

広島大学 前期 医学部 歯学部

学 力 検 査 問 題

理 科

平成 26 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(3～12 ページ)、化学(13～24 ページ)、生物(25～48 ページ)、地学(49～56 ページ)の各問題があります。総ページは 56 ページです。
- 2 解答用紙は、生物は 3 枚(表裏の計 6 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 下書き用紙は、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。
- 8 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ってください。

このページは白紙です。

物 理 (4 問)

〔 I 〕 図1のように、質量 m の小物体 X を地球の中心 O から距離 h だけ離れた点 A より OA に垂直な方向へ速さ v_0 で打ち出した。その後、小物体 X は点 O を焦点とする楕円軌道を描き、点 A と点 O を結ぶ直線上で点 O から距離 d ($d > h$) だけ離れた点 B に速さ v_1 で到達した。軌道上で点 B は点 O から最も離れている。地球の質量を M 、万有引力定数を G とし、 h は地球の半径より大きいものとする。また、地球の大気、自転および公転の影響、地球以外の天体による重力の影響は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

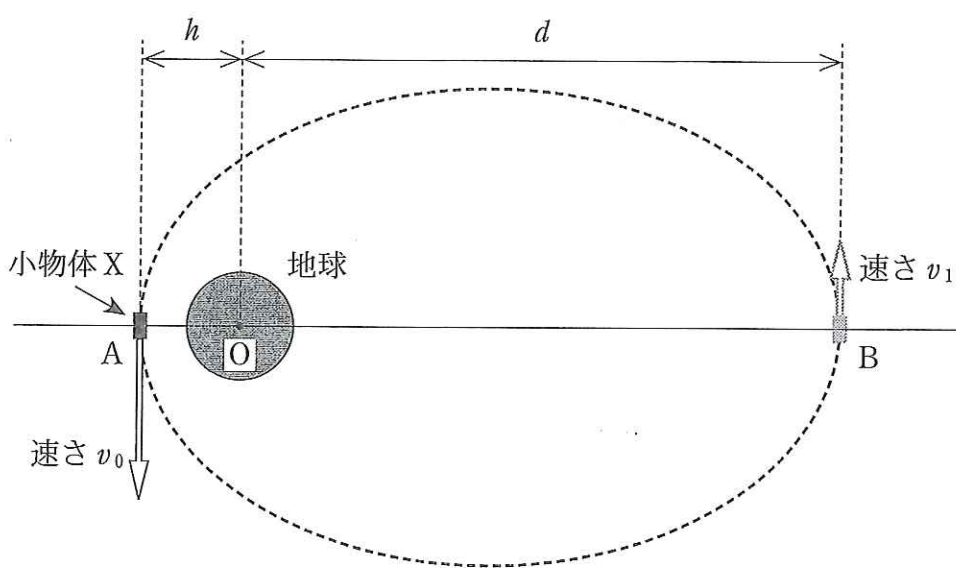


図1

問1 小物体 X の点 A における力学的エネルギーと点 B における力学的エネルギーとの間に成り立つ関係式を、 m 、 M 、 G 、 h 、 d 、 v_0 、 v_1 を用いて表せ。

問2 点 A における小物体 X の面積速度は $\frac{1}{2} v_0 h$ であり、点 B における小物体 X の面積速度は $\frac{1}{2} v_1 d$ である。ケプラーの第二法則を使い、速さ v_0 を、 M 、 G 、 h 、 d を用いて表せ。また、導き方も記せ。

図2のように、小物体Xは点Bに到達した瞬間、質量 $\frac{m}{2}$ の小物体Yと質量 $\frac{m}{2}$ の小物体Zに分解した。分解直後の小物体Yの地球から見た速さは v_2 で、運動の方向は楕円軌道の接線方向であった。一方、分解直後の小物体Zの速さはゼロであった。小物体Yは点Oを中心とする半径 d の円軌道を描いて運動し、小物体Zは線分OBに沿って地球に落下した。小物体YとZの間の万有引力は無視できる。

