

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	10～16
生 物	18～28

## 〈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. 生物は生命科学部(生命機能学科)を志望する受験生のみ選択できる。デザイン工学部(都市環境デザイン工学科・システムデザイン学科)、理工学部(機械工学科機械工学専修・応用情報工学科)を志望する受験生は選択できない。
4. 試験開始後の科目の変更は認めない。

# (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、数値、または記号を解答欄に記入せよ。

真空中において、図1-1に示すように、じゅうぶんに長い直線導線Lを含む平面内に、一辺の長さが $2r$ の正方形導線ABCDを、ABをLと平行にし距離 $r$ だけ離して並べて置く。Lには強さ $I_1$ の定常電流が図の矢印の向きに流れており、ABCDには大きさが無視できる電池を用いて強さ $I_2$ の定常電流を図の矢印の向きに流した。ただし、真空の透磁率を $\mu_0$ 、円周率を $\pi$ とし、 $I_2$ がつくる磁界は考えなくてよい。力の向きを表す場合は図1-2に示すように記号(a), (b), (c), (d)で記入すること。

$I_1$ が導線ABの位置につくる磁界の強さは  1  となり、この磁界によって導線ABが受ける力の大きさ $F_{AB}$ は  2  , その力の向きは  3  となる。同様にして、導線CDが $I_1$ によって受ける力の大きさと向きが求められるので、導線ABと導線CDが $I_1$ によって受ける力の合力の大きさは $F_{AB}$ の  4  倍となる。

導線BC上でLから距離 $x$ 離れた長さ $\Delta x$ の微小導線が $I_1$ によって受ける力の大きさ $\Delta F_{BC}$ は $F_{AB}$ の  5  倍、その力の向きは  6  となり、導線BC上で $x$ を変化させて求まる $\Delta F_{BC}$ の総和が、 $I_1$ によって導線BCが受ける力となる。同様にして、 $I_1$ によって導線DAが受ける力が求められる。

以上より、 $I_1$ によってABCDが受ける力の合力の大きさは $F_{AB}$ の  7  倍となる。

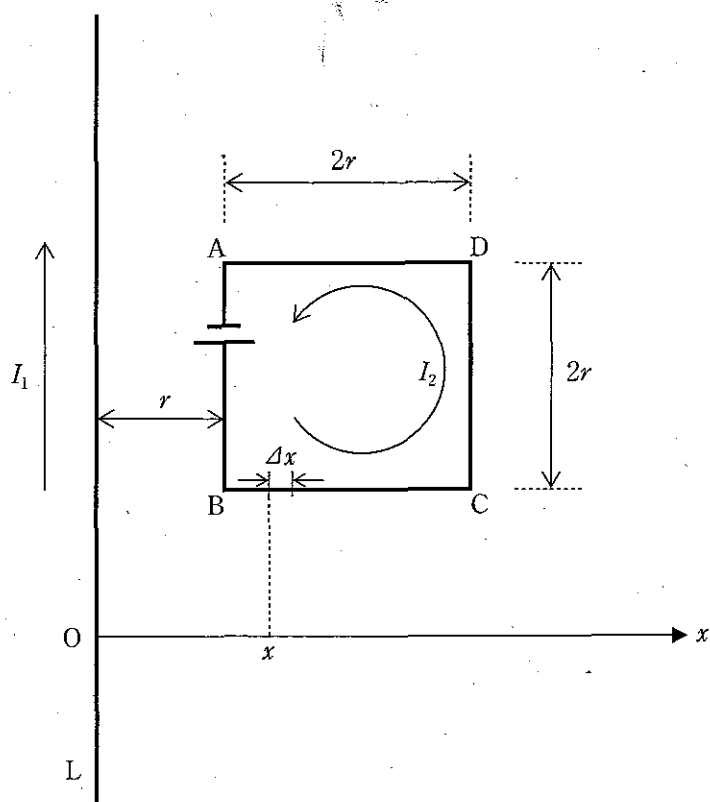


图 1-1

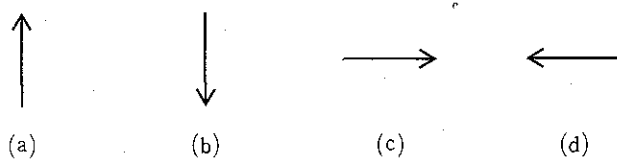


图 1-2

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。

質量  $m$  の小物体  $P$  が置かれた粗い面からなる板  $Q$  が、水平面  $R$  の上に置かれている。  $Q$  を徐々に傾け、図 2 に示すように  $Q$  と水平面  $R$  との角度が  $\theta$  になると  $P$  は  $Q$  の上の点  $A$  においてすべりはじめる。  $P$  がすべりだす直前に受ける垂直抗力の大きさは  (a)  ，最大摩擦力の大きさは  (b)  となり、静止摩擦係数は  (c)  となる。

