

広島大学 医学部 一般
歯学部 前期

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 25 年 2 月 25 日

(理科 1 科目受験者)	(理科 2 科目受験者)
自 12 時 30 分	自 12 時 30 分
至 13 時 30 分	至 14 時 30 分

答案作成上の注意

- 1 この問題冊子には、物理、化学、生物、地学の各問題があります。総ページは 53 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 2 枚(表裏の計 4 ページ)です。
物理、化学、地学は、それぞれ 1 枚(表裏の 2 ページ)です。
- 3 化学、生物には、選択問題があります。
化学、生物の注意事項をよく読んで解答しなさい。
- 4 下書用紙は、各受験者に 1 枚あります。
- 5 受験番号は、解答用紙の所定の場所に、必ず記入しなさい。
- 6 解答は、解答用紙に記入しなさい。
出願の際に届け出た科目以外の科目について解答しても無効となります。
- 7 配付した解答用紙は、持ち出してはいけません。

理 科

物 理	3 ページ～ 10 ページ
化 学	11 ページ～ 22 ページ
生 物	23 ページ～ 46 ページ
地 学	47 ページ～ 53 ページ

10 ページ, 22 ページ, 27 ページ, 35 ページ, 41 ページ, 45 ページ, 46 ページは
白紙です。

以 上

物 理 (3 問)

〔 I 〕 図1のように、鉛直に固定した円筒の底にはばね定数 k の軽いばねの下端を固定し、ばねの上端に質量 M の厚さの無視できる円板を水平に取り付けた。円板が静止したとき、ばねは自然長から長さ d だけ縮んでいた。円板の上方 h の高さから質量 m の小さな粘土塊を初速度 0 で落下させ、粘土塊を円板に衝突させた。粘土塊と円板は、完全非弾性衝突し、衝突後は一体となって振動した。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗および円筒壁面での摩擦を無視して、以下の問いに答えよ。