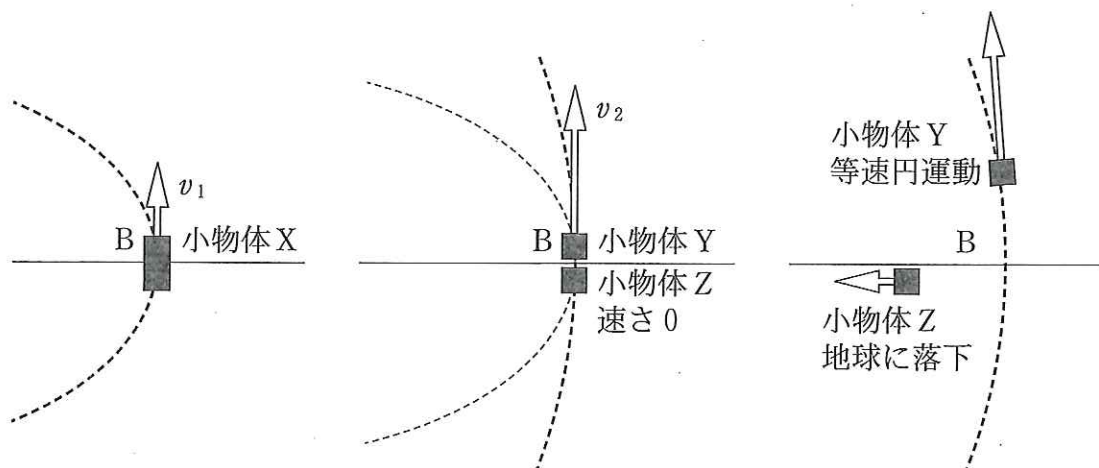


図2 小物体Xが小物体Yと小物体Zに分解

問3 小物体Yが等速円運動するとき、速さ v_2 と周期 T を、 G 、 M 、 d を用いて表せ。

問4 小物体Xが分解する瞬間の前後で運動量は保存する。この事実を用い、小物体Yの軌道半径 d と h の比を求めよ。また、導き方も記せ。

問5 小物体Yの周期 T を概算し、最も近い値を次の解答群の中から選び、記号で答えよ。ただし、近似値として $G \doteq \frac{20}{3} \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ 、 $h \doteq 6.4 \times 10^6 \text{ m}$ 、 $M \doteq 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ を用いよ。

- | | | | |
|---------|---------|--------|---------|
| (ア) 3分 | (イ) 90分 | (ウ) 1日 | (エ) 10日 |
| (オ) 30日 | (カ) 1年 | (キ) 3年 | (ク) 10年 |

問6 小物体Xが点Bにおいて分解せず、そのまま楕円軌道を描き運動する場合の周期を T' とする。ケプラーの第三法則を用いて、 T' と T の比を求めよ。また、導き方も記せ。

〔Ⅱ〕 図1のように、理想気体が入った容器Aと容器Bがあり、コックの付いた容積の無視できる管でつながっている。容器Aの容積は V_0 で一定であるが、容器Bには滑らかに動く軽いピストンが付いていて容積が変化できるようになっている。ピストンには常に一定の大気圧 P_0 がかかっている。容器Aと容器B、コック、管、ピストンはすべて断熱材でできている。また、容器Bには気体を加熱および冷却できる温度調節器が取り付けられていて、気体の温度調節が可能である。温度調節器の体積と熱容量は無視できるものとする。

