

平成29年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

人間学群 (教育学類, 心理学類, 障害科学類) ※1科目選択で60分

生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)

※地球学類で地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて120分

理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)

情報学群 (情報科学類)

(知識情報・図書館学類) ※1科目選択で60分

医学群 (医学類, 医療科学類)

(看護学類) ※1科目選択で60分

目 次

物	理	1
化	学	8
生	物	20
地	学	31

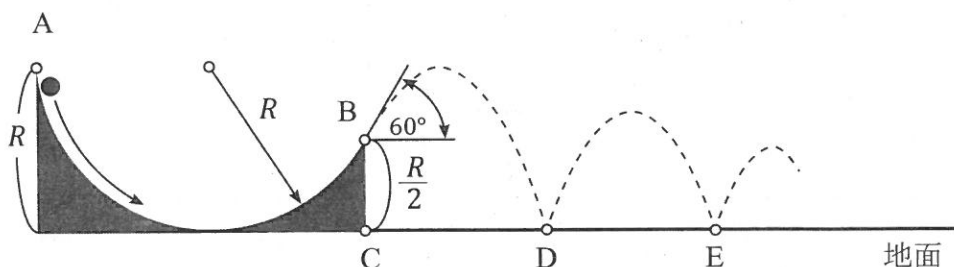
注 意

- 1 問題冊子は1ページから40ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
教 育 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
心 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
障 害 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
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
地 球 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○ 印の中から1科目選択
数 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応 用 理 工 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 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, ○印の中 から1科目を選択解答
情 報 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知 識 情 報 ・ 図 書 館 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
看 護 学 類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
医 療 科 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

物 理

I 図のように、半径 R の円弧状のなめらかな面をもつ台が地面に固定されている。大きさの無視できる質量 m の小球が地面からの高さ R の点 A から静かに滑り降り始めると、高さ $\frac{R}{2}$ の点 B で上向き 60° の方向へ放り出された後、反発係数 e ($0 < e < 1$) で地面と非弾性衝突を繰り返しながら右の方向へ進んでゆく。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。地面は水平方向に十分に長く、空気抵抗および地面の摩擦は無視できるものとする。また、点 A, B, C は同一平面内にあり、小球の運動はこの面内に限られるとする。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入せよ。考え方や計算の要点も記入せよ。



- 問 1 小球が点 B より飛び出す瞬間の速度の水平右向き成分と垂直上向き成分を求めよ。
- 問 2 小球が飛び出した後、小球が達する最高点の地面からの高さを求めよ。
- 問 3 点 B の直下地面上の点を C とし、小球が最初に地面と衝突する地点を D とする。このとき、距離 CD を求めよ。
- 問 4 点 D からはねかえった後、次に地面と衝突する地点を E とするとき、距離 DE を求めよ。

問 5 小球がはねかえった後，次に地面と衝突するまでに水平方向に移動する距離は衝突するごとに e 倍となることを示せ。

問 6 小球は，衝突を繰り返すうちに，やがて，はねかえらなくなる。はねかえらなくなる地点の，点 D からの距離を求めよ。

II 図1のような、絶縁体でできた筒の中に置かれた平行板コンデンサーを考える。

スイッチ SW, 抵抗値 r の抵抗と起電力 E の電池からなる回路がコンデンサーにつながれ、全体は大気中に置かれている。極板 P1 は空気が漏れないように筒の端に隙間なく固定されており、極板 P2 は筒との間に気密性を保ちながら筒の中をなめらかに平行移動できる。極板 P1 に付いた細管にはバルブ V があり、極板 P1 と P2 の間の空気を閉じ込めることができる。極板の面積 S は端の影響を無視できるほど大きく、また、細管の体積、および筒と細管の静電容量への影響は無視できるものとする。空気はボイル・シャルルの法則に従い、その誘電率は圧力と温度によらず真空の誘電率 ϵ_0 に等しいものとする。最初、極板は帯電しておらずバルブ V は開いているとして、以下の問に答えよ。解答はすべ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すること。

電極間隔が d となる位置に極板 P2 を固定してスイッチ SW を閉じた。十分時間が経ちコンデンサーの充電が完了したのち、スイッチ SW を開いた。

問 1 コンデンサーの容量 C , コンデンサーに蓄えられている電荷 Q と静電エネルギー U を ϵ_0, S, d, r, E の中から必要なものを用いて表せ。

