

令和 4 年 度
入学者選抜学力試験問題
前 期 日 程

理 科

注 意

1. 解答は，科目ごとに別冊の解答用紙の所定の解答欄に書くこと。
2. 各学部志望者は，以下のとおり選択し，解答用紙の表紙の選択別欄に○印を記入すること。
理学部志望者——理科 3 科目の中から 2 科目
生活環境学部及び工学部志望者——理科 3 科目の中から 1 科目
3. 選択した科目の解答用紙の表紙の※印欄に，本学受験番号・氏名を記入すること。
受験番号は，本学受験票の受験番号を記入すること。
※印欄以外の箇所には，受験番号・氏名を絶対に書かないこと。
4. 解答用紙の表紙の選択別欄に指定科目数をこえて○印をつけた場合は，すべての解答を無効とする。
5. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。
6. 問題冊子総ページ数——24
物 理——1 ～ 9 ページ 化 学——10～15 ページ
生 物——16～24 ページ
7. 解答用紙ページ数
物 理——9 ページ 化 学——6 ページ
生 物——3 ページ

物 理

I 物体の運動に関する以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

問 1 図 1 のように、斜面 A_1B_1 、壁 A_2O_2 、および水平面 O_2B_2 がある。点 A_1 および点 A_2 は水平面上の点 O_1 および点 O_2 の真上にあり、ともに高さが h である。点 B_1 および点 B_2 は水平面上にあり、点 O_1 および点 O_2 から、ともに距離 l の位置にある。さらに、壁 A_2O_2 と水平面 O_2B_2 はなめらかにつながっている。質量 m の小球が、点 A_1 から点 B_1 に至る経路 (経路 1) を運動する場合と、点 A_2 から点 O_2 を経由し、点 B_2 に至る経路 (経路 2) を運動する場合を考える。小球を点 A_1 と点 A_2 にそれぞれ置いて静かにはなすと、小球は初速 0 で動きはじめた。経路 2 においては、小球は点 A_2 から点 O_2 へは自由落下し、点 O_2 で速さを変えずに瞬間的に運動の向きを変え、その後、水平面上を運動した。ここで、小球と斜面および水平面の間には、摩擦は無いものとする。