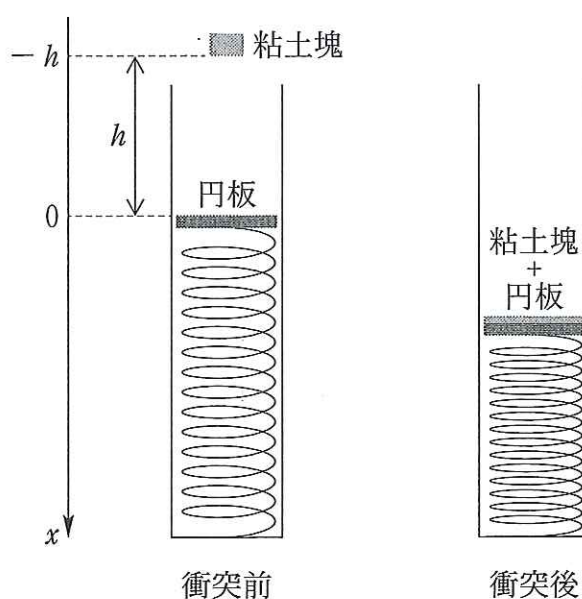


図1

問 1 粘土塊を落下させる以前に円板が静止していたときのばねの縮み d とばね定数 k を結び付ける関係式を記せ。

問 2 円板に衝突する直前の粘土塊の速さ v_0 、および円板に衝突した直後の粘土塊の速さ v_1 を求めよ。また、導き方も記せ。

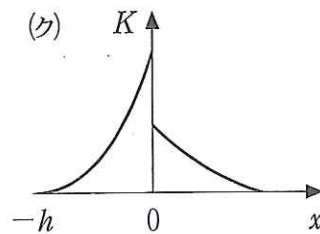
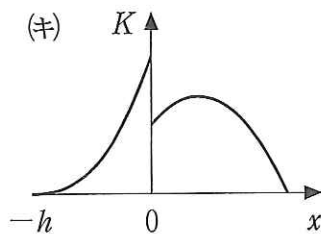
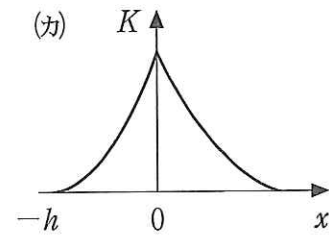
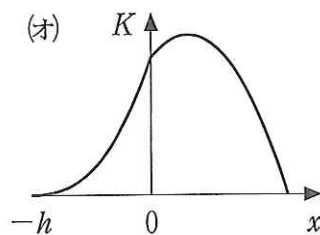
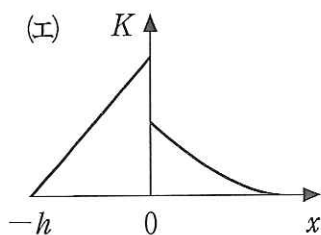
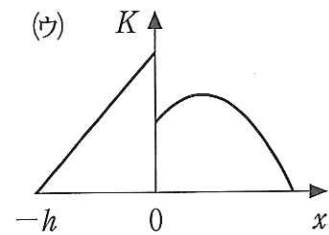
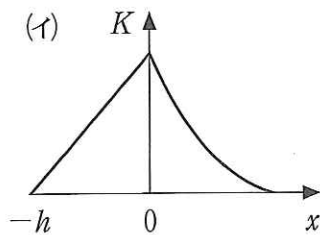
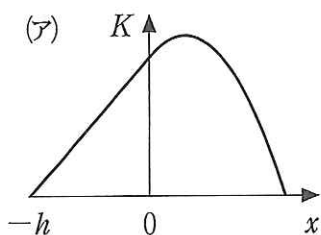
問 3 図1のように x 軸をとり、衝突前の円板の静止位置を x 軸の原点とし、鉛直下方を x 軸の正の向きとする。衝突後に一体となった粘土塊と円板を厚さの無視できる一つの物体と見なし、この物体の位置 x における運動方程式を記せ。ただし、物体の加速度を a とし、 a, g, m, M, k, x を用いて表せ。

問 4 物体の振動の中心の x 座標 x_0 、および振動の周期 T を求めよ。

問 5 ばねが最も縮んだときの物体の x 座標 x_1 を m, M, h, d を用いて表せ。

また、導き方も記せ。

問 6 粘土塊を落下させてからばねの縮みが最初に最大となるまでの間に、粘土塊と円板の全運動エネルギー K がどのように変化するかを考える。全運動エネルギー K と粘土塊の位置 x の関係を表すグラフとして最もふさわしいものを、次の解答群の中から選び、記号で答えよ。また、選んだグラフの (1) $x < 0$ 、(2) $x = 0$ 、(3) $x > 0$ における特徴およびその特徴が現れる物理的理由を簡潔に記せ。



問 6 の解答群

〔Ⅱ〕 次の問いに答えよ。

問 1 次の文章中の空欄 ~ に入る適切な数式や記号, あるいは語句を解答欄に記入せよ。ただし, と では, 適切な記号あるいは語句を選んで答えよ。

図 1 に示すように, 屈折率 n_1 の媒質 I から屈折率 n_2 の媒質 II へ入射する単色光を考える。境界面上の位置 A で光の一部が反射し, 残りは屈折した。反射光については, 入射角 i と反射角 j の間に, $i = j$ という反射の法則が成り立っている。一方, 屈折光については, 屈折の法則が成り立つので, 入射角 i と屈折角 r の間に $i < r$ という関係があるとき, 屈折率 n_1 と屈折率 n_2 の間には n_1 n_2 という関係がある。このとき, 媒質 I に対する媒質 II の相対屈折率 n_{12} は, i と r を用いて $n_{12} =$ と表せる。

次に, 媒質 II と屈折率 n_3 の媒質 III との境界面上の位置 B で反射した光の一部は, 媒質 II と媒質 I の境界面上の位置 C で再び屈折し, 媒質 I に戻ってくる。また, 同じ波長の単色光が, 位置 C に入射角 i で入射し, その一部が反射する(図 1 には入射光と反射光のみ示してある)。媒質 II 中の光速は真空中の光速の 倍になり, 媒質 II 中の波長も真空中の波長 λ の 倍になる。したがって, 経路 ABCD を通る単色光と経路 A'CD を通る単色光との光路差は経路 HBC の光路長に等しく, その光路差は n_2 と媒質 II の厚さ d , および r を用いて と表すことができる。位置 D で観測される二つの単色光が干渉する場合, これらは, 同位相であれば 。

また, 媒質 II と媒質 III の屈折率には $n_2 > n_3$ という関係があり, 媒質 II から媒質 III に入射する光の入射角 r を大きくしていくと, やがて, 光はすべて反射するようになり, 媒質 III への屈折光はなくなる。この現象は全反射と呼ばれ, 全反射が起こりはじめる入射角(臨界角) r_0 と n_2 , n_3 の間には $\sin r_0 =$ という関係がある。