$P$  は傾斜角  $\theta$  の  $Q$  の上の点  $A$  を静かにすべりだし、動摩擦力を受けて点  $B$  に向かってすべりおろる。  $P$  と  $Q$  との間の動摩擦係数は、点  $A$  と点  $B$  の間では  $\mu_1$ 、点  $B$  と点  $D$  の間では  $\mu_2$  である。点  $A$  をすべりだした  $P$  は等加速度運動し、  $AB$  間の加速度の大きさは  (d)  となる。  $P$  が点  $A$  から点  $B$  まで移動した距離は  $s$ 、移動にかかった時間は  $t$  であった。このことから、点  $A$  と点  $B$  の間の動摩擦係数は、  $\mu_1 = \tan \theta -$   (e)  と表される。

$P$  は点  $B$  を通りすぎた後、動摩擦係数  $\mu_2$  の面から動摩擦力を受け、点  $B$  から距離  $l$  だけ移動し点  $C$  で止まった。このとき、点  $B$  から点  $C$  に移動する間に、  $P$  が失う位置エネルギーの大きさ  (f)  と  $P$  が失う運動エネルギーの大きさとの和は、動摩擦力が  $P$  にした仕事の大きさ  (g)  と等しくなる。

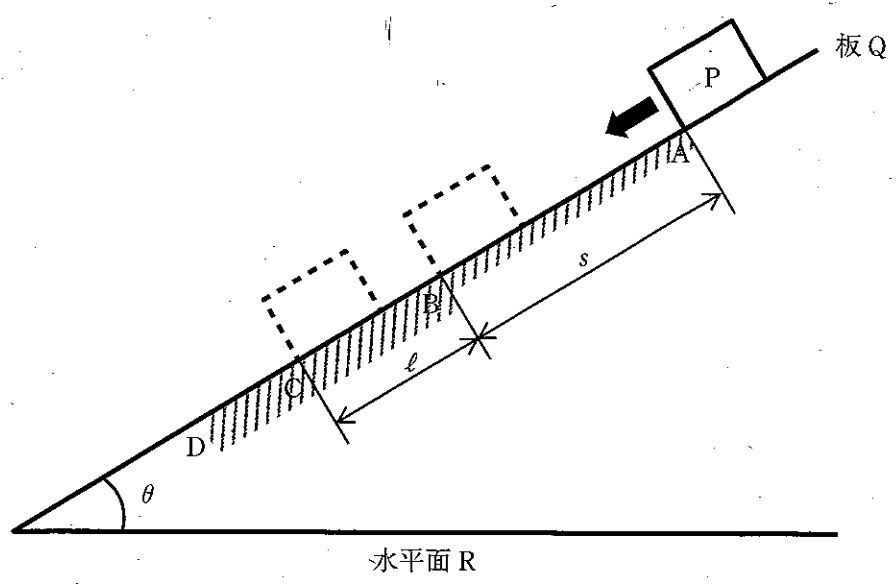


图 2

## 物理

〔Ⅲ〕 つぎの文の  に入れるべき数式または記号を解答欄に記入せよ。

図3-1のように、二か所にストッパーを持つ断面積  $S$  の円筒のシリンダーが大気圧  $P_0$  中に鉛直に固定されている。シリンダー内には、なめらかに動く質量の無視できるピストンにより、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。ピストンには質量の無視できるばね定数  $k$  のばねが付いており、そのばねの他端は天井に固定されている。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。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。

はじめに図3-1のようにピストンは下方のストッパーに接触し、ばねが自然の長さの状態では静止している。この状態を状態1とする。このとき  $A$  の圧力は  $P_0$ 、体積は  $V_1$ 、絶対温度は  $T_1$  であった。 $T_1$  を  $P_0$ 、 $R$ 、 $V_1$  で表すと  (1) となる。つぎに、状態1から図3-2のようにピストンの上に質量  $m$  のおもりをのせ、 $A$  をゆっくりと加熱すると  $A$  の圧力が  $P_2$ 、絶対温度が  $T_2$  になった。この状態を状態2とし、このときピストンが上昇しはじめた。 $P_2$  を  $g$ 、 $m$ 、 $P_0$ 、 $S$  で表すと  (2) となる。また、状態1から状態2への変化の間に  $A$  に加えられた熱量を  $R$ 、 $T_1$ 、 $T_2$  で表すと  (3) となる。さらに  $A$  をゆっくりと加熱し続けると、図3-3のようにピストンは距離  $L$  上昇し、 $A$  の圧力が  $P_3$  になったところで上方のストッパーに接触した。この状態を状態3とする。 $P_3$  を  $k$ 、 $L$ 、 $P_2$ 、 $S$  で表すと  (4) となる。状態2から状態3への変化の間に  $A$  が外部にした仕事を  $k$ 、 $L$ 、 $P_2$ 、 $S$  で表すと  (5) となる。

