

令和7年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 3	7 ~ 12
生物	1 ~ 3	13 ~ 23
地学	1 ~ 4	24 ~ 30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の2箇所受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

物 理

1 図1のように、大きさが無視できる質量 m [kg] の重りを質量が無視できる二本のロープでつり上げる。ロープは、間隔が $2w$ [m] のなめらかに回転する二つの小さな定滑車に掛けられている。ロープと鉛直方向のなす角度を θ とする。重りは最初、水平な床の上に置かれている。このとき、 $\theta = 30^\circ$ であった。二本のロープを同じ大きさ F [N] の力で、ゆっくりと引っ張り、 F を徐々に大きくする。 F が F_0 [N] を越えたとき、重りは鉛直上方に上りはじめた。その後もロープをゆっくりと引っ張り続けると、 F が F_1 [N] のとき、 $\theta = 60^\circ$ となった。重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、ロープはたるんだり、伸縮したりしないとする。床面を位置エネルギーの基準として、以下の問いに答えよ。

(問 1) F_0 と F_1 を、 m 、 g を用いて表せ。

(問 2) θ が 60° となったときの重りの位置エネルギー U_1 [J] を、 m 、 g 、 w を用いて表せ。

(問 3) F が $F_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} mg$ のときの重りの位置エネルギー U_2 [J] を、 m 、 g 、 w を用いて表せ。

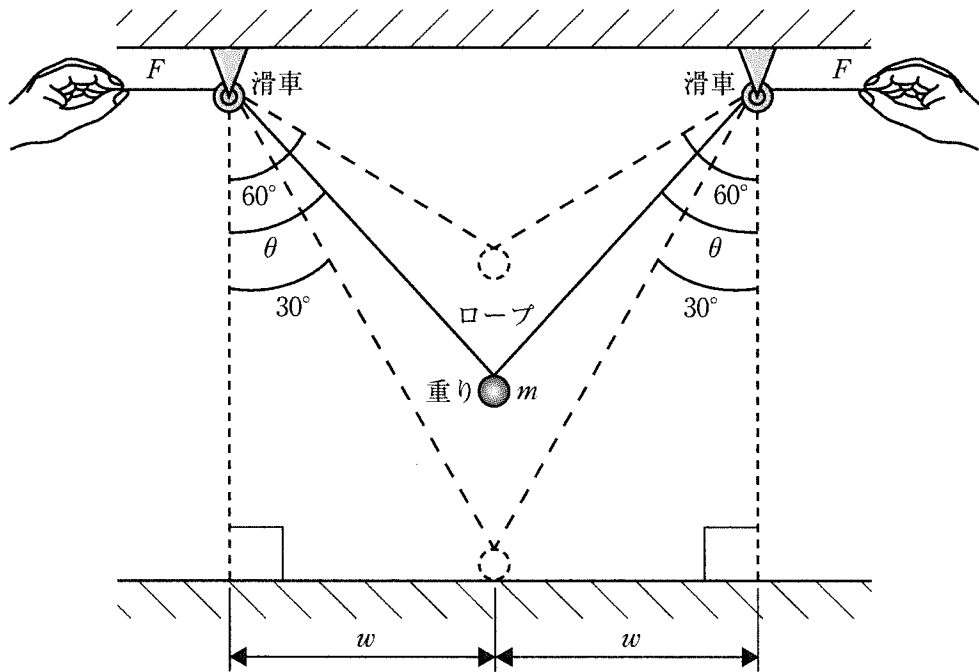


図 1

次に、図2のように、重りを床の上に戻し、静止した状態からロープを引っ張りはじめた。 θ が 60° になったとき、ロープを引っ張る速さは v_1 [m/s]であった。以下の問いに答えよ。

(問 4) 重りが静止した状態から $\theta = 60^\circ$ になるまでに、重りから滑車までの距離の変化量 s_1 [m]を、 w を用いて表せ。

(問 5) 重りの上昇する速さは v_1 の $\frac{1}{\cos \theta}$ 倍になることを利用して、このときの重りの力学的エネルギー E_1 [J]を、 m , g , v_1 , w を用いて表せ。

