D—1

平成17年度入学者選抜学力検査問題

理　　科

物　理　1ページ～24ページ
化　学　25ページ～40ページ
生　物　41ページ～68ページ
地　学　69ページ～76ページ

注　意　事　項

1. この冊子は，監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から解答を始めるよう合図があったら，まず最初に解答用紙の上部の所定欄には受験番号，座席番号を，また，下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入しないでください。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は，各学部・学科ごとに異なるので，各科目の最初に書いてある注意事項の表で確認してください。
5. この冊子の余白の部分を計算，下書きに使用してください。
6. 退室の際には，解答用紙は記入の有無にかかわらず机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁，乱丁，または印刷の不備なものがあったら申し出てください。

◇M8(095—68)

102. 千葉. 物理

物　　　理

注　意　1. 志望学部・学科別により，以下に示す番号の問題に解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号
教育学部　志望者のうち物理を選択する者	2　10　11
理学部　物理学科志望者	3　4　7　9
理学部　地球科学科志望者のうち物理を選択する者	1　3　6　8
医学部　志望者のうち物理を選択する者	4　8　11
看護学部　志望者のうち物理を選択する者	1　8　11
工学部　志望者のうち物理を必須とされている者および選択する者	1　5　7　11
園芸学部　志望者のうち物理を選択する者	1　6　8

2. 解答は，すべて所定の解答用紙に記入すること。
3. 問題文中に，特に指示がない限り，結果のみを解答用紙の該当する欄に記入すること。

1 質量 m の小球Aを，長さ L の軽い糸で天井からつるした振り子がある。小球Aを，図1のように，糸を張ったまま振り子の最下点から高さ $L/2$ まで持ち上げて静止させ，その位置から静かに放した。小球Aは，振り子の最下点に置かれた質量 $m/2$ の小物体Bと完全弾性衝突をした。衝突後，小物体Bは，なめらかな水平面上を右へ動いていった。小球Aと小物体Bの衝突は一直線上での衝突として，次の問に答えなさい。ただし，重力加速度の大きさを g とし，空気の抵抗は無視する。また，小球Aと小物体Bの大きさは無視できるものとする。

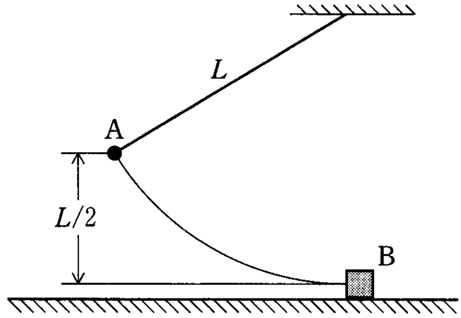


図1

問 1　衝突直後の小物体Bの速さを求めなさい。

小球Aとの衝突により動き出した小物体Bが，次に質量 $4m$ の物体と完全非弾性衝突をした場合(ケース1)と，他の物体と衝突することなく，なめらかな斜面をすべり上がっていく場合(ケース2)について考える。以下の各問に答えなさい。

(ケース1)

問 2　小球Aとの衝突により動き出した小物体Bは，図2に示すように，なめらかな水平面上に静止していた質量 $4m$ の物体Cと衝突し，物体Cに完全に取り込まれ，小物体Bと物体Cは一体となってなめらかな水平面上を動き出した。この一体となった物体の運動エネルギーを求めなさい。

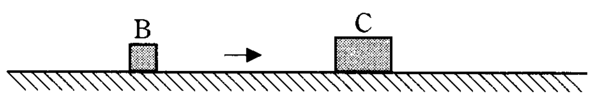


図2

（ケース２）

問３　小球Ａとの衝突により動き出した小物体Ｂは，その後は他の物体と衝突することなく，なめらかな水平面上を運動した後，ゆるやかなカーブでつながった傾斜 30° のなめらかな斜面を上って行った。以下の問に答えなさい。

(1)　図３のように斜面が十分に長い場合，小物体Ｂは，どの高さまで達することができるか。最高到達点の水平面からの高さ H_1 を求めなさい。

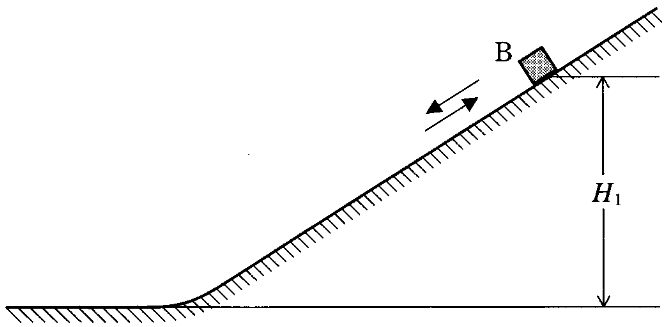


図３

(2)　図４に示すように，斜面が水平面から $L/2$ の高さまでしかない場合，斜面の先端から小物体Ｂが空中に飛び出す。空中に飛び出すときの小物体Ｂの速さを求めなさい。

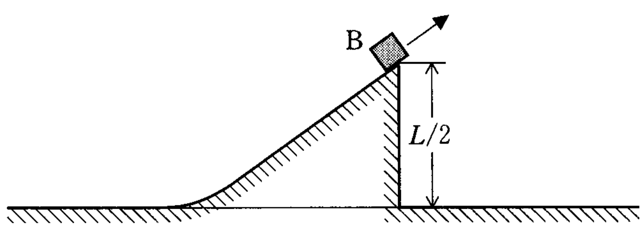


図４

(3)　問３(2)のようにして空中に飛び出した小物体Ｂの最高到達点の水平面からの高さ H_2 を求めなさい。

2 質量 m の小球Aを，長さ L の軽い糸で天井からつるした振り子がある。小球Aを，図1のように，糸を張ったまま振り子の最下点から高さ $L/2$ まで持ち上げて静止させ，その位置から静かに放した。小球Aは，振り子の最下点に置かれた質量 $m/2$ の小物体Bと完全弾性衝突をした。衝突後，小物体Bは，なめらかな水平面上を右へ動いていった。小球Aと小物体Bの衝突は一直線上での衝突として，次の問に答えなさい。ただし，重力加速度の大きさを g とし，空気の抵抗は無視する。また，小球Aと小物体Bの大きさは無視できるものとする。

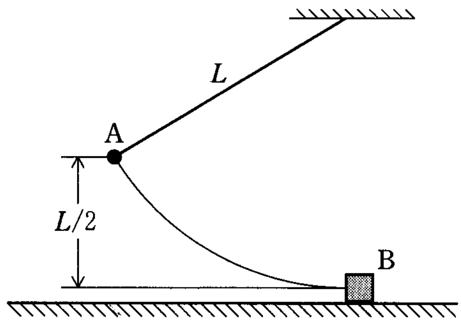


図1

問 1　衝突直後の小物体Bの速さ V_B と小物体Bの運動エネルギー K_B を求めなさい。また，結果を得るための計算の過程も示しなさい。

小球Aとの衝突により動き出した小物体Bが，次に質量 $4m$ の物体と完全非弾性衝突をした場合(ケース1)と，他の物体と衝突することなく，なめらかな斜面をすべり上がっていく場合(ケース2)について考える。以下の各問に答えなさい。

(ケース1)

問 2　小球Aとの衝突により動き出した小物体Bは，図2に示すように，なめらかな水平面上に静止していた質量 $4m$ の物体Cと衝突し，物体Cに完全に取り込まれ，小物体Bと物体Cは一体となってなめらかな水平面上を動き出した。

(1)　この一体となった物体の運動エネルギー K_{R} を求めなさい。また，結果を得るための計算の過程も示しなさい。

(2)　問 2(1)で求めた運動エネルギー K_{R} の値は，問 1 で求めた運動エネルギー K_{B} の値に比べて，大きいか，同じか，小さいか。もし，大きさが変化しているなら，運動エネルギーの値の変化した分は，どのようなエネルギーの形に変わったと考えられるかを説明しなさい。

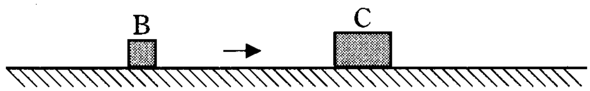


図 2

(次頁に続く)

（ケース 2）

問 3　小球Aとの衝突により動き出した小物体Bは，その後は他の物体と衝突することなく，なめらかな水平面上を運動した後，ゆるやかなカーブでつながった傾斜 30° のなめらかな斜面を上って行った場合について考える。

図 3 のように斜面が十分に長い場合，小物体Bは，ある最高点まで達することができる。このときの最高到達点の水平面からの高さを H_1 とする。

他方，図 4 に示すように，この斜面が水平面から $L/2$ の高さまでしかない場合，斜面の先端から小物体Bが空中に飛び出す。このとき，小物体Bが描く放物線の最高点の水平面からの高さを H_2 とする。

高さ H_2 は，高さ H_1 に比べて，高いか，同じか，低いか。また，その理由を述べなさい。

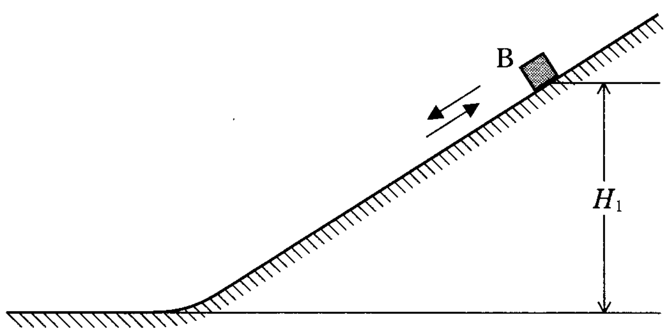


図 3

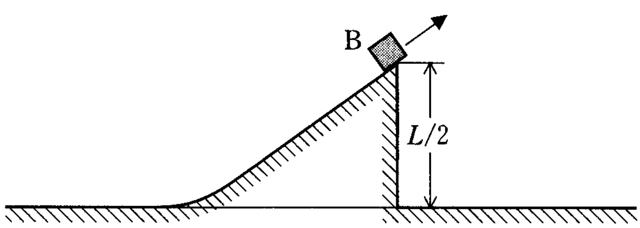
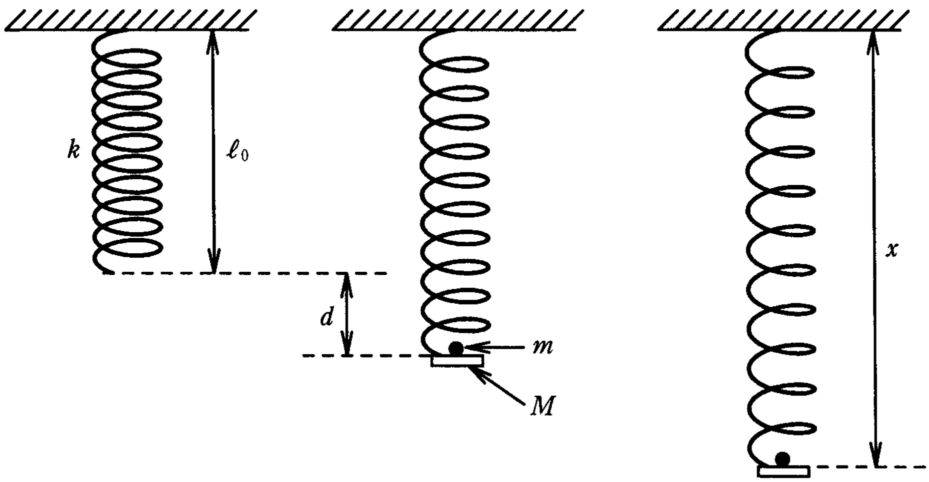


図 4

3 下図のように，ばね定数k，自然長ℓ_0のばねの一端に，質量Mの皿を水平に取付け，天井からつり下げる。この皿に質量mの小球をのせ，ばねを鉛直方向に振動させる運動を考える。ばねの質量および空気抵抗は無視できるとし，小球は皿の上をころがらないとして，次の問に答えなさい。重力加速度の大きさをgとする。



問 1　小球を皿にのせ静かに手をはなすと，ばねは伸びて静止した。ばねは自然長からどれだけ伸びているか，伸びの大きさdを求めなさい。

問 2　小球を皿にのせたまま，問 1 で求めた静止位置からさらに長さAだけばねを伸ばして静かに手をはなすと，ばねは単振動を始めた。この振動の角振動数ωを求めなさい。また，この振動の中心はどこか，天井からの距離を求めなさい。小球は皿から浮き上がらないとする。

問 3　問 2 において，手をはなす瞬間の時刻を$t=0$として，天井から鉛直下方に測った皿の位置xを，時刻tの関数として求めなさい。

問 4　問 2 において，天井から鉛直下方に測った皿の位置をx，小球が皿から受ける抗力をN，皿と小球の加速度をaとして，皿および小球に対する運動方程式をそれぞれ求めなさい。

問 5　問4の抗力Nを，時刻tの関数として求めなさい。小球は皿から浮き上がらないとし，また手をはなす瞬間の時刻を$t = 0$とする。小球が皿から浮き上がらないためには，問2におけるばねの伸びAは，ある値以下でなければならない。その値(Aの最大値)を求めなさい。

4 図のような各段の高さと幅がℓで，表面がなめらかな固定された階段を考える。図の • で示した位置から，質量mの小球を水平方向右向きに速さuで投げ出す。階段と小球の反発係数を$e\,(0 < e < 1)$とし，小球が階段の各段で1回だけ衝突する場合を考える。ただし，衝突面は水平である。n段目(nは正の整数)との衝突直前における小球の速度の鉛直成分の大きさをv_nとする。重力加速度の大きさをgとして以下の問に答えなさい。なお，空気抵抗は無視でき，小球の運動は図の平面内で行われるとする。

問 1　1段目(図の$n = 1$)との衝突直前における小球の速度の鉛直成分の大きさv_1をg，ℓ，hで表しなさい。

問 2　小球が1段目で階段と1回だけ衝突するためにはuはある範囲内

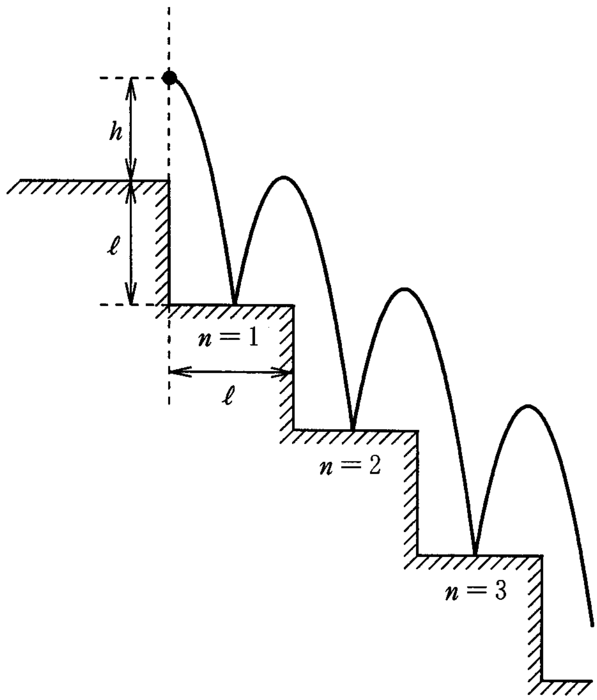
$$u_{\min} < u \leqq u_{\max}$$

になければならない。$u_{\min}$と$u_{\max}$をe，g，h，ℓから必要なものを用いて表しなさい。ただし，1段目の右端に来たときは衝突したと考える。

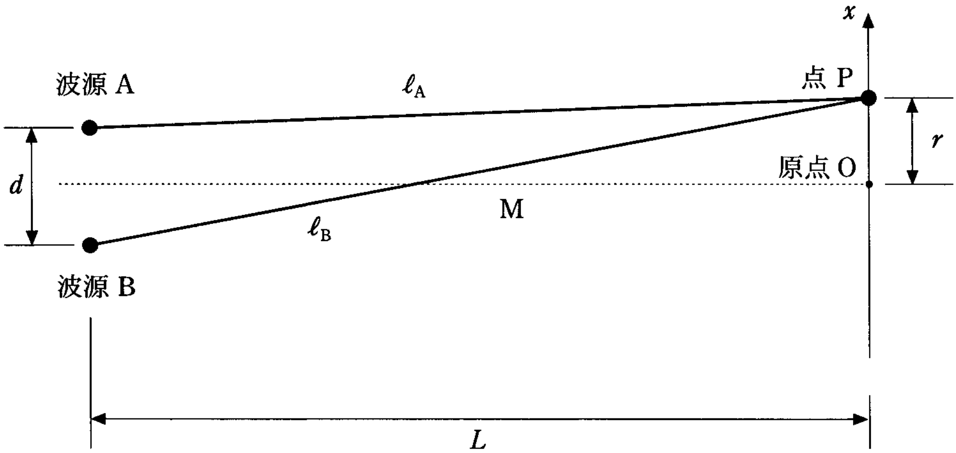
問 3　v_{n+1}^2をv_n，e，g，ℓで表しなさい。

問 4　n段目の衝突から$n+1$段目の衝突の間に小球が水平方向に移動する距離ℓ_nをu，e，g，v_n，v_{n+1}で表しなさい。

問 5　hとuを調整して$\ell_n = \ell$になるようにする。このとき，$v_{n+1} = v_n$になりv_nもnに依存せず一定になる。hとuをe，g，ℓから必要なものを用いて表しなさい。


h
ℓ
n = 1
ℓ
n = 2
n = 3

5 図のように大きな水槽の水面に2つの振動する波源A，Bがあり，それぞれ同じ振幅で波長λの波を出している。ただし，波源A，Bの大きさは無視でき，水槽の壁からの反射波はないものとする。



図(水面を上から見た図)

問1　2つの波源が同じ位相で振動しているとき，以下の問に答えなさい。

(1) 観察点Pにおいて，波源からの波が干渉して強め合う条件を，波源A，Bから点Pまでの距離ℓ_A，ℓ_Bと，非負の整数n(＝0，1，2，.....)，波長λを用いて表しなさい。

(2) 波源A，Bの間隔をdとする。また，図のように波源A，Bを結ぶ線分と平行で，距離L離れたところにx軸をとる。線分ABの垂直二等分線Mとx軸の交点を原点Oとする。点Pが，点Oからx軸上で正の方向の距離rのところにある時，ℓ_Aとℓ_Bをd，r，Lを用いて表しなさい。

(3) Lがd，rに比べて十分大きいとする。このとき，問1(2)で求めた式に，$|a|$が1に対して十分小さいときに成り立つ近似式

$$\sqrt{1+a} \fallingdotseq 1 + \frac{a}{2}$$

を適用して，ℓ_Aとℓ_Bをd，r，Lを用いて表しなさい。

(4) 問1(3)で求めた式を使って，2つの波源からの波が干渉して強め合う点と原点Oとの間の距離rをd，L，λとn(＝0，1，2，.....)を用いて表しなさい。

問 2　波長 λ を 5 cm, d を 2 m, L を 20 m とする。x 軸上では 2 つの波源からの波が干渉し，強め合うところと弱め合うところが現れる。x 軸上では 2 つの波源からの波の振幅は等しいとし，以下の問に答えなさい。

(1)　2 つの波源が同じ位相で振動している。x 軸上の各点で観測される水面の振動の振幅と座標 x の関係をグラフに示しなさい。ただし，振幅は任意に定めてよい。

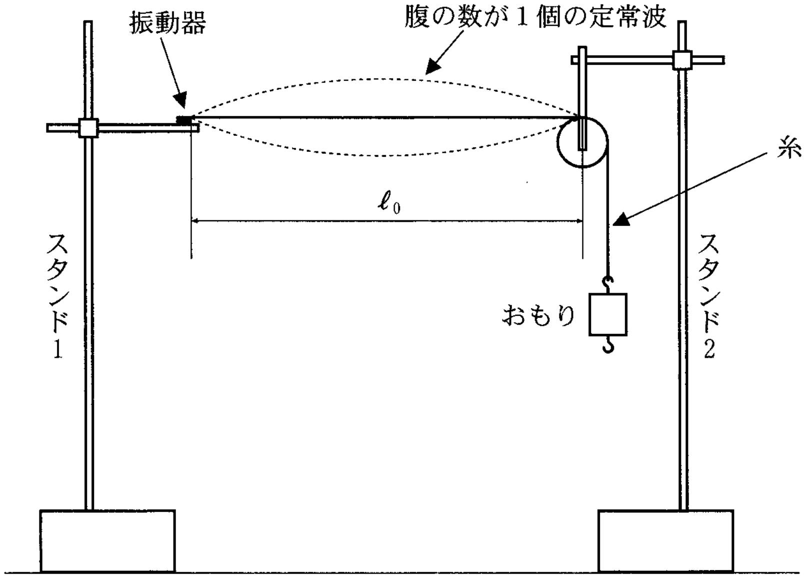
(2)　次に，波源 B を，波源 A の振動と π だけ位相が異なるように振動させた。x 軸上の各点で観測される振動の振幅と座標 x の関係をグラフに示しなさい。ただし，振幅は任意に定めてよい。

(3)　波源 B を，波源 A の振動に対して ϕ [rad] ($0 \leqq \phi \leqq \pi$) だけ位相が進むように振動させた。x 軸上の正の方向で最初に観測される，強め合って大きく振動する点の，原点 O からの距離 r [cm] を ϕ, π を用いて表しなさい。

6 図のスタンド1およびスタンド2は机上に固定されている。スタンド1には振動数を変えることができる振動器が取り付けられ，スタンド2には定滑車が固定されている。この振動器に糸の端を接合し，定滑車を通しその糸の反対側におもりを取り付け，糸全体に張力を与えている。スタンド1からスタンド2に張った糸は水平で，その水平部の糸の長さはℓ_0[m]である。空気抵抗および摩擦はすべて無視できるものとする。以下の文章の空欄に式または数値を入れなさい。

振動器の周波数を上昇させf_0[Hz]にしたとき，図に示すように振動器と滑車に接する両端を節とする腹の数が1個の定常波が現れた。この定常波の波長λ_0[m]をℓ_0で表すと $\boxed{\text{ア}}$ となる。また，この定常波を構成する波の速さv_0[m/s]をℓ_0およびf_0を用いて表すと $\boxed{\text{イ}}$ となる。次に，この振動器の周波数をf_1[Hz]に増加させたとき，腹の数が2個の定常波が現れた。この時の波長λ_1[m]および波の速さv_1[m/s]をℓ_0およびf_1を用いて表すとそれぞれ $\boxed{\text{ウ}}$ ， $\boxed{\text{エ}}$ となる。また，波の速さv_1とv_0の関係は $\boxed{\text{オ}}$ なので，f_0とf_1の関係は $\boxed{\text{カ}}$ と表すことができる。

以上の条件の下で，周波数f_1を変化させることなく，観測される定常波の腹の数を2個から1個に戻すためには，このf_1の定常波の波長λ_1'[m]が $\boxed{\text{キ}}$ となるように調整しなければならない。この調整後の波の速さv_1'[m/s]をf_0およびℓ_0を用いて表すと $\boxed{\text{ク}}$ となり，v_1'とv_0との関係は $\boxed{\text{ケ}}$ となることがわかる。弦を伝わる波の速さv[m/s]は，糸にかかる張力S[N]とその糸の線密度ρ[kg/m]に依存することが明らかにされており，vは $\boxed{\text{コ}}$ に比例している。この比例関係と $\boxed{\text{ケ}}$ の関係より，おもりの質量を $\boxed{\text{サ}}$ 倍に増やしたときに周波数f_1で腹の数が1個となる定常波を得ることが予想できる。



図

7 次の問に答えなさい。

問 1 図 1 のように，円筒の中空に磁束密度 B [T] の一様な磁場がある。一方，図 2 に示す 8 本の導体棒と 2 つの絶縁体円板からなる回転子を用意し，図 1 の中空内に図 3 のように入れた。この回転子を図 2 に示した回転軸を中心に図 3 に示した矢印の方向に回転数 n [回/s] で回転させた。ここで，図 2 の各導体棒の長さは ℓ [m]，回転軸から各導体棒中心までの距離は r [m] であり，各導体棒の直径は，r に対して十分小さいものとする。

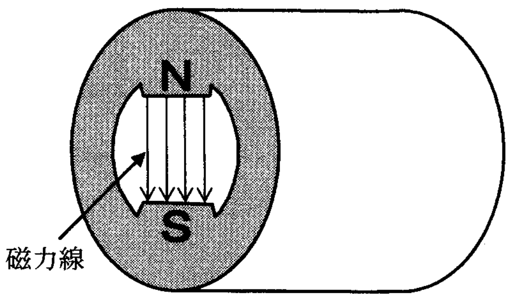


図 1

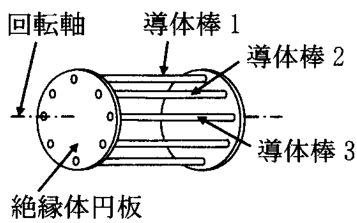


図 2

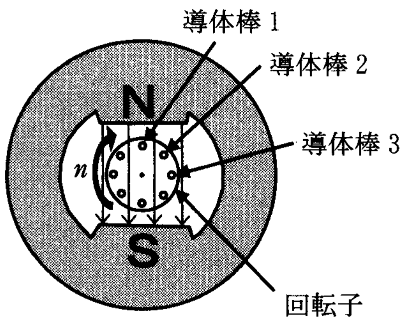


図 3

(1) 導体棒 1 の両端に生ずる誘導起電力の周波数を答えなさい。

(2) 回転子の各導体棒が図 3 の位置に来た瞬間を考える。このとき，導体棒 1 ～ 3 に生ずる誘導起電力の内，大きさが最も大きいものはどれか，導体棒の番号で答えなさい。また，その導体棒に生ずる誘導起電力の大きさを答えなさい。

(3) 回転子の各導体棒が図3の位置に来た瞬間，(2)で答えた番号の導体棒に生ずる誘導起電力の向きは，図3の(ア)「手前から奥へ」か，(イ)「奥から手前へ」か，記号で答えなさい。

問 2 電圧 E [V] の電池，可変抵抗および電気容量 C [F] のコンデンサーを直列接続した図4のような回路があり，コンデンサーの電圧 V [V] を図5に示すように時刻 $t=0$ [s] から $t=T$ [s] まで直線的に変化させたい。

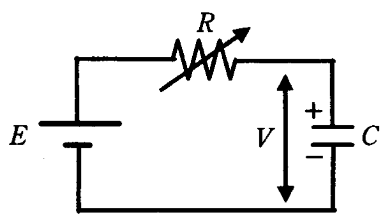


図4

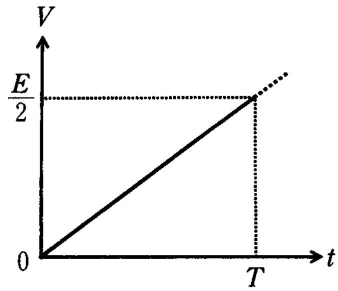


図5

(1) 時刻 $t=0$ [s] から $t=T$ [s] までの間，可変抵抗の抵抗値 R [Ω] を時刻 t に対してどのように変化させればよいか，R を t の関数として表しなさい。

(2) 時刻 $t=0$ [s] から $t=T$ [s] の間に，可変抵抗で発生する発熱量 [J] を答えなさい。

8 図 1 に示すような電流－電圧特性をもつ抵抗 A がある。この抵抗 A を含む回路に関する以下の問に答えなさい。なお，電池の内部抵抗は無視できるものとする。答の数値は有効数字 2 桁で示し，単位も明記しなさい。

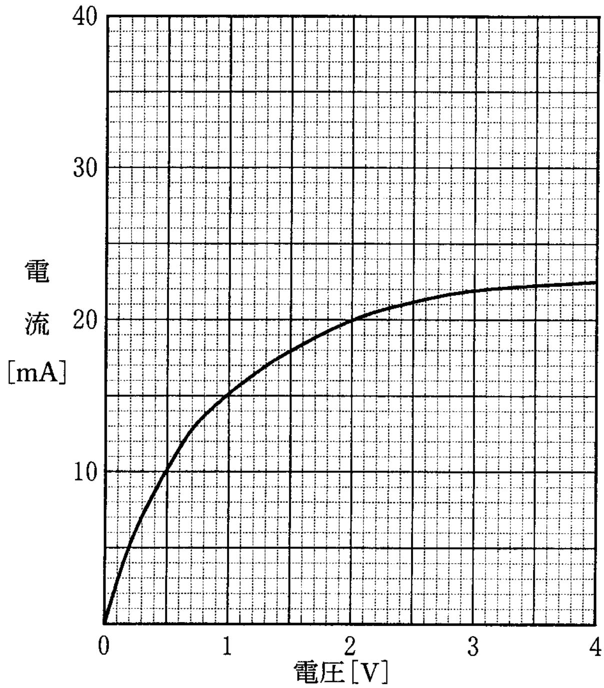


図 1

問 1　図 2 のように，抵抗 A，400 Ω の抵抗 R，および起電力 4.0 V の電池からなる回路を作った。抵抗 A を流れる電流，および抵抗 R が消費する電力を求めなさい。

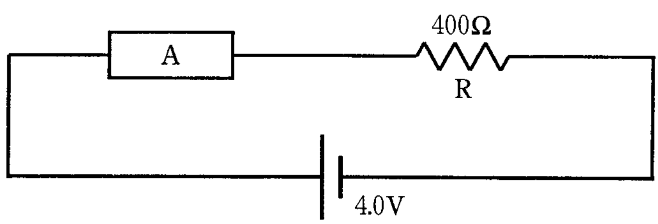


図 2

問 2　図3のように，2つの抵抗A，200 Ω の抵抗R，および起電力6.0 V の電池からなる回路を作った。抵抗 R を流れる電流を求めなさい。

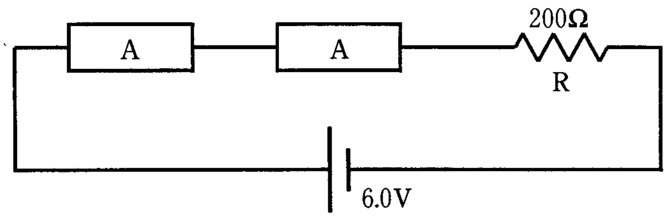


図3

問 3　図4のように，2つの抵抗A，200 Ω の抵抗R，可変抵抗 r および検流計 G からなる回路に，起電力4.0 V の電池を接続した。可変抵抗 r の抵抗値を調節したところ，検流計 G にはまったく電流が流れなくなった。このとき可変抵抗 r の抵抗値を求めなさい。また，可変抵抗 r および抵抗 R を流れる電流をそれぞれ求めなさい。

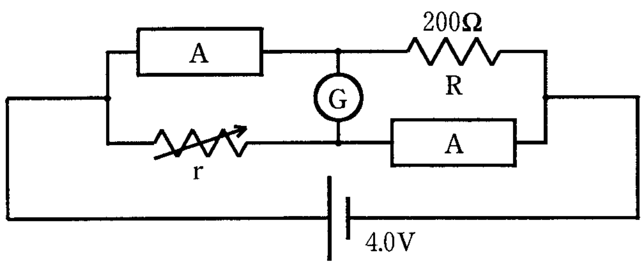


図4

9 図 1 に示すような電流－電圧特性をもつ抵抗 A がある。この抵抗 A を含む回路に関する以下の問に答えなさい。なお，電池の内部抵抗は無視できるものとする。答の数値は有効数字 2 桁で示し，単位も明記しなさい。

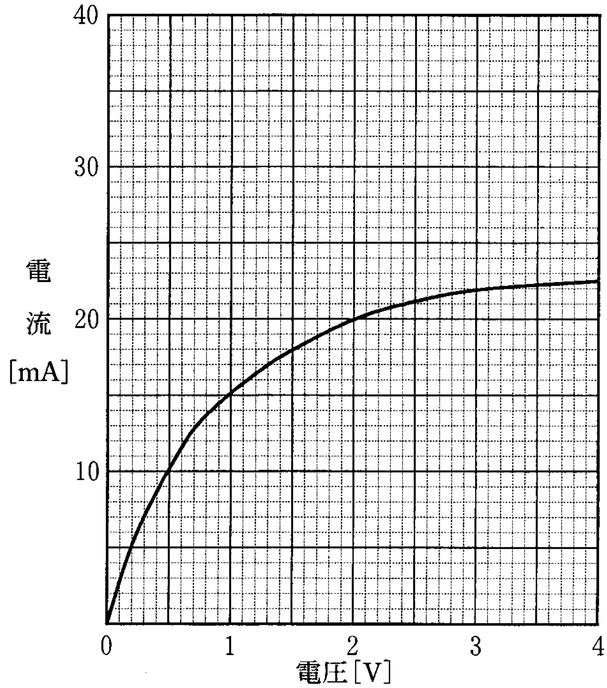


図 1

問 1　図 2 のように，抵抗 A，400 Ω の抵抗 R，および起電力 4.0 V の電池からなる回路を作った。抵抗 A を流れる電流，および抵抗 R が消費する電力を求めなさい。

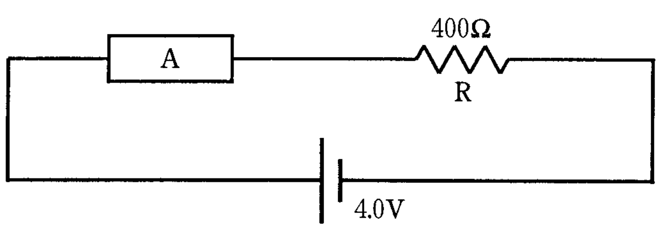


図 2

問 2　図3のように，2つの抵抗A，200 Ω の抵抗R，および起電力6.0 V の電池からなる回路を作った。抵抗Rを流れる電流を求めなさい。

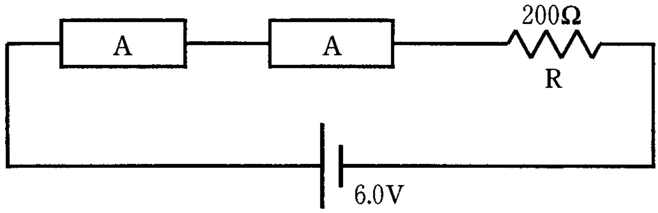


図3

問 3　図4のように，抵抗Aと200 Ω の抵抗Rを並列に接続した回路を作った。この回路の両端に，電位差 $v = 2.0$[V]，および $v = 3.0$[V]を与えたとき，回路を流れる電流 I をそれぞれ求めなさい。

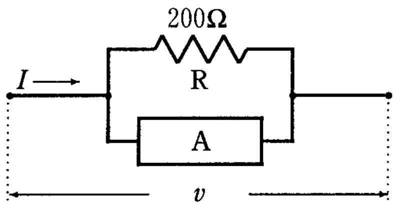


図4

問 4　図5のように，2つの抵抗A，200 Ω の抵抗R，および起電力3.0 V の電池からなる回路を作った。抵抗Rを流れる電流を求めなさい。

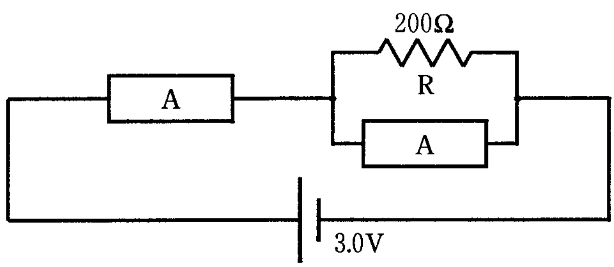


図5

10 面積が等しく十分に大きな極板X，Yからなる平行板コンデンサーがある。その極板の間隔は$4d$，電気容量はCである。この平行板コンデンサーの極板間に，Xから距離dの位置に，極板に平行に，極板と同形で厚さの十分うすい金属板Zを挿入した。ただし，極板X，Yおよび金属板Zは帯電していない。次に，電圧Vの電池を図1および図2のように接続した。なお，電池の負極は電位が0である。

問 1　図1のような回路で，十分に時間がたった後を考える。

(1)　このときの極板Xの電位，金属板Zの電位，および極板Xと金属板Z間の電場の強さを求めなさい。

(2)　このとき，極板Xと金属板Zがつくる平行板コンデンサーにたくわえられた静電エネルギーを求めなさい。

問 2　図2のような回路で，十分に時間がたった後を考える。

(1)　このとき，極板Xと金属板Z間の電場の強さ，金属板Zと極板Y間の電場の強さを求めなさい。

(2)　金属板Z上にたくわえられた電荷を求めなさい。

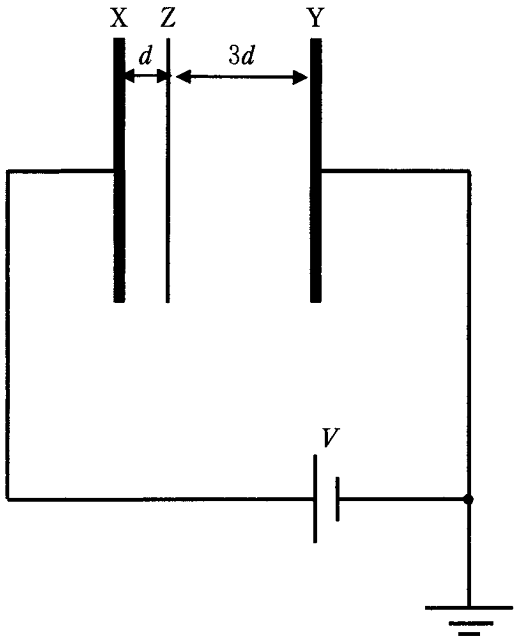


図 1

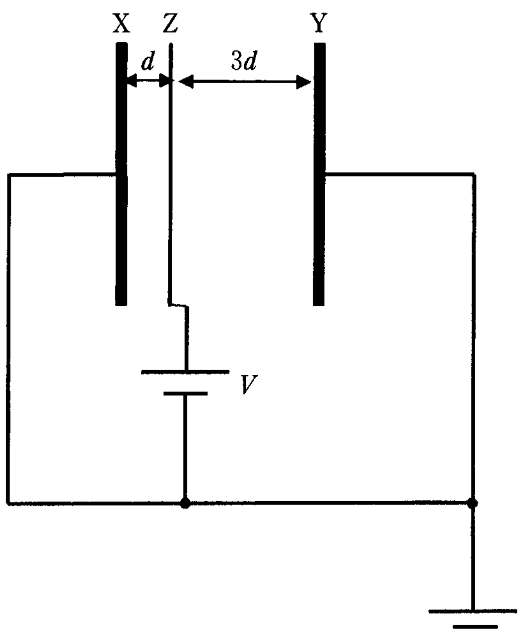


図 2

11 図1のように，断面積S[m^2]の充分長いシリンダーが鉛直に置かれている。シリンダー上部には質量を無視できるピストンがはめこまれ，シリンダー内部に理想気体が封入されている。ピストンは断熱材で作られており，気密を保ちながらなめらかに上下に動くものとする。シリンダーは断熱材でおおわれており，断熱材はとりはずしできるものとする。初期状態ではピストンは静止しており，ピストンの底部はシリンダーの底から高さh_0[m]の位置にあり，シリンダー内部に封入された理想気体の温度はT_0[K]，圧力はP_0[N/m^2]であるとする。このとき，以下の問に答えなさい。なお，シリンダー外部の大気の温度をT_0[K]，その圧力をP_0[N/m^2]，重力加速度の大きさをg[m/s^2]とする。

問 1　ピストンの上部に質量M[kg]のおもりをゆっくり乗せたところ，ピストンの底部がシリンダーの底から高さh_1[m]の位置に下がった状態で静止した。この状態における理想気体の温度T_1[K]をT_0, P_0, h_0, h_1, M, S, gを用いて表しなさい。

問 2　T_1とT_0の大小関係で正しいものを次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。また，選択理由を20字程度で記しなさい。

(1)　$T_1 > T_0$　　(2)　$T_1 = T_0$　　(3)　$T_1 < T_0$

(4)　与えられた条件からは判断できない

問 3　次に，シリンダーの側面の断熱材をとりはずしたところ，やがて，シリンダー内部に封入された理想気体の温度はT_0になり，ピストンの底部はシリンダーの底からh_2[m]の位置に変化した。h_2をP_0, h_0, M, S, gを用いて表しなさい。

問 4　h_2 と h_1 の大小関係で正しいものを次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

(1)　$h_2 > h_1$　　(2)　$h_2 = h_1$　　(3)　$h_2 < h_1$

(4)　与えられた条件からは判断できない

問 5　続いて，シリンダーの側面に断熱材を再びとりつけ，ピストンの上部のおもりをゆっくり取り去ったところ，ピストンの底部はシリンダーの底から高さ h_3[m]の位置で静止した。この状態における理想気体の温度を T_3[K]として，h_3 を h_0，T_0，T_3 を用いて表しなさい。

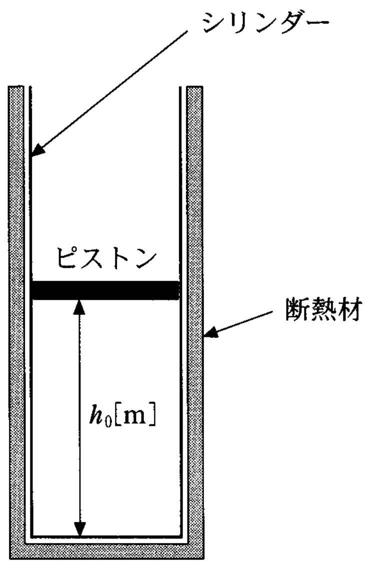


図 1