

個別学力検査

理科

令和7年3月8日 13時30分～15時（90分）

注意事項

- 1 この試験では、この問題冊子の他に、解答冊子を配布します。
- 2 試験開始の指示があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- 3 この問題冊子は全部で11ページあります。乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 解答には、黒色鉛筆または黒色シャープペンシルを使用してください。
- 5 解答冊子1枚目の指定欄に、受験番号を記入してください。指定欄以外に記入してはいけません。
- 6 解答は、解答冊子の指定された箇所に記入してください。
- 7 記述解答では、結果に至るまでの過程も採点します。結果だけでなく、自分の考えを採点者に説明するように、しっかり記述してください。
- 8 この問題冊子の余白は、計算用に使用してもよいが、どのページも切り離してはいけません。
- 9 試験終了後、解答冊子を回収します。この問題冊子は持ち帰ってください。

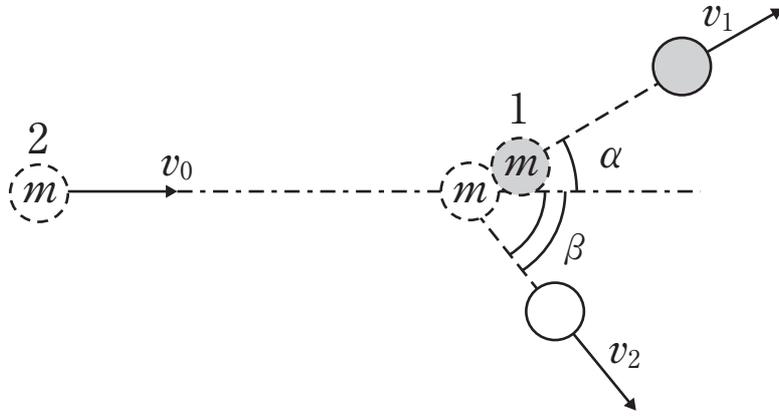
(余 白)

(余 白)

1

同じ質量 m の二つの小球がなめらかな水平面上で弾性衝突したときの現象について考える。図のように、小球2が静止している小球1に速さ v_0 で衝突し、小球1は角度 α の向きに進み、小球2は角度 β の向きに跳ね飛ばされた。衝突後の小球1の速さを v_1 、小球2の速さを v_2 とする。以下の問いに答えよ。なお、空気抵抗は無視できるものとする。

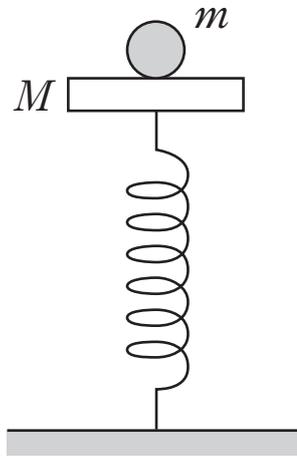
- (1) v_1 , v_2 をそれぞれ v_0 , α を用いて表せ。
- (2) β を α を用いて表せ。
- (3) 衝突時に、1が2から受けた力積の大きさ I を m , v_0 , α を用いて表せ。



2

図のように、ばね定数 k のばねの下端を床に固定し、上端に質量 M の板を取り付け、鉛直に立て、板の上に質量 m の小球をゆっくりとのせたところ、ばねは自然の長さより x_0 だけ縮んでつり合った。この位置を原点とし、鉛直上向きを正として x 軸をとる。この状態からさらに A だけばねを縮めて静かにはなしたところ、板と小球は一体となってつり合いの位置を振動の中心とする単振動をした。重力加速度の大きさを g とし、ばねの質量と空気抵抗は無視するものとして、以下の問いに答えよ。

- (1) 自然の長さからつり合いの位置までのばねの縮み x_0 を求めよ。
- (2) 小球のつり合いの位置からの変位を x とするとき、板と小球が離れずに運動するときの加速度を求めよ。
- (3) 単振動の振幅、周期をそれぞれ求めよ。
- (4) 板と小球の速度の最大値を求めよ。
- (5) 板と小球が一体として運動し続ける条件を求めよ。



3

次の問いに答えよ。ただし、重力の影響は無視してよい。

- (1) 静止した電子（電荷量 $-e$ [C]：負電荷）を真空の箱の中で電位差（電圧） V [V]で加速した。このときこの電子が電場から得た運動エネルギーの大きさ K [J]はどれだけか。
- (2) この電子の質量を m_e [kg]とすると、電圧 V [V]により加速されたあとの電子の速さ v [m/s]を、 e 、 m_e 、 V を用いて表せ。
- (3) この加速された電子を箱から東方向に射出した。この場所の地磁気による磁束密度の大きさは B [T]で、磁束の方向は南から北に向かっている。射出された電子が地磁気により受けるローレンツ力の大きさ F [N]を、 e 、 m_e 、 V 、 B を用いて表せ。
- (4) (3)において電子が受けるローレンツ力 F の方向は、地面の方向、空の方向のどちらか。根拠となる法則をもとにして説明せよ。

(余 白)

4

図のように、波長が等しく波面のそろった光線 A と B が、媒質 1 から媒質 2 にそれぞれ P 点、Q 点で入射した。図中に示すように、媒質 1 と媒質 2 の境界面の法線に対する光の媒質 1 側の角度を θ_1 [rad]、媒質 2 側の角度を θ_2 [rad] とする。また、媒質 1 中、媒質 2 中での光の速さをそれぞれ v_1 、 v_2 [m/s] とする。PQ 間の距離は r [m] である。このとき、次の問いに答えよ。

- (1) 媒質の違いにかかわらず変わらないのは、光の振動数と波長のどちらか。
- (2) 光線 A が媒質の境界面に到達してから光線 B が媒質の境界面に到達するまでの時間 T [s] はどれだけか。 r 、 v_1 、 θ_1 を用いて表せ。
- (3) 時間 T [s] の間に、光線 A は媒質 2 の中でどれだけの距離を進むか。 r 、 θ_2 を用いて表せ。
- (4) (2) と (3) の結果を用いて v_1/v_2 を求めよ。
- (5) (4) で得られた関係は、何の法則と言われるか。またその基となる波面を決定する原理（素元波の包絡面が次の波面となる）を何の原理と言うか。

