試験日：2005年2月19日（土）

専門基礎 （数理情報学専攻）

※ 問題 I には必ず解答しなさい．さらに，問題 II，III，IV から２題を選択して解答しなさい．所定の解答用紙に問題番号と解答を書きなさい．解答用紙は１題につき１枚を使用しなさい．

I 次の問に答えなさい．

(1) 次の行列式の値を因数分解した形で求めなさい．

$$\begin{vmatrix} 1 & a & a^3 \\ 1 & b & b^3 \\ 1 & c & c^3 \end{vmatrix}$$

(2) 行列

$$\begin{pmatrix} a & -b \\ a & c \end{pmatrix}$$

が直交行列になるように正数 a，b，c を定めなさい．

II 次の重積分を計算しなさい．

(1) $\displaystyle\iint_D xe^y\, dxdy,\quad D = \{(x,y) \in \mathbf{R}^2 \ :\ 0 \leqq x \leqq 1,\ 0 \leqq y \leqq 1\}.$

(2) $\displaystyle\iint_D \frac{x}{y}\, dxdy,\quad D = \{(x,y) \in \mathbf{R}^2 \ :\ 0 \leqq x \leqq 3,\ \frac{1}{2}x \leqq y \leqq x\}.$

III つり合いの位置からの変位に比例する復元力と速度に比例する抵抗を受けながら，一直線上を運動する物体に関して次の問に答えなさい．

(1) 物体の質量を m，つり合いの位置からの変位を x，復元力の比例係数を k，抵抗の係数を r とするとき，物体の運動方程式を導きなさい．

(2) $m=1$，$k=2$，$r=3$ とし，$x(0)=1$，$\dfrac{dx}{dt}(0)=0$ を満たす解を求めなさい．

(3) $m=1$，$k=2$，$r=2$ とし，$x(0)=1$，$\dfrac{dx}{dt}(0)=0$ を満たす解を求めなさい．

(4) 物体の運動が減衰振動になるための m，k，r の条件を求めなさい．

IV 0 以上 10000 未満の整数を十進法で入力すると，それを三進法表記に変換したものを出力するプログラムを作りたい． 例えば，このプログラムを起動し 46 を入力すると，1201 が出力される．

(1) これをどのような手順で行えばよいかを考え，その手順を説明しなさい．

(2) (1) の手順に従ってプログラムを書きなさい． ただし，プログラミング言語としては，C，Java，Pascal，Fortran のいずれかを用いなさい．

試験日：2005年2月19日（土）

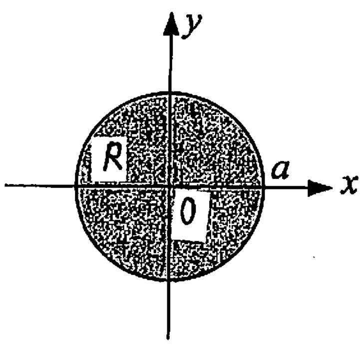
専門基礎 （電子情報学専攻）

〔数　学〕

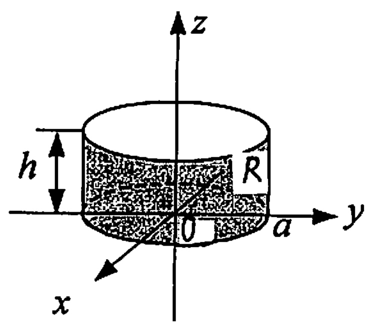
I　次の面積分を求めなさい。

（1）$I=\iint_R \sqrt{x^2+y^2}\,dxdy$　　R は中心（0,0）半径 a の円

（2）$I=\iint_R \frac{|x|}{x^2+y^2}\,dS$　　R は（0,0）を中心軸とする半径 a,長さ h の円柱面



(1)



(2)

II　次の行列の固有値を求め、固有値に対する固有ベクトルを求めなさい。

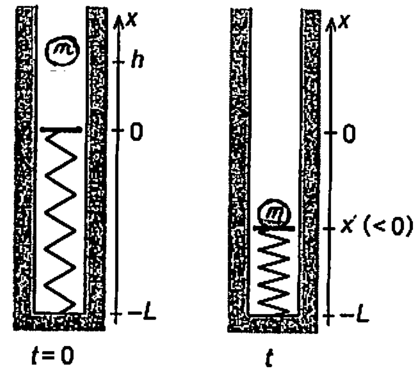
（1）
$$\begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$$

