平成27年度
九州大学大学院理学府
修士課程地球惑星科学専攻
入学試験問題

（全18ページ）

（200点）

注意事項

(1) この問題冊子には，合計9題が出題されている。

問題1　地質学	**問題2　古環境学・古生物学**	**問題3　岩石学・鉱物学**
問題4　一般化学	**問題5　地球化学**	**<u>問題6　熱力学</u>**
<u>問題7　力学</u>	**<u>問題8　電磁気学</u>**	**<u>問題9　物理数学</u>**

(2) **<u>第1志望・第2志望ともに</u>**，岩石循環科学，地球進化史，古環境学，惑星系形成進化学，有機宇宙地球化学，無機生物圏地球化学，地球惑星物質科学，地球外物質学，地球惑星博物学の各研究グループを志望する受験生は，9問題のなかから任意に2問題を選択すること。

(3) **<u>第1志望または第2志望で</u>**，太陽地球系物理学，宇宙地球電磁気学，中層大気科学・地球流体力学，対流圏科学，固体地球惑星力学，地球内部ダイナミクス，観測地震・火山学の各研究グループを志望する受験生は，<u>問題6～問題9</u>(上記の下線を引いた問題)のなかから少なくとも1問題を含む，合計2問題を選択すること。下線を引いた問題以外から2問題を選択した場合は，無効(0点)とするので注意すること。

(4) 解答はそれぞれ別の解答用紙の枠内に書くこと(裏面使用可)。

(5) それぞれの解答用紙には，受験番号，氏名，選択した問題の番号を記入すること。

(6) この問題冊子は持ち帰ってよい。

問題１　地質学（100 点）

以下の問い（問１，問２）に答えよ。

問１　下の図はある地域の地質断面図である。これについて設問（1）～（6）に答えよ。ただし，地層はすべて正常位で，水平層とする。

（1）　玄武岩 B とカコウ岩 G の鏡下での組織の違いを記せ。

（2）　レキ岩 C は土石流堆積物である。土石流堆積物の特徴を記せ。

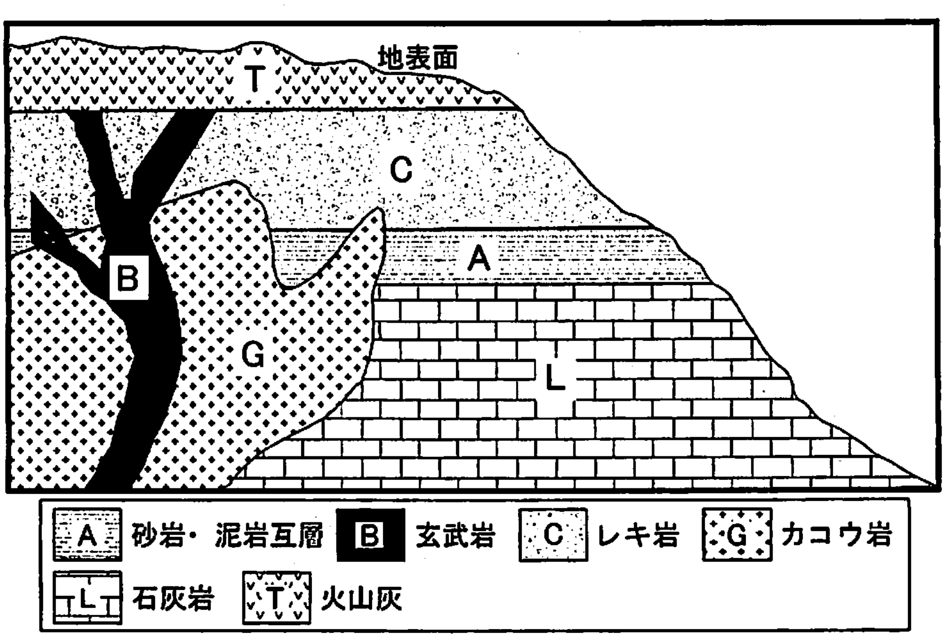
（3）　砂岩・泥岩互層 A は級化構造を示す乱泥流堆積物からなる。級化構造以外で，乱泥流堆積物の上下判定に有効な堆積構造を１つ記せ。

（4）　砂岩・泥岩互層 A の泥岩層は海生二枚貝化石を多産し，上部三畳系に対比されている。この泥岩層から現地性化石としての産出が期待できる化石生物を下の（ア）～（ケ）からすべて選んで記号で答えよ。