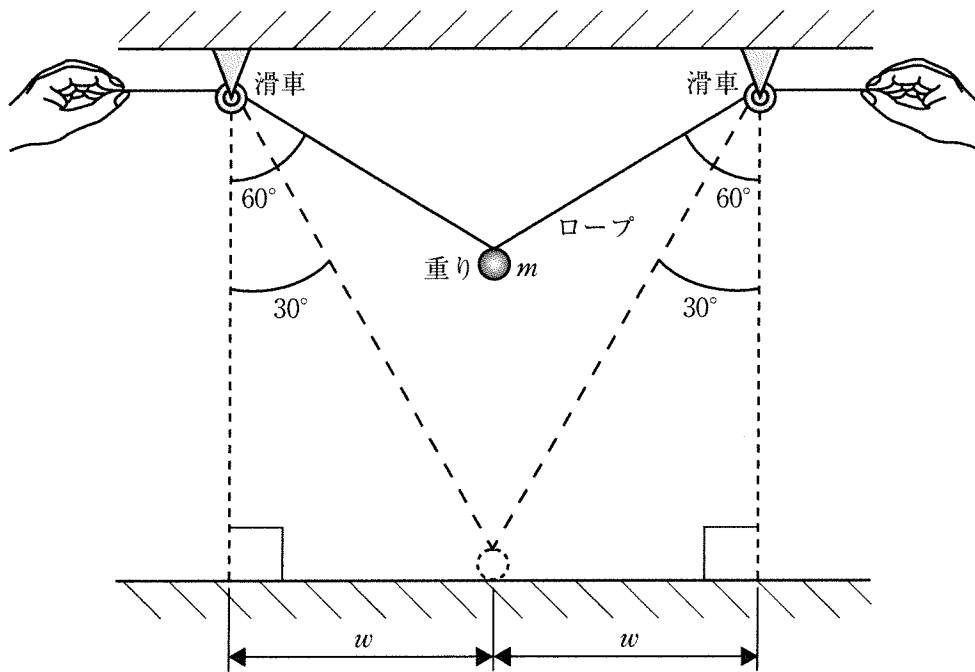


図 2

- 2 ホイートストンブリッジ回路は温度測定に応用されている。すべての回路の直流電源の電圧は $V[\text{V}]$ として、以下の問いに答えよ。

(問 1) 図 1 に示すように抵抗値 $R_1, R_2, R_4[\Omega]$ の抵抗および抵抗値 $R_3[\Omega]$ の可変抵抗がある。 R_3 に流れ込む電流を $I_1[\text{A}]$, R_4 に流れ込む電流を $I_2[\text{A}]$ とする。検流計 G の電流が 0 になるとき、キルヒホッフの法則を利用して、抵抗値 R_3 を R_1, R_2, R_4 を用いて導出せよ。

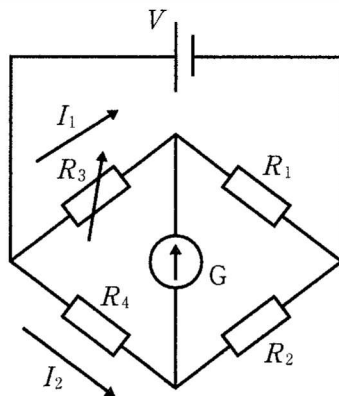


図 1

(問 2) 断面積 $S[\text{m}^2]$ および長さ $L[\text{m}]$ の金属線があり、温度 $T[^\circ\text{C}]$ におけるこの金属線の抵抗率 $\rho[\Omega\cdot\text{m}]$ は、 $\rho = \rho_0(1 + \alpha T)$ で表される。ここで ρ_0 は 0°C の抵抗率、および $\alpha[1/^\circ\text{C}]$ は抵抗率の温度係数である。温度 T における金属線の抵抗値 $R[\Omega]$ を S, L, T, ρ_0 および α を用いて表せ。さらに、 0°C での抵抗値を $R_0[\Omega]$ としたとき、温度 T を R_0, R および α を用いて表せ。ここで金属線の温度変化による膨張は無視できるものとする。