つぎに状態3から図3-4のようにおもりを取り外し、 $A$  をゆっくりと冷却し、 $A$  の圧力が  $P_4$  になった。この状態を状態4とし、このときピストンが降下しはじめた。 $P_4$  を  $P_0$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  で表すと  (6) となる。さらに  $A$  をゆっくりと冷却し続けるとピストンが降下して状態1に戻った。

以上の状態1からはじまり状態1に戻る1サイクルの変化の間に、 $A$  に加えられた総熱量を  $Q$  とする。1サイクルの熱効率を  $g$ 、 $L$ 、 $m$ 、 $Q$  で表すと  (7) となる。また、この1サイクルの変化の圧力  $P$  と体積  $V$  の関係は、図3-5に

示す  $P-V$  図の(a)から(f)の中の (8) で表される。ただし、これらの図に示す状態1-2-3-4-1を結ぶ図形はすべて、 $P$  軸または  $V$  軸のどちらかの軸に平行な2辺をもつ平行四辺形である。

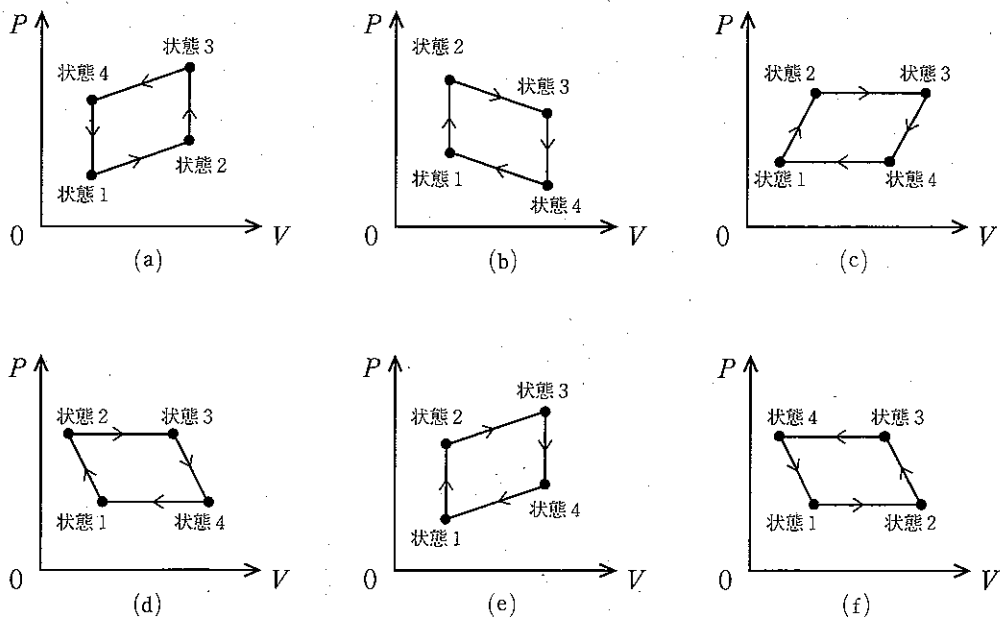
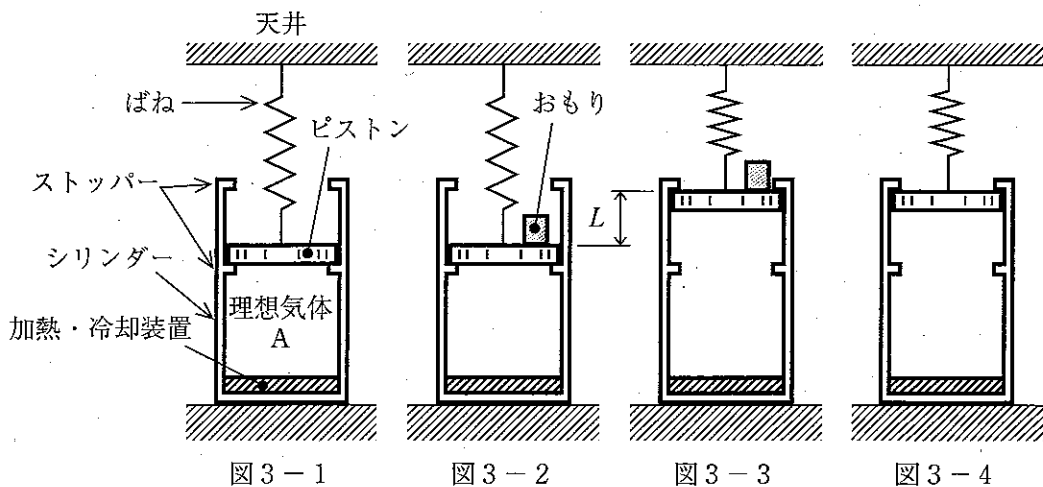