（2）
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

試験日：2005年2月19日（土）

〔物　理〕

I　右図のように、高さ $x=h$ の位置で静止していた質量 m の球（大きさは無視できるとする）が、時刻 $t=0$ から重力加速度 g で落下し始め、上端が $x=0$ の位置にあったばねに衝突したとする。ばねの自然長は L、ばね定数は k とし、ばねの質量は無視できるとする。この後、球がばねの上端にくっついて運動するとして、次の(1)～(4)の問いに答えなさい。



(1) 球が到達する一番低い位置 x_0（$-L< x_0<0$ とする）を求めなさい。

(2) 時刻 t において球が x（$x_0<x<0$ とする）の位置にあるとして、このときの運動方程式を書きなさい。

(3) A と φ を定数として、

$$x=-mg/k+A\cos\left(\sqrt{k/m}\,t+\varphi\right)$$

が(2)の運動方程式の一般解となることを示しなさい。

(4) A を求めなさい。

II　図のように、誘電率 ε の物質中に、半径 a までは電荷密度 ρ_a、半径 a から半径 b までは電荷密度 ρ_b の球対称の電荷分布がある。

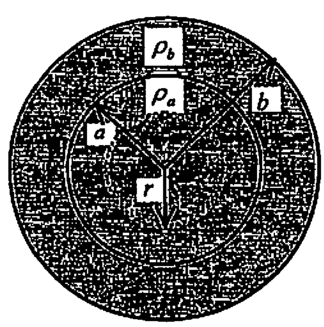
(1) ガウスの法則について、説明しなさい。

(2) $r<a$ とするとき、半径 r における電界 $E(r)$ の大きさと向きを求めなさい。

(3) $a<r<b$ とするとき、半径 r における電界 $E(r)$ の大きさと向きを求めなさい。

(4) $b<r$ とするとき、半径 r における電界 $E(r)$ の大きさと向きを求めなさい。

(5) $b=2a$、$\rho_b=\dfrac{1}{2}\rho_a$ とするとき、半径 r の関数としての電界 $E(r)$ の大きさを、グラフに描きなさい。



専門基礎 （機械システム工学専攻）

〔数　学〕

I　行列 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & -1 \end{bmatrix}$ について以下の小問に答えなさい．

(1)　A^2, A^{T}, $|A|$, A^{-1} をそれぞれ求めなさい．ここで T は転置を表すものとする．

(2)　A の固有値および固有ベクトルを示しなさい．

II　次の微分方程式の一般解を求めなさい．

$$\frac{d^2}{dx^2}\,y(x) \;-\; 4\,\frac{d}{dx}\,y(x) \;+\; 3\,y(x) \;=\; 0$$

III　$x^2 + y^2 \le z^2$ および $0 \le z \le a$ を満たす領域を占有し，一様な密度 ρ を持つ物体について，以下の小問に答えなさい．

(1)　物体の形状を図示しなさい．

(2)　物体の表面積を求めなさい．

(3)　物体の z 軸まわりの慣性モーメントを求めなさい．

試験日：2005年2月19日（土）

〔物　理〕

Ｉ．次の文の内容は正しいか誤りか，必ず理由をつけて答えなさい。

(1) ２つのベクトルが垂直かどうかを調べるにはその２つのベクトルのベクトル積を調べるとよい。

(2) 固定軸回りで剛体が回転するとき、その運動の自由度は２である。

(3) 平行平板コンデンサーに誘電体をはさむと電気容量は必ず増加する。

(4) 傾斜角が 30 度の斜面の最大傾斜線に沿って表面の粗いレールを敷き、全体の質量は同じであるが形の違う２つの車輪を静かに置いて転がらせたところ、早く転がり落ちたのは慣性モーメントの大きい方である。

(5) 熱電対を作るには少なくとも２種類以上の金属材料が必要である。

次のⅡ，Ⅲ，Ⅳのうち１問を選択して答えなさい。（選択した問題番号を必ず記入のこと）

Ⅱ．長さ a [m]，質量 M [kg] の一様でまっすぐな棒と表面の粗い鉛直に立った壁がある。棒の一端 A を壁に垂直にあて，棒の途中の点 C (AC= b) に長さ l (エル)の糸をつけて A の真上の壁上の点 D にその糸で引っ張って支えている。A 点で棒が壁から受ける力と糸の張力を求めなさい。

(1) この問題を解くために使うべき原理，法則などについて説明し，解き方を記しなさい。

(2) 実際に計算しなさい。

Ⅲ．インダクタンス L のコイル，抵抗 R の抵抗，起電力 V の電池とスイッチを全て直列につなぎ回路を作った。時刻 t=0 にスイッチを閉じた時，その後の任意の時刻 t における電流 I(t) を求めなさい。