次の文章中の空欄 ~ に入る適切な数式を解答欄に記入せよ。

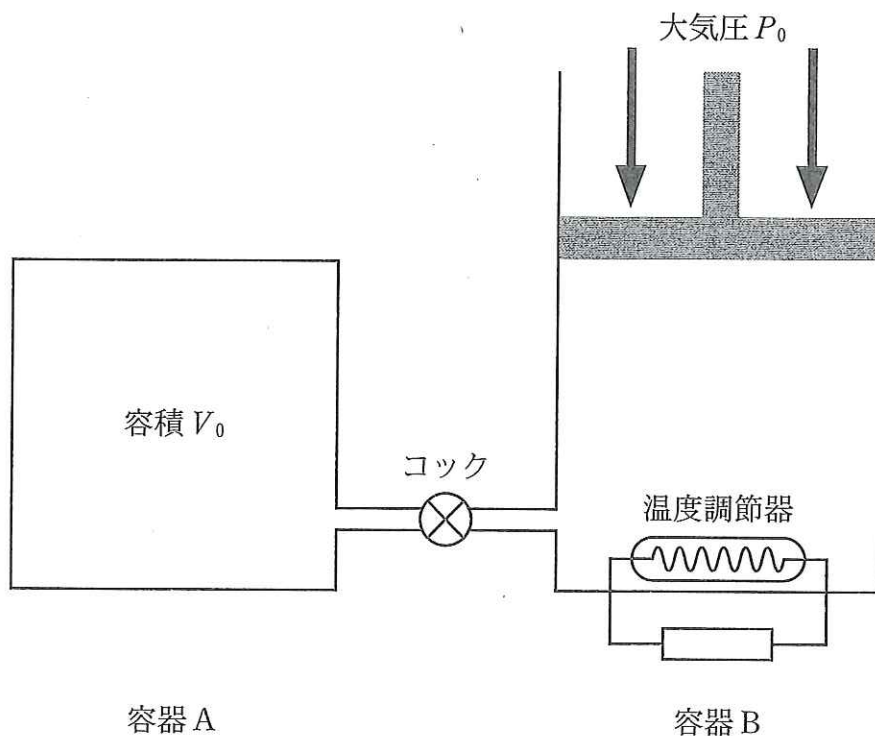


図1

はじめ、コックは開いていて、容器 A 内と容器 B 内の気体はともに圧力 P_0 、温度 T_0 、体積 V_0 の状態にあった。その後、過程①～③のように容器内の気体の状態を変化させた。

過程① まず、コックを開けたまま気体をゆっくりと加熱した。これにより、温度調節器から気体へ熱量 Q が与えられ、容器 A 内と容器 B 内の気体の温度はともに $2T_0$ になった。加熱後の容器 B 内の気体の体積は である。また、この過程で容器内の気体が外部にした仕事は であり、容器 A 内と容器 B 内の気体の内部エネルギーは、あわせて だけ増加した。

過程② 次に、コックを閉じ、容器 B 内の気体だけをゆっくりと冷却し、体積を V_0 にした。冷却後の容器 B 内の気体の温度は である。

過程③ 次に、再びコックを開いた。温度調節器を作動させずにしばらく待つと、容器 A 内と容器 B 内の気体の温度はともに T_0 になった。この過程でピストンの位置は変化しなかった。このことから、過程②で気体から温度調節器へ放出された熱量は であることが分かる。

〔Ⅲ〕 図1のような、長さ l の細長い一様な棒状の抵抗体 AB を含む回路を考える。抵抗体の左端 A から距離 a の位置にある点 Q と、抵抗体の右端 B は、電圧 V の直流電源につながっており、スイッチ S と未知の抵抗値 R_x をもつ抵抗器が、抵抗体の両端につながっている。また、検流計 G、抵抗 r 、導線 L が図のように接続されていて、導線 L と抵抗体の接点 P は点 Q と右端 B の間で自由に動かせるようになっている。直流電源の内部抵抗とすべての導線の抵抗は無視でき、検流計 G の内部抵抗は抵抗 r に比べて十分に小さいものとする。抵抗体 AB 全体の抵抗値を R 、左端 A と点 Q の間の抵抗体の抵抗値を R_A とする。回路の各部分を通る電流 I_A 、 I_B 、 I_M 、 I_G 、 I_X 、 I_0 を、図1に示す矢印の向きを正として定義する。はじめ、スイッチ S は閉じている。以下の問いに答えよ。