問 2 抵抗で発生したジュール熱 J を ϵ_0, S, d, r, E の中から必要なものを用いて表せ。

問 3 極板間に働く引力 F に逆らって極板 P2 を微小距離 Δd だけ動かすときに外から加える仕事が、静電エネルギー U の増分 ΔU に等しいことを利用し、引力 F の大きさが $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$ であることを示せ。

電極間隔が d のとき、バルブ V を閉め極板 P1 と P2 の間の空気を大気圧 p_0 で閉じ込めた。スイッチ SW を閉じた後、極板 P2 の固定を解いたところ、極板 P2 は電極間隔が $\frac{4}{5}d$ になったところで静止した。この過程で空気を含むコンデンサー全体の温度は一定に保たれた。

問 4 電池の起電力 E を ϵ_0 , S , d , r , p_0 の中から必要なものを用いて表せ。

問 5 空気を含むコンデンサー全体の温度を上げたところ、電極間隔が d に戻った。このときの絶対温度 T は昇温前の絶対温度 T_0 の何倍か答えよ。ただし、温度変化による筒と極板の膨張・収縮は無視できるものとする。

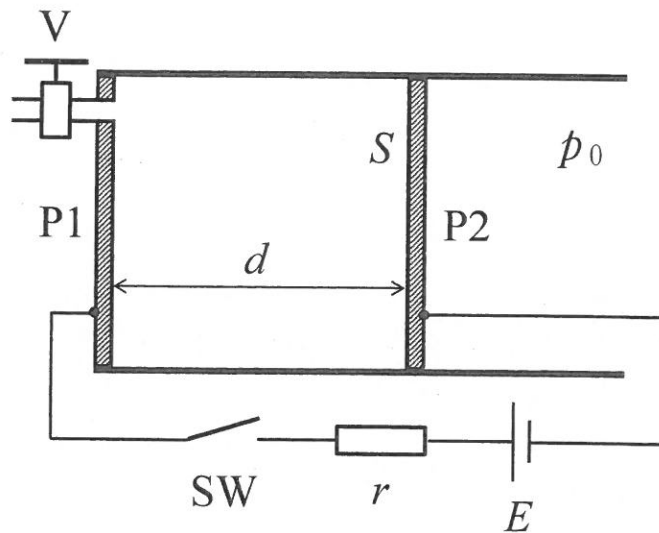


図 1

Ⅲ 以下の問題文を読み、設問に答えよ。解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入せよ。問3から問5は、考え方や計算の要点も記入すること。

図1はアインシュタインの光量子仮説を検証するための実験装置の模式図である。破線で囲まれた部分は真空に保たれていて、内部には同じ金属でできた平板状の電極aとbが平行に置かれている。電極は十分に広く、その表面は清浄であるとする。電極には電源、すべり抵抗器、電圧計、電流計からなる回路が接続されている。光源は単色光を安定した強度で発生することができる。いま、電極aの電位が0の状態、その表面に単色光を照射したところ、電子が放出されて電流が流れた。

以下の問では電気素量を e 、プランク定数を h 、電極表面の仕事関数を W とする。電源と電流計の内部抵抗、導線の抵抗、および電圧計を流れる電流は考慮する必要はない。電極に照射する光は十分に弱く、電子が電極間に滞留することはないとする。地磁気の影響は無視してよい。

