

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

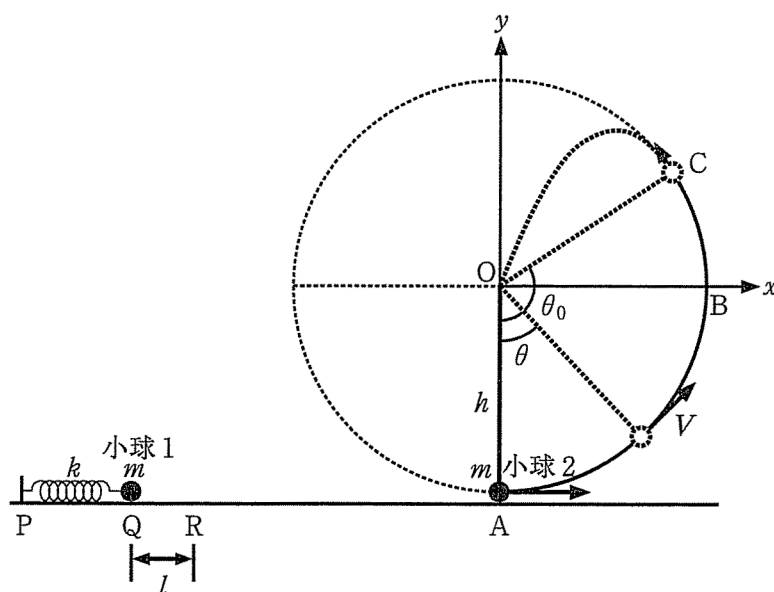
	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 13
生物	1 ~ 3	14 ~ 25
地学	1 ~ 4	26 ~ 33

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に志望学部・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 図のように、なめらかな水平面の床の上に、ばね定数 k [N/m] のばねの一端が点 P に固定されている。ばねは自然長の状態で、その他端は質量 m [kg] の小球 1 につながって、点 Q で静止している。そのばねの延長上の点 A で床から高さ h [m] の点 O に一端を固定し、他端に同じ質量 m の小球 2 をつけた、長さ h [m] の糸の振り子があり、小球 2 は最下点 A で静止している。ばねと糸の質量は無視でき、重力加速度の大きさを g [m/s²] とし、以下の問いに答えよ。ただし、円周率は π とする。



最初に、小球 1 を Q から距離 l [m] だけ離れた点 R まで引っ張り、静かに手を離したところ、小球 1 は単振動を始めた。

(問 1) この単振動の角振動数 ω [rad/s] と周期 T [s] を k , m を用いて示せ。

小球 1 が単振動を続けていたところ、P から R の向きへ運動しているときに、Q 上で小球 1 がばねから外れ単独で運動を始めた。

(問 2) ばねから外れた瞬間の Q 上の小球 1 の速さ V_0 [m/s] を k , m , l を用いて示せ。

その後、小球1はAで小球2と弾性衝突し、小球2はOと同じ高さの点Bを通過して、Aから角度 θ_0 [rad] ($\frac{\pi}{2} < \theta_0 < \pi$)回転した点Cで糸がゆるみ始めた。

(問 3) 小球2がAから角度 θ [rad] ($\theta < \theta_0$)回転した点での速さが V [m/s]のとき、糸に働く張力 S [N]を m , h , g , θ , V を用いて示せ。

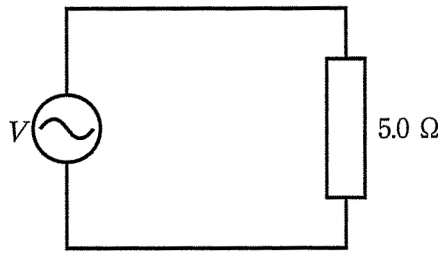
(問 4) Cでの小球2の速さ v_0 [m/s]を h , g , θ_0 を用いて示せ。

Cで糸がゆるんだ後、小球2がOに到達した。図のように、Oを原点、水平方向を x 軸、鉛直方向に y 軸をとる。

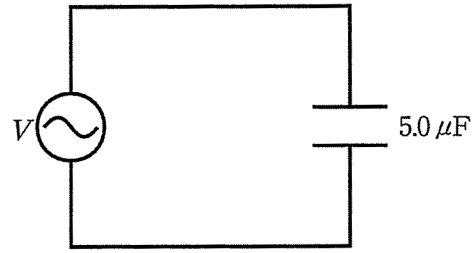
(問 5) Cの座標 (x_0, y_0) および、小球2がCを通過するときの速度 (v_{0x}, v_{0y}) を、 h , θ_0 , v_0 のうち必要な記号を用いて示せ。

