

令和 8 年度入学試験問題

受験上の注意

1. 監督の指示により、受験する科目の解答用紙を取り出し、受験する科目以外の解答用紙は、試験開始前に回収するのですべて返却してください。
2. 解答用紙に受験番号（算用数字）、氏名、フリガナを記入し、受験番号および該当する試験日をマークしてください。記入については解答用紙の注意事項に従ってください。
3. 問題冊子と解答用紙の解答番号を間違えないように注意してください。
4. 各科目のページは、次のとおりです。試験開始の合図があったら、まず受験する科目のページ数を確認してください。

科 目	ペ ー ジ
物 理	4～11
化 学	12～18
生 物	20～25
地 学	28～34

5. 試験時間中は、受験票を机上の受験番号の下に呈示しておいてください。
6. 質問、その他用件があるときは、手を挙げて合図してください。
7. 試験時間中の退室は認めません。
8. 試験時間は60分です。
9. この問題冊子は持ち帰ってください。

開始の合図があるまで開かないでください

この頁は白紙です

この頁は白紙です

物 理

〔Ⅰ〕～〔Ⅳ〕の各問いに答えなさい。

〔Ⅰ〕 内部を真空にすることができる実験施設内における小球の落下運動について考える(図1)。このとき、以下の問いに答えなさい。ただし、重力加速度の大きさは $g[\text{m/s}^2]$ とする。なお小問(1)、(3)においては解答群の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

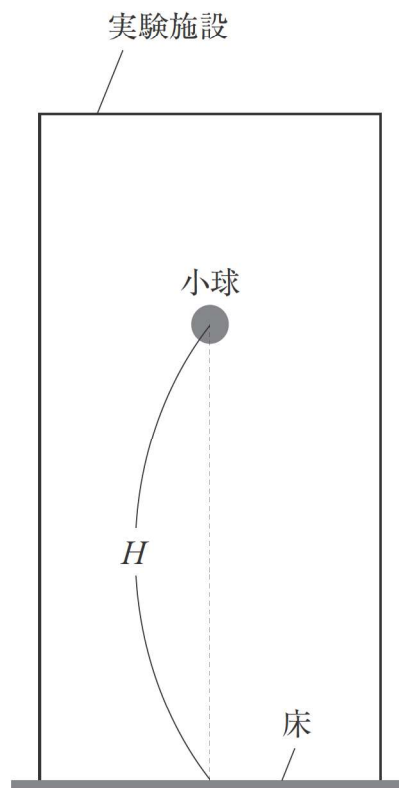


図1

(1) 実験施設内を真空にした状態で、質量 $m[\text{kg}]$ の小球を高度 $H[\text{m}]$ から静かに落下させた。落下開始時刻から t 秒後の小球の落下速度の大きさはどのように表されるか。ただし、 t 秒後には小球はまだ床に到達していないとする。

〔(1)の解答群〕

㊶ $\frac{1}{2}mgt$ ㊸ mgt ㊷ $\frac{3}{2}mgt$ ㊹ $2mgt$ ㊺ $\frac{5}{2}mgt$

㊴ $\frac{1}{2}gt$ ㊵ gt ㊳ $\frac{3}{2}gt$ ㊽ $2gt$

(2) 上記(1)と同様の設定の実験を、質量 M_1 [kg]の小球と質量 M_2 [kg]の小球に対して実施した。ここで、 $M_1 > M_2$ とする。落下開始時刻から t 秒後の2つの小球の落下速度の大きさの大小関係はどのようになるだろうか。その理由も含めて記述しなさい。ただし、 t 秒後には小球はまだ床に到達していないとする。

(3) 次に、実験施設内に空気を満たした状態で、質量 m の小球を高度 H から静かに落下させた。このときの小球に加わる力はどのように表されるだろうか。ここで、空気からの抵抗力は物体の落下速度の大きさ v [m/s]に比例するとして、その比例定数は $k(k > 0)$ とする。力の向きは、鉛直下向きを正の向きとする。

[(3)の解答群]

- ㉶ $mg - kv$ ㉷ $kg - mv$ ㉸ $vg - km$ ㉹ $mg + kv$ ㊀ $kg + mv$
㊁ $vg + km$ ㊂ $-mg + kv$ ㊃ $-kg + mv$ ㊄ $-vg + km$

(4) 上記(3)の実験を実施したところ、落下開始時刻から t 秒後には小球の落下速度の時間変化がない状態となった。このときの小球の落下速度の大きさは、 m 、 g 、 k を用いてどのように表されるだろうか。導出過程も含めて記述しなさい。ただし、 t 秒後には小球はまだ床に到達していないとする。