次に、図2に示す回路を用いて金属線の抵抗値から温度を求めることを考える。接点 a, b と金属線を結ぶ各導線の抵抗値をそれぞれ $r[\Omega]$ とし、以下の問いに答えよ。ここで、 R_1, R_2, R_3 は温度の影響を受けないものとする。

(問 3) G の電流が 0 になるように可変抵抗の抵抗値 R_3 を設定した。このときの金属線の抵抗値 R を r, R_1, R_2, R_3 のうち適切なものを用いて表せ。

(問 4) 金属線の抵抗値から求められる温度 $T_1[^\circ\text{C}]$ を r, R_0, R_1, R_2, R_3 および α のうち適切なものを用いて表せ。

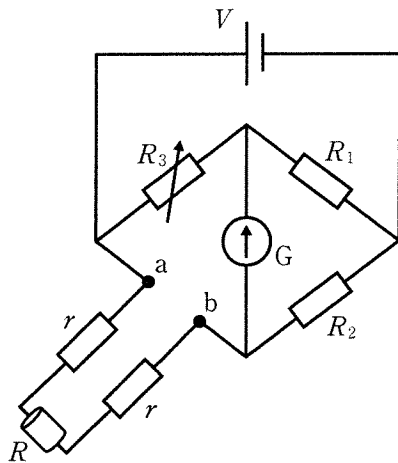


図 2

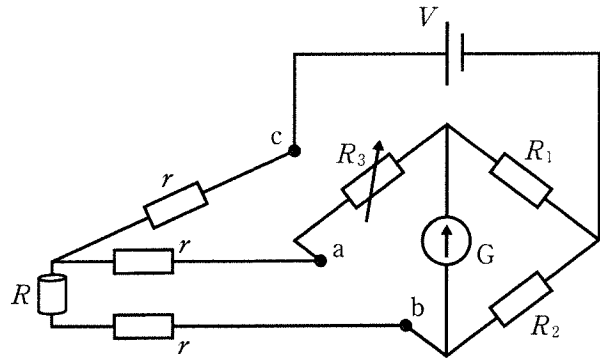


図 3

図3に示すように3本の導線を用いて温度を求めることもできる。接点 a, b, c と金属線を結ぶ各導線の抵抗値をそれぞれ r とし、以下の問いに答えよ。

(問 5) G の電流が 0 になるように可変抵抗の抵抗値 R_3 を設定した。金属線の抵抗値から求められる温度 $T_2[^\circ\text{C}]$ を r, R_0, R_1, R_2, R_3 および α のうち適切なものを用いて表せ。

(問 6) 実際の測定において、導線抵抗値 r は無視できず、その正確な把握も難しい。金属線の温度をより正確に測定できるのは図2または図3の回路のどちらかを答え、その理由を述べよ。なお、抵抗値 R_1, R_2 は適切に設定することができる。

3 X線と物質との相互作用の一つにコンプトン効果(散乱)がある。図1のように、コンプトンは波長が λ_0 [m]のX線を炭素ターゲットに照射して、散乱されてきたX線の波長 λ' [m]を観測した。この測定の結果、散乱されたX線の波長は λ_0 より長くなることが測定され、コンプトン効果を実験的に発見して光の粒子性が確認された。このコンプトン効果について、以下の問いに答えよ。ただし、真空中での光の速さを c [m/s]、プランク定数を h [J・s]とする。

(問 1) 入射 X 線光子のエネルギーを求めよ。

図2は、入射 X 線が原子核と弱く結合している電子に衝突して、コンプトン散乱が発生する様子を表している。図2のように入射 X 線の方に x 軸をとり、散乱された X 線と電子が作る平面上で x 軸と垂直になるように y 軸を定義する。散乱された電子と X 線の x 軸からの散乱角をそれぞれ θ 、 ϕ として、以下の問いに答えよ。

