

デザイン工学部A方式 I 日程・理工学部A方式 I 日程
 生命科学部A方式 I 日程

3 限 理 科 (75 分)

科 目	ページ
物 理	2～9
化 学	10～17
生 物	18～30

〈注意事項〉

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。
3. 志望学部・学科によって選択できる科目が決まっているので注意すること。

志望学部(学科)	受験科目
デザイン工学部(都市環境デザイン工・システムデザイン)	物理または化学
理工学部(機械工[機械工学専修]・応用情報工)	
生命科学部(生命機能)	物理, 化学または生物

4. 科目の選択は、受験しようとする科目の解答用紙を選択した時点で決定となる。一度選択した科目の変更は一切認めない。
5. 問題冊子のページを切り離さないこと。

(物 理)

注意 解答はすべて解答用紙の指定された解答欄に記入すること。

解答用紙の余白は計算に使用してもよいが、採点の対象とはしない。

- 〔I〕 つぎの文の に入れるべき数式，または語句を解答欄に記入せよ。ただし，誘導電流がつくる磁界は考えなくてよい。また，力の向きを表す場合は， $+x$ ， $-x$ ， $+y$ ， $-y$ ， $+z$ ， $-z$ の何れかで記入すること。

図1-1に示すように，大きさと質量が無視できる抵抗値 r の抵抗と起電力 E の電池が接続され，各辺の長さがそれぞれ a ， b の長方形コイル OPQR が， $+x$ 軸方向に向いた磁束密度 B の一様な磁界中に置かれている。 z 軸に平行に置いた辺 OP を回転軸とし， yz 面に対して長方形コイルの面を角度 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) で固定した。このとき辺 RO に作用する力の大きさは 1 であり，その向きは 2 軸方向となる。辺 QR にはたらく力による回転軸辺 OP のまわりの力のモーメントの大きさは 3 となる。

つぎに図1-2に示すように，電池を外し抵抗のみが接続された長方形コイルを辺 OP を回転軸として図に示す方向に角速度 ω で回転させる。長方形コイルの面と磁界が垂直になった時刻を 0 とすると，時間 t の間に長方形コイルは 4 [rad] だけ回転する。時刻 t の瞬間に長方形コイルを貫く磁束は 5 となるので，長方形コイルに発生する誘導起電力の大きさは 6 となり，誘導電流の最大値は 7 ，抵抗で消費される電力は周期 8 で周期的に変化する。