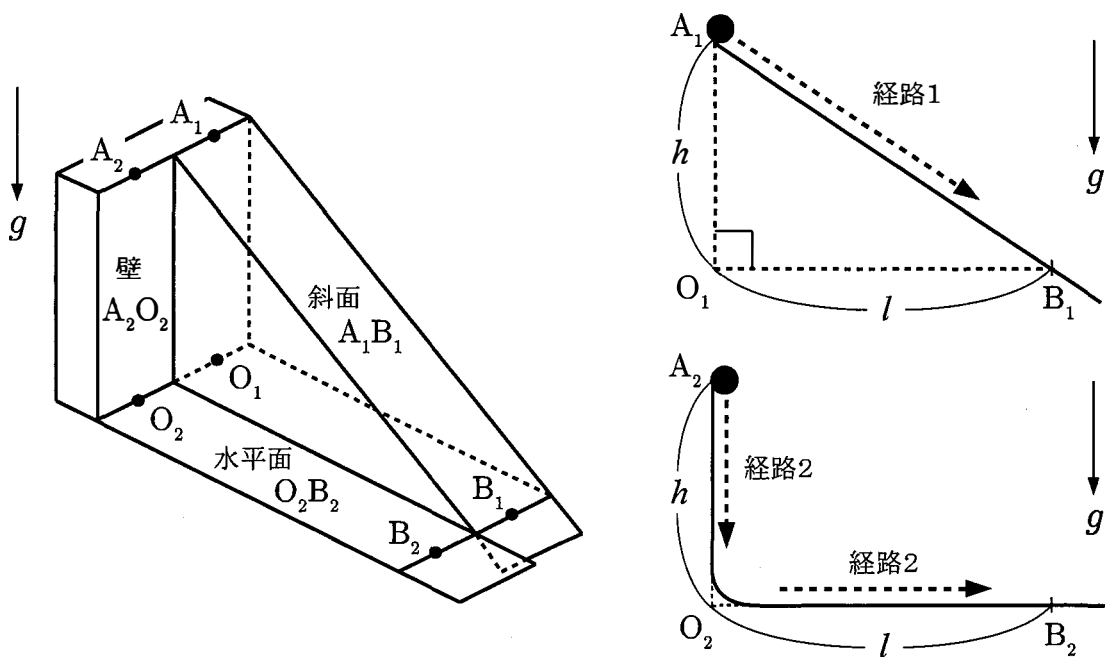


図 1

物 理

I のつづき

問 1 のつづき

- (1) 小球が経路 1 を運動する場合, 点 A_1 を動きはじめてから, 点 B_1 に達するまでにかかる時間 T_1 を求めよ。
- (2) 小球が経路 1 と経路 2 のそれぞれを運動する場合, 点 B_1 と点 B_2 での小球の速さを求めよ。
- (3) 小球が経路 2 を運動する場合, 点 A_2 を動きはじめてから, 点 B_2 に達するまでにかかる時間 T_2 を求めよ。
- (4) h を一定にして, l を大きくしていくと, $\frac{T_1}{T_2}$ は 2 に近づくことを説明せよ。

問 2 図 2 のように, 図 1 の斜面に摩擦がある場合を考える。点 A'_1 に質量 m の小物体を置いて静かにはなすと, 小物体は点 A'_1 から初速 0 で動きはじめ, 斜面上を運動し, 点 B'_1 に達した。ただし, 斜面と小物体の間の静止摩擦係数を μ , 動摩擦係数を μ' とする。

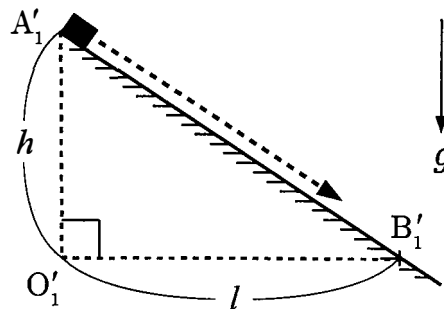


図 2

- (1) 小物体が動きはじめるために, 静止摩擦係数 μ が満たすべき条件を求めよ。また, 小物体が斜面上を動いているときの動摩擦力の大きさを求めよ。
- (2) 点 A'_1 から点 B'_1 に達するまでに, 小物体が受ける動摩擦力がした仕事を求めよ。
- (3) 点 B'_1 での小物体の速さを求めよ。

物 理

Ⅱ 電場 (電界) および磁場 (磁界) 中の真空中における荷電粒子の運動に関する以下の問いに答えよ。ただし、重力の影響と荷電粒子により発生する電場および磁場の影響は無視してよい。

問 1 図 1 のように、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が、 $x \geq 0$ の領域に、紙面に垂直に表から裏へ向かう向きにかけられている。電気量 q ($q > 0$)、質量 m の荷電粒子が運動エネルギー K をもって x 軸に沿って運動し、原点 O から一様な磁場中に入射した。

