

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	10～19
生 物	20～32

〈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数値を解答欄に記入せよ。

図1のように、水平面上に質量の無視できるばねの左端を壁に固定し、右端に質量の無視できる小板を取り付けて、質量 m の小球 P をこの小板に接しておく。水平面と半径 r の円筒面が点 B でなめらかにつながっている。点 A は水平面上にあり、点 C, D, E は円筒面上にある。また、壁、点 A, B, C, D, E はすべて鉛直線 OB を含む同一平面上にある。距離 d の AB 間には摩擦があり、小球 P と面の間の動摩擦係数は μ である。その他の水平面上ならびに円筒面上に摩擦はないものとする。ばね定数を k 、重力加速度の大きさを g とする。

小球 P を壁側に押すことによりばねを自然長から l だけ押し縮めて手をはなした。小板から離れた直後の小球 P の速さ v_0 は 1 となる。その後、小球 P は摩擦のある面を通り、点 B まで達した。このとき、点 B での小球 P の速さは、 v_0, μ, g, d を用いると 2 となる。小球 P が点 B に達するのに必要なばねの縮みの最小値 l_1 は 3 となる。また、小球 P が円筒上をすべらずに点 B で空中に飛び出すために必要なばねの縮みの最小値は、 l_1 の 4 倍となる。

小球 P を壁側に押し、ばねの縮みを l_1 にして小球 P をはなすと点 B で小球 P は停止し、その後、点 B から円筒上を円運動した。小球 P が $\theta = \angle BOC$ となる円筒上の点 C にあるときの小球 P の速さは 5 となる。また、点 C で小球 P がうける垂直抗力は 6 となる。小球 P は $\theta_1 = \angle BOD$ となる点 D で円筒から離れた。このとき $\cos \theta_1$ は 7 となる。

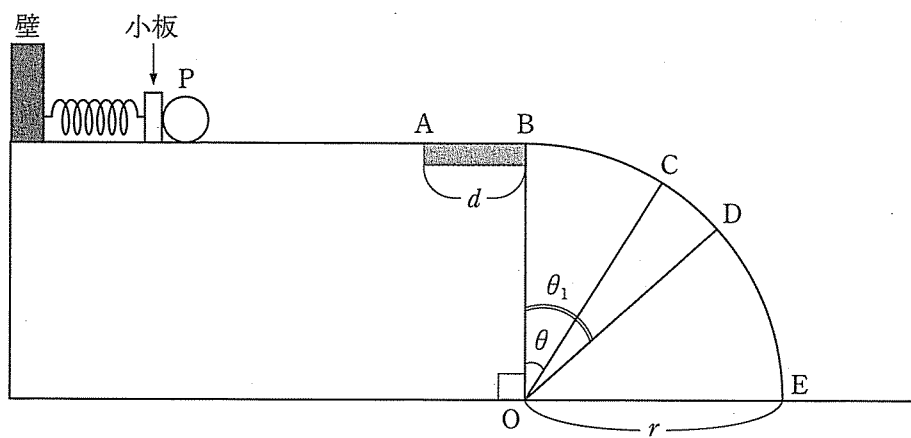


图 1

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。ただし、円周率は π とする。

図2に示すように、真空中の平面内に陽極と陰極が距離 d 離れて平行におかれ、電圧 $\frac{V}{2}$ の電源が接続されている。陽極付近で質量 m 、電気量 $q (q > 0)$ の大きさの無視できる荷電粒子を静かにはなすと、陽極と陰極間に発生した大きさ (a) の一様な電界によって荷電粒子が加速される。荷電粒子がはなされてからスリットに到達するまでの時間は (b) となり、荷電粒子がはなされてからスリットに到達するまでに電界が荷電粒子に対してする仕事は (c) , スリット通過時の荷電粒子の速さは (d) となる。