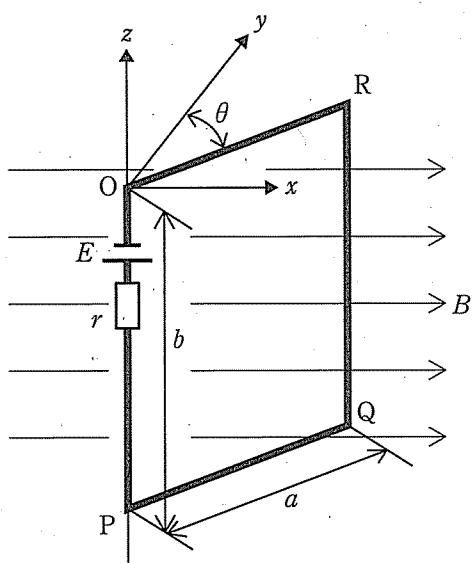


图 1-1

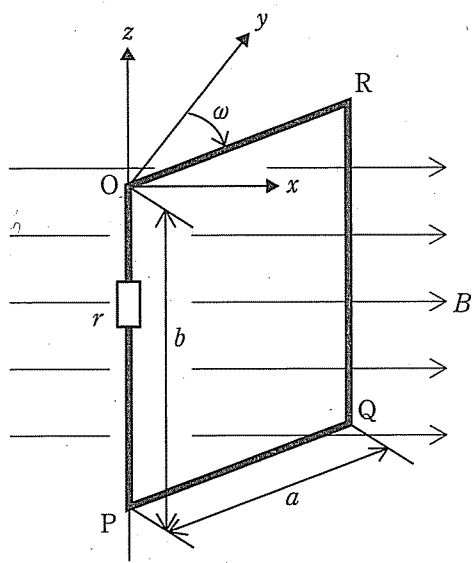


图 1-2

物理

〔Ⅱ〕 つぎの文の に入れるべき数式を解答欄に記入せよ。なお、重力加速度の大きさを g とする。

実験1 図2-1に示すように、天井にとりつけたなめらかな滑車1に軽い糸をかけ、その両端に軽い皿Aと皿Bをとりつける。皿Aには質量 m のおもり2個を重ねてのせ、皿Bには質量 m のおもりを1個のせ、2つの皿を手で固定しこれらを静止させた。糸は伸びることなく、その質量は無視でき、滑車の質量と摩擦も無視できるものとする。このようにして、2つの皿を静止させた状態では、皿Aに重ねてのせた2個のおもりの間にはたらく力の大きさは (a) となる。つぎに、2つの皿Aと皿Bを支えていた手を静かにはなすと、2個のおもりと皿A、1個のおもりと皿Bはそれぞれ一体になって運動を始めた。このときの2つの皿の加速度の大きさは (b) となる。2つの皿をつなぐ糸の張力の大きさは (c) となる。また、このとき皿Aに重ねてのせた2個のおもりの間にはたらく力の大きさは (d) となる。

実験2 図2-2に示すように、実験1の滑車1を天井からとりはずし、滑車1を、天井にとりつけた別のなめらかな滑車2にかけた軽い糸にとりつける。実験1と同じように、皿Aには質量 m のおもり2個を重ねてのせ、皿Bには質量 m のおもりを1個のせる。2つの皿を手で固定しこれらを静止させた状態から実験を開始するが、この実験では、滑車1を加速度の大きさ $\frac{1}{4}g$ で上方に引き上げる。引き上げると同時に、2つの皿を支えていた手を静かにはなすと、2個のおもりと皿A、1個のおもりと皿Bは、それぞれ一体になって運動を始めた。このとき、皿Aの加速度の大きさは (e) となる。皿Bの加速度の大きさは (f) となる。また、このとき皿Aに重ねてのせた2個のおもりの間にはたらく力の大きさは (g) となる。

