

2025年度 前期B方式入学試験問題

理系型受験

- ◆機械工学科 ◆機械システム工学科
- ◆電気電子工学科
- ◆建築学科／建築専攻（理系型）
- ◆建築学科／インテリアデザイン専攻（理系型）
- ◆建築学科／かおりデザイン専攻（理系型）
- ◆建築学科／都市空間インフラ専攻（理系型）
- ◆情報システム学科 ◆情報デザイン学科（理系型）
- ◆総合情報学科（理系型）

物 理

受験上の注意

※3教科受験型です。受験する教科数に不足があると判定しない場合がありますので注意してください。

※物理または化学のいずれか一つを選んで解答してください。

1. 受験票は、机の端の見える位置に置いてください。
2. 解答用紙はマークシート（解答用紙 A）が1枚、記述（解答用紙 B）が1枚です。
3. 試験監督者の指示により、氏名、入学試験種別、受験型、受験番号をマークシート（解答用紙 A）と解答用紙 B の指定された場所に必ず記入・マークしてください。
4. 試験開始の合図があるまで、この問題用紙の中を見てはいけません。
5. 試験開始後は、試験終了まで退室できません。
6. 用件のある場合は、手を挙げてください。
7. 解答は、マークシート（解答用紙 A）と解答用紙 B のそれぞれ指定された解答欄に記入・マークしてください。
問題の余白は計算に使用しても結構です。
8. マークシート（解答用紙 A）の記入上の注意
 - (ア)マークシート（解答用紙 A）の解答欄はア～ネまで使用します。
 - (イ)マークシート（解答用紙 A）に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - (ウ)マークは、鉛筆もしくはシャープペンで、ていねいにマークしてください。
また、訂正の場合は消しゴムで完全に消してください。
 - (エ)解答はマークシート（解答用紙 A）に記載のマーク例を参考に解答欄にマークしてください。例えばアと表示のある問いに対して3と解答する場合は、次の（例）のようにアの解答欄の③にマークしてください。

（例）

解 答 欄										
ア	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

9. 問題用紙は持ち帰ってください。
10. 解答用紙 B の※印の欄には記入しないでください。

[I] 次の問いの の中の答えを、それぞれの解答群の中から1つずつ選び、解答用紙 A の解答欄にマークせよ。解答群の中の番号は同じものを何度使ってもよい。解答群の答えが数値の場合は、最も近いものを選べ。

多くの場合、温度が一定に保たれた抵抗では、抵抗に加える電圧と流れる電流の大きさの関係は であることが知られており、 と呼ばれている。しかし、発熱を伴い温度が一定に保たれない抵抗の場合は が成立しない。その例として図1のような電流と電圧の関係を持つ電球を考える。電球では発生するジュール熱によって温度が上昇するため、電球の電気抵抗は温度が上がるにつれて 。これは電球を構成している原子（陽イオン）の熱による振動が激しくなって の移動を妨げるからである。

この電球を、図2のように15Vの直流電源に接続した回路を考える。この電球に流れる電流値は A である。 と同じ電圧・電流の関係式を用いて、この回路における電球の抵抗値を計算すると Ω である。

