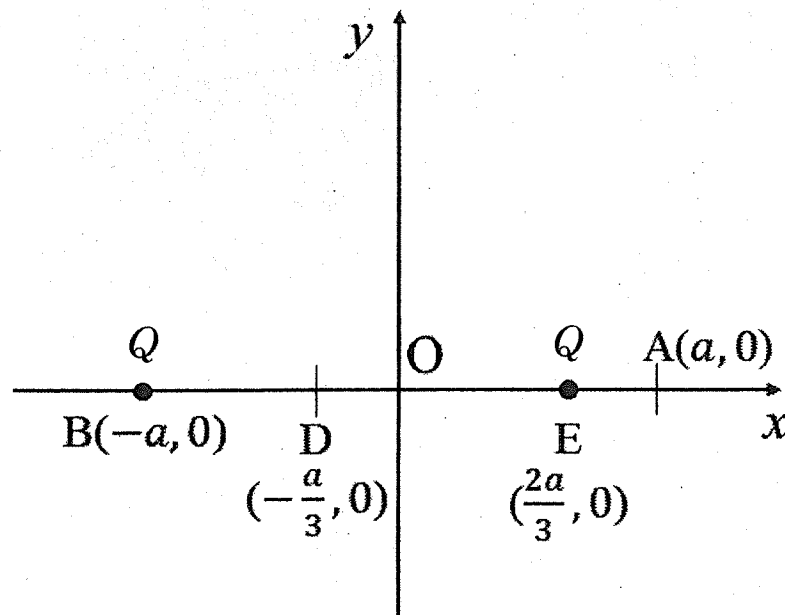


図 2

Ⅲ 頂点 A の角度が α である三角形 ABC を断面にもつプリズムが空気中に置かれている。図 1 に示すように、辺 AB よりプリズムに入射し、辺 AC に到達する単色光線の道筋を考える。辺 AB における入射角 i と屈折角 r を図 1 のように定義する。辺 AC での入射角を i' 、屈折角を r' とする。この単色光線に対する空気とプリズムの絶対屈折率(以下、屈折率とする)をそれぞれ n_0 、 n_1 (ただし $n_0 < n_1$) とする。また、辺 BC からの光線の反射は考えなくても良いものとする。以下の問いに答えよ。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入せよ。問 6 については考え方や計算の要点も記入せよ。

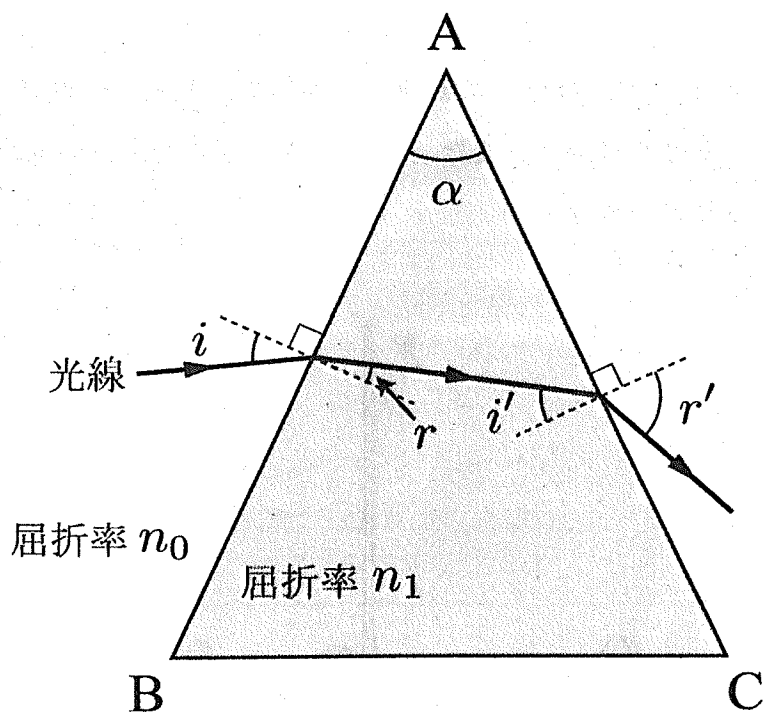
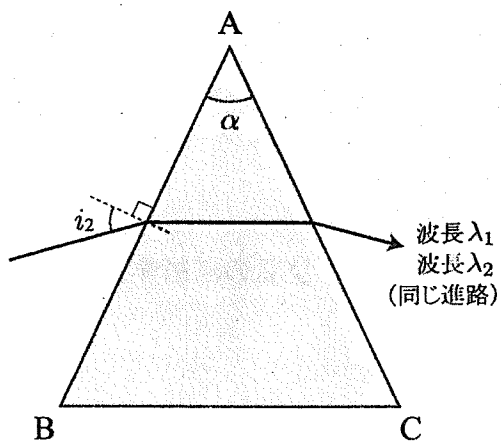
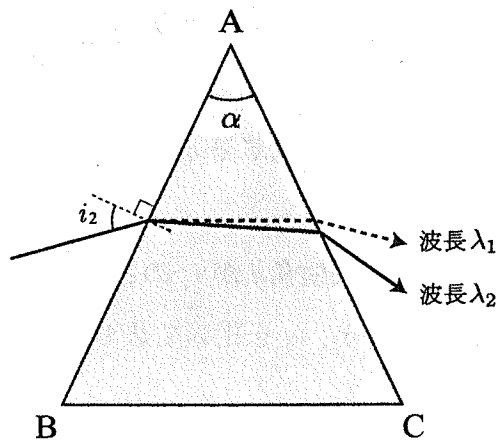