つぎに、紙面に垂直に裏から表へ向かう磁束密度 B の一様な磁界がかけられている灰色の磁界領域に、荷電粒子を磁界の向きと垂直に入射させると、半径を R とする等速円運動をしながら磁界領域を通過する。等速円運動により荷電粒子にはたらく向心力の大きさを V, q, R を用いて表すと (e) , 磁界から荷電粒子が受けるローレンツ力の大きさを V, m, q, B を用いて表すと (f) , ローレンツ力が向心力となることから荷電粒子の比電荷 $\frac{q}{m}$ を V, B, R を用いて表すと (g) となる。荷電粒子が磁界領域を通過する時間を V, B, R を用いて表すと (h) となる。

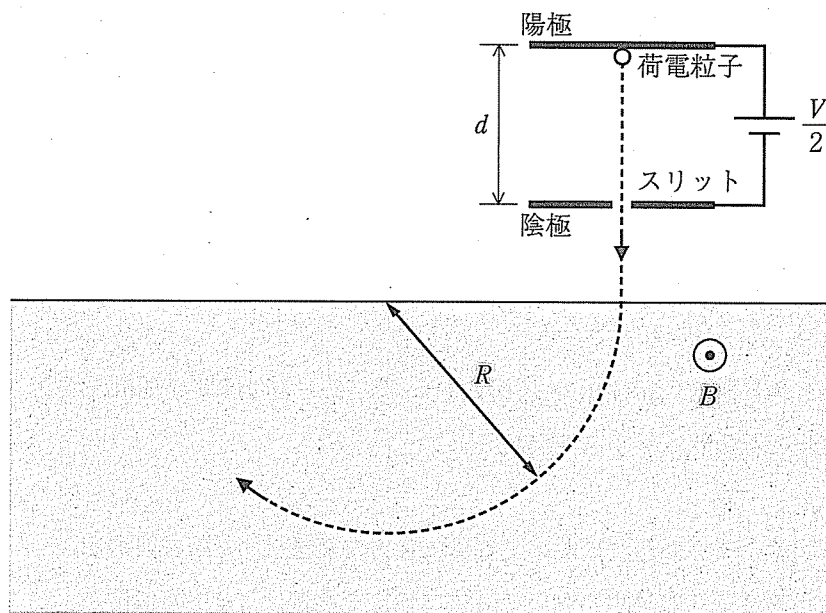


図 2

物理

〔Ⅲ〕 1モルの単原子分子の理想気体が、図3に示す圧力 p と体積 V の関係を表す $p-V$ 図のように、状態 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ と変化する熱機関のサイクルを考える。ただし、 $1 \rightarrow 2$ の区間は定積変化、 $2 \rightarrow 3$ の区間は定圧変化、 $4 \rightarrow 1$ の区間は定圧変化である。また、状態1での気体の圧力が p_0 、絶対温度が T_0 、体積が V_0 、状態2での気体の圧力が $3p_0$ 、状態3での気体の体積が $2V_0$ であった。理想気体の気体定数を R として、以下の問いに整数または分数で答えよ。

はじめに図3に示す $p-V$ 図において、 $3 \rightarrow 4$ の区間が曲線(I)で示される等温変化となるサイクルAを考える。

- (1) 状態 $1 \rightarrow 2$ の過程において気体に与えた熱量は、 RT_0 の何倍か。
- (2) 状態 $2 \rightarrow 3$ の過程において気体に与えた熱量は、 RT_0 の何倍か。
- (3) 状態4での気体の体積は、 V_0 の何倍か。
- (4) 状態 $4 \rightarrow 1$ の過程において気体が外部からされた仕事は、 RT_0 の何倍か。
- (5) 状態 $4 \rightarrow 1$ の過程において気体から放出された熱量は、 RT_0 の何倍か。

つぎに図3に示す $p-V$ 図において、サイクルAに対して状態 $3 \rightarrow 4$ の区間の変化のみを、曲線(I)から直線(Ⅱ)におきかえたサイクルBを考える。