(5) 上記(3)と同様の設定の実験を、質量 M_1 の小球と質量 M_2 の小球に対して実施した。ここで、 $M_1 > M_2$ とする。落下開始時刻から t 秒後には2つの小球ともに落下速度の時間変化がない状態となった。このとき、2つの小球の落下速度の大きさの大小関係はどのようになるだろうか。その理由も含めて記述しなさい。ただし、 t 秒後には小球はまだ床に到達していないとする。

〔Ⅱ〕 気体の圧力と分子運動の速度との関係を、単純化したモデルによって概算する。

1 辺の長さが L [m] の立方体の容器の中に、質量が m [kg] の粒子が N 個ある。図 2(a) のように、粒子は容器の壁に衝突する。この衝突は弾性衝突であり、壁はなめらかで変形しないとする。粒子どうしの衝突は省略しても結果に影響しないとする。地球の重力は無視できるとする。

ここでは、図 2(b) のように、 x 方向の運動だけを考える。それぞれの粒子は、 x 方向に絶対値 u [m/s] の正または負の速度で運動している。 x 方向の位置を x [m] とする。 $x=0$ と $x=L$ のところに壁がある。粒子が壁に衝突するとその粒子のもつ速度の符号が反転する。

この状況のもとで、以下の問いに答えなさい。なお小問(1)、(5)においては解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

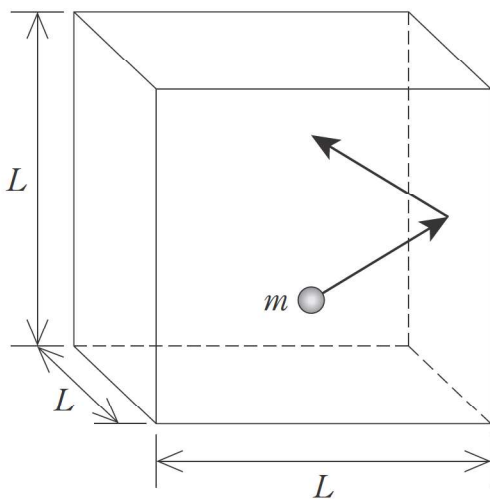


図 2(a)

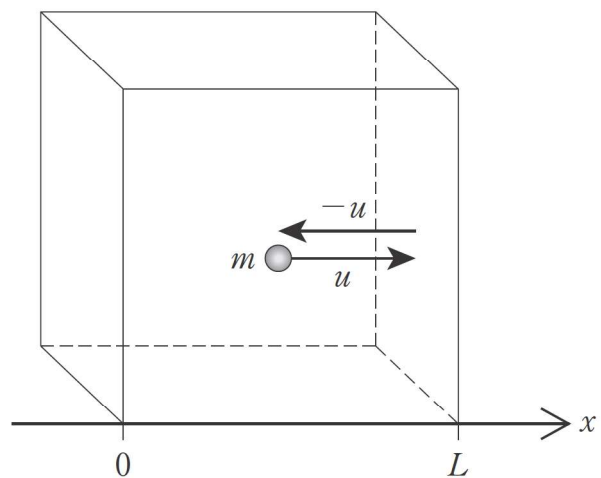


図 2(b)

- (1) 1 個の粒子が $x=L$ の壁に衝突したとき、粒子が壁に与える力積はいくらになるか。ただし、 x 軸の正の向きを力積の正の向きとする。

[(1)の解答群]

- ㊶ u ㊷ $-u$ ㊸ $2u$ ㊹ $-2u$ ㊺ mu ㊻ $-mu$
 ㊼ $2mu$ ㊽ $-2mu$ ㊾ $\frac{1}{2}mu$ ㊿ $-\frac{1}{2}mu$

- (2) この粒子は $x=0$ と $x=L$ の両方の壁との衝突をくりかえす。1 個の粒子が一方の壁に衝突する 1 秒あたりの回数はいくらになるか。導出過程を簡単に述べたあと答を述べなさい。
- (3) N 個の粒子が一つの壁に与える単位面積あたりの力の大きさが気体の圧力 p [Pa] である。その値はいくらか。 N 、 m 、 u 、 L を必要に応じて用いて表しなさい。計算の根拠を簡単に述べたあと答を述べなさい。
- (4) 圧力 p を箱の中の物体の平均密度 ρ [kg/m³] を用いて、 N や L が出てこない形に書きなおすことができる。その結果はどのように書けるか。
- (5) 問題文で示した粒子が水素分子である場合と酸素分子である場合を比較する。水素分子の質量は酸素分子の質量の $\frac{1}{16}$ 倍である。両方の粒子数 N が同じ、圧力 p も同じであるとき、水素分子の速度の大きさは酸素分子の速度の大きさの何倍になるか。

〔(5)の解答群〕

- ㉞ 256倍 ㉟ 64倍 ㊱ 16倍 ㊲ 4倍 ㊳ 1倍 ㊴ $\frac{1}{4}$ 倍
- ㊵ $\frac{1}{16}$ 倍 ㊶ $\frac{1}{64}$ 倍 ㊷ $\frac{1}{256}$ 倍