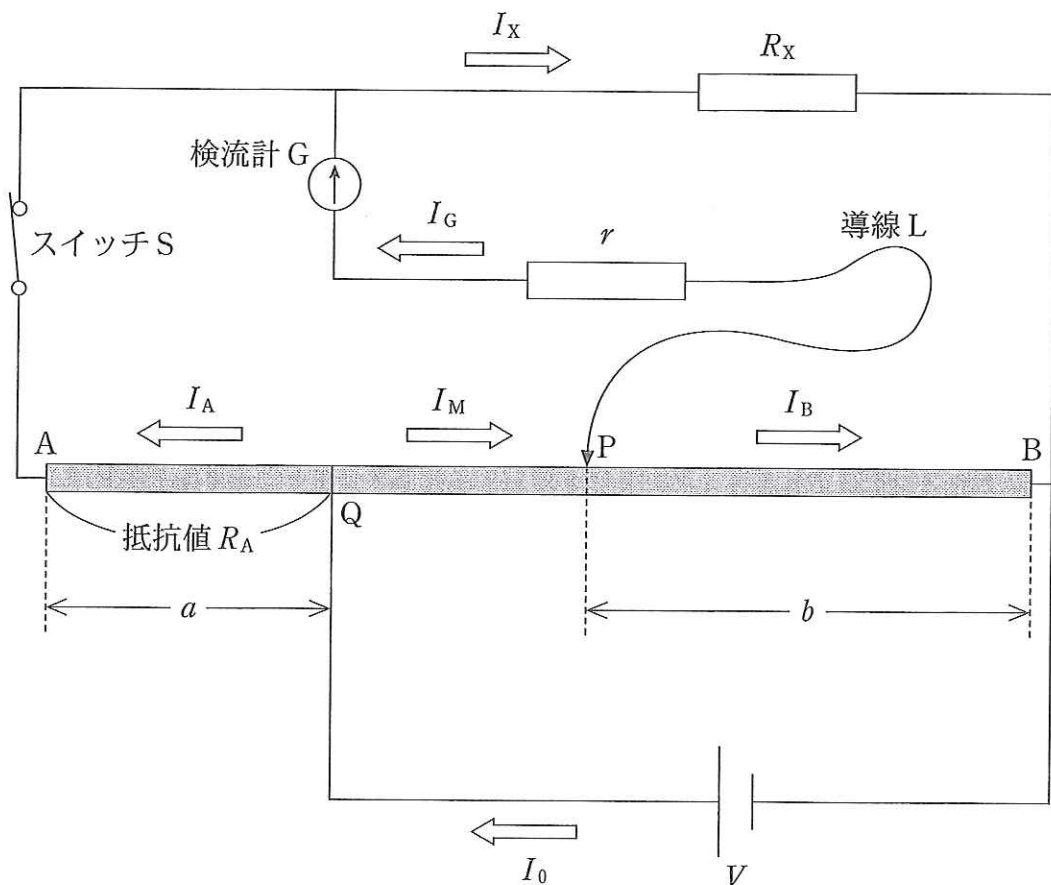


図1

問 1 抵抗値 R_A を, R, ℓ, a を用いて表せ。

問 2 I_X, I_0, I_M を, それぞれ, I_A, I_B, I_G のうち必要なものを用いて表せ。

接点 P を動かしたところ, 検流計に電流が流れなくなる位置があった。その位置に接点 P を固定し, P と右端 B の間の抵抗体の長さ b を測定したところ, b_0 であった。

問 3 抵抗 R_X に流れる電流 I_X を, R_X, R, R_A, V のうち必要なものを用いて表せ。

問 4 接点 P と抵抗体の右端 B の間の電位差 V_B を, R, V, a, b_0, ℓ のうち必要なものを用いて表せ。

問 5 抵抗値 R_X を, R, V, a, b_0, ℓ のうち必要なものを用いて表せ。

問 6 次に, 接点 P を固定したまま, スイッチ S を開いた。回路全体で消費される電力 W を, R, r, V を用いて表せ。ただし, $a = \frac{\ell}{4}$ および $b_0 = \frac{\ell}{2}$ とせよ。

