

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 | 10～15 |
| 生 物 | 16～24 |

## 〈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(生命機能学科生命機能学専修)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 1. 解答はすべて解答用紙の指定されたところに記入すること。

注意 2. 解答を導くために必要な式も解答用紙に書いておくこと。

[ I ] 図 1 に示すように、高さ  $H$  の位置に静止していた質量  $M$  の台車 A が、角度  $\theta$  の斜面を滑り降りる。 $H$  の高さ滑り降りた後、水平な床面を移動し、静止していた質量  $m$  の板 B と一体となって動き始めた。板 B には、他端が固定されたばね定数  $k$  の軽いばねが付いており、台車 A と板 B は、ばねを縮ませながら移動し、その後いったん静止し、またすぐに反対方向に動き始めた。さらに観察すると、台車 A は板 B から離れ、斜面をある高さまで登った。この運動について以下の問いに答えよ。ただし、斜面および水平な床面と台車 A との間に摩擦はなく、水平な床面と板 B の間にも摩擦はないとする。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

1. 台車 A が、斜面を  $H$  の高さ滑り降りて水平な床面に達したときの速さ  $V$  を求めよ。
2. 台車 A と板 B が一体となって動き始めたときの速さ  $v$  を、 $V$  を用いて表せ。
3. 一体となった台車 A と板 B がいったん静止したときに、ばねがたくわえている力学的エネルギーを、 $v$  を用いて表せ。
4. 一体となった台車 A と板 B が、いったん静止するまでに移動した距離を、 $v$  を用いて表せ。
5. 台車 A と板 B が一体となってから再度離れるまでの時間を求めよ。
6. 斜面にもどってきた台車 A が、斜面の下から斜面の最高点に達するまでの時間を、 $\theta$  と  $v$  を用いて表せ。
7. もどってきた台車 A が斜面の最高点に達した時の高さが、 $H$  の  $\frac{4}{9}$  倍以上になるための  $M$  と  $m$  についての条件を求めよ。

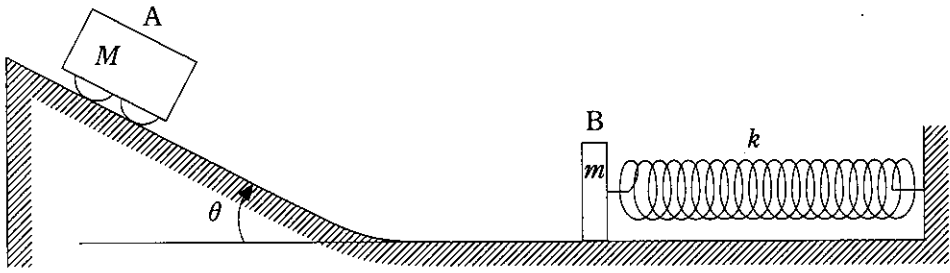


图 1

〔Ⅱ〕 つぎの文の  に入れるべき語句または式を解答欄に記入せよ。

電気量  $Q_1$ ,  $Q_2$  の二つの電荷が距離  $R$  離れて置かれていると、電荷の間には、静電気力が働く。比例定数を  $k$  とすると、静電気力の大きさは  (a) と表される。この関係は静電気力に関する  (b) の法則と呼ばれている。静電気力は、同種の電気量の間では  (c) 力、異種の電気量の間では  (d) 力となる。

つぎに図 2 に示すように、それぞれ電気量  $2Q$  と  $-Q$  (ただし、 $Q > 0$  とする) の電荷 A および B が、距離  $R$  だけ離れて固定されている場合を考える。これらの電荷を結ぶ直線上で右側から電気量  $Q$  の電荷 C が二つの固定電荷に近づくとする。固定電荷 B と移動電荷 C の間の距離を  $r$  とすると、固定電荷 A が移動電荷 C におよぼす力の大きさは  (e) と表される。また、固定電荷 B が移動電荷 C におよぼす力の大きさは  (f) と表される。移動電荷 C に加わる力は、重ね合わせで得られるので、二つの固定電荷が移動電荷におよぼす静電気力が釣り合う距離  $r$  は  (g) と求められる。

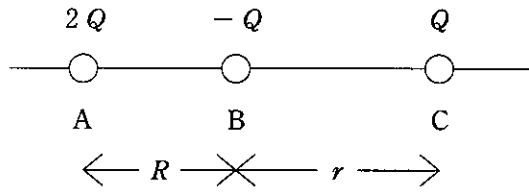


图 2

〔Ⅲ〕 つぎの文の  に入れるべき式または数値を解答欄に記入せよ。

図3のように、なめらかに動く2つのピストンをもつ断面積  $S$  の円筒が、支持棒により水槽内に鉛直に固定され、大気圧  $P_0$  中に置かれている。水槽の中には密度  $\rho$  の水が入っており、円筒内のピストン  $U$  とピストン  $L$  の間には 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。円筒、支持棒、 $U$  および  $L$  は断熱材でできており、また  $U$  と  $L$  の質量は無視できるものとする。理想気体の気体定数を  $R$ 、定積モル比熱を  $\frac{3}{2}R$ 、定圧モル比熱を  $\frac{5}{2}R$ 、また重力加速度の大きさを  $g$  とする。