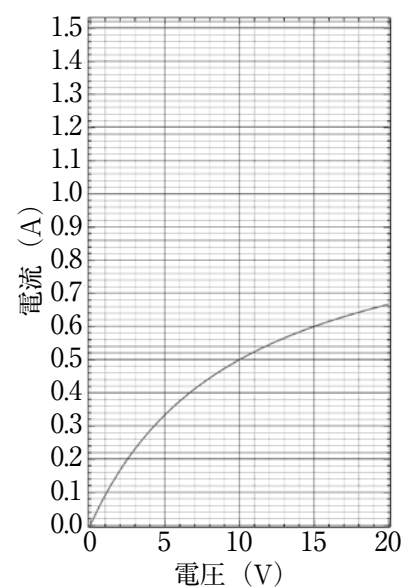


図1

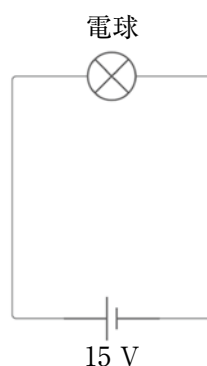


図2

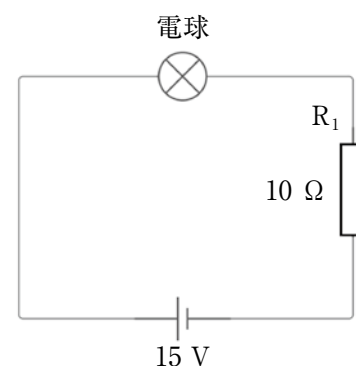


図3

次に、図3の回路図に示すようにこの電球を15Vの直流電源と10Ωの抵抗 R_1 に接続した。この抵抗 R_1 の値は、発熱の影響を無視でき抵抗値10Ωで一定である。この直列回路に流れる電流を I とすると R_1 の両端の電圧（単位はV）は $\times I$ である。さらに、電球の両端の電圧を V_b とすると電源電圧が15Vであるので下式が成り立つ。

$$15 = \text{キ} \times I + V_b$$

V_b と I を変数とみなして、この式を図1のグラフ上に描くことで、図中の曲線との交点から回路の電流 I が求められる。 I の値は A となる。この回路の電球の抵抗値を を導いた計算と同じ手順で求めると Ω である。この電球と R_1 の合成抵抗の値は Ω である。

解答群

- ア ① 正比例 ② 反比例 ③ 無関係
 ④ 二次関数の関係 ⑤ 指数関数の関係 ⑥ 三角関数の関係

- イ ① 力学的エネルギー保存の法則 ② キルヒホッフの第一法則
 ③ ジュールの法則 ④ オームの法則
 ⑤ レンツの法則 ⑥ クーロンの法則
 ⑦ ボイル・シャルルの法則

- ウ ① 増加する ② 減少する ③ 振動する ④ 変化しない ⑤ 0に近づく

- エ ① ニュートリノ ② 中性子 ③ 自由電子
 ④ 磁場 ⑤ 原子核

- オ, ク
 ① 0.1 ② 0.2 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5
 ⑥ 0.6 ⑦ 0.05 ⑧ 0.15 ⑨ 0.25 ⑩ 0.35

- 力, キ, ケ
 ① $\frac{1}{5}$ ② 5 ③ $\frac{1}{10}$ ④ 10 ⑤ $\frac{1}{15}$
 ⑥ 15 ⑦ $\frac{1}{20}$ ⑧ 20 ⑨ $\frac{1}{25}$ ⑩ 25

- コ ① 5 ② 10 ③ 15 ④ 20 ⑤ 25
 ⑥ 30 ⑦ 35 ⑧ 40 ⑨ 45 ⑩ 50

〔Ⅱ〕 次の問いの の中の答えを、それぞれの解答群の中から1つずつ選び、解答用紙 A の解答欄にマークせよ。解答群の中の番号は同じものを何度使ってもよい。

よくみがいた金属の表面に光を当てると電子（光電子）が金属から飛び出してくる。この現象を光電効果といい、アインシュタインは光を粒子であると考えて、この現象を説明した。この光の粒子を光子（光量子）とよぶ。真空中を進む光の速さを c 、電子の質量を m_e 、プランク定数を h とする。

光は次のように、波動性と粒子性をあわせもつ。

- (1) 真空中を進む波長が λ である光（電磁波）の振動数 ν は、 $\nu =$ である。光（電磁波）は の大きさによっておおまかに分類される。 が大きい順に、電波、赤外線、可視光線、紫外線、X 線、 γ 線という名称がついている。
- (2) 振動数 ν の光子 1 個のエネルギー E_p は、 $E_p =$ である。光子 1 個のエネルギーは、赤外線に比べて X 線の方がより大きく、粒子性がより顕著になる。
- (3) SI 基本単位で表すと、エネルギーの単位は 、速さの単位は 、波長の単位は 、振動数の単位は であるので、プランク定数の単位は となる。