図3-5

物理

〔IV〕 つぎの文の  に入れるべき数式または数値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。

図4のように、なめらかで水平な面C上にばね定数  $k$  の軽いばねの左端を固定しておき、右端に質量  $m$  の小板Aをとりつけた。このAに質量  $m$  の小球Bを押しつけ、ばねが自然の長さとなる点Oから  $d$  だけ縮ませた点Pで静かに手をはなした。その直後にBは大きさが  (イ) の加速度で動きはじめた。Bは、はじめAと一体となって動いたが、後にAから離れて速さ  (ロ) で運動した。一方、BがAから離れた後、ばねの自然の長さからの伸びは最大で  (ハ) となった。

その後、面C上を運動するBは点Qから水平に投げ出され、面Cから  $h$  だけ下方にあるなめらかで水平な面D上の点Rに衝突した。点QにおけるBの速さを  $v$  とすると、点Rで衝突する直前のBの速さは  (ニ) と表される。点Rにおいて面Dに下ろした垂線とBの速度の向きとのなす角は衝突直前が  $30^\circ$ 、衝突直後が  $60^\circ$  であった。この場合、点QにおけるBの速さ  $v$  は  $h, g$  を用いて  (ホ) のように表されることになる。そして点Rでの衝突直後のBの速さは衝突直前の速さの  (ヘ) 倍となり、Bと面Dとの間の反発係数は  (ト) となる。また、Bが点Rではね返った後に到達する最高点の面Dからの高さは  $h$  の  (チ) 倍となる。



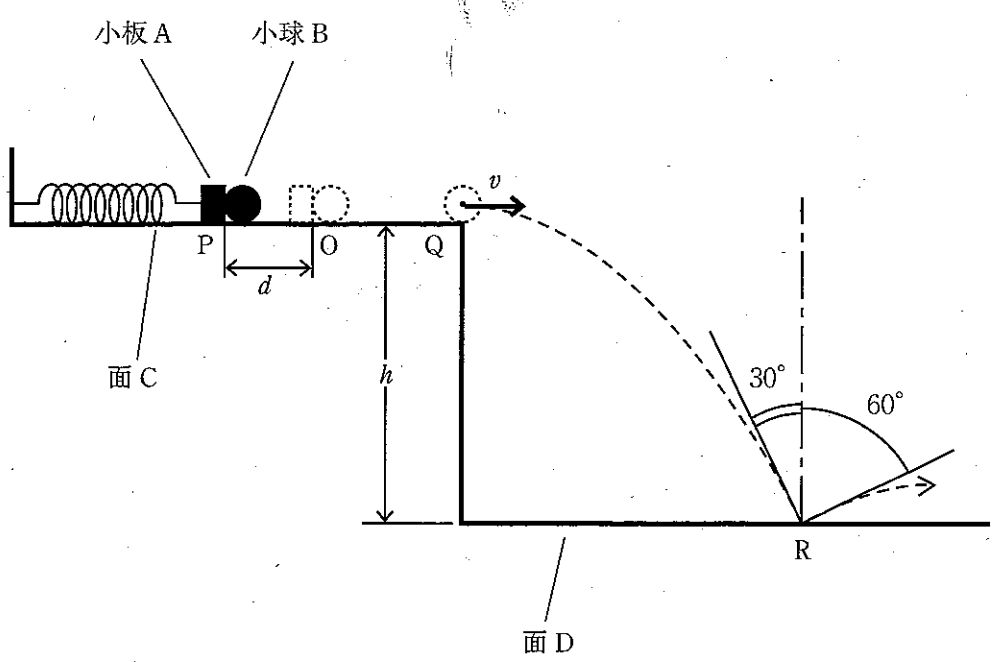


图 4