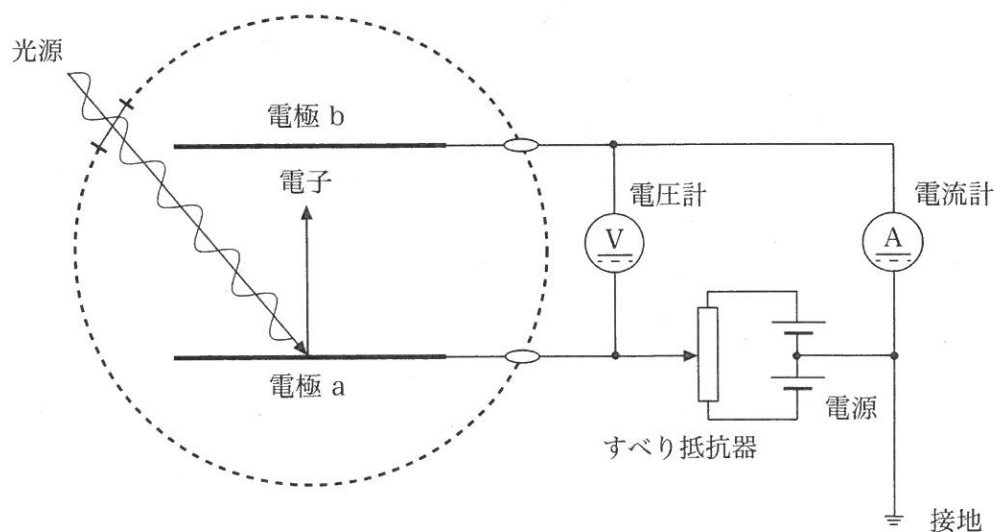


図1

問 1 金属の表面に光を照射すると電子が放出される現象の名称を記せ。

問 2 電磁波には、その振動数に応じて固有の名称がある。振動数が、およそ 4×10^{14} Hz から 8×10^{14} Hz までの範囲にある電磁波の名称を記せ。必要ならば、真空中の光の速さ 3.0×10^8 m/s を用いてよい。

問 3 電極 a に照射した単色光の振動数を ν とする。表面から放出される電子の運動エネルギーの最大値 T_m を表す式を記せ。

次に、電極 a にわずかに正の電位を与えたところ、電流は減少した。そこで、電位を少しずつ増加させて、その都度電流を測定した結果、ある電位に達したところで電流が全く流れなくなった。その時の電極 a-b 間の電位差を阻止電圧という。以上の実験を、さまざまな振動数 ν を持つ単色光について行った。その結果得られた振動数 ν と阻止電圧 V_s の関係を図 2 に示す。

問 4 問 3 のエネルギー T_m と阻止電圧 V_s の関係を表す式を記せ。

問 5 図 2 と問 4 の結果を用いてプランク定数 h の値を有効数字 2 桁で求めよ。単位は J·s とする。電気素量 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C を用いてよい。

問 6 図 2 は、振動数が 4.7×10^{14} Hz 以下の光を電極 a に照射しても電子は放出されないことを示している。電子が放出されない理由を簡潔に述べよ。

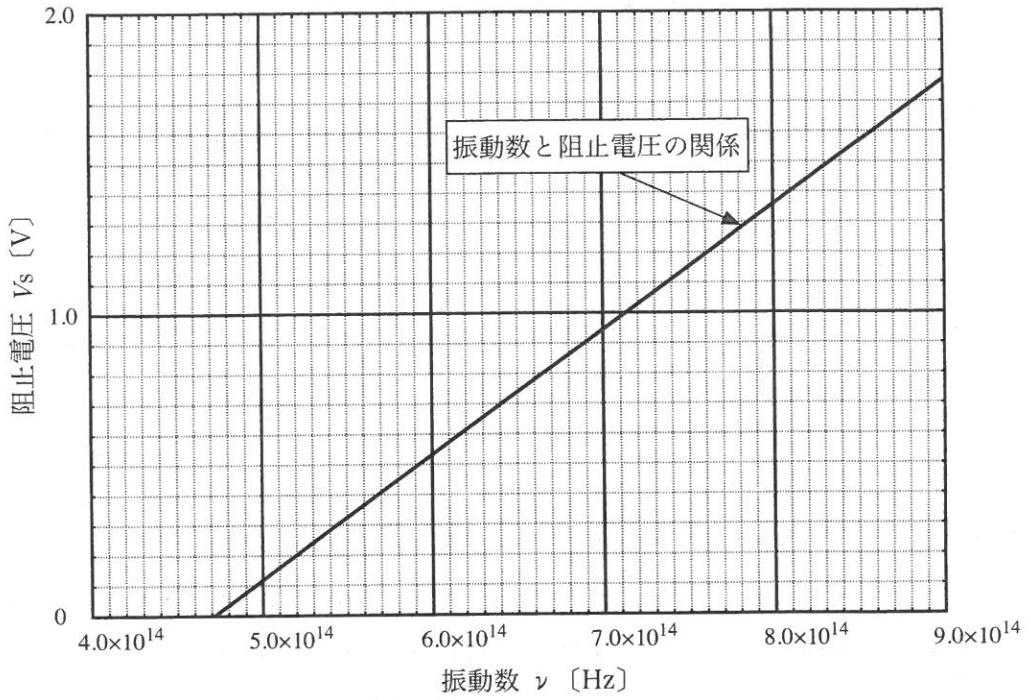


図 2