

令和 7 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 ～ 7 ページ 化 学——8 ～14 ページ
生 物——15～24 ページ
7. 解答用紙ページ数
物 理——10 ページ 化 学——6 ページ
生 物——3 ページ

物 理

- I 一様にあらい斜面上での物体の運動について以下の問いに答えよ。斜面と水平面のなす角を θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) とし、重力加速度の大きさを g とする。ただし、斜面と水平面の接する位置は移動せず、空気抵抗は無視できるものとする。

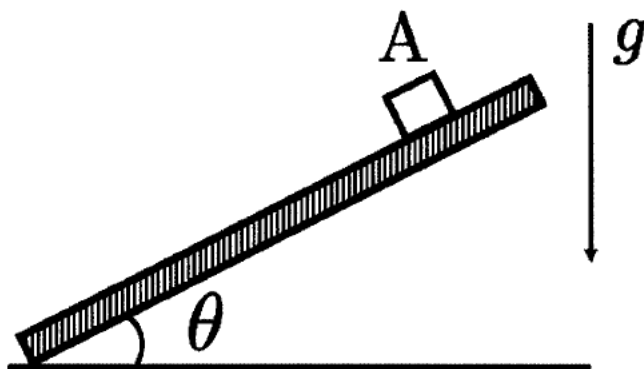


図 1

- 問 1 図 1 のように、質量 m_A の小物体 A を斜面上に静かに置いたところ、小物体 A は斜面をすべりはじめた。小物体 A と斜面との間の静止摩擦係数を μ_{sA} 、動摩擦係数を μ_{kA} とする。
- (1) 小物体 A がすべりはじめるために θ が満たすべき式を求めよ。
 - (2) 小物体 A が斜面をすべっているとき、斜面に沿った方向の加速度の大きさ a を求めよ。

物 理

I のつづき

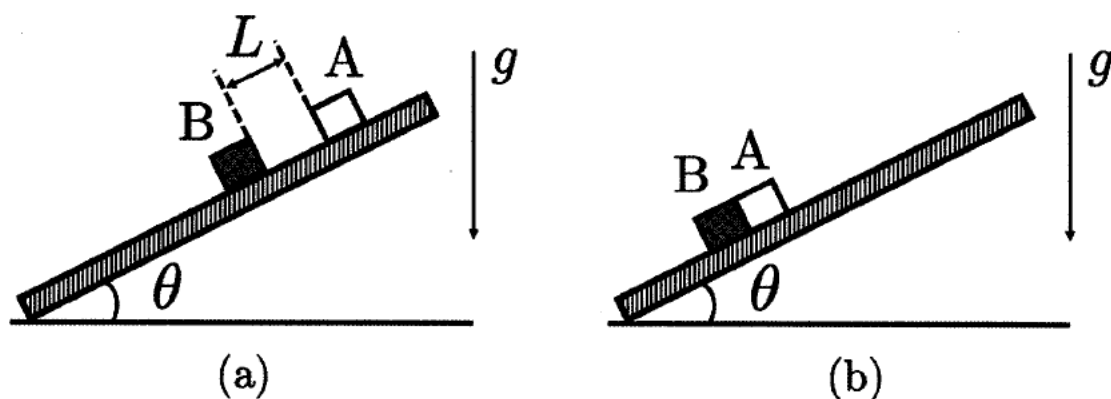


図 2

問 2 質量 m_B の小物体 B を斜面下方に静かに置いたところ、小物体 B は静止した。小物体 B と斜面との間の静止摩擦係数を μ_{sB} 、動摩擦係数を μ_{kB} とし、 $\mu_{kA} < \mu_{kB}$ とする。次に図 2 (a) のように、小物体 A を斜面上方に静かに置いたところ、小物体 A は距離 L 斜面をすべり小物体 B に衝突した。小物体 A は、はね返らずに小物体 B と接触したまましばらくすべり、図 2 (b) のように静止した。

- (1) 衝突直前の小物体 A の速さ v を求めよ。
- (2) 小物体 A が距離 L 移動する間に、重力が小物体 A にした仕事 W_g と、斜面からの垂直抗力が小物体 A にした仕事 W_N 、および摩擦力が小物体 A にした仕事 W_f をそれぞれ求めよ。
- (3) 小物体 A と小物体 B の間の反発係数（はね返り係数） e を求めよ。