〔Ⅲ〕 図3のように、光源から出た波長 λ [m]の単色光が細いスリットSを通して回折し、さらにその先の2つの細いスリット S_1 、 S_2 を通して回折した。Sを含む面と、 S_1 および S_2 を含む面は平行で、 L [m]だけ離れている。 S_1 と S_2 を含む面に平行で距離 D [m]だけ離れたところにスクリーンABを立てたところ、2つのスリット S_1 、 S_2 から出た光の干渉によって、スクリーン上に明暗のしま模様が現れた。スリット S_1 と S_2 の距離は d [m]であり、 S_1 と S_2 はSから等距離にある。また、Sと、 S_1 と S_2 の中点を通る直線がスクリーンと交わる点をCとし、点Cからスクリーン上の点Pまでの距離を x [m]とする。このとき、以下の問いに答えなさい。ただし、スリットの間隔 d 、およびCP間の距離 x は D に比べてじゅうぶん小さいものとする。

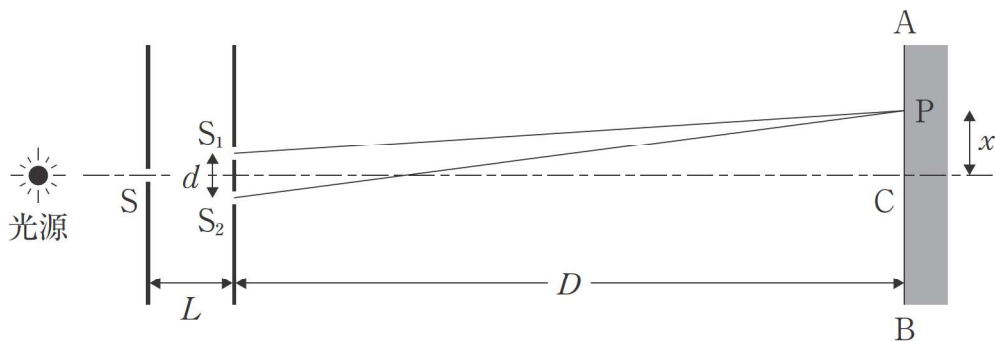


図3

- (1) S_1 からPまでの距離 S_1P 、および S_2 からPまでの距離 S_2P はそれぞれいくらになるか。 d 、 D 、 L 、 x のうち必要なものを用いて表しなさい。

- (2) 点 P に到達する 2 つの光の光路差 $S_2P - S_1P$ はいくらか。以下の解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、 $|a|$ が 1 よりじゅうぶん小さいとき、 $\sqrt{1+a} \doteq 1 + \frac{a}{2}$ の近似が成り立つことを用いなさい。

[(2)の解答群]

ア $\frac{xd}{2D}$ イ $\frac{xd}{D}$ ウ $\frac{2xd}{D}$ エ $\frac{xD}{2d}$ オ $\frac{xD}{d}$
 カ $\frac{2xD}{d}$ キ $\frac{xd}{L+D}$ ク $\frac{x(L+D)}{d}$ ケ $\frac{2xd}{L+D}$

- (3) スクリーン AB 上にできた干渉じまの明線の間隔はいくらになるか。以下の解答群の中から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

[(3)の解答群]

ア $\frac{\lambda d}{2D}$ イ $\frac{\lambda d}{D}$ ウ $\frac{2\lambda d}{D}$ エ $\frac{\lambda D}{2d}$ オ $\frac{\lambda D}{d}$
 カ $\frac{2\lambda D}{d}$ キ $\frac{\lambda d}{L+D}$ ク $\frac{\lambda(L+D)}{d}$ ケ $\frac{2\lambda d}{L+D}$

- (4) S_1 と S_2 の距離を $d = 0.050 \text{ mm}$ 、 S_1 と S_2 を含む面からスクリーン AB までの距離を $D = 1.0 \text{ m}$ としたところ、となり合う明線の間隔は 1.18 cm であった。このとき、単色光の波長はいくらになるか。導出過程も含めて記述し、答えは有効数字 2 桁で、単位をつけて示しなさい。

- (5) 明線の間隔を広げるためには、どのようにすればよいか。以下の解答群の中から適切なものをすべて選び、記号で答えなさい。

[(5)の解答群]

ア d を大きくする イ D を大きくする ウ L を大きくする
 エ λ を大きくする オ d を小さくする カ D を小さくする
 キ L を小さくする ク λ を小さくする