(問 2) 近似的に原点で静止していると見なすことができる散乱前の電子は、X線と相互作用した後には速さ v [m/s]で角度 θ 方向に散乱される。このときエネルギーの和は保存されているとして、エネルギー保存の式を求めよ。ただし、電子の質量を m [kg]とする。

(問 3) 入射 X 線光子の運動量を求めよ。

(問 4) コンプトン散乱では運動量の和が保存されている。 x 方向、 y 方向それぞれで運動量保存の式を求めよ。

(問 5) コンプトン効果によって生じた波長の変化量 $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda_0$ を、 h 、 c 、 m 、 ϕ のうち必要なものを用いて表せ。ただし、 $\lambda_0 \cong \lambda'$ のとき $\lambda'/\lambda_0 + \lambda_0/\lambda' \cong 2$ と近似せよ。

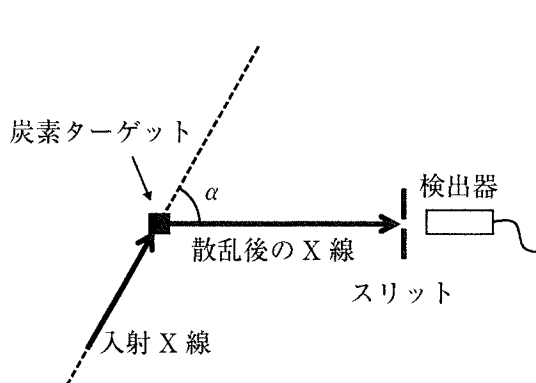


図 1

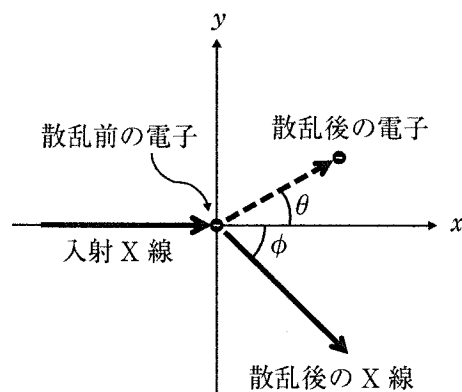


図 2

(問 6) 図1で角度 $\alpha = 90^\circ$ のとき、コンプトンは波長が $\lambda_0 = 0.0709 \text{ nm}$ の X 線を入射して、検出器によって図3のような測定結果を得た。横軸は散乱された X 線の波長を表し、縦軸は検出された X 線の強度を表している。図3における $\lambda = \lambda_0$ の X 線は、炭素原子の原子核と強く結合している電子によって散乱された結果、入射 X 線と同じ波長を持つ散乱 X 線として測定された波長である。コンプトン効果によって変化した X 線の波長 λ' を求めよ。必要であれば $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, $m = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ を用いよ。

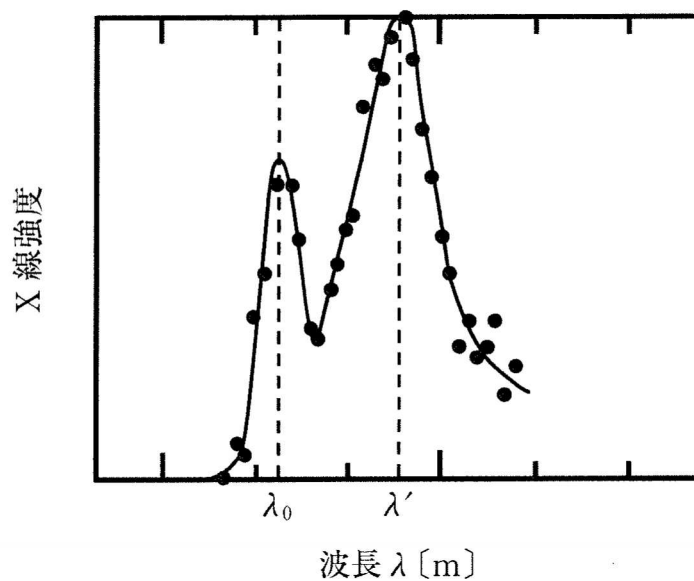


図3