

平成 18 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(土)(情文自) 15:30—16:30

(理・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、35 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 5 枚、化学 5 枚、生物 3 枚、地学 4 枚)、医学部志望者には 13 枚(物理 5 枚、化学 5 枚、生物 3 枚)、工学部志望者には 10 枚(物理 5 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 箇所に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のように、斜面ABCと水平面DEがCD間で滑らかにつながっている。水平面に置かれたばねの左端は固定されており、ばねが自然長であるときのばねの右端は、点Eにある。ばねはフックの法則に従い、ばね定数を k とする。また、ばねの質量は無視できるとする。水平面から測った点Cの高さを c 、点Bと点Cの高さの差を b 、点Aと点Bの高さの差を a とする。また、斜面と水平面のなす角を θ とする。

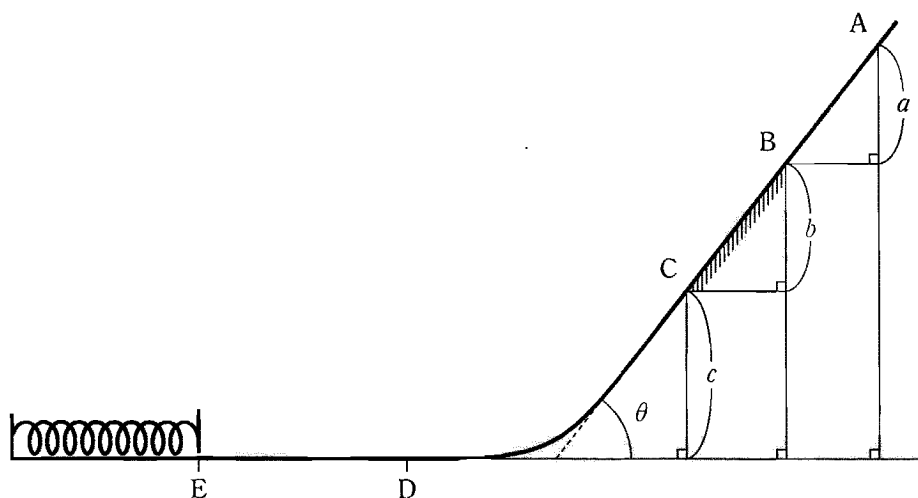


図1

図2のように、ともに質量 m の物体Xと物体Yを互いに接するようにして点Aにおき、手で支えておく。物体の大きさはともに無視できるとする。また、物体X、物体YとBC間の斜面との動摩擦係数を、それぞれ μ_X 、 μ_Y とする。物体X、物体Yともに、BC間以外の面との摩擦は無視できるとする。

物体Xと物体Yを支えていた手を離すと、物体Xと物体Yはともに斜面を静かに滑り落ち始めた。そして、物体Xが点Cを通過した後、しばらくして、物体Yが点Cを通過した。重力加速度を g として以下の問いに答えよ。答は a 、 b 、 c 、 g 、 k 、 m 、 μ_X 、 μ_Y から適切なものを用いて表せ。

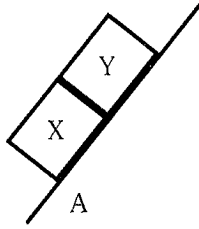


図 2

- (1) 点 B に達したときの物体 X の速さ v_B を求めよ。
- (2) 動摩擦係数 μ_X と μ_Y の大小関係を書け。
- (3) 物体 X が点 C を通過したときの速さが、点 B における速さ v_B と同じであった。
 $\tan \theta$ を求めよ。

物体 X は、点 C を通過した後、斜面を滑り落ちて、点 E でばねの右端に接し、以後離れないで運動した。そして、ばねがいったん縮んで再び自然長に戻った瞬間に、物体 Y が物体 X にはねかえり係数(反発係数) 1 で衝突した。

- (4) ばねが最も縮んだときの、自然長からの縮み x を求めよ。
- (5) ばねが最も縮んだ瞬間から初めて自然長に戻るまでの時間 t を求めよ。
- (6) 物体 X と衝突した直後の物体 Y の速さ v_F を求めよ。

衝突後、物体 Y は D を通過し、斜面を上方へと運動した。

- (7) 物体 Y が、物体 X との衝突後初めて点 C を通過するときの速さ v_C を求めよ。
- (8) 物体 Y の最高到達点が BC 間にあるために、 b が満たすべき条件を求めよ。
- (9) (8)で最高点に達した後の物体 Y の運動はどのようなになるか。理由と共に述べよ。

物理 問題Ⅱ

図1のような電流—電圧特性をもつダイオードDを考える。このダイオードDは図2の記号で表される。図1における V_D [V]は、図2において端子 a_2 に対する端子 a_1 の電位を表しており、また、 I_D [A]は端子 a_1 から端子 a_2 に向かって流れる電流を表している。図1によれば、電流 I_D [A]は、

$$V_D \leq 0.7 \text{ のとき } I_D = 0$$

であり、また、

$$V_D > 0.7 \text{ のとき } I_D = \frac{V_D - 0.7}{100}$$

で与えられる。

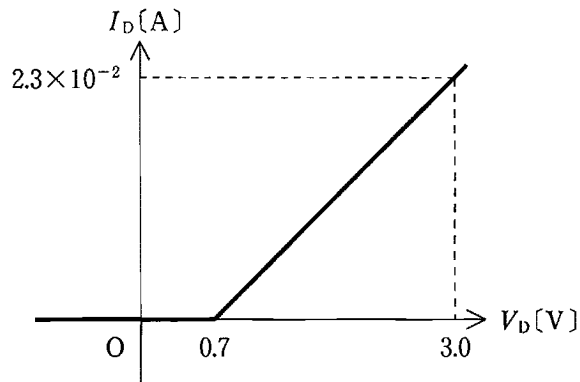


図1

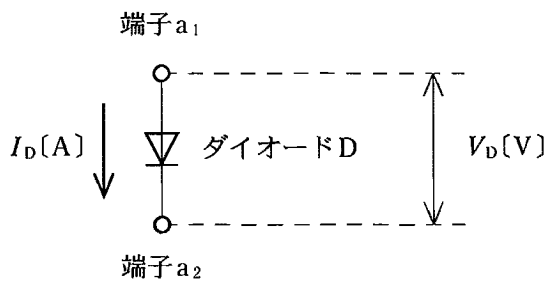


図2

このダイオードDを用いた回路について、以下の問いに答えよ。数値は有効数字2桁まで示せ。なお、直流電源の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとする。

- (1) 図3のように、発生する電圧を0Vから3.0Vまで変えることのできる直流電源と、抵抗値150Ωの抵抗 R_1 、およびダイオードDを接続した。回路に流れる電流を I_1 [A] (図3の矢印の向きを正とする)、直流電源の電圧を E [V]とし、端子 b_2 に対する端子 b_1 の電位を V_1 [V]としたとき、 E を I_1 、 V_1 で表せ。
- (2) 図3の回路に流れる電流 I_1 [A]を E [V]の関数として求めよ。ただし、直流電源の電圧 E [V]が、 $0 \leq E \leq 0.7$ である場合と、 $0.7 < E \leq 3.0$ である場合に分けて、それぞれ理由および計算を付して答えること。

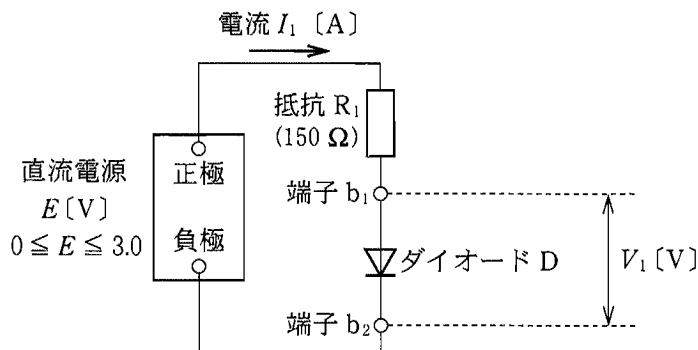


図3

- (3) 図4のように、ダイオードDに可変抵抗 R_2 を並列接続した回路を考える。ただし、直流電源の電圧 E [V]を3.0Vに固定する。可変抵抗 R_2 の抵抗値 r [Ω]を0Ωとしたとき、ダイオードDには電流が流れないが、 r の値を増加させてゆくと、 r がある値 r_0 に達したときにダイオードDに電流が流れ始める。そのときの抵抗値 r_0 [Ω]を、理由および計算を付して答えよ。

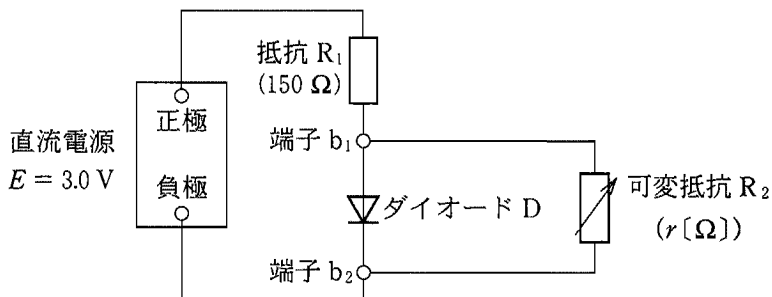


図4

- (4) 図3の回路からダイオードDを切り離し、 $100\ \Omega$ の抵抗と直線状の導線X、Y、Zを図5のように接続する。導線XとYは平行で、その距離は $0.2\ \text{m}$ であり、ともに十分長い。導線Zは導線X、Yに接触し、かつ、導線X、Yに対して垂直を保ちながら左右に動かすことができる。そして導線X、Y、Zを紙面裏側から表側に向かう一様な磁場(磁束密度 $0.5\ \text{Wb/m}^2$)の中に置く。直流電源の電圧を $E\ (\text{V})$ ($0 \leq E \leq 3.0$)、回路に流れる電流を $I_2\ (\text{A})$ (図5の矢印の向きを正とする)とおく。導線Zを一定の速度 $u\ (\text{m/s})$ (図5において左向きを正とする)で動かしたときに成り立つ、 E と I_2 、 u の関係式を示せ。その理由および計算も記すこと。ただし、電流 I_2 がつくる磁場は無視してよい。
- (5) 与えられた直流電源の電圧 $E\ (\text{V})$ に対して、導線Zの速度 $u\ (\text{m/s})$ を適当に選ぶことにより、図5の電流 $I_2\ (\text{A})$ は、図3の電流 $I_1\ (\text{A})$ に等しくすることができる。そのような u を E の関数として求めよ。ただし、 $0 \leq E \leq 0.7$ の場合と $0.7 < E \leq 3.0$ の場合に分けて、それぞれ理由および計算を付して答えること。

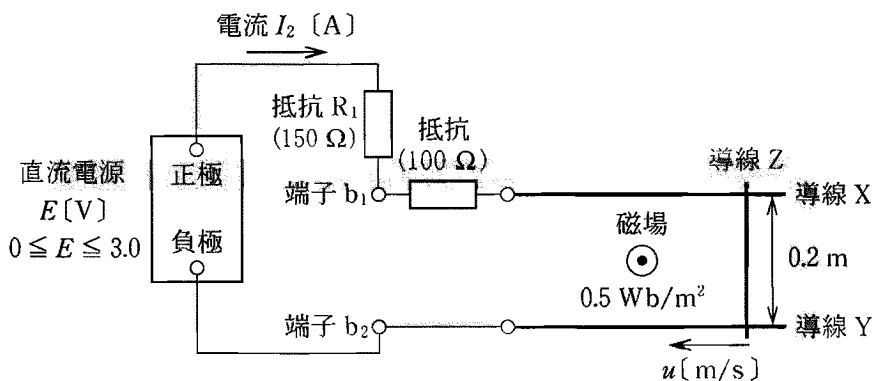


図5