はじめに図3のように、 $U$  の上面に質量  $M$  のおもりを静かに置くと、 $L$  の下面は水面下  $h$  の位置で静止した。このときの  $A$  の圧力は  $P_1$ 、体積は  $V_1$ 、温度は  $T_1$  であった。 $P_1$  を  $g, M, P_0, S$  で表すと  (1) となり、 $T_1$  を  $P_1, V_1, R$  で表すと  (2) となる。また  $h$  を  $M, S, \rho$  で表すと  (3) となる。

つぎに、 $A$  に熱量  $Q$  をゆっくりと加えると、 $U$  が上昇し  $A$  の体積は  $V_2$ 、温度は  $T_2$  になった。 $T_2$  を  $T_1, Q, R$  で表すと  (4) となる。また、このとき  $A$  が外部にした仕事を  $Q$  で表すと  (5) となる。

さらに、おもりをゆっくり取り除くと、 $A$  の体積は  $V_3$  になった。このときの  $A$  の内部エネルギーを  $P_0, V_3$  で表すと  (6) となり、 $A$  が外部にした仕事を  $P_0, T_2, V_3, R$  で表すと  (7) となる。また、このときの  $h$  は  (8) となる。

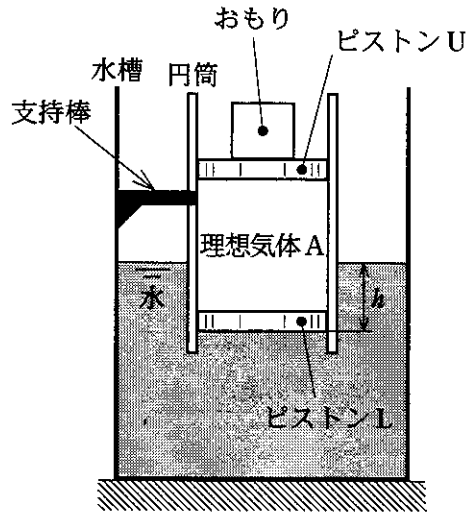


図 3

[IV] 振動について考えよう。

図4-1に水平ばね振り子の振動の様子を示す。摩擦のない水平面上に、ばね定数が $k$ で質量が無視できるばねの一端を固定し、他端に質量 $m$ のおもりをつける。ばねの自然長より $A$ だけのばして静かに手をはなすと、おもりは振動を始める。

- (イ) この振動の全エネルギーを求めよ。
- (ロ) おもりの速さの最大値を求めよ。
- (ハ) 振動周期を求めよ。

この振動では、ばねにたくわえられる弾性エネルギーとおもりの運動エネルギーがくり返しやりとりされている。

図4-2は、静電容量 $C$ のコンデンサーと自己インダクタンス $L$ のコイルと電圧 $E$ の直流電源とスイッチ $S_1$ 、 $S_2$ からなる回路である。はじめ $S_1$ を閉じてコンデンサーに電荷をたくわえる。つぎに $S_1$ を開き $S_2$ を閉じると回路に電気振動が現れる。

- (ニ) この振動の全エネルギーを求めよ。
- (ホ) 電流の最大値を求めよ。
- (ヘ) 振動の固有周波数を求めよ。

この振動では、コイルにたくわえられる磁界のエネルギーとコンデンサーにたくわえられる静電エネルギーがくり返しやりとりされている。

これらの振動は、二種類のエネルギーのくり返しのやりとりで継続される。実際には摩擦の全くない面はない。またコイルやコンデンサーには電気抵抗が含まれる。これらにより振動のエネルギーは時間とともに消費され少なくなる。

- (ト) どのようなエネルギーとして消費されるか語句で答えよ。



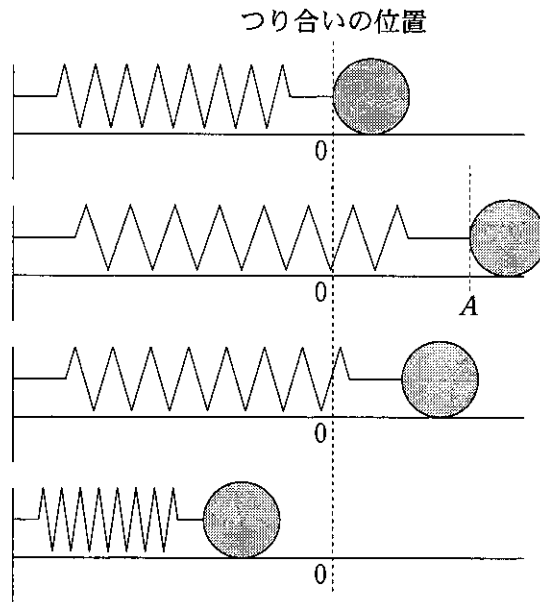


図 4—1

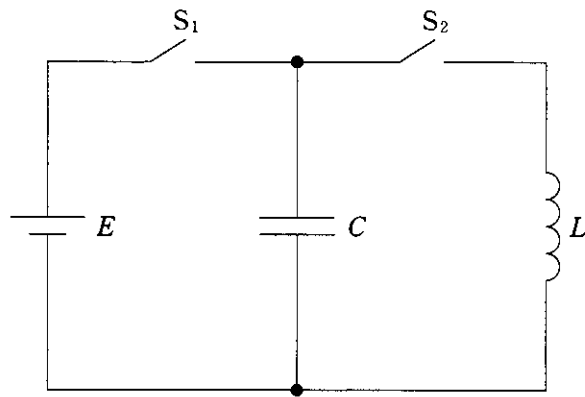


図 4—2