[IV] イオン源から放出された1個のイオンの真空中での運動を考える。イオンは正の電荷 q をもち、その質量は m である。図1のように、イオンの放出口を原点 O とし、イオンの放出方向に x 軸、それと垂直な方向に y 軸をとる。 $d \leq x \leq d + L_1$ の領域 A_1 には、向きが y 軸正方向で強さが E の一様な電場が存在している。また、 $2d + L_1 \leq x \leq 2d + L_1 + L_2$ の領域 A_2 には、紙面に垂直で裏から表に向かう磁束密度 B の一様な磁場が存在している。イオンは速さ v_0 でイオン源から放出された後、領域 A_1 と領域 A_2 を通過し、 x 軸正方向へ飛び去る。重力の影響は無視できるものとして、以下の問いに答えよ。

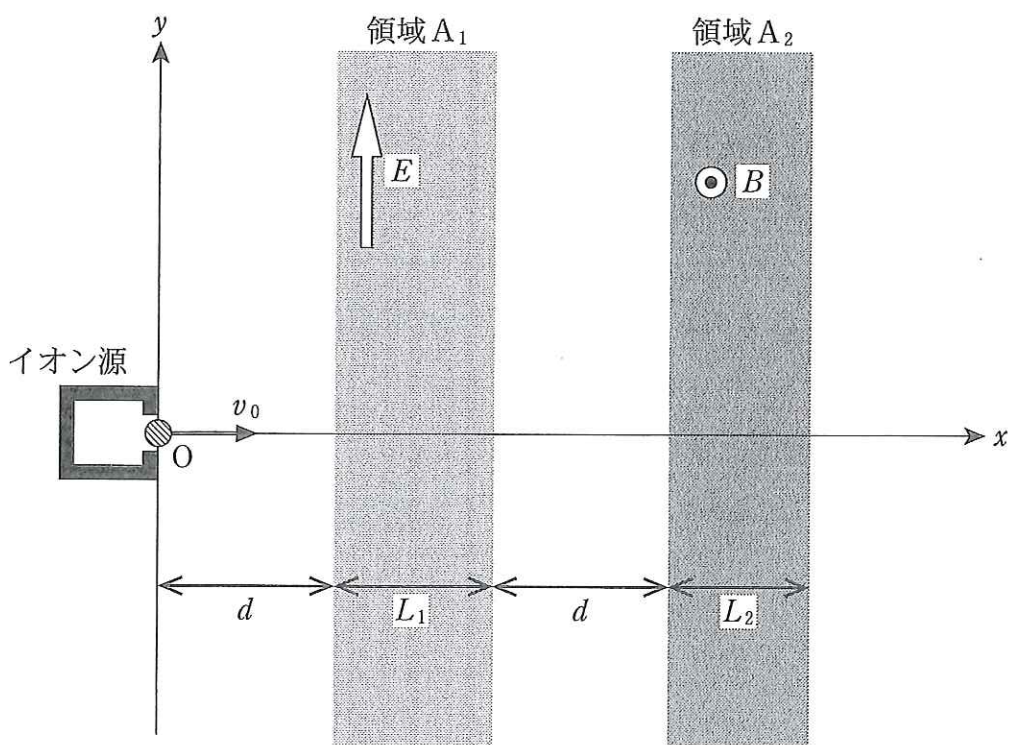