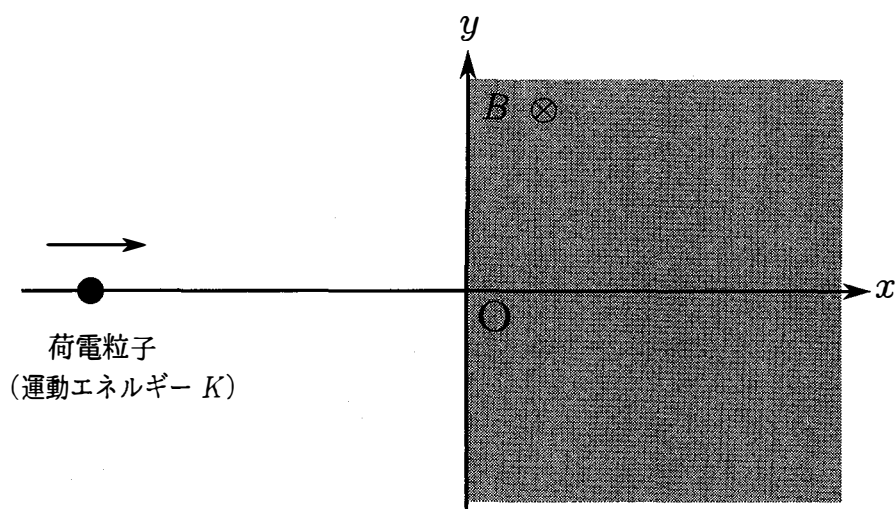


図 1

- (1) 原点 O から $x \geq 0$ の領域に入った直後に、この荷電粒子が受けるローレンツ力の大きさを答えよ。また、このとき荷電粒子が受けるローレンツ力の向きは、 y 軸の正の向きか負の向きかを答えよ。
- (2) この荷電粒子が $x \geq 0$ の領域内を運動し、その後、 y 軸上の点 $(0, y_1)$ を通過し、再び $x < 0$ の領域に戻った。 y_1 を求めよ。

物 理

Ⅱ のつづき

問 2 図 2 のように、 $-d \leq x < 0$ の領域にのみ、強さ E の一様な電場が x 軸の負の向きにかけられている。また、 $x \geq 0$ の領域には、問 1 と同様に、磁束密度の大きさ B の一様な磁場が、紙面に垂直に表から裏へ向かう向きにかけられている。電気量 q ($q > 0$)、質量 m の荷電粒子が運動エネルギー K をもって x 軸に沿って運動し、 $x = -d$ の点から一様な電場中に入射し、さらに原点 O から一様な磁場中に入射した。

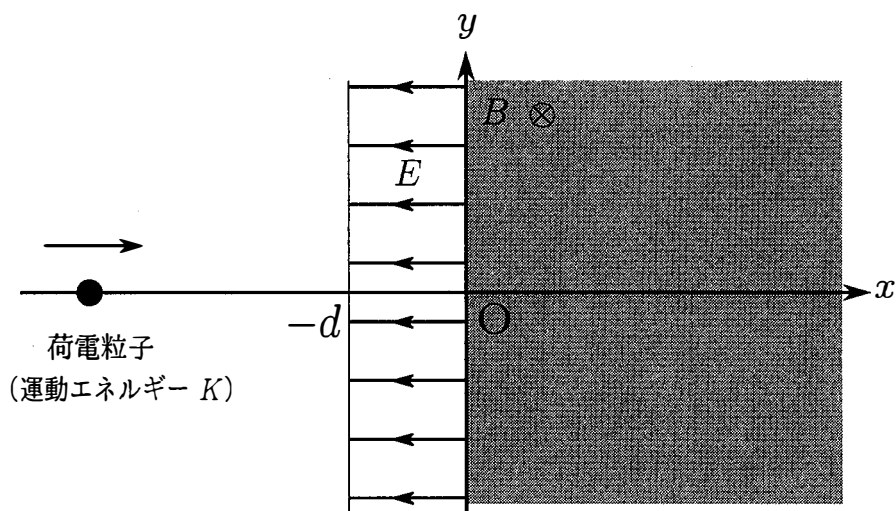


図 2

- (1) 入射した荷電粒子が、 $x \geq 0$ の領域に入った直後の速さを求めよ。
- (2) この荷電粒子が $x \geq 0$ の領域内を運動し、その後、 y 軸上の点 $(0, y_2)$ を通過し、再び $x < 0$ の領域に戻った。 y_2 を求めよ。

物 理

Ⅱ のつづき

問 3 電気量と質量が異なる 2 個の荷電粒子 a, b それぞれの運動を考える。荷電粒子 a の電気量を $q_a = e$ ($e > 0$), 質量を $m_a = M$ とし, 荷電粒子 b の電気量を $q_b = 2e$, 質量を $m_b = 4M$ とする。荷電粒子 a, b は等しい運動エネルギー K をもって運動をはじめた。

- (1) 2 個の荷電粒子 a と b それぞれが, 図 1 のように x 軸に沿って原点 O から一様な磁場中に入射した後, $x \geq 0$ の領域内を運動した。このとき, 2 個の粒子の軌跡は同じか異なるか, 理由を述べ, 解答欄の該当するものに丸印をつけて答えよ。
- (2) 2 個の荷電粒子 a と b それぞれが, 図 2 のように x 軸に沿って $x = -d$ の点から一様な電場中に入射し, さらに原点 O から一様な磁場中に入射した後, $x \geq 0$ の領域内を運動した。このとき, 2 個の粒子の軌跡は同じか異なるか, 理由を述べ, 解答欄の該当するものに丸印をつけて答えよ。