(問 6) $\cos \theta_0$ の値を求めよ。

- 2 電圧が $V(t) = V_0 \sin \omega t$ [V] で表せる交流電源に、抵抗やコンデンサーを接続した回路 1 および回路 2 を考える。 V_0 [V] は電圧の最大値、 ω [rad/s] は角周波数(角振動数)、 t [s] は時刻で、導線の抵抗、電源の内部抵抗は無視できるとする。交流電源の周期 T は $10\pi \times 10^{-3}$ s、電圧の実効値は $10\sqrt{2}$ V、回路 1 の抵抗の抵抗値は 5.0Ω 、回路 2 のコンデンサーの電気容量(静電容量)は $5.0 \mu\text{F}$ であった。ただし π は円周率である。以下の問いに答えよ。



回路 1



回路 2

- (問 1) 回路 2 のコンデンサーの容量リアクタンスを求めよ。
- (問 2) 回路 1 の抵抗と回路 2 のコンデンサーが消費する電力の、1 周期での時間平均を、それぞれ求めよ。
- (問 3) 回路 1 の抵抗と回路 2 のコンデンサーに流れる電流の時間変化を、図 1 および図 2 にそれぞれ描き、それらの振幅も図中に記入せよ。

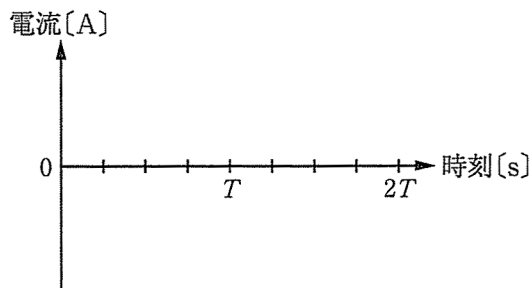


図 1

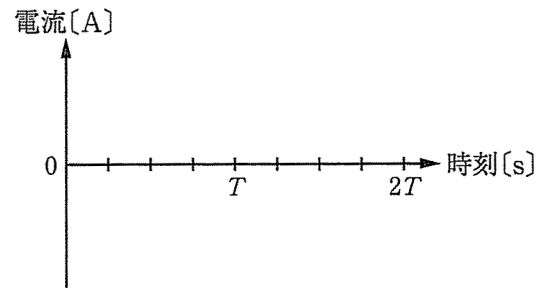


図 2

- (問 4) 回路 1 の抵抗と回路 2 のコンデンサーの消費電力の時間変化を、図 3 および図 4 にそれぞれ描き、それらの最大値も図中に記入せよ。ただし、必要であれば次式を利用してもよい。

$$\cos \theta \times \sin \theta = \frac{1}{2} \sin 2\theta$$

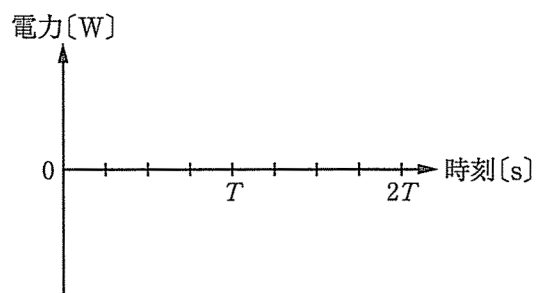


图 3

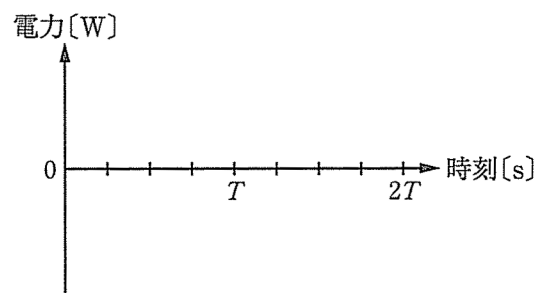


图 4

3 X線の発生装置(X線管)を図1に示す。真空のガラス管の内部に2つの電極を入れ、その電極間に電圧 $V[V]$ をかける。負電位である陰極のフィラメントを熱すると、電子(熱電子)が発生し、それは電圧で加速されて陽極に衝突し、X線が発生する。このX線管から発生したX線の強度と波長の関係(スペクトル)を図2に示した。このスペクトルには、特定の波長に強く現れる特性X線(固有X線) α , β と、波長が連続的に分布する連続X線がある。

