

平成17年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合せて120分  
 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)  
 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)  
 医学専門学群 (医学類, 看護・医療科学類(医療科学主専攻))  
 (看護・医療科学類(看護学主専攻)は、1科目選択で60分)  
 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

目 次

物 理…………… 1  
 化 学…………… 5  
 生 物……………13  
 地 学……………22

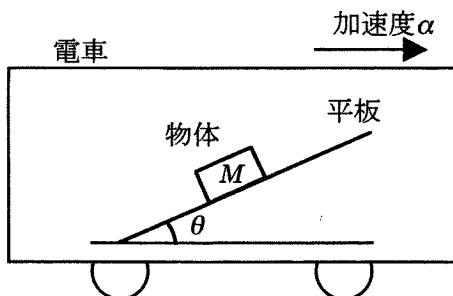
注 意

1. 問題冊子は1ページから29ページまでである。
2. 受験者は、下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

学類・専門学群		出 題 科 目				備 考
		物理	化学	生物	地学	
自 然 学 類		○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答又は地理歴史を選択する者は地学を除いた○印から1科目選択
生 物 学 類		○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生 物 資 源 学 類		○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
情 報 学 類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工 学 シ ス テ ム 学 類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
工 学 基 礎 学 類		◎	○	○	○	◎印の物理は必須、○印から1科目を選択解答
医 学 専 門 学 群	医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	看護・医療科学類(看護学主専攻)	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
	看護・医療科学類(医療科学主専攻)	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
図 書 館 情 報 専 門 学 群		○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答

## 物 理

- I 電車が加速度  $a$  で速さを増しつつ水平方向に直線運動をしている。その電車の中に、下図に示すように、進行方向から上向き角度  $\theta$  で傾いて、平板が固定してある。平板上に質量  $M$  の物体が乗っている。物体は平板上を転がることはなく、滑ることができるだけである。電車が加速していないときには、物体は平板上を滑り落ちないとする。物体と平板間における静摩擦係数を  $\gamma$ 、動摩擦係数を  $\mu$  とする。重力加速度を  $g$  とする。 $a$ 、 $\theta$ 、 $M$ 、 $\gamma$ 、 $\mu$  および  $g$  のうちの必要なものを用いて、以下の問いに答えよ。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。



- 問 1 物体が平板から浮き上がらないために必要な加速度  $a$  に関する条件を求めよ。
- 問 2 物体が平板上を滑り落ちないために必要な加速度  $a$  に関する条件を求めよ。
- 問 3 前問の条件下において、電車に乗っている人が平板に沿って下から物体に衝撃を与えたところ、この人から見て物体は平板に沿って上向きに速さ  $v$  で動き始めた。物体が平板上を滑って止まるまでに動く距離  $l$  を求めよ。ただし、平板に沿って下向きに物体にはたらく摩擦力は、平板が物体におよぼす垂直抗力の  $\mu$  倍であるが、それを  $f$  と書いて、 $Mv^2/2$  で定義される  $K$  および  $f$  を含む形で  $l$  を表せ。
- 問 4 物体が平板上を上向きに距離  $l$  だけ滑る間に発生する摩擦熱  $Q$  を求めよ。ただし、摩擦は熱を発生させるだけで、物体および平板に変化を残さないとする。この場合も、 $K$  および  $f$  を含む形で  $Q$  を表せ。
- 問 5 物体が  $l$  だけ滑って得た高さの増加  $l \sin \theta$  により与えられる重力位置エネルギーの増加  $Mg l \sin \theta$  を  $P$  と書き、 $Q$  と  $P$  の和を  $E$  と書く。 $E$  は  $K$  より小さいか、等しいか、あるいは大きいかを答え、その理由を定性的に 100 字以内で述べよ。

Ⅱ 金属導線に電場を加えたときの自由電子の運動について考える。導線内では、自由電子は、電場による加速と金属イオンとの衝突による減速を繰り返しながら移動する。電子の質量を  $m$ 、電荷を  $-e$ 、として以下の問いに答えよ。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。

問 1 導線に沿って強さ  $E$  の電場を加えたとき、自由電子の加速度を  $E$ 、 $e$ 、 $m$  のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 加速された自由電子は、平均して一定時間  $t_0$  ごとに金属イオンと衝突を繰り返す。一回の衝突のたびに運動エネルギーを失って速度ゼロになると考える。導線に沿った方向の、(1) 衝突直前の自由電子の速度  $v$  と、(2)  $t_0$  秒間の平均速度  $v_m$  を求めよ。答えは、 $E$ 、 $e$ 、 $m$ 、 $t_0$  のうち必要なものを用いて表せ。

