

平成 22 年度入学試験問題

医 学 科 (前 期)

理 科

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～ 8 ページ
化 学	9 ページ～14 ページ
生 物	15 ページ～19 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

(注 意)

1. 問題冊子及び解答冊子は試験開始の合図があるまで開かないでください。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には必ず受験番号を記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。
4. 選択した科目の解答冊子の選択科目確認欄に正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
5. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
6. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の所定の欄に記入してください。
7. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
8. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
9. 試験時間は 120 分です。
10. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
11. 問題冊子は持ち帰ってかまいません。

物 理

1. 物理は全部で3問題あり，合計8ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。

- 1 次の文章を読んで、問1～問6に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

図1のように水平な滑らかな床に質量 M [kg] の直方体の箱があり、その箱の中央には質量 $M/2$ [kg] の質点が置いてある。質点の真下の床の点 O を原点とし、床面に平行で箱の側面 B 向きに x 軸をとる。側面 A から B までの距離は l [m] である。質点と側面 A , B との間の反発係数はいずれも $e (< 1)$ であり箱の中の底面も滑らかである。質点と箱の側面との衝突のとき、箱の底が床から離れることはないとする。

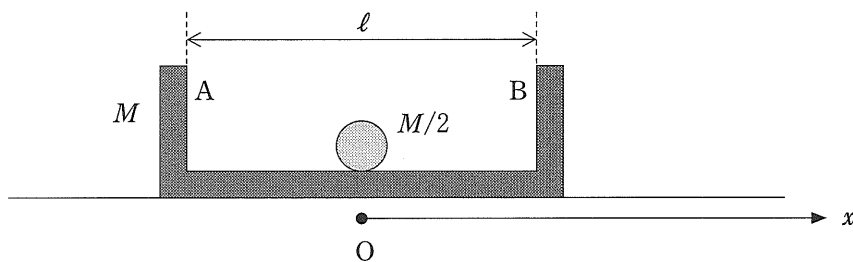


図 1

- 問 1 質点を初速 v_0 [m/s] で x の正の向きに滑らせ、質点が側面 B に初めて衝突した直後の箱および質点の床に対する速度 u_1 [m/s], v_1 [m/s] を求めなさい。
- 問 2 次に質点が初めて側面 A に当たるときの箱の中央の位置 x_1 [m] を求めなさい。
- 問 3 問 2 の衝突の後の箱および質点の床に対する速度 u_2 [m/s], v_2 [m/s] を求めなさい。
- 問 4 質点が側面との衝突を 3 回繰り返した直後の質点の床に対する速度 v_3 [m/s] が負の値 (x の負の向きに運動) となるための反発係数 e の範囲を有効数字 2 桁で求めなさい。必要であれば $(0.71)^2 = 0.51$, $(0.70)^2 = 0.49$, $(0.80)^3 = 0.51$, $(0.79)^3 = 0.49$ を用いなさい。
- 問 5 このように質点が箱の中で側面 A , B との衝突を繰り返し、時間が十分に経過したときの箱および質点の床に対する速度 u_∞ [m/s], v_∞ [m/s] を求めなさい。
- 問 6 反発係数 $e = 0.5$ とし、質点の運動開始時を時間の原点として質点と側面との衝突が 3 回起こったときまでの質点の床に対する速度 v [m/s] とその位置 x_p [m] の時間変化の様子を解答欄のグラフに示しなさい。

2 次の文章を読んで、問1～問6に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけではなく、解答にいたる計算過程の説明を必ず記入しなさい。

真空中で図2のように、面積が $S[\text{m}^2]$ の電極板Aを置き、その両側に電極板Aと面積と形状の同じ2枚の平板電極 B_1 および B_2 を固定した。電極板Aは電極板 B_1 および B_2 と平行で、平行を保ったまま B_1 および B_2 の方向へ動くことができる。電極板 B_2 は接地されており、スイッチ SW_1 を通して導線で電極板 B_1 と接続されている。はじめ、 SW_1 は閉じられており、電極板Aは B_1 と B_2 のちょうど中間にあり電極板の間隔は両方とも $d[\text{m}]$ であった。この状態でスイッチ SW_2 を閉じて電極板Aの電位を $V_0[\text{V}]$ とした後 SW_2 を開いた。ただし、真空の誘電率は $\epsilon_0[\text{F}/\text{m}]$ とし、導線の抵抗および電極板や誘電体の端での電界の乱れは無視できるものとする。

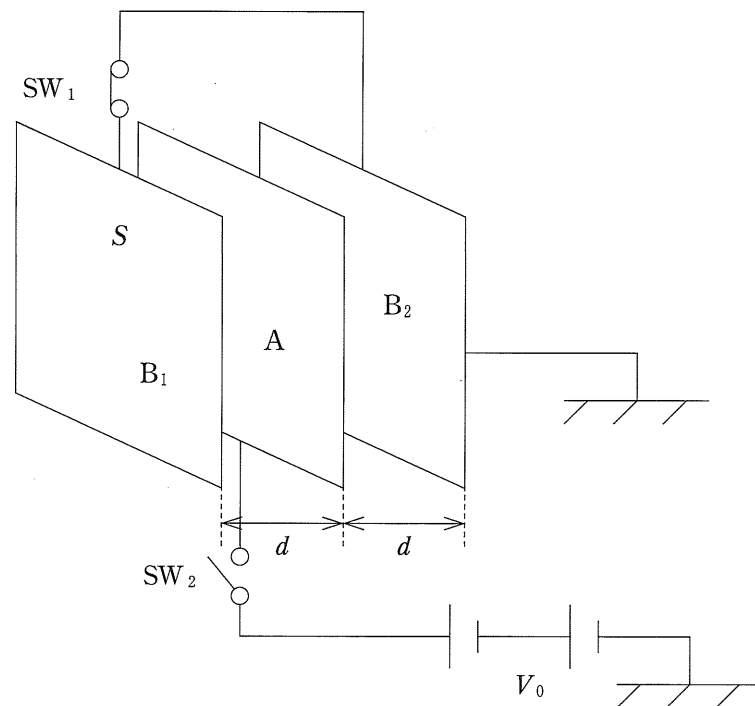


図 2

問1 上の文章で与えられた状態で電極板Aと B_1 によってつくられる平行板コンデンサーに蓄えられる電荷(電気量) $Q_1[\text{C}]$ および電極板Aと B_2 によってつくられる平行板コンデンサーに蓄えられる電荷(電気量) $Q_2[\text{C}]$ を求めなさい。

問2 問1の状態からスイッチ SW_1 を開き、次に、電極板Aを B_1 の方向にゆっくりと距離 $x[\text{m}]$ ($x < d$)動かしした。この状態で電極板 B_2 を基準としたときの電極板Aおよび電極板 B_1 の電位 $V_A[\text{V}]$, $V_B[\text{V}]$ を求めなさい。

問 3 問 2 の状態で、電極板 A にはどのような力が働いているかを説明しなさい。

問 4 スイッチ SW_1 を開いた状態のまま電極板 A をゆっくり動かし最初の位置に戻した。次に、スイッチ SW_1 を閉じ、電極板 A を B_1 の方向にゆっくりと距離 x (m) ($x < d$) 動かした。このとき電極板 B_2 を基準としたときの電極板 A の電位 V_c (V) を求めなさい。

問 5 問 4 の状態からスイッチ SW_1 を閉じたまま、電極板 A を B_2 の方向にゆっくりと x (m) 動かし最初の位置に戻した。このとき、電極板 A になされた仕事 W (J) を求めなさい。

問 6 問 5 の状態からスイッチ SW_1 を閉じたまま、電極板 A と B_2 との間を誘電率が $\epsilon_r \epsilon_0$ (F/m) の誘電体で満たした。この誘電体を満たす前と満たした後とのコンデンサーに蓄えられる静電エネルギーの差 ΔU (J) を求めなさい。