（ア）三葉虫，（イ）魚類，（ウ）珪藻，（エ）放散虫，（オ）筆石，
（カ）コノドント，（キ）アンモノイド，（ク）四射サンゴ，（ケ）紡錘虫

（5）　石灰岩 L はウーイドを多数含む。ウーイドの特徴を記せ。

（6）　火山灰 T は地層の対比に用いられている。火山灰を用いた地層の対比とは何かについて説明せよ。



図．ある地域の地質断面図

（　次ページに続く　）

問２　次の用語（１）～（４）をそれぞれ８０字程度で説明せよ。

（１）スタイロライト化作用

（２）旧赤色砂岩

（３）岩塩ドーム

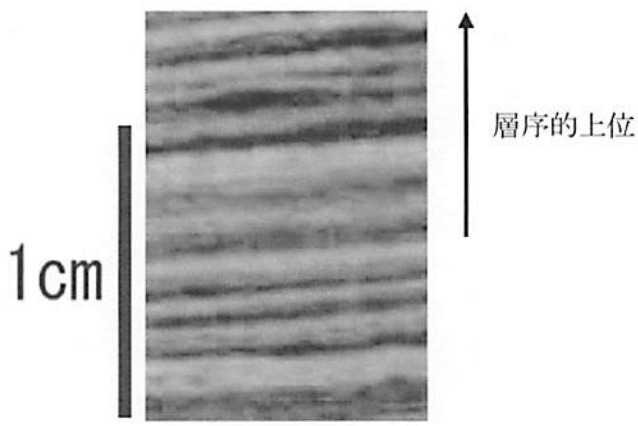
（４）礁

問題２　古環境学・古生物学（100 点）

以下の問い（**問１，問 2**）に答えよ。

問１　次の文章を読み，設問（１）～（３）に答えよ。

湖沼堆積物は，明暗を伴う縞状の堆積構造をもつことがある。下図は日本のある湖沼の堆積物コア写真である。ここに見られる縞状の堆積構造は，過去の季節変動を記録した年縞と考えられている。



（１）写真の縞状堆積物では，明色層からはプランクトン化石が大量に産出し，暗色層からは植物破片，粘土鉱物が多く産出した。このような堆積物の変化は，湖における，どのような季節的な環境変動を示しているか説明せよ。

（２）湖沼において縞状の堆積構造が保存されやすい条件を述べよ。

（３）湖沼堆積物コア中には，1 年よりも長いスケールの周期的な変動が記録されている場合がある。周期が 1 万年以下の気候変動の中から，ひとつ例をあげ，その周期を示し，それがどのような変動であったか説明せよ。

（次ページに続く）

（問題２の続き）

問２　次の８つの用語から４つを選び，その内容を説明せよ。

（１）小氷期
（２）ヤンガードリアス期
（３）最終間氷期
（４）全球凍結
（５）化石化作用
（６）生痕化石
（７）エディアカラ生物群
（８）ペルム紀末の大量絶滅

問題３　岩石学・鉱物学（100 点）

以下の問い（問１～問３）に答えよ。

問１　設問（1）～（3）に答えよ。

（1）配位数は，ある原子のまわりの最も近い位置にある原子の数である。１種類の原子から構成される物質がとる単純立方格子（立方体の頂点のみに原子が配置している構造）と体心立方格子（立方体の頂点と中心に原子が配置している構造）の配位数を答えよ。また，単純立方格子と体心立方格子のそれぞれについて，原子が互いに接する球として，空間充填率を有効数字 3 桁で計算せよ。（必要なら $\sqrt{2}=1.41$,　$\sqrt{3}=1.73$ を用いよ。）

（2）鉱物結晶は，原子の規則正しい配列に起因した結晶面の選択的成長が卓越すると自形多面体の形状をとる。結晶面を座標軸上で区別するため，面に指数をつける。これを面指数（ミラー指数）と呼び，$(h\ k\ l)$ で表す。座標軸上の繰り返し周期を a_0, b_0, c_0 とすると，$(a_0, 0, 0)$，$(0, b_0, 0)$，$(0, 0, c_0)$ で座標軸と交わる基準面の面指数は，(1 1 1) である。図１に実線で示された面 X と点線で示された面 Y の面指数を答えよ。