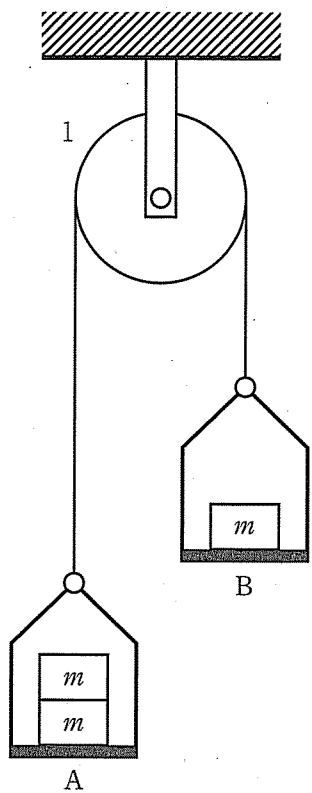


图 2 - 1

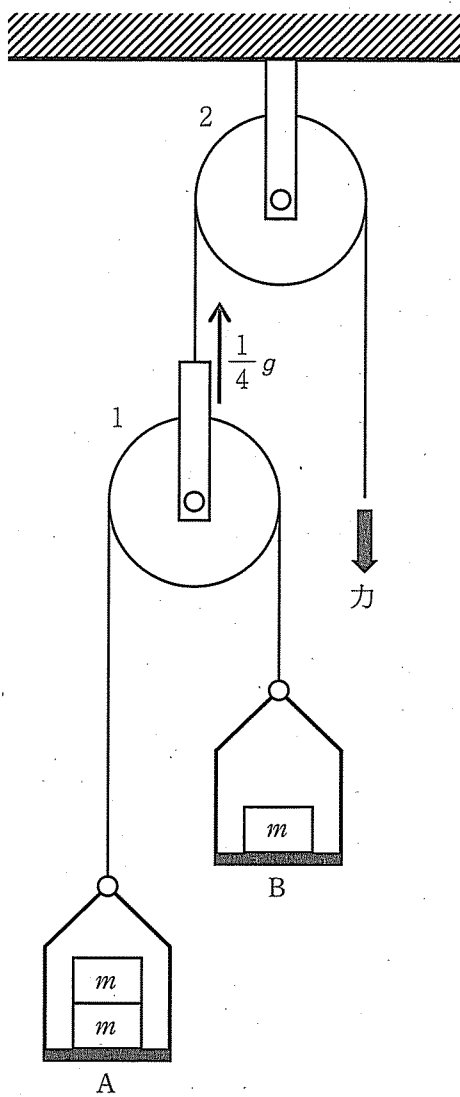


图 2 - 2

物理

〔Ⅲ〕 つぎの文の に入れるべき数値または数式を解答欄に記入せよ。

図3のように、軸 O を中心に鉛直面内を回転できる断面積 S の円筒のシリンダーが大気圧 P_0 中に置かれており、その円筒の中心軸 L は鉛直面内にある。シリンダー内には、なめらかに動く質量 m のピストンにより、1モルの単原子分子の理想気体 A が閉じ込められている。シリンダーとピストンは断熱材でできており、シリンダー内には加熱・冷却装置が取り付けられている。シリンダー底面とピストン面までの距離を h とする。また、軸 O まわりの鉛直上向きから時計回りを正とする軸 L の回転角を θ とする。ただし、ピストンが軸 O より上側にあり、軸 L が鉛直方向にある状態を $\theta = 0^\circ$ とする。理想気体の気体定数を R 、重力加速度の大きさを g とする。

以下の手順でシリンダーを1回転させた。この間にピストンはシリンダーから外れることはなかった。

はじめ $\theta = 0^\circ$ でシリンダーとピストンが静止している。この状態を状態1とする。このとき、 $h = h_1$ で A の圧力は $1.5P_0$ および絶対温度は T_1 であった。ピストンの質量 m を g 、 P_0 、 S で表すと (1) となり、 T_1 を h_1 、 P_0 、 R 、 S で表すと (2) となる。

つぎに、状態1からシリンダーを時計回りにゆっくりと回転させると、 $h = h_2$ となり、 A の圧力が $0.5P_0$ 、絶対温度が T_1 の a 倍となった。この状態を状態2とする。このときの θ は (3) $^\circ$ であり、 a を h_1 、 h_2 で表すと (4) となる。また、状態1から状態2への変化の間に A が外部へした仕事を a 、 T_1 、 R で表すと (5) となる。

つぎに、状態2の A を、 θ を固定して冷却したところ $h = h_3$ となった。この状態を状態3とする。状態2から状態3への変化の間に A が外部からされた仕事を h_2 、 h_3 、 P_0 、 S で表すと (6) となる。

つぎに、状態3からシリンダーを時計回りにゆっくりと回転させて $\theta = 0^\circ$ に戻すと $h = h_4$ となった。この状態を状態4とする。さらに状態4の A を、 θ を固定して加熱したところ状態1に戻った。このとき A に加えられた熱量を h_1 、 h_4 、 R 、 T_1 で表すと (7) となる。