問 3 断面積  $S$ 、単位体積あたりの自由電子数  $n$  の導線を通る電流  $I$  を  $e$ 、 $E$ 、 $S$ 、 $n$ 、 $v_m$  のうち必要なものを用いて表せ。

問 4 断面積  $S$ 、長さ  $l$  の導線の両端に電位差  $V$  を与えたとき、(1) 電流  $I$  は電位差  $V$  に比例することを示せ。このとき、(2) 抵抗率(比抵抗)  $\rho$  は  $\rho = 2m/(ne^2t_0)$  と書けることを示せ。

問 5 銅は、原子量 64、密度  $9.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、抵抗率(常温)  $1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  で、1原子あたり1個の自由電子を持つ。(1)  $1 \text{ m}^3$  あたりの自由電子数  $n$  を有効数字 2 桁で求めよ。(2) 銅線中のそれぞれの自由電子は、1秒間に何回金属イオンと衝突することになるか。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 、 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  である。

Ⅲ 図1に示すように、X線発生管内で陰極から初速度ゼロで放出された電子を、加速電圧  $V$  で加速して陽極に衝突させると、図2のスペクトルを持つX線が発生した。このX線は、連続X線と波長  $\lambda_1$  および  $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) の特性X線(固有X線)からなる。このX線を、図1に示すように結晶に入射するとする。この場合について、以下の問いに答えよ。ただし、電子の質量を  $m$ 、電子の電荷を  $-e$ 、プランク定数を  $h$ 、光速を  $c$  とする。解答は全て解答用紙の所定の欄に記入し、考え方や計算の要点も記入せよ。

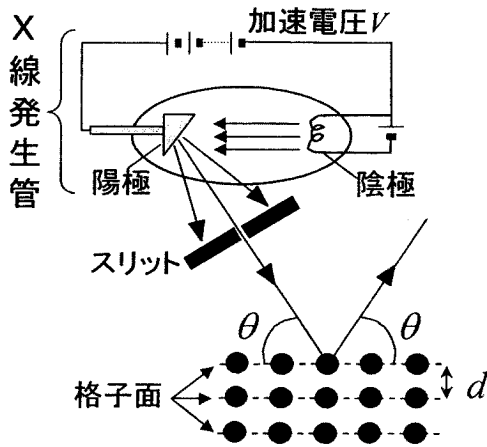


図1：実験装置の概念図

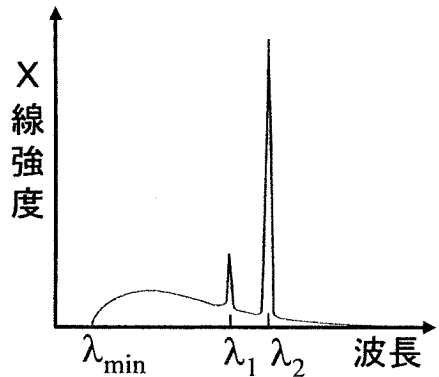


図2：発生したX線のスペクトル

- 問 1 陽極に衝突する直前の電子の速さ  $v_0$  と、物質波としての電子の波長  $\lambda_0$  を  $V, m, e, h, c$  のうち必要なものを用いて表せ。
- 問 2 加速電圧  $V$  をさらに大きくするとき、発生する X 線について下記の問いに答えよ。
- (1) 連続 X 線の最短波長  $\lambda_{\min}$  はどうなるか述べてよ。また、 $\lambda_{\min}$  を  $V, m, e, h, c$  のうち必要なものを用いて表せ。
  - (2) 特性 X 線の波長はどうなるか述べてよ。
- 問 3 加速電圧  $V$  で発生した X 線を、図 1 に示すようにスリットを通して面間隔  $d$  の格子面に対し角度  $\theta$  で入射する。入射角度  $\theta$  を  $0^\circ$  から徐々に大きくする時、反射角度  $\theta$  方向の X 線強度が先に極大になるのは、波長  $\lambda_1$  と  $\lambda_2$  の特性 X 線のどちらか。その理由も述べてよ。
- 問 4 図 1 の X 線発生管で発生した X 線の代わりに、電子線を結晶に入射しても、回折現象が生じる。面間隔  $d$  が  $2.0 \times 10^{-10}$  m である格子面に対して、入射角度  $\theta = 30^\circ$  で電子線を結晶に入射する。入射電子のエネルギーを 1 keV から 2 keV まで変化させる時、反射角度  $\theta = 30^\circ$  方向の電子線強度が極大を示す回数を求めよ。ただし、 $m = 9.1 \times 10^{-31}$  kg,  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C,  $h = 6.6 \times 10^{-34}$  J·s とする。