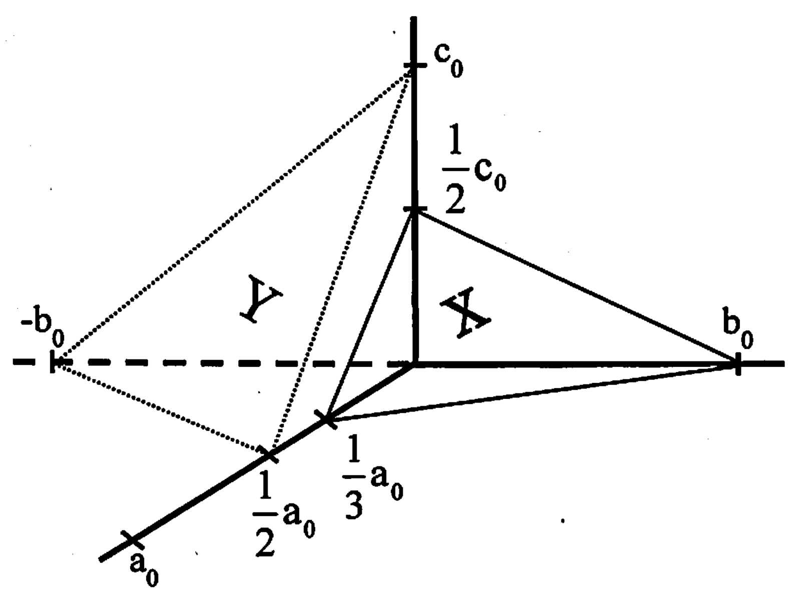


図１ 結晶座標軸と面指数の関係

（3）鉱物結晶が a, b, c を格子定数として斜方晶系に属する場合，$(h\,k\,l)$ 面の面間隔 d を h, k, l, a, b, c で表せ。

（次ページに続く）

問２　設問（１），（２）に答えよ。

（１）**図２**は，圧力およそ 0.2 GPa で，H_2O に飽和した条件下でのアルカリ長石の相平衡図を表している。温度と組成を示す点 X から Y まで点線の冷却過程で生じる反応と生成物について説明せよ。ただし，系の組成は一定に保たれると仮定する。解答用紙に相図を書き写し，説明に必要な記号を書き加えてもよい。