電気素量 e を $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 、光速 c を $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ 、プランク定数 h を $6.6 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$ として、以下の問いに答えよ。

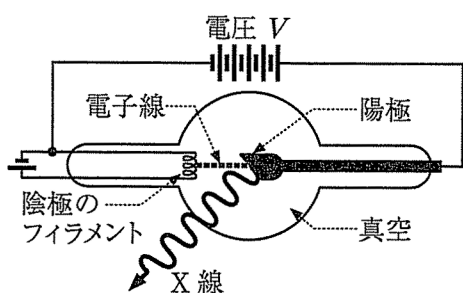


図1

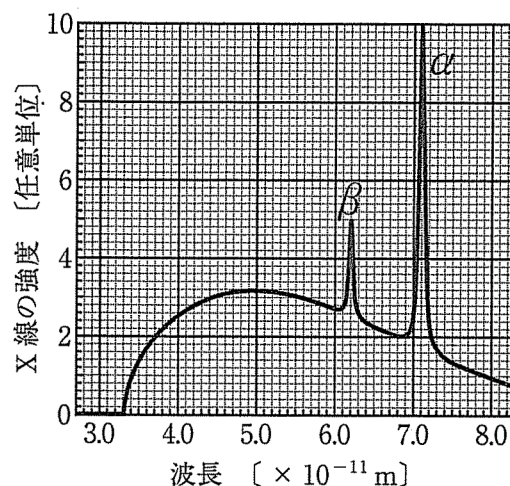


図2

(問1) V の値を求めよ。

原子が配列した面(結晶面)A, B, ...が, $d[m]$ の間隔で積み重なった結晶にX線を入射させると、結晶面でX線が反射される。しかしX線は透過性が高いため、図3のように、AだけでなくBなどでも反射される。ただし、X線の入射角は $\theta[^\circ]$ とする。

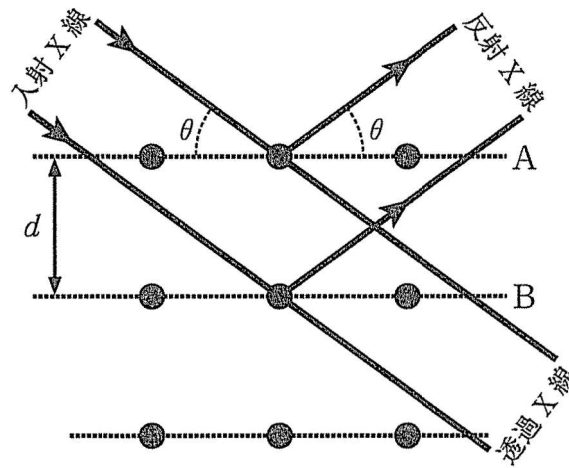


図 3

(問 2) A で反射された X 線と、B によって反射された X 線の経路差を図示し、その長さを求めよ。

θ を変えながら X 線を入射させると、ある入射角 θ_0 [°] のときに、X 線のブラッグ反射が起こる。

(問 3) X 線の波長を λ [m] として、 θ_0 の条件を正の整数 n ($= 1, 2, 3, \dots$) を用いて表せ。

図 2 に示した X 線スペクトルの中で最も強い特性 X 線 α を用い、図 3 の結晶において θ を $0^\circ < \theta < 90^\circ$ の範囲で変化させて X 線のブラッグ反射を観測した。その結果、下表の θ_0 で X 線のブラッグ反射が観測された。

入射角 θ_0	5.7°	11.5°	17.5°	23.6°	30.0°	36.9°	44.4°	53.1°	64.2°
----------------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(問 4) d の値を求めよ。

運動量をもつ電子にも、X 線と同様な波動性がある。

(問 5) 質量 m [kg]、初速 0 m/s の電子が、真空中で電圧 V' [V] で加速されたときの運動量とド・ブROI波長を、 V' 、 h 、 e 、 m のうち必要な記号を用いて表せ。