- (6) 状態 $3 \rightarrow 4$ の過程において気体が外部へした仕事は、 RT_0 の何倍か。
- (7) サイクルBの熱効率を求めよ。

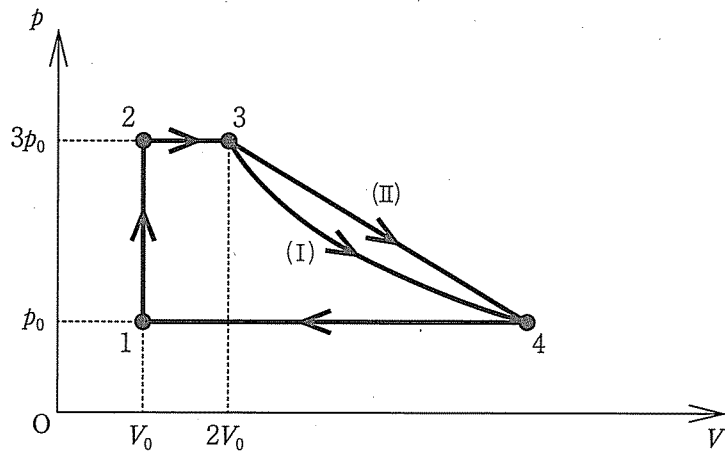


图 3

物理

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

図4のように、水平な床の上に傾き角が 30° 、長さが L のなめらかな斜面を有する直角三角形の台座が固定されている。その台座の斜面上に質量の無視できるばねがおかれている。ばねの一端を台座の下端に固定し、他端に大きさの無視できる質量 m の小球を取り付けたところ、ばねは自然長から $\frac{L}{16}$ だけ縮み、長さが $\frac{L}{2}$ となり静止した。このばねのばね定数は (イ) となる。ばねをそこからさらに長さ a だけ縮ませ静かにはなしたところ、小球は斜面上で単振動を始めた。このとき小球の運動エネルギーの最大値は (ロ) であり、単振動の周期は (ハ) となる。

つぎに小球が上方に向かって運動している途中、速さが最大となる位置においてばねと小球を切りはなした。このとき、切りはなした瞬間の小球の速さは (ニ) となる。切りはなした後、小球は斜面上を運動し、台座上端から飛び出した。小球が台座上端から飛び出すためには a は (ホ) より大きくなければならない。 a を $\frac{L}{2\sqrt{2}}$ とした場合、小球が斜面を飛び出す瞬間の速さは g 、 L を用いて表すと (ヘ) となり、小球が斜面を飛び出してから水平な床面からの高さが最大となるまでの時間は g 、 L を用いて表すと (ト) 、その水平な床面からの高さは L を用いて表すと (チ) となる。

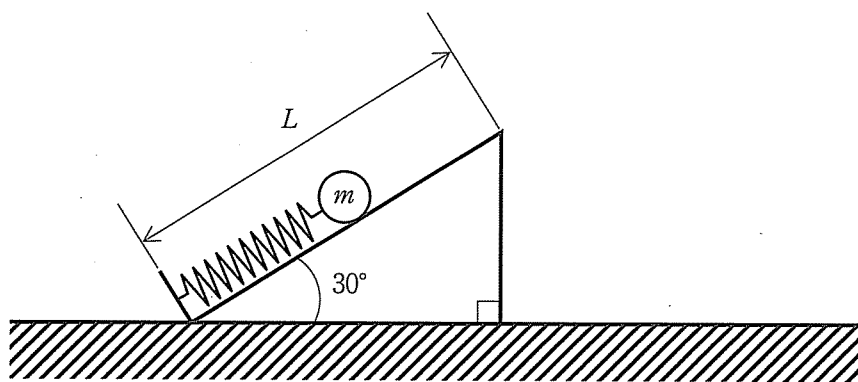


图 4