図 1

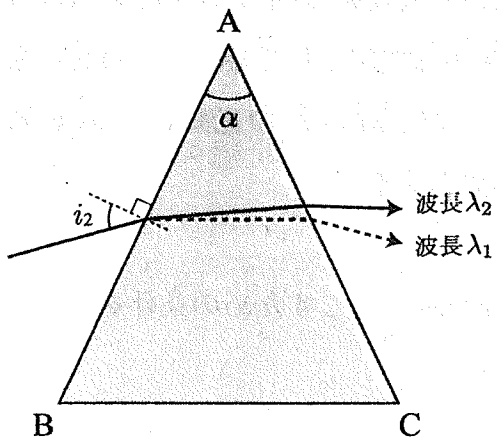
- 問 1 プリズムと空気の屈折率の比 n_1/n_0 を入射角 i , 屈折角 r を用いて表せ。
- 問 2 入射角 i' を r, α を用いて表せ。
- 問 3 入射角 i が i_1 のとき, $r' = i_1$ となった。プリズムと空気の屈折率の比 n_1/n_0 を i_1, α を用いて表せ。
- 問 4 波長 λ_1 と波長 λ_2 の 2 つの単色光線が, 辺 AB から入射角 i_2 で入射し, 全反射することなく辺 AC から空気中に出た。空気の屈折率は波長によらず一定で, プリズムの屈折率は, 波長 λ_1 の光よりも波長 λ_2 の光に対する値のほうが大きいとする。2 つの光線の道筋の概略を表した図として最もふさわしいものを次ページ図 2 の(a)~(e)から 1 つ選べ。ただし波長 λ_1 の光線の道筋を破線で, 波長 λ_2 の光線の道筋を実線で示すものとする。
- 問 5 図 1 において, 光線が辺 AC において全反射を起こすための条件を i', n_0, n_1 を用いた関係式で表せ。
- 問 6 入射角 i が 0 のとき, この光線は辺 AC において全反射した。入射角 i を頂点 B 側に徐々に増加させたところ, $i = i_3$ のとき全反射が起こらなくなった。 $n_0 = 1$ とするとき, $\sin i_3$ を α, n_1 を用いて表せ。



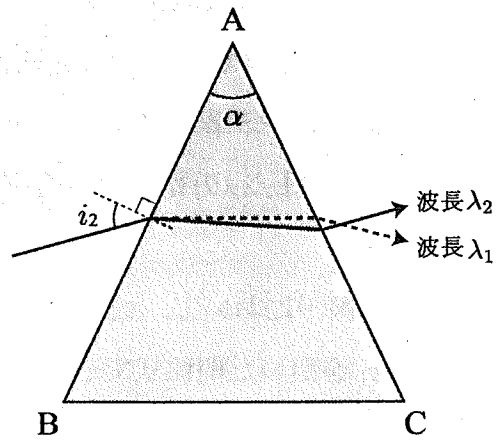
(a)



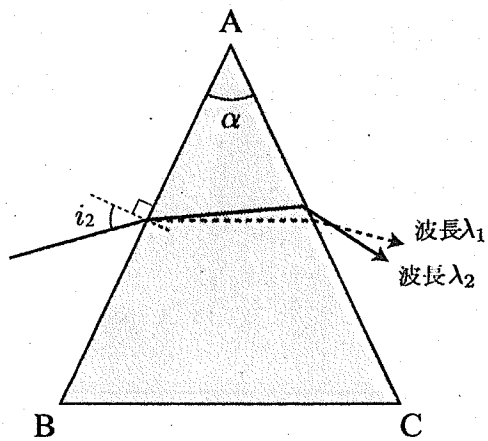
(b)



(c)



(d)



(e)

図 2