(1) この問題を解くために使うべき原理，法則などについて説明し，解き方を記しなさい。

(2) 実際に計算しなさい。

Ⅳ．古典論では説明できない現象，実験を一つあげて，(1) どういう点が説明できないか。(2) どう考えると説明できるか，について記しなさい。

専門基礎 (物質化学専攻)

〔数　学〕

I.　化学反応速度定数 k の温度依存性は次に示すArrheniusの式によって表される。

$$k = Ae^{-E_a/RT} = A\exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

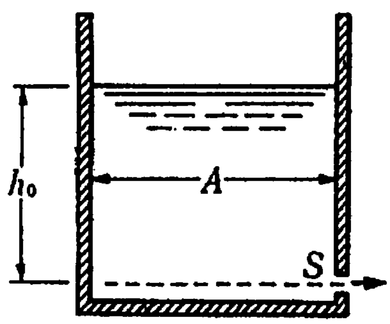
ここで、Aは前指数因子、E_a は活性化エネルギー、Rは気体定数である。異なる温度における化学反応の実験データから、活性化エネルギーおよび前指数因子を求める方法を述べなさい。

II. 次の行列について行列式 |A| の値を求めなさい。

(1)　$A=\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix}$　　(2)　$A=\begin{bmatrix} 4 & 2 & 6 \\ -1 & 2 & 0 \\ 0 & 2 & 3 \end{bmatrix}$

III. 図のように、底に面積 S の小孔をもつ断面積 A の一様な水槽がある。小孔から水が流れ出し始めてからの時間 t と水面の高さ h との関係を求めなさい。ただし、水槽のはじめの水面の高さを h_0 とする。また、水の流出速度 v と水面の高さ h との間には次のTorricelliの公式が当てはまるとする。

$v=c\sqrt{2gh}$　(Torricelliの公式)　ここで g は重力加速度、cは定数。



〔物　理〕

I．次の問に答えなさい。必要なら次の物理定数を用いなさい。
プランク定数　$h = 6 \times 10^{-34}$ Js,　光の速度　$c = 3.0 \times 10^{8}$ m/s, 電子の質量　$m = 1 \times 10^{-30}$ kg,
プロトンの電荷　$e = 2 \times 10^{-19}$ C

(1) ある金属の仕事関数は 3 eVである。この金属から真空中に電子を放出させるのに必要な光の最低振動数（しきい振動数）を求めなさい。

(2) 静止状態の電子が400 kVの電位差で加速された。この電子のド・ブロイ波の波長を求めなさい。

II．2枚の無限に広くて薄い金属の平板が距離dだけ離れて平行に置かれている。一方の平板Aに電荷密度$+\sigma$で電荷が分布し、もう一方の平板Bには電荷密度$-\sigma$で電荷が分布している。次の問に答えなさい。

(1) この状態における電気力線を定性的に図示しなさい。

(2) 平板 A から距離 x の位置における電場の大きさ E(x)を求めなさい。

(3) 平板 A から無限に遠い位置における電位 V(∞)を 0 V とした時、平板 A からの距離 x の位置における電位 V(x)を求めなさい。

(4) 電位 V(x)を距離xの関数としてグラフで示しなさい。

〔化　学〕

Ⅰ　化学実験は正確な結果を求められる上に、さらに安全に操作を行わなければならない。そのため実験には特別な操作や注意が必要となる。

今、120 ml 試薬瓶に入っている液体試薬 0.5 ml を沈殿管に加える場合に必要な操作と注意点を述べなさい。

Ⅱ　重量分析法で最も重要な操作は沈殿の生成である。しかし、この生成には種々の条件が影響する。考えられる条件をあげ、それについて説明しなさい。

Ⅲ　0.1M の $CuSO_4$ 水溶液中の SO_4^{2-} を重量分析法で定量したい。この実験で $BaCl_2$ の加える量による影響を考えてみる。

（１）正確に当量の $BaCl_2$ を加えて沈殿生成を行った場合、0.1M 中の SO_4^{2-} がどのぐらい沈殿するか（沈殿率％）を求めなさい。

（２）また，計算量の 2%過剰の $BaCl_2$ を加えたときの沈殿率を求めなさい。

（３）さらに大過剰の $BaCl_2$ を加えることは好ましくない。その理由を推測しなさい。

ただし、沈殿剤を加えても液の体積は変わらないものとし、

溶解度積 $K_{sp}(BaSO_4) = 1 \times 10^{-10}$ として計算しなさい。