物 理

Ⅲ 光および音の性質に関する以下の問いに答えよ。

問 1 光や音は波の性質をもち、屈折・回折・散乱・干渉・反射などの現象を示す。次の文章中の空欄 ～ に入れる語として最も適当なものを、**屈折・回折・散乱・干渉・反射**のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し使用してもよい。また、使用しないものがあってもよい。

- ・ 晴れた空は青く、夕焼けは赤い。これは、波長が短い青色の光は、波長が長い赤色の光とくらべて、空気中の分子により されやすいためである。
- ・ 冬のよく晴れた夜に、遠くの音がよく聞こえることがある。これは、地表からの高さにより、空気の温度が異なることで音の速さが異なり、音が しながらか進むためである。
- ・ ヤングの実験とは、光源から出た単色光が2つのスリットを通過して して広がり、その後、 することでスクリーンに明暗の縞模様が現れることを示した実験である。
- ・ 人の姿は見えなくても、塀の向こう側の会話が聞こえることがある。このように音が障害物の背後にも届くのは、障害物の端の部分で音が するためである。
- ・ ヘッドホンを使用して音を聞く際に、周囲の騒音を弱める方法の1つとして、もとの音と逆の位相の音を発生させ、もとの音と発生させた音を させることで音が消えることを利用する方法がある。
- ・ ラウエは結晶に X 線を当てて、斑点模様の写真を撮った。この斑点模様は、結晶内に規則正しく並ぶ原子によって散乱された X 線が、 することによって生じたものである。X 線にとって、結晶構造が 格子のような役割を果たしている。

物 理

Ⅲ のつづき

問 2 図 1 のように、媒質 1 (絶対屈折率 n_1) から媒質 2 (絶対屈折率 n_2) へ進む光を考える。

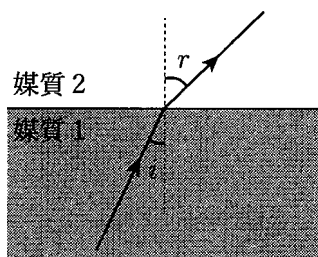


図 1

入射角を i 、屈折角を r とすると、屈折の法則は $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$ と表される。 $n_1 > n_2$ の場合、ある入射角で $r = 90^\circ$ となる。このときの入射角を i_0 とする。以下では $\frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{2}$ の場合を考える。必要であれば下の三角比の表を用いよ。

- (1) $i_0 < i < 90^\circ$ の場合の光の進み方を簡潔に述べよ。
- (2) 角 i_0 を求めよ。
- (3) $0^\circ \leq i \leq i_0$ の範囲における i と r の関係の概形を、解答用紙のグラフに示せ。
- (4) $0^\circ \leq i \leq i_0$ の範囲における i と r の関係について、(3) のグラフから読み取れることを簡潔に述べよ。

三角比の表

角度	正弦 sin	角度	正弦 sin	角度	正弦 sin
0°	0.000	30°	0.500	60°	0.866
5°	0.087	35°	0.574	65°	0.906
10°	0.174	40°	0.643	70°	0.940
15°	0.259	45°	0.707	75°	0.966
20°	0.342	50°	0.766	80°	0.985
25°	0.423	55°	0.819	85°	0.996
30°	0.500	60°	0.866	90°	1.000