仕事関数が W_F である金属の表面に振動数 ν の光を照射する。図 1 は、金属内の自由電子のエネルギーと、光を吸収して真空中に飛び出した光電子がもつエネルギーを模式的に示したものである。光が吸収される際、1 個の光子のエネルギー E_p が金属内の 1 個の自由電子に受け渡される。1 個の自由電子を金属の外に取り出すために必要な仕事 W_e は、 $W_e \geq W_F$ の関係を満たす。

- (4) いくら光を強くしても光電子が飛び出さない場合は、光子のエネルギーが の関係を満たす。この関係は光の振動数 ν が限界振動数 $\nu_0 =$ より小さいことを意味する。
- (5) 光の振動数が ν_0 より大きい場合は光電子が飛び出す。電子を金属外に取り出すのに W_e だけ仕事が必要だったとすると、飛び出した光電子の運動エネルギー K は、 $K =$ である。したがって、飛び出した光電子の運動エネルギーの最大値 K_m は、 $K_m =$ の関係を満たす。
- (6) 光の振動数 ν を変化させて光電効果の実験を行い、求めた K_m と振動数 ν との関係をグラフに描くと、図 2 のように一次関数 $K_m = \alpha\nu + \beta$ のグラフになる。この傾き α と切片 β はそれぞれ、 $\alpha =$ 、 $\beta =$ の関係を満たす。したがって、この実験からプランク定数と仕事関数を求めることができる。