〔Ⅳ〕 図4のような回路について、以下の問いに答えなさい。ただし、 E_1 は内部抵抗を無視できる電圧2.0 Vの電池、 E_2 は内部抵抗を無視できる電圧4.0 Vの電池、 E_3 は内部抵抗を無視できる電圧8.0 Vの電池、 R_1 は可変抵抗、 R_2 は抵抗値 $3\ \Omega$ の抵抗、 R_3 は抵抗値 $4\ \Omega$ の抵抗、Bは内部抵抗 $10\ \Omega$ の直流電流計である。また、Bの直流電流計には、可変抵抗 R_1 を調節することで20 mAの電流が左向きに流れている。なお小問(1)、(2)、(3)においては解答群の中から最も適切なものを1つ選び、記号で答えなさい。

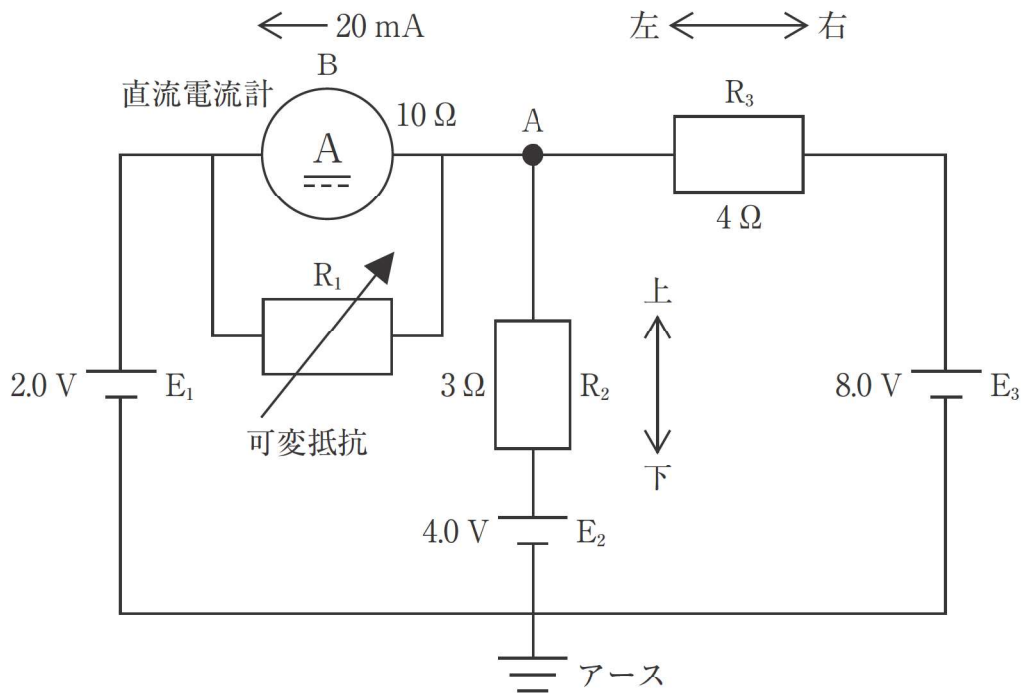


図4

(1) 抵抗 R_2 に流れる電流の大きさと向きを求めなさい。

〔(1)の解答群〕

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ㊶ 下向きで0.93 A | ㊸ 上向きで0.93 A | ㊵ 下向きで0.60 A |
| ㊷ 上向きで0.60 A | ㊹ 下向きで1.55 A | ㊶ 上向きで1.55 A |
| ㊸ 下向きで1.63 A | ㊺ 上向きで1.63 A | ㊷ 下向きで2.00 A |

(2) 抵抗 R_3 に流れる電流の大きさと向きを求めなさい。

[(2)の解答群]

- Ⓐ 右向きで0.93 A Ⓘ 左向きで0.93 A Ⓤ 右向きで0.60 A
Ⓔ 左向きで0.60 A Ⓣ 右向きで1.45 A Ⓚ 左向きで1.45 A
Ⓚ 右向きで1.63 A Ⓦ 左向きで1.63 A Ⓨ 右向きで2.00 A

(3) 可変抵抗 R_1 に流れる電流の大きさと向きを求めなさい。

[(3)の解答群]

- Ⓐ 右向きで0.93 A Ⓘ 左向きで0.93 A Ⓤ 右向きで0.60 A
Ⓔ 左向きで0.60 A Ⓣ 右向きで1.55 A Ⓚ 左向きで1.55 A
Ⓚ 右向きで1.63 A Ⓦ 左向きで1.63 A Ⓨ 左向きで2.03 A

(4) 抵抗 R_1 の抵抗値を求めなさい。なお、解答には導出過程も含めて記述し、抵抗値は小数第三位まで（小数第四位を四捨五入）とし単位を付けて記述しなさい。

(5) 点Aでの電位 V_A [V] を求めなさい。ただし、アース（接地）した点の電位を0 V とする。なお、解答には導出過程も含めて記述し、 V_A は小数第一位まで（小数第二位を四捨五入）とし単位を付けて記述しなさい。