

## 平成 26 年度入学試験問題

## 理 科

## 注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 56 ページある。(落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。)問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1 ~ 13 ページ,	化	学	14 ~ 33 ページ
生	物	34 ~ 46 ページ,	地	学	47 ~ 56 ページ
- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
  - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
  - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
    - ② 物理学科の受験者は、120 分。
    - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
  - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
  - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理及び化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理及び化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

物 理

注意

物理選択の受験者は、下の表を見て○印の問題を解答せよ。

志望学部(学科)	問題番号			
	1	2	3	4
教育学部	○	○	○	
理学部(物理学科)	○	○	○	○
理学部(数学科・生物学科・ 地質科学科・自然環境科学科)	○	○		○
医学部	○		○	○
歯学部	○		○	○
工学部	○	○		○
農学部	○	○	○	

1

注意 全学部受験者用

斜面を持つ質量  $M$  の物体 A と、質量  $m (< M)$  の小物体 B が水平な床に置かれている。重力加速度の大きさを  $g$  として以下の問いに答えよ。ここで、床や物体 A の斜面はなめらかであり、摩擦や空気抵抗は無視できるものとしてよい。

問 1 図 1 のように、静止した物体 A に向かって、左側から小物体 B が速さ  $v_0$  で進んできた。ここで小物体 B は、物体 A と床の境目をなめらかに移動できるものとする。

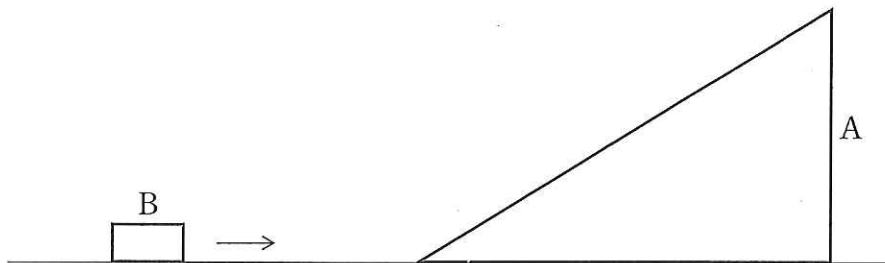


図 1

小物体 B が斜面を上がり始めると物体 A も運動を始めた。斜面上で小物体 B が達する最高点の高さを  $h$ 、そのときの物体 A の速さを  $V$  とする。ただし、小物体 B が斜面を越えることはないものとする。

- (1) 小物体 B が斜面の最高点に達したときの A と B を合わせた物体系の運動エネルギー、および運動量を書け。
- (2) 力学的エネルギー保存、および水平方向の運動量保存の関係を用いて、 $V$  と  $h$  を求めよ。

その後、小物体 B は斜面をすべり下りて、物体 A と分かれて床の上を運動した。

- (3) このときの物体 A と小物体 B の速さを、 $M$ 、 $m$ 、 $v_0$  を用いてそれぞれ表せ。また、運動の向きについてもそれぞれ答えよ。

問 2 図 2 のように、物体 A の斜面が床と角度  $\theta$  をなしているとする。静止した物体 A の斜面上に小物体 B を静かに置いて手をはなすと、A と B は同時に運動を始めた。物体 A の床面に対する加速度を右向きに  $a_A$  とし、斜面に固定された座標系における小物体 B の加速度を斜面に沿って下向きに  $a_B$  とする。また、小物体 B と斜面の間の垂直抗力の大きさを  $N$  とする。