（２）この過程で液相から最初に晶出するアルカリ長石の組成を図から読み取り，カリウムの分配係数（固相と液相中の濃度比）を求めよ。計算過程を示すこと。

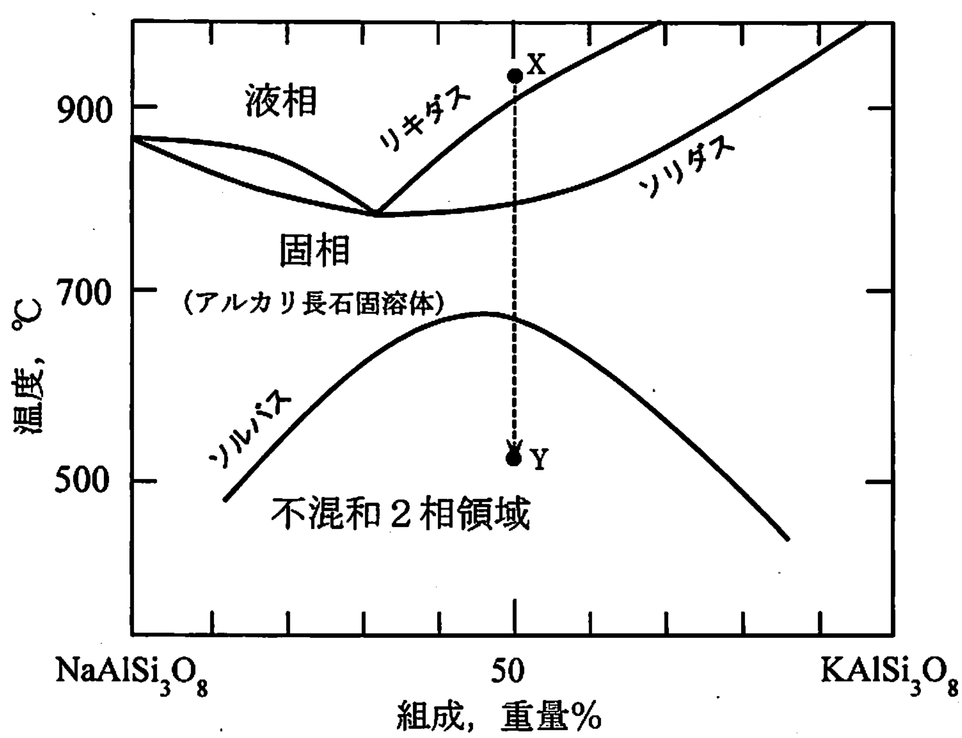


図２　アルカリ長石の相平衡図

問３　次の課題（a）〜（d）の中から１題を選択し，200 から 300 字で解説せよ。略図等を使用してもよい。

（a）火成岩の SiO_2–(Na_2O+K_2O) 量を使った化学組成に基づく分類
（b）島弧マグマ発生におけるプレート沈み込みの役割
（c）西南日本の広域変成帯の特徴
（d）中央海嶺玄武岩と比較した月の玄武岩の特徴

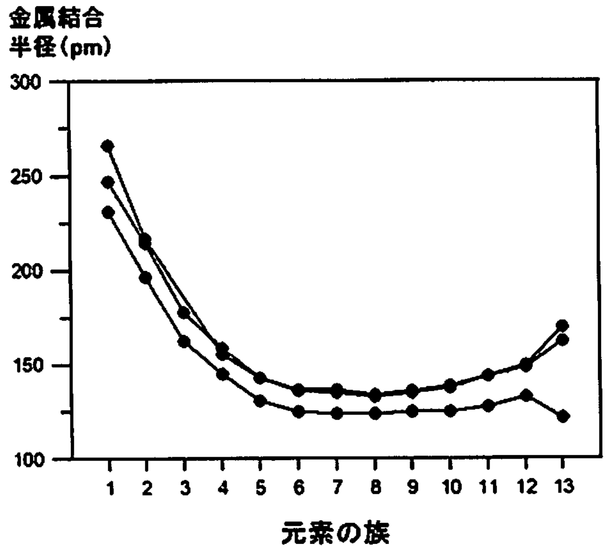
問題4　一般化学（100点）

以下の問い（問１，問２）に答えよ。

問１　次の文を読み，図を参考にしながら，設問（１）～（５）に答えよ。

金属元素は，単体が金属としての性質を示す元素である。固体の金属は結晶であって，金属を構成する原子は三次元的な周期性をもって配列している。原子が一定の配列をつくるのは，原子間に結合力が働いているからである。最も近接する原子間の距離の半分を金属結合半径という。

図は，第４周期，第５周期，第６周期の元素の金属結合半径（単位：pm）を元素の族に対してプロットしたものである。同じ周期の元素を直線でつないである。



（１）金属が示す特徴的な性質を２つあげよ。

（２）金属の硬さは，結晶をつくる際の原子間の結合力を反映しており，結合力が大きいほど硬い金属になる傾向がある。１族の元素であるリチウム（Li），ナトリウム（Na），カリウム（K）のうち，その単体が最も硬い金属となる元素は何か。選んだ理由とともに記せ。

（３）固体の金属を加熱すると温度の上昇とともに原子の熱振動が大きくなり，融点に達したときにそれぞれの原子が占めていた位置を離れて移動するようになる。第４周期の元素であるカリウム（K），カルシウム（Ca），鉄（Fe）のうち，その単体が最も融点の低い金属となる元素は何か。選んだ理由とともに記せ。

（４）１族の元素であるカリウム（K），ルビジウム（Rb），セシウム（Cs）の単体の融点を比べると，周期が増えるにつれて低い温度になる傾向がある。一方，８族の元素である鉄（Fe），ルテニウム（Ru），オスミウム（Os）の単体の融点を比べると，周期が増えるにつれて高い温度になる傾向がある。１族の元素と８族の元素でこのように異なった傾向が見られる理由を述べよ。

（５）（２）～（４）の問題文に出てきた９個の元素（Li, Na, K, Ca, Fe, Rb, Cs, Ru, Os）のうち，その単体のつくる金属の密度が最も小さい元素と，その単体のつくる金属の密度が最も大きい元素を記せ。

（次ページに続く）

問２ 次の文を読んで，設問（１）〜（５）に答えよ。

水溶液中でプロトン（H^+）を与えることができる物質を酸とする定義がある。これに対応して，塩基は水溶液中でプロトンを受け取ることができる物質となