

平成 26 年度入学者選抜個別(第 2 次)学力検査問題

理 科

注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. この冊子は、全部で 29 ページあり、第 1 ～ 3 ページは下書用紙です。下書用紙は切り離してはいけません。
3. 解答用紙は、問題冊子と別に印刷されているので、誤らないように注意しなさい。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された欄内に記入しなさい。点線より右側には何も記入しないこと。
5. 入学志願票に選択を記載した 2 科目について解答しなさい。選択していない科目について解答しても無効です。
6. 各解答用紙には、受験番号欄が 2 か所ずつあります。それぞれ記入を忘れないこと。
7. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、机の上に置き、持ち帰ってはいけません。この冊子は持ち帰りなさい。
8. 落丁または印刷の不鮮明な箇所があれば申し出なさい。

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

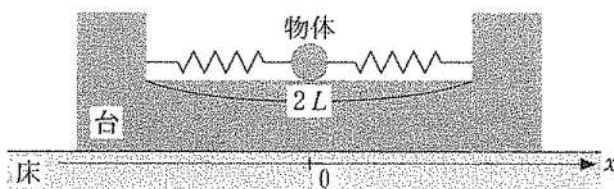
下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

下 書 用 紙 (切り取ってはいけない)

物 理

- 1 (注) 医学科の受験生は問 1 から問 11 までのすべての問について、歯学科および保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は問 1 から問 9 までの 9 問について解答せよ。

水平な床の上に左右対称な台を置く。図のように、台には長さ $2L$ のくぼみがあり、重さの無視できる二つの同じばね(ばね定数 k 、自然長 l)と大きさの無視できる物体からなるばね振り子が設置されている。水平方向に x 軸をとり、物体および台の質量を m_1 、 m_2 、それらの中心の x 座標を x_1 、 x_2 、加速度を a_1 、 a_2 と表記する。物体および台の運動は x 軸方向のみに起こるものとし、物体と台の間の摩擦は無視できるとして、以下の問題に答えよ。



台を床に固定し、台の中心の x 座標を原点とする($x_2 = 0$)。物体を $x_1 = d$ の位置に静止させ、そっと手を離すと、物体は水平方向に振動を始める。

- 問 1 物体の運動方程式を記せ。
- 問 2 手を離れた瞬間に二つのばねに蓄えられている弾性エネルギーの和を求めよ。
- 問 3 物体が $x_1 = 0$ の位置を通過する際の速さを求めよ。

問 4 振動の周期を T_0 とする。 T_0 を求めよ。

次に、台を床に対して摩擦なく自由に動けるようにする。物体および台を $x_1 = d$, $x_2 = 0$ の位置に静止させ、そつと手を離すと、物体および台は振動を始める。

問 5 $m_2 \rightarrow 0$ の極限において、物体の振動の周期および振幅はどの値に近づくか。理由を添えて答えよ。

問 6 $m_2 \rightarrow \infty$ の極限において、物体の振動の周期および振幅はどの値に近づくか。理由を添えて答えよ。

以下では再び一般の質量 m_2 について考える。

問 7 物体の運動方程式を記せ。

問 8 物体と台を合わせた系の重心位置は変化しない。このことから x_1 と x_2 との間に成り立つ関係式を記せ。

問 9 物体の振動の中心位置の x 座標を求めよ。

問10 物体の振動の周期を T とする。 T を求めよ。

問11 T/T_0 を m_2/m_1 の関数として解答用紙中のグラフに示せ。

- 2 (注) 医学科の受験生は問1から問10までのすべての間について、歯学科および保健衛生学科(検査技術学専攻)の受験生は問1から問9までの9間について解答せよ。

19世紀末から20世紀のはじめにかけて、光は波としての性質と粒子としての性質の両方を持つことが分かってきた。光の粒子性を示す実験について、以下の問題に答えよ。ただし、計算の結果は、有効数字2桁で表し、単位も付けること。

よく磨いた亜鉛板をはく検電器の上に置き、図1のように負に帯電させた。

- 問1 絹の布でこすって正に帯電させたガラス棒を用いて、検電器を図1のように負に帯電させる方法を順に示せ。はくの開閉と電荷の分布の様子も図示し、簡単な説明を各図の下に加えよ。

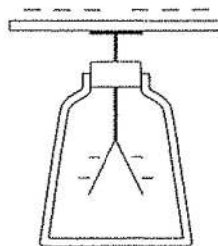


図1

- 問2 亜鉛板に紫外線をあてると、検電器のはくの開き方は、さらに開く(開き方が大きくなる)、変わらない、閉じる(開き方が小さくなる)のいずれになるか。

金属にさまざまな振動数の光をあてて、飛び出してくる電子(光電子という)の運動エネルギーの最大値 K_M を測定する。ナトリウムでは、図2のような関係が得られた。振動数が 5.6×10^{14} Hz より小さいと、どんなに強い光をあてても光電子は飛び出さなかった(この振動数を限界振動数という)。

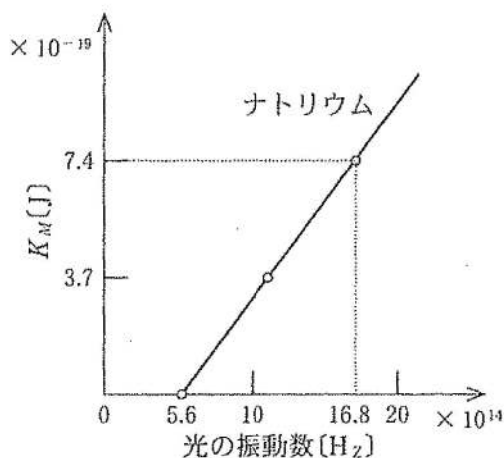


図2

問3 ナトリウムについて、仕事関数(金属から自由電子1個を外に取り出すために必要な仕事の最小値)を求めよ。

問4 プランク定数の値を求めよ。

問5 亜鉛の仕事関数が 6.9×10^{-19} J であるとき、限界波長(その波長より長い波長の光をあてても光電子が飛び出さない波長)を求めよ。ただし、光速を 3.0×10^8 m/s とする。

問6 亜鉛について、あてる光の振動数と光電子の運動エネルギーの最大値 K_M との関係はどのようになると考えられるか。解答欄の図中に実線で示せ。

図3のような装置を使って光電管のC極に振動数と強さが一定の光をあて、可変抵抗を用いてC極を基準にしたP極の電位 V を変化させる。電位 V と回路を流れる光電流 I との関係調べると図4のようになった。

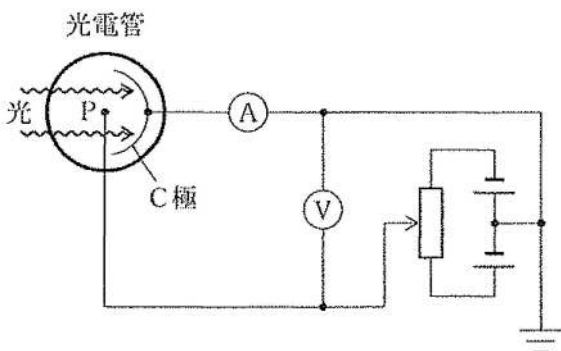


図3

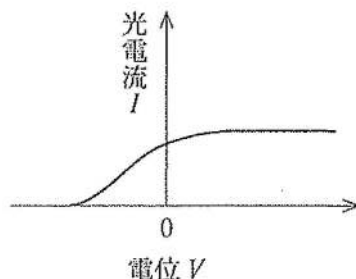


図4

問7 C極にあてる光の振動数は変えないで、光の強さを強くすると電位 V と光電流 I の関係はどのようになるか。解答欄の図中に実線で示せ。なお、図中の破線は、図4の電位 V と光電流 I の関係を表している。

問8 C極にあてる光の強さは変えないで、光の振動数を大きくすると電位 V と光電流 I の関係はどのようになるか。解答欄の図中に実線で示せ。なお、図中の破線は、図4の電位 V と光電流 I の関係を表している。

問9 限界振動数よりも小さい振動数の光では、どんなに強い光をあてても光電子が飛び出さないことを光の波動性では説明できないのはなぜか。

コンプトンは、物質によって散乱された X 線には、もとの X 線より波長の長いものが含まれていることを見いだした。この現象も X 線を粒子として考えることで説明できる。

問10 入射 X 線の波長を λ 、散乱 X 線の波長を λ' 、プランク定数を h 、真空中の光速を c 、電子の質量を m 、はね飛ばされた電子の速度を v 、入射方向に対する X 線と電子の散乱角を図 5 のように ϕ 、 θ とするとき、波長の変化量 $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda$ を m 、 c 、 h 、 ϕ を用いて表せ。ただし、 $\Delta\lambda$ の大きさは λ に比べて十分に小さい ($\lambda' \approx \lambda$) としてよい。

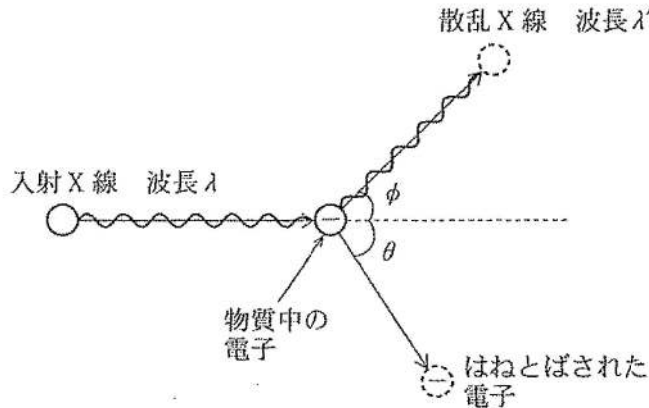


図 5