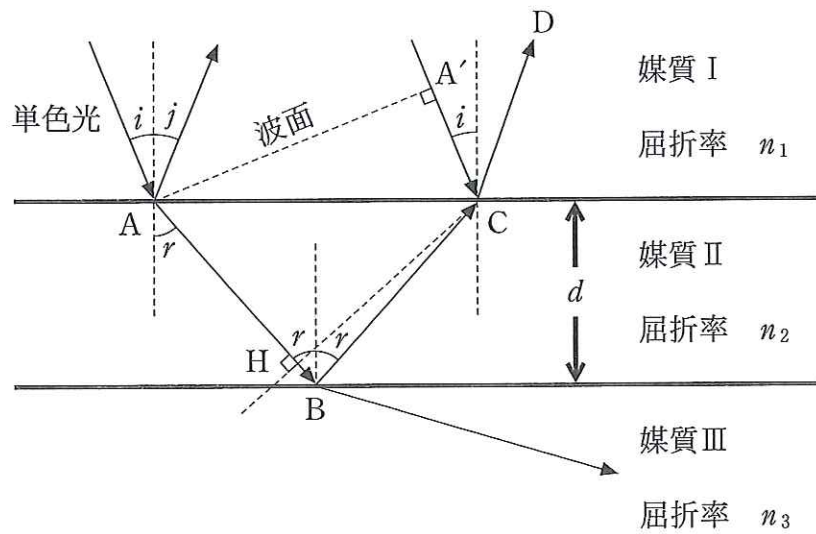


図 1

問 2 次の文章中の空欄 ~ に入る適切な数値または数式を解答欄に記入せよ。

なめらかに動く軽いピストンの付いたシリンダーに封入された理想気体を考える。この気体の状態が始状態 1 (絶対温度は T_1) から出発して、図 2 のように、状態 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ の順にゆっくりと変化した。過程 $2 \rightarrow 3$ は断熱変化、過程 $3 \rightarrow 1$ は等温変化である。このとき、状態 2 における気体の絶対温度は である。また、過程 $1 \rightarrow 2$ における気体の熱容量を C とすると、過程 $1 \rightarrow 2$ において、気体が得た熱量は であり、気体が行った仕事は である。さらに、過程 $3 \rightarrow 1$ における気体の内部エネルギーの変化量は であり、過程 $2 \rightarrow 3$ において気体が行った仕事は である。

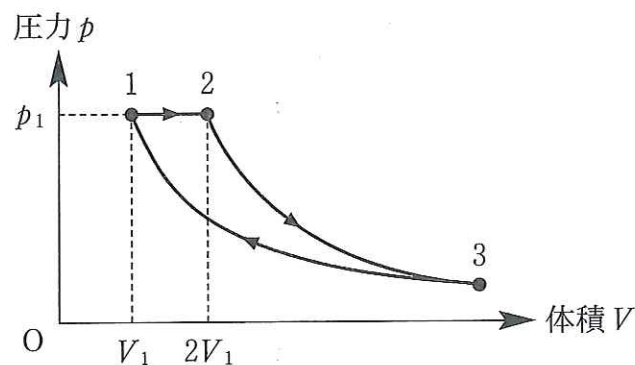


図 2

〔Ⅲ〕 図1のような，平行平板コンデンサー(極板の面積 S)，抵抗(抵抗値 R)，スイッチ，電池(起電力 V_0)，電流計からなる回路が，真空中に置かれている。コンデンサーの極板間距離は可変であり，極板間距離は極板の大きさに比べて十分に小さい。電流計と電池の内部抵抗，導線，スイッチ，および極板の抵抗は無視できるものとし，真空の誘電率を ϵ_0 として，以下の問いに答えよ。