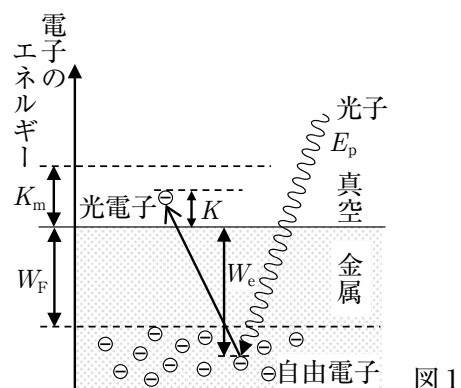


図 1

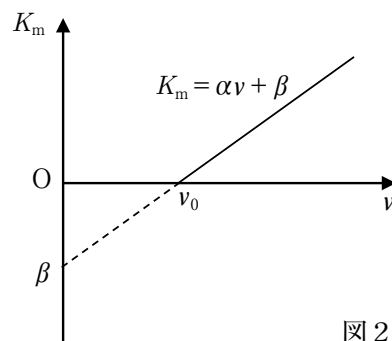


図 2

解答群

- サ ① c ② λ ③ $c\lambda$ ④ $\frac{\lambda}{c}$
 ⑤ $\frac{c}{\lambda}$ ⑥ hc ⑦ $\frac{c}{h}$ ⑧ $\frac{\lambda}{h}$
- シ ① 真空中を進む速さ ② 波長 ③ 振動数
 ④ 振幅 ⑤ 質量 ⑥ 運動量
- ス ① h ② ν ③ $h\nu$ ④ $\frac{\nu}{h}$ ⑤ $\frac{c}{\nu}$
 ⑥ $c\nu$ ⑦ $\frac{hc}{\nu}$ ⑧ $\frac{h\nu}{c}$ ⑨ $\frac{1}{2}h\nu^2$ ⑩ $m_e c^2$
- セ, ソ, タ, チ, ツ
 ① m ② s ③ kg^{-1} ④ m^{-1}
 ⑤ s^{-1} ⑥ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ⑦ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ⑧ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
 ⑨ $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ⑩ $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
- テ ① $E_p = W_F$ ② $E_p < W_F$ ③ $E_p > W_F$ ④ $E_p = m_e c^2$ ⑤ $E_p < m_e c^2$
 ⑥ $E_p > m_e c^2$ ⑦ $E_p = \frac{W_F}{h}$ ⑧ $E_p < \frac{W_F}{h}$ ⑨ $E_p > \frac{W_F}{h}$
- ト ① W_F ② hW_F ③ cW_F ④ $\frac{W_F}{h}$
 ⑤ $\frac{h}{W_F}$ ⑥ $m_e c^2$ ⑦ $\sqrt{\frac{W_F}{2m_e}}$ ⑧ $\frac{W_F}{c^2}$
- ナ, ニ
 ① $E_p + W_e$ ② $E_p - W_e$ ③ $E_p + m_e c^2 + W_e$ ④ $m_e c^2 - E_p - W_e$
 ⑤ $E_p - m_e c^2$ ⑥ $E_p + W_F$ ⑦ $E_p - W_F$ ⑧ $E_p + m_e c^2 + W_F$
 ⑨ $m_e c^2 - E_p - W_F$ ⑩ 0
- 又, ネ
 ① m_e ② c ③ h ④ W_F ⑤ $-m_e$
 ⑥ $-c$ ⑦ $-h$ ⑧ $-W_F$ ⑨ $\frac{1}{h}$ ⑩ 0

〔Ⅲ〕図のように、固定点 O から長さ L の軽くて伸び縮みしない糸で質量 m の小球 p を静かにつるす。この状態での小球の位置を A とする。点 O からの高さ L だけ真上の位置を B として、水平な台が点 B を端点として設置されている。点 B に質量 $2m$ の小球 q が静かに置かれている。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗を無視する。水平右向きに x 軸をとり、鉛直上向きに y 軸をとる。

はじめに、点 A から小球 p を速さ v_A で x 軸の負の向きに発射する。この後、小球は xy 平面内で円運動を行い、点 B に到達した。この円運動は等速円運動ではないが、任意の瞬間における p の速さを v とすると、この瞬間の円の中心方向には、半径 L 、速さ v の等速円運動の向心力と等しい力が働くことみなせる。点 A を位置エネルギーの基準とする。

- (1) 点 A で小球 p に働く重力の大きさ f_A を L , m , g , v_A の中から必要な量で表せ。
- (2) 点 A で発射した直後に小球 p がもつ運動エネルギー K_A を m , v_A で表せ。
- (3) 点 B に到達する直前の小球の速さを v_B とする。この瞬間に小球 p がもつ運動エネルギー K_B および位置エネルギー U_B を L , m , g , v_B の中から必要な量で表せ。
- (4) K_A , K_B , U_B の間に成り立つ関係式を書け。
- (5) v_B を L , m , g , v_A の中から必要な量で表せ。
- (6) 点 B に到達する直前に小球 p に働く糸の張力の大きさ T_B を L , m , g , v_B の中から必要な量で表せ。
- (7) v_B , T_B の最小値をそれぞれ $\bar{v}_B$, $\bar{T}_B$ とする。 $\bar{v}_B$, $\bar{T}_B$ を L , m , g の中から必要な量で表せ。
- (8) 小球 p が点 B に到達するために必要な v_A の最小値を $\bar{v}_A$ とする。 $\bar{v}_A$ を L , m , g の中から必要な量で表せ。

小球 p が速さ v_B で点 B に到達した直後、小球 p は小球 q と完全弾性衝突を行った。衝突直後の小球 p , q の速度の x 成分をそれぞれ V_p , V_q とする。

- (9) 衝突直前における小球 p の運動量の x 成分 P を m , v_B で表せ。
- (10) 衝突前後での運動量保存を表す等式を m , v_B , V_p , V_q で表せ。
- (11) はね返り係数 e が $e = 1$ であることを表す等式を v_B , V_p , V_q で表せ。
- (12) V_p , V_q を m , v_B の中から必要な量で表せ。