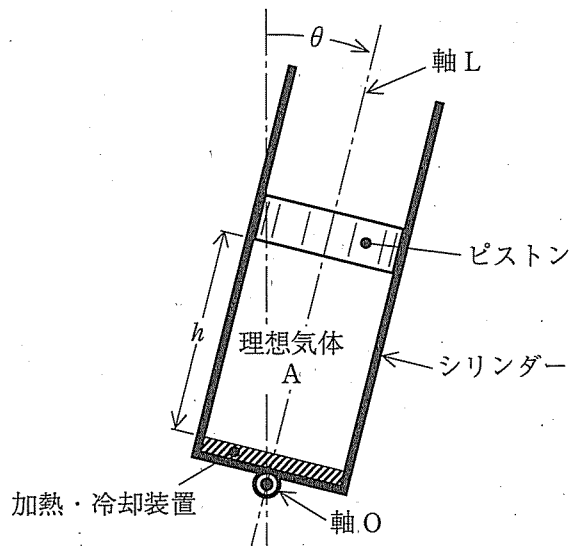


図 3

物理

〔IV〕 以下の問いに答えよ。

図4-1のように、なめらかで水平な床の上にはばね定数 k の軽いばねの左端を固定しておき、右端に質量 $3m$ の小板 A をとりつけた。この小板 A に質量 m の小球 B を押しつけ、ばねを自然の長さから d だけ縮ませた位置で手を静かにはなしたところ、小板 A と小球 B はしばらく一体となって運動し、ばねが自然の長さになる位置で小球 B は小板 A からはなれた。重力加速度の大きさを g とする。

- (イ) 手をはなした直後の小板 A と小球 B の加速度の大きさを、 m 、 k 、 d を用いて表せ。
- (ロ) 小板 A からはなれた直後の小球 B の運動エネルギーを、 k 、 d を用いて表せ。
- (ハ) 小球 B が小板 A からはなれた後のばねの伸びの最大値は d の何倍となるか。
- (ニ) 小球 B が小板 A からはなれた後に、小板 A のばね振り子が $\frac{1}{2}$ 周期分だけ振動する間に小球 B の直進する距離は d の何倍となるか。

つぎに、小球 B は水平でなめらかな床の上を一定の速さ v_0 で進み、図4-1のように点 P から半径 r のなめらかな円筒面の内側に沿って進んだ。円筒面上の点 R と点 Q の床からの高さをそれぞれ r と $2r$ とし、点 P と点 Q の中点を点 O とする。

- (ホ) 小球 B が点 R に達するための最小の v_0 を、 g 、 r を用いて表せ。
- (ヘ) 小球 B が点 Q に達するための最小の v_0 を、 g 、 r を用いて表せ。
- (ト) 小問(ハ)の v_0 の場合、小球 B が床に最初に衝突する位置と点 P の間の距離を、 r を用いて表せ。
- (チ) 図4-2のように、小球 B が円筒面上の点 S から円筒面をはなれ、点 O を通って床に衝突した。線分 OS と線分 OR のなす角 θ に対して、 $\sin \theta$ の値を求めよ。

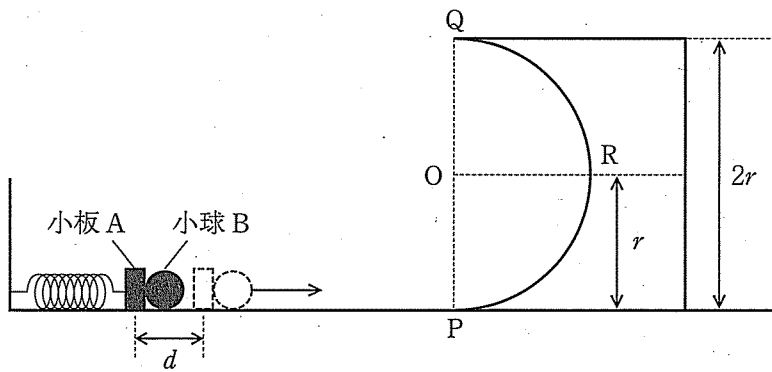


图 4 - 1

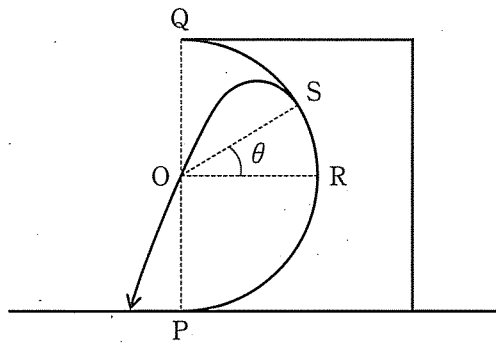


图 4 - 2