

平成 17 年度 入学試験問題

理 科

I 物 理・II 化 学
III 生 物・IV 地 学

2 月 25 日(金)(情文自) 15 : 30—16 : 30

(理・医医・工) 15 : 30—17 : 30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで、この問題冊子と答案冊子を開いてはいけない。
2. 問題冊子のページ数は、37 ページである。
3. 問題冊子とは別に、答案冊子中の答案紙が理学部志望者と情報文化学部自然情報学科志望者には 17 枚(物理 3 枚、化学 5 枚、生物 4 枚、地学 5 枚)、医学部医学科志望者には 12 枚(物理 3 枚、化学 5 枚、生物 4 枚)、工学部志望者には 8 枚(物理 3 枚、化学 5 枚)ある。
4. 落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつたら、ただちに申し出よ。
5. 情報文化学部自然情報学科志望者は、物理、化学、生物、地学のうち 1 科目を選択して解答せよ。
理学部志望者は、物理、化学、生物、地学のうち 2 科目を選択して解答せよ。ただし、物理、化学のいずれかを必ず含むこと。
医学部医学科志望者は、物理、化学、生物のうち 2 科目を選択して解答せよ。
工学部志望者は、物理と化学の 2 科目を選択して解答せよ。
6. 解答にかかる前に、答案冊子左端の折り目をていねいに切り離し、自分が選択する科目の答案紙の、それぞれの所定の 2 箇所受験番号を記入せよ。選択しない科目の答案紙には、大きく斜線を引け。
7. 解答は答案紙の所定の欄に記入せよ。所定の欄以外に書いた解答は無効である。
8. 答案紙の右寄りに引かれた縦線より右の部分には、受験番号のほかは記入してはいけない。
9. 問題冊子の余白は草稿用として使用してもよい。
10. 試験終了時刻まで退室してはいけない。
11. 答案冊子および答案紙は持ち帰ってはいけない。問題冊子は持ち帰ってもよい。

I

物 理

問題は次のページから書かれていて、I、IIの2題ある。

解答は、答案紙の所定の欄の中に書け。計算欄には、答えにいたるまでの過程の要点(法則、関係式、論理、計算など)を書け。

物理 問題 I

図1に示すような、球状の惑星Qの中心Oを通るまっすぐな細い穴を考える。この穴に沿ってOを原点とする x 軸をとる。図1で穴の下端と上端の x 座標の値は、それぞれ $-R$ と R である。穴の占める体積は惑星Qの体積に比べて無視することができ、惑星Qの質量 M は $\frac{4}{3}\pi\rho R^3$ であるとする。ただし、 ρ は惑星Qの密度で一定であり、 R は惑星Qの半径である。また、惑星Qには大気がなく自転していないものとする。万有引力定数を G として、以下の問に答えよ。

- (1) x 軸上の位置 $x \geq R$ にある質量 m の物体Aに働く力 f と、力 f による位置エネルギー U を答えよ。ただし、 x 軸の正方向に働く力の符号を正にとれ。
- (2) 惑星Qの表面($x = R$)から x 軸の正方向に物体Aを速さ v_0 で発射して、 $x = 3R$ の位置まで到達させる。このために必要な最小の初速 v_0 を求めよ。
- (3) 物体Aが穴の中の位置 x ($-R < x < R$)にある場合に、惑星Qから受ける力 f を考える。Oを中心とする半径 $|x|$ の球面内の質量を M' とすると、力 f は惑星中心Oに集中した質量 M' から物体Aが受ける万有引力に等しい。質量 M' と力 f を求めよ。ただし、 f については $0 \leq x < R$ と $-R < x < 0$ の場合にわけて答えよ。
- (4) 物体Aに働く力 f を x の関数としてグラフに表せ。グラフには $x = \pm R$ の位置での f の値も記入せよ。
- (5) 惑星Qの表面から物体Aを初速ゼロで穴に落とした場合、物体Aは単振動をする。その理由を述べよ。
- (6) (5)の場合に、物体Aが惑星表面から中心Oに最初に達するまでの時間 t_1 と、中心Oにおける速さ v_1 を求めよ。
- (7) 物体Aを惑星中心Oから x 軸の正方向に速さ v_2 で発射し、惑星Qの表面を通り越して $x = 3R$ の位置まで到達させる。このために必要な最小の初速 v_2 を求めよ。

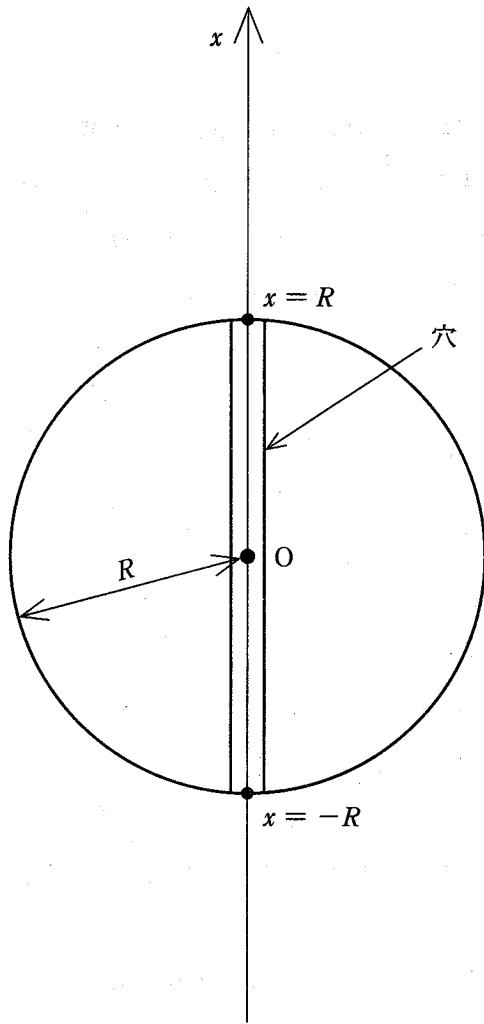


图 1

物理 問題 II

図1の回路を考える。ここで、抵抗 R_1 の抵抗値は $1.0\text{ k}\Omega$ である。また、ダイオードの電流電圧特性は図2に示すとおりであり、一方向にのみ電流を流す整流作用をもつ。ただし、ダイオードに流れる電流を I_D 、端子間の電圧を V_D とし、図1のc側に対してb側の電位が高い場合に V_D を正とする。直流電源の電圧は自由に変えることができ、端子Xの電位が端子Yより高い場合の電圧を正とする。また回路に流れる電流 I は図の矢印の向きを正とする。電源の内部抵抗と導線の抵抗は無視できるとして、以下の問に答えよ。数値は有効数字2桁まで示せ。

- (1) スイッチSをa側に倒し、直流電源の電圧を 1.0 V にしたところ、抵抗 R_1 に 0.40 mA の電流が流れた。抵抗 R_2 の両端における電圧降下 V_2 と抵抗 R_1 での電圧降下 V_1 の比 $\frac{V_2}{V_1}$ を求めよ。
- (2) スイッチSをa側に倒したまま、直流電源の電圧を 0.50 V に変えた。このときの $\frac{V_2}{V_1}$ を答えよ。
- (3) 直流電源の電圧を 1.0 V にもどし、スイッチSをb側に倒した。ダイオードの端子間の電圧 V_D と電流 I_D の比 $\frac{V_D}{I_D}$ を求めよ。さらに、このときの $\frac{V_D}{V_1}$ も求めよ。
- (4) スイッチSをb側に倒したまま、直流電源の電圧を 0.50 V に変えた。このときの $\frac{V_D}{I_D}$ および $\frac{V_D}{V_1}$ を求めよ。

図1の回路に抵抗線と検流計を加えた図3の回路を作った。抵抗線ABは太さが一様で、長さは 1.0 m 、抵抗値は $1.0\text{ k}\Omega$ であり、可動接点Pをもつ。検流計の内部抵抗は無視できるとする。

- (5) スイッチSをa側に倒し、直流電源の電圧を 1.0 V にしたあと、接点Pを動かして検流計に流れる電流がゼロになるようにした。このとき、抵抗線の端Aから接点Pまでの距離 \overline{AP} を求めよ。

つぎに、接点Pを(5)の位置に保ったまま、スイッチSをb側に倒した。以下で

は、検流計に流れる電流は、図中の点 Q から接点 P に流れる場合を正として答えよ。

(6) 直流電源の電圧が 1.0 V のときには、検流計に流れる電流は正、負、あるいはゼロのいずれであるか、理由とともに答えよ。

(7) 直流電源の電圧を 0.50 V に変えた。検流計に流れる電流は正、負、あるいはゼロのいずれであるか、理由とともに答えよ。

(8) 直流電源の電圧を -1.0 V にしたとき、検流計に流れる電流 I_m を求めよ。

(9) つぎに、直流電源を交流電源に付け替えた。交流電源の電圧 V は、時間 t とともに $V = V_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ にしたがって変化する。ただし V_0 は 1.0 V で、 T は周期である。検流計に流れる電流 I_G を t の関数として、その概略図を描け。解答用紙の図中に破線で描かれている曲線は $|I_m| \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ である。なお、回路の自己インダクタンスは無視できるとする。

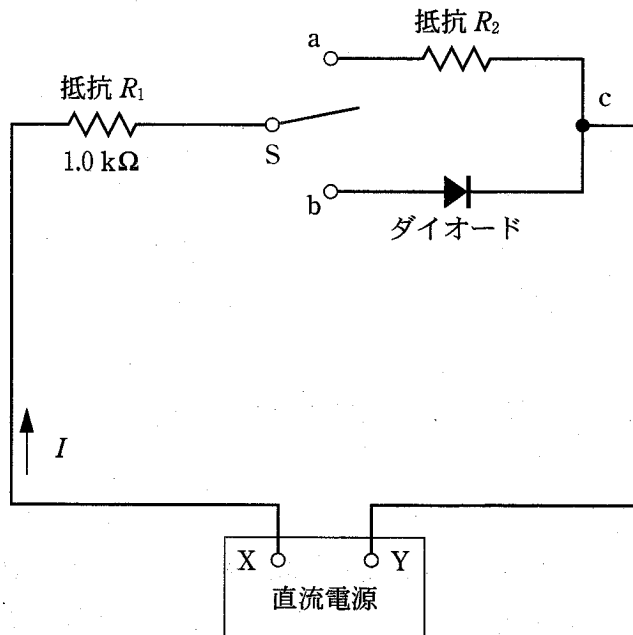


図 1

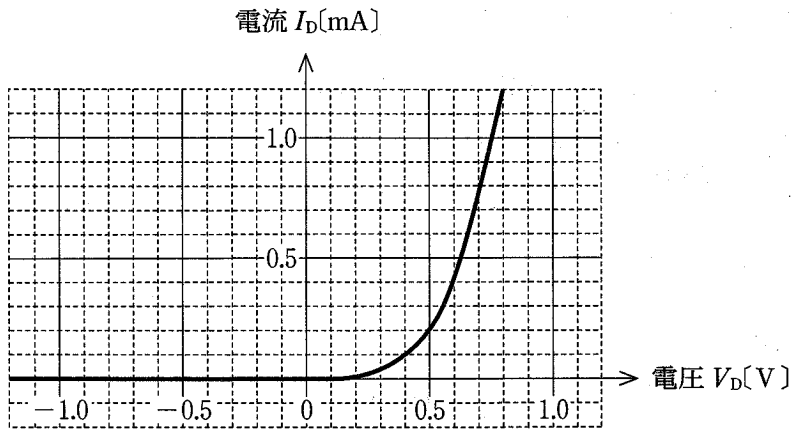
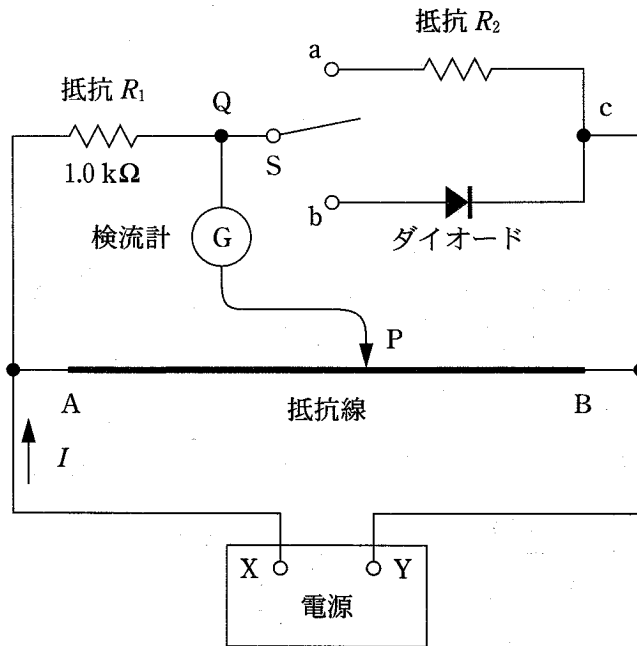


図 2



(5から(8)までは直流電源とし、
(9)では交流電源に付け替える。)

図 3

草 稿 用 紙
(切りはなしてはならない)

草 稿 用 紙
(切りはなしてはならない)