問 3 小物体 A と小物体 B が接触して静止している状態で、 θ を徐々に大きくしていくと、 θ が θ_0 より大きくなったときに、小物体 A と小物体 B が接触したまま一体となってすべりはじめた。 μ_{sB} を θ_0 、 m_A 、 m_B 、 μ_{sA} 、 μ_{kA} 、 μ_{kB} 、 g のうち必要なものを用いて表せ。

物 理

Ⅱ 水平面上に固定された点電荷の作る電位および電場（電界）、その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、クーロンの法則の比例定数を k とし、無限遠方の電位をゼロとする。また、水平面上に x 軸と y 軸をとり、荷電粒子はその面上を運動する。

問 1 図 1 のように、点 $A(-a, 0)$ と点 $B(a, 0)$ のそれぞれに正の電気量 q の点電荷を固定した。ここで、 $a > 0$ とする。

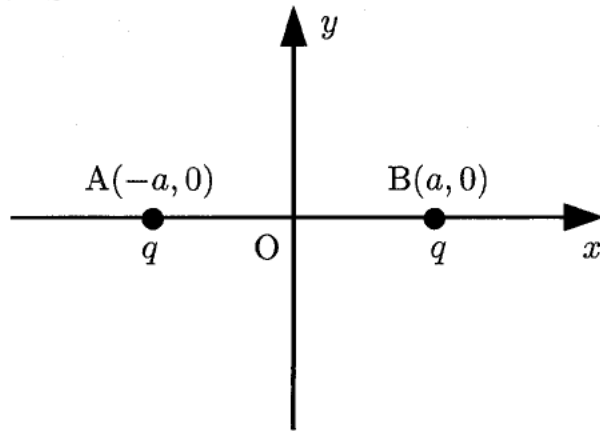


図 1

- (1) 点 A と点 B 以外の水平面上の点 (x, y) における電位 V を求めよ。
- (2) y 軸上の点 $(0, y)$ における電場ベクトルの x 成分 E_x と y 成分 E_y をそれぞれ求めよ。
- (3) 点 $(0, y)$ に正の電気量 Q を持つ質量 m の荷電粒子を置いた。この荷電粒子にはたらく力の x 成分 F_x と y 成分 F_y をそれぞれ求めよ。
- (4) (3) の荷電粒子を点 $(0, -\sqrt{3}a)$ に置き、速度 $(0, v_0)$ を与えた。このとき、荷電粒子が原点 O を通過して無限遠方まで到達するために、 v_0 が満たすべき式を求めよ。ただし、 $v_0 > 0$ とする。

物 理

Ⅱ のつづき

問 2 図 2 のように、点 $A(-a, 0)$ と点 $B(a, 0)$ のそれぞれに正の電気量 q の点電荷、点 $C(0, -b)$ と点 $D(0, b)$ のそれぞれに正の電気量 q' の点電荷を固定した。ここで、 $a > 0$ 、 $b > 0$ とする。

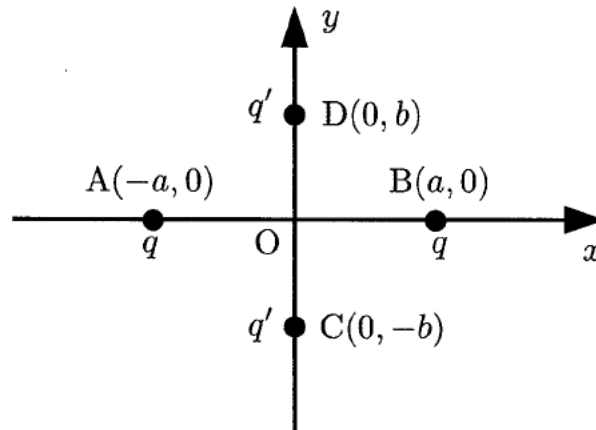


図 2

このとき、それぞれの電荷が原点近傍の点 (x, y) につくる電場ベクトルは、 $|x|$ と $|y|$ がともに a および b よりも十分小さいとして、以下のように与えられる。

$$\begin{aligned}\vec{E}_A &\doteq \frac{kq}{a^2} \left(1 - \frac{2x}{a}, \frac{y}{a} \right) \\ \vec{E}_B &\doteq \frac{kq}{a^2} \left(-1 - \frac{2x}{a}, \frac{y}{a} \right) \\ \vec{E}_C &\doteq \frac{kq'}{b^2} \left(\frac{x}{b}, 1 - \frac{2y}{b} \right) \\ \vec{E}_D &\doteq \frac{kq'}{b^2} \left(\frac{x}{b}, -1 - \frac{2y}{b} \right)\end{aligned}$$

ここで、 $\vec{E}_A$ 、 $\vec{E}_B$ 、 $\vec{E}_C$ 、 $\vec{E}_D$ はそれぞれ、点 A に置いた点電荷、点 B に置いた点電荷、点 C に置いた点電荷、点 D に置いた点電荷がつくる電場ベクトルである。

物 理

Ⅱ のつづき

問 2 のつづき

- (1) $|x|$ と $|y|$ がともに a および b よりも十分小さい原点近傍の点 (x, y) に、正の電気量 Q を持つ質量 m の荷電粒子を置いた。そのとき、 x 軸方向の運動と y 軸方向の運動がいずれも原点 O を中心とする単振動となった。 q, q', a, b が満たすべき式を求めよ。また、 $a = b$ のとき、その関係式を満たす領域を解答用紙のグラフに図示せよ。なお、解答用紙のグラフにおいて、横軸の 1 目盛と縦軸の 1 目盛は同じ大きさの電気量を表す。
- (2) x 軸方向の単振動の周期 T_x と y 軸方向の単振動の周期 T_y をそれぞれ求めよ。

物 理

Ⅲ 一定の振動数 f の音を出す音源がある。音のドップラー効果に関する以下の問いに答えよ。
音源が移動する速さ、および風速は、それぞれ無風状態での音速 V より十分小さいものとする。

問 1 図 1 のように、風が吹いていないとき、静止した観測者に音源が一定の速さ v で近づいている。

- (1) 観測者が聞く音の振動数 f_1 を求めよ。
- (2) 音源が静止しているときに観測者が聞く音と、音源が近づいているときに観測者が聞く音で、どちらの音が高く聞こえるか解答欄中の選択肢から正しい方を 1 つ選び丸をつけよ。
- (3) 音源の出す音の振動数 f と、音源が近づいているときに観測者が聞く音の振動数 f_1 の差の大きさを $n = |f_1 - f|$ とする。音源の速さ v を n, f, V を用いて表せ。



図 1

物 理

Ⅲ のつづき

問 2 速さ w の一様な風が、図 2 (a) および図 2 (b) のように、音源と静止した観測者の間を右向きに吹いている。音源は一定の速さ v で右向きに移動している。

- (1) 図 2 (a) のように、音源が観測者に近づいているとき、観測者が聞く音の振動数 f_2 を求めよ。
- (2) 図 2 (b) のように、音源が観測者から遠ざかっているとき、観測者が聞く音の振動数 f_3 を求めよ。
- (3) 風速 w と音源の速さ v の差を $\varepsilon = w - v$ とする。音源が近づいているときに観測者が聞く音の振動数 f_2 と、音源が遠ざかっているときに観測者が聞く音の振動数 f_3 の差の大きさが $N = |f_3 - f_2|$ であるとき、音源の速さ v を N, f, V, ε を用いて表せ。
- (4) 風速と音源の速さが等しいとき、音源が近づいているときと遠ざかっているときに観測者が聞く音の振動数の差の大きさが 20 Hz であった。音源の出す音の振動数を 340 Hz、無風状態での音速を 340 m/s とし、音源の速さを求めよ。ただし、m/s を単位とし、小数点以下は四捨五入して整数値で答えること。

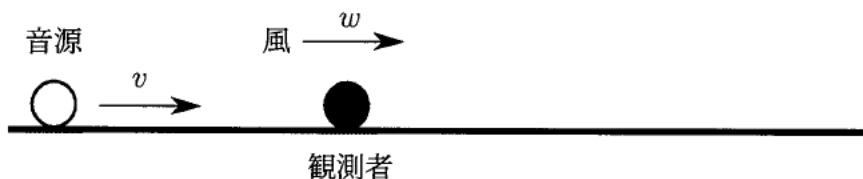


図 2 (a)

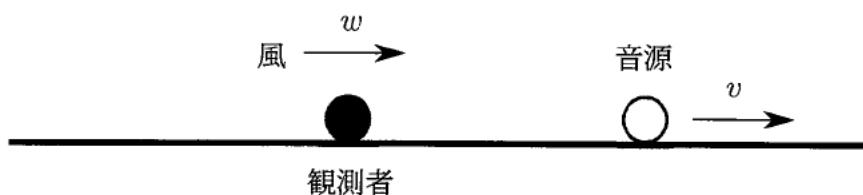


図 2 (b)