3 次の文章を読んで、問1～問7に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

X線は図3-1のようなX線管と呼ばれる装置を使い、陰極(F)から飛び出した電子を高電圧で加速し陽極(T)に衝突させることにより発生させる。今、TとFの間に $V = 14\text{ kV}$ の加速電圧をかける。電子の質量を $m = 9.1 \times 10^{-31}\text{ kg}$ 、電荷を $-e = -1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$ 、プランク定数を $h = 6.6 \times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ 、光速を $c = 3.0 \times 10^8\text{ m/s}$ とし、電子の初速度を 0 m/s とする。数値計算では有効数字2桁で解答しなさい。

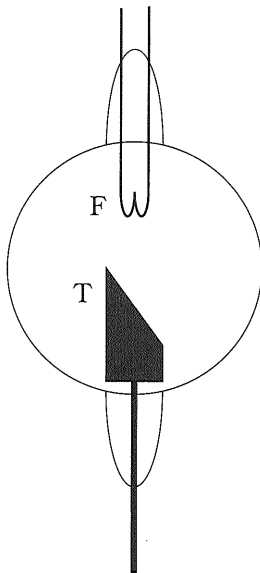


図3-1

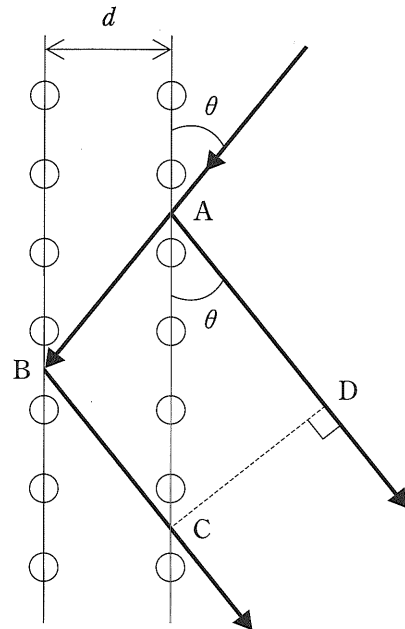


図3-2

問1 電子がTに達する直前の速さ $v_1[\text{m/s}]$ を求めなさい。

問2 発生するX線の最短波長 $\lambda_0[\text{m}]$ を求めなさい。

問3 Tに $I = 4.8\text{ mA}$ の電流が流れるとき、Tに達する単位時間当たりの電子の数 $n[\text{個/s}]$ を求めなさい。

問4 Tに到達する電子の運動エネルギーの90%が熱に変わるとしたとき、Tで発生する単位時間当たりの熱量 $Q[\text{J/s}]$ を求めなさい。

問 5 X線の性質を3つあげそれぞれ25字以内で記述し、またX線が医学分野で特に診断に利用される例をあげ、その理由についてX線の性質の観点から合わせて60字以内で記述しなさい。

問 6 図3-2のように原子が規則正しく並んだ原子面が面間距離 d [m]で平行に並んでいる結晶に対して波長 λ [m]のX線を入射させたとする。原子配列面はX線に対して鏡面のような働きをするものとし、入射角と反射角を θ とする。距離 d で隣接した原子面のそれぞれで反射したX線が強め合う条件式(ブラッグの条件式)を図3-2を利用して導出しなさい。ただし、このとき用いる整数を N としなさい。

問 7 波長 $\lambda = 0.71 \times 10^{-10}$ mのX線を用いて角度 θ を 0° から次第に大きくしていったら入射X線と反射X線のなす角度が 28° のとき、はじめて強い反射X線が得られた。この結晶の面間距離 d [m]の値を求めなさい。ただし、必要であれば $\sin 14^\circ = 0.24$, $\cos 14^\circ = 0.97$, $\sin 28^\circ = 0.47$, $\cos 28^\circ = 0.88$ を用いなさい。