物 理

Ⅲ のつづき

問 3 次の2人の生徒の会話を読み、次ページの問いに答えよ。

奈美さん：レンズで像ができるのは、光の屈折の性質によるものなんだね。

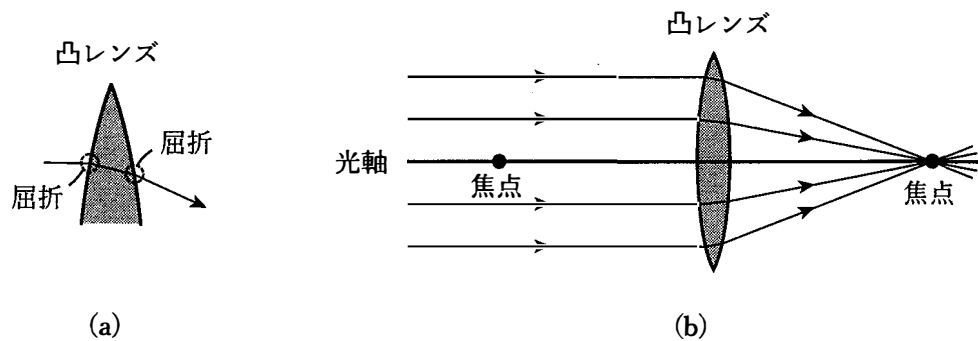


図 2

良子さん：授業ではよく省略されて描かれていたけど、図 2 (a) を見ると、光軸に平行に入射した光が凸レンズを通る際に、レンズの表面で2回屈折している様子が分かるね。図 2 (b) のように、レンズのいたるところで屈折された光が、焦点で一点に集まるようにレンズの形が決められているんだね。

奈美さん：図 3 (a) のように、凸レンズの焦点距離を f ，レンズと物体の距離を a ，レンズと実像ができる位置との距離を b とすると、

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

という写像公式が成り立つと、物理の授業で習ったよね。

良子さん：距離 a のところにある物体からの光が、レンズで屈折して、距離 b のところで光が集まって実像ができることを示している式だね。この関係式を図 3 (b) のようにグラフに示してみたよ。

物 理

Ⅲ のつづき

問 3 のつづき

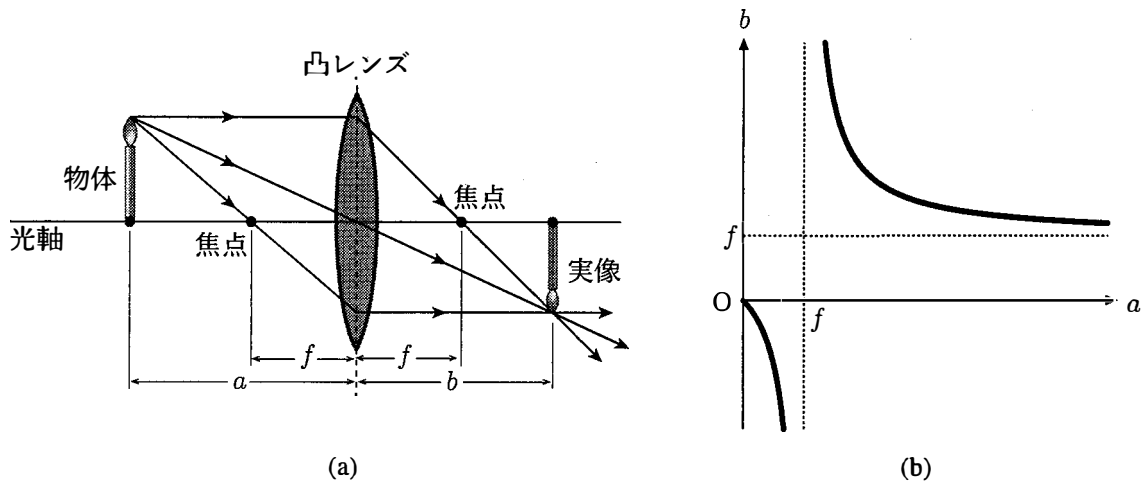


図 3

奈美さん： a が無限大，つまり物体が無限遠にあるような場合には， $b = f$ となって，焦点距離 f のところで光が一点に集まることを示しているわけだね。また， a をだんだん小さくして，物体をレンズに近づけていくと， b が大きくなり，実像ができる位置が遠くなっていくことが，このグラフから分かるね。

良子さん：ちょっと待って！ $a < f$ の場合には， b が負になってしまっているよ。 b は距離をあらわしているはずなのに，距離が負の値って，どういうこと？

奈美さん：たしかに...

$0 < a < f$ となる位置に物体を置いた場合，どのような現象が得られるか。解答用紙に示されたグラフに光の進み方を示し，この現象を虚像と倍率の語を用いて説明せよ。なお，解答用紙のグラフは， $\frac{a}{f} = \frac{3}{5}$ の位置に物体が置かれている様子を示している。