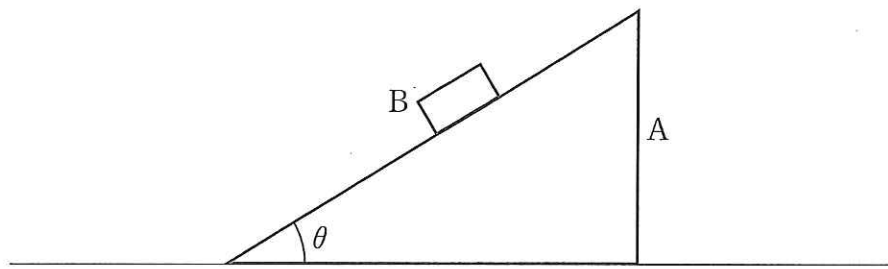


図 2

- (1) 物体 A の水平方向の運動について運動方程式を書け。
- (2) 斜面に固定された座標系においては物体 A の運動による慣性力がはたらくことに注意して、小物体 B の斜面に沿った方向の運動について運動方程式を書け。
- (3) 小物体 B に対して斜面に垂直な方向にはたらく力のつり合いの式を書け。
- (4) 加速度  $a_B$  を  $M$ ,  $m$ ,  $\theta$  および  $g$  で表せ。

2

注意 教育学部, 理学部(数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科), 工学部および農学部受験者用

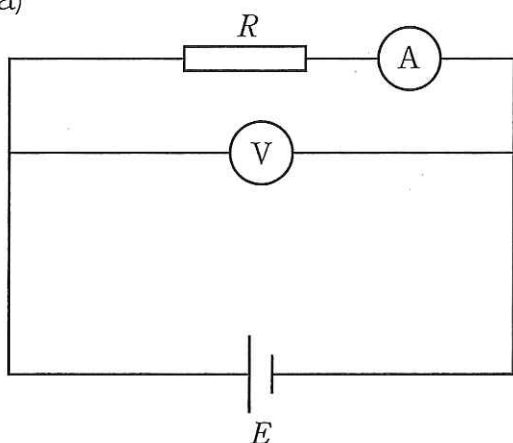
- [1] 電気回路に用いられる電流計, 電圧計, 電池には有限の内部抵抗が存在する。電流計は  $r_A$ , 電圧計は  $r_V$ , 電池は  $r_E$  の内部抵抗をそれぞれもっているとして, 下記の文章の  に, ①, ②は適切な式, ③, ④は有効数字2桁の数値, ⑤, ⑥は(a)もしくは(b)を入れよ。

抵抗を電池に接続して, 電流値と電圧値を測定することにより抵抗値を求めることを考える。図1の(a), (b)に示す二通りの方法で, 抵抗, 起電力  $E$  の電池, 電流計, 電圧計を接続して測定を行った。

まず, (a)の接続方法において測定された電流値と電圧値により, 抵抗値を  $R_a = (\text{電圧値}) \div (\text{電流値})$  として計算すると, 真の抵抗値  $R$  は  $R = \text{①}$  と表すことができる。同様に, (b)の接続方法で得られた抵抗値を  $R_b$  とすると,  $R = \text{②}$  と表すことができる。

$R = 1.0 \times 10^5 \Omega$  の抵抗を測定する場合に, 二つの接続方法を比較してみよう。内部抵抗の大きさとして,  $r_V = 1.0 \times 10^6 \Omega$ ,  $r_A = 1.0 \Omega$ ,  $r_E = 0.50 \Omega$  という値を用いると, 測定値と真の値の差はそれぞれ,  $|R - R_a| = \text{③} \Omega$ ,  $|R - R_b| = \text{④} \Omega$  となるため, 図1の  ⑤ の接続方法の方が真の値に近い測定値が得られることがわかる。また, 電圧計の接続による回路への影響が無視できる場合には, 図1の  ⑥ の接続方法によって正確な測定値が得られる。

(a)



(b)