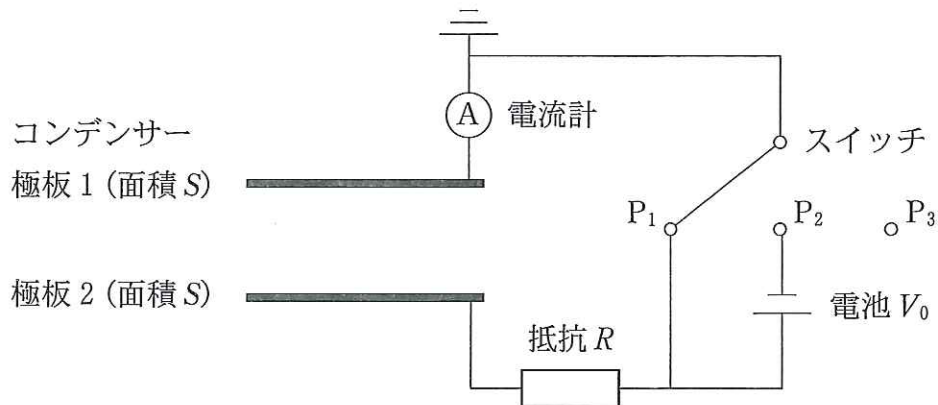


図1

問1 はじめ，コンデンサーの極板間距離を d に設定し，スイッチを点 P_1 につなぐ。十分に時間が経過した後，スイッチを点 P_1 から点 P_2 につなぎかえる。スイッチをつなぎかえた直後に電流計を流れる電流の大きさを I_0 とする。また，十分に時間が経過して，電流計の読みがゼロとなったとき，コンデンサーに蓄えられている電荷を Q_0 とする。 I_0 と Q_0 を求めよ。

問2 次に，スイッチを点 P_2 から点 P_3 につなぎかえ，その後，極板間距離を d から $d+x$ に変化させた(ただし， $d+x > 0$)。このとき，極板2の電位 V ，および極板間距離を変化させるために行った仕事 W を， ϵ_0 ， d ， x ， S ， V_0 のうちで必要なものを用いて表せ。また，導き方も記せ。

次に，図2のように，コンデンサー内外の電場に影響を与えないほど小さな穴を極板1にあけ，極板1の外側に表面が接地された電子銃を置く。電子銃を動作させると，電子(電荷： $-e < 0$ ，質量： m)が単位時間あたり N 個，速さ v で射出される(N は1よりも十分大きい)。電子銃から射出される電子は，極板の

法線方向から角度 θ だけ傾いた方向に極板 1 の穴を通過する。そして、極板間を運動して極板に衝突した電子は、全て極板に吸収される。また、コンデンサーの極板間距離は十分小さな値 d に設定され、電子がコンデンサーの端から外に出ることはない。重力、磁場、飛行している電子間に働く静電気力、および電磁波の放射の影響は無視できるものとし、以下の問いに答えよ。

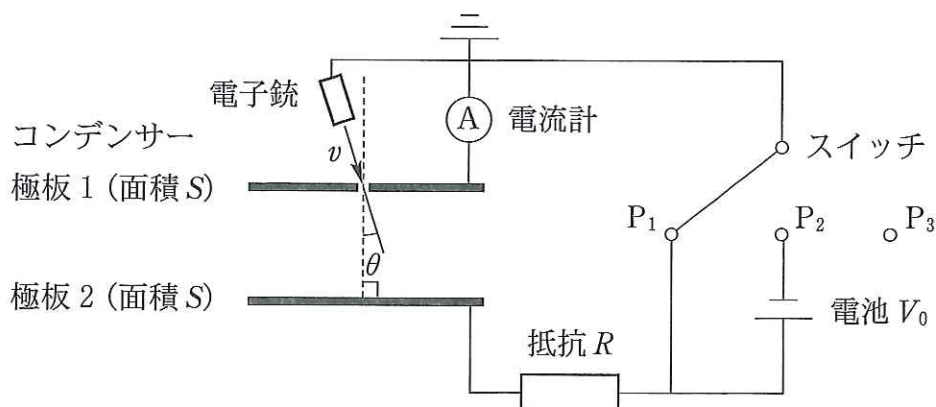


図 2

問 3 電子銃を動作させず、まずスイッチを点 P_1 につなぎ、十分に時間が経過した後、スイッチを点 P_1 から点 P_2 につなぎかえ、さらに十分な時間が経過して電流計の読みがゼロとなった。この後、電子銃を動作させると、極板 2 の電位が少し低下して安定し、電子は極板 2 に衝突し続けた。このとき、極板 2 に衝突する直前に一つの電子がもつ運動エネルギー K を求めよ。

次に、電子銃の動作を止め、十分に時間が経過してから、スイッチを点 P_2 から点 P_3 につなぎかえ、電子銃を再び動作させる。

問 4 電子銃を再び動作させ始めてから極板 1 と極板 2 の電位が等しくなるまでに要する時間 T を ϵ_0 , d , S , V_0 , N , e を用いて表せ。ただし、電子の飛行時間は無視せよ。

問 5 十分に時間が経過したとき、極板 2 に蓄えられる電荷 Q_2 の値を、符号も考慮して ϵ_0 , d , S , m , v , e , θ を用いて表せ。また、導き方も記せ。

このページは白紙です。