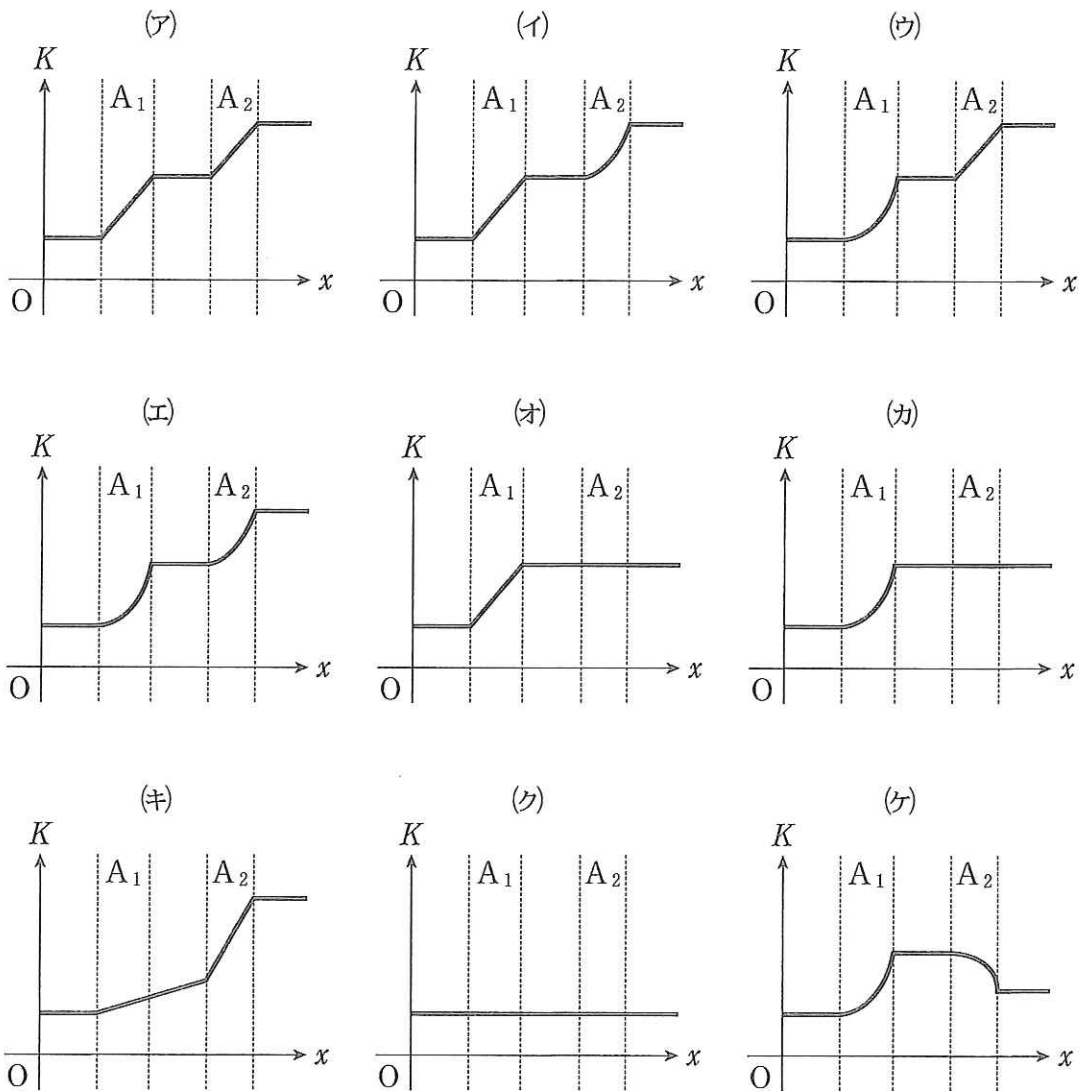
図1

問1 領域 A_1 および領域 A_2 におけるイオンの軌道の形としてふさわしいものを、次の解答群の中からそれぞれ選び、記号で答えよ。

- (ア) 直線 (イ) 放物線 (ウ) 双曲線 (エ) 円弧

問 2 イオンがイオン源より放出されてから領域 A_2 の左端に到達するまでの時間と、到達した瞬間の y 座標を求めよ。また、導き方も記せ。

問 3 イオンがもつ運動エネルギー K と座標 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。



問 3 の解答群

問 4 領域 A_2 を出たイオンが x 軸と平行に運動するために必要な磁束密度 B の大きさを、 v_0 , E , L_1 , L_2 を用いて表せ。また、導き方も記せ。

このページは白紙です。