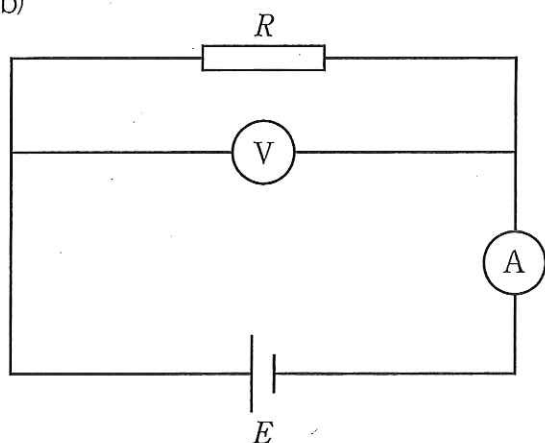


图 1

〔2〕 図2のようなリング状の鉄心および巻き数  $N_1$  のコイル1と巻き数  $N_2$  のコイル2からなる電力の損失が無視できる理想的な変圧器を考える。コイル1には電源が接続されている。点bに対する点aの電位を  $V_1$ 、点dに対する点cの電位を  $V_2$  とする。また、コイル1とコイル2に流れる電流をそれぞれ  $I_1$ 、 $I_2$  とする。磁束は鉄心の中に生じ、外部への磁束の漏れは無視できるとする。

問1 コイル1に流れる電流  $I_1$  が一定のとき  $V_1$  はいくらか。また、このとき鉄心の中の磁束はどのように変化しているか答えよ。

問2 時刻0で鉄心の中に磁束がなかったとする。時刻0から時刻  $t_1$  までの短い間に、コイル1に一定の電位差  $V_1 = V_0$  が生じたとすると、時刻  $t_1$  での鉄心内の磁束はいくらか。

問3 問2の時刻  $t_1$  においてコイル2の両端に生じている電位差  $V_2$  はいくらか。

問4 コイル1とコイル2を流れる電流の比  $\frac{I_2}{I_1}$  を  $N_1$  と  $N_2$  を用いて表せ。

問5 コイル1からコイル2へ伝達されるエネルギーの変換過程について、電気的エネルギー、磁氣的エネルギー、電磁誘導、電磁石の用語を用いて簡潔に述べよ。

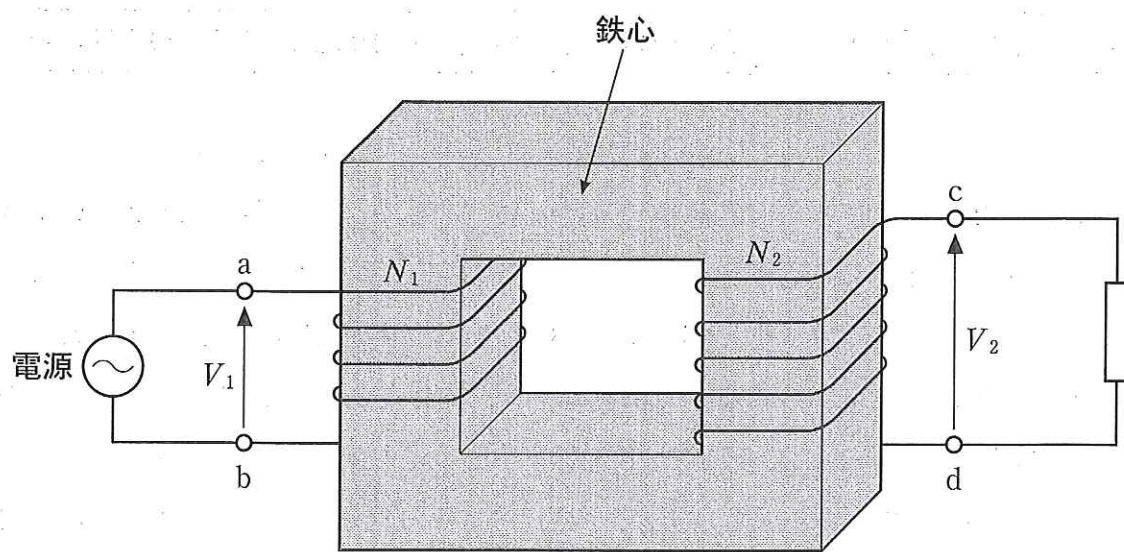


图 2



3

注意 教育学部, 理学部(物理学科), 医学部, 歯学部および農学部受験者用

- [1] 図1のように, 細いスリットSが刻まれている平板AとスクリーンDが, 距離 $\ell$ だけ隔てて平行に置かれており, さらに, A, Dと垂直な平面BCがスリットSと平行に(紙面と垂直に)置かれている。平面BCの一部分EFは鏡になっていて光を完全に反射するが, BC上EF以外の部分は光を完全に吸収する。いま, Aの左から波長 $\lambda$ の単色光をSに向けてあてたところ, スクリーン上に明暗の干渉縞が見られた。BS =  $d$ , BE =  $a$ , EF =  $b$ とし, D上の点はCからの距離 $x$ で表す。 $d$ および $x$ は $\ell$ に比べて十分に小さいとして以下の問いに答えよ。ただし, 光が鏡で反射するとき, 反射光は入射光と逆位相になる。また, 絶対値が1よりも十分に小さい $z$ に対し $\sqrt{1+z} \doteq 1 + \frac{1}{2}z$ の関係を用いてよい。

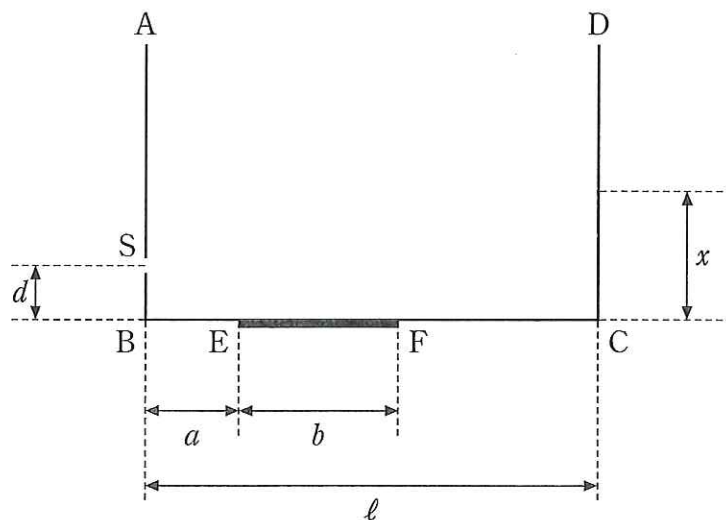


図1

問 1 S から入射し鏡 EF で反射してスクリーン D に達する光の到達可能な  $x$  の範囲を求めよ。

問 2 D 上の距離  $x$  の点に明線ができるための条件を求めよ。ただし、 $x$  は問 1 で求めた範囲にあるとする。

問 3 D 上にできる干渉縞の間隔を求めよ。

問 4  $\lambda = 5.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ ,  $\ell = 2.0 \text{ m}$ ,  $d = 5.0 \times 10^{-4} \text{ m}$ ,  $a = 10 \text{ cm}$ ,  $b = 90 \text{ cm}$  とするとき、D 上にできる明線の本数を求めよ。

問 5 入射光の色を、赤、緑、紫と変えたとき、明線の間隔が広いものから順に書け。

〔2〕 断面が図2のような直角三角形で空気に対する屈折率が $\sqrt{3}$ のプリズムがある。このプリズムに光を入射させる場合について以下の問いに答えよ。

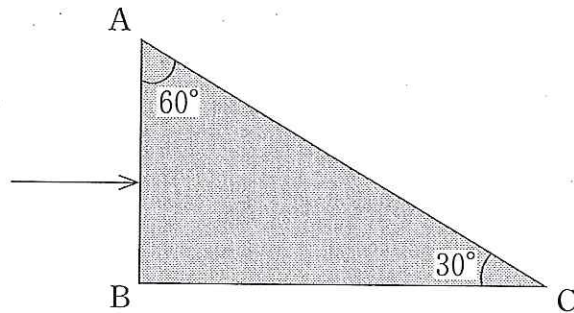


図2

問1 このプリズムを空気中に置き、図2に矢印で示されたように光を面AB上の点から垂直に入射させた。面ACで屈折して空気中に出ていく光はあるか。あれば屈折角を求め、なければ理由を説明せよ。

問 2 このプリズムを空気に対する屈折率が  $n$  の液体の中に入れ、光を図 3 に矢印で示すように面 AB 上の点に入射角  $45^\circ$  であてた。

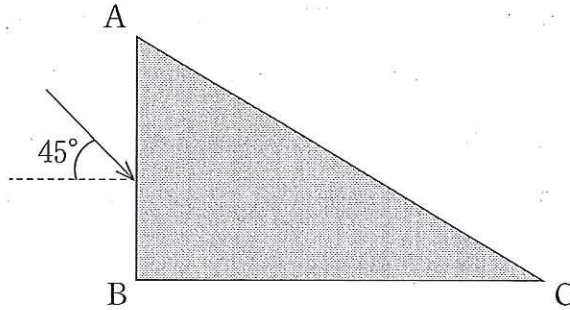


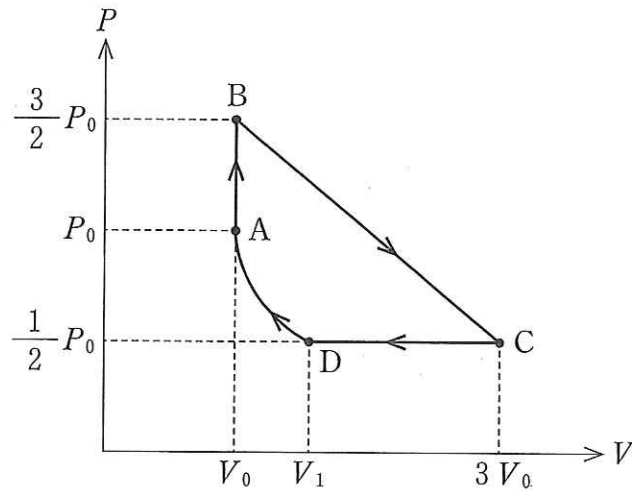
図 3

- (1) この光がプリズム中に入り、プリズム内で反射せずに、面 BC から BC と  $60^\circ$  の角をなして液体中に出て行ったとすると  $n$  はいくらか。
- (2) プリズムに入射した光が、プリズム内で反射せずに面 BC から出ていくための  $n$  に対する条件を求めよ。

4

注意 理学部(数学科・物理学科・生物学科・地質科学科・自然環境科学科),  
医学部, 歯学部および工学部受験者用

下図は, ある理想気体 1 モルの体積  $V$  と圧力  $P$  の関係を示している。いま, この気体の状態を図の矢印の順に  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  とゆっくり変化させた。図において,  $B \rightarrow C$  では体積と圧力が直線関係を保って変化しており,  $D \rightarrow A$  の変化は断熱過程である。はじめの状態  $A$  における絶対温度を  $T_0$ , この気体の定積モル比熱を  $C_V$  とし、以下の問いに答えよ。



問 1 状態 B, C, D における温度  $T_B$ ,  $T_C$ ,  $T_D$  をそれぞれ求めよ。

問 2 B→C の変化で気体がした仕事を求めよ。

問 3 D→A の変化で気体がされた仕事を求め、 $T_D < T_0$  となることを示せ。

問 4 直線 BC の方程式を求め、それをもとに、気体の状態が BC 上にあるときの温度  $T$  を圧力  $P$  の関数として表せ。

問 5 横軸に温度  $T$ , 縦軸に圧力  $P$  をとり、A→B→C→D の変化における  $T$  と  $P$  の関係を表すグラフを描け。グラフ中には、 $T$  の最大値とそのときの  $P$  の値も記すこと。

問 6 C→D の変化を考えることにより、この気体の定圧モル比熱  $C_p$  が、 $C_p = C_v + \frac{P_0 V_0}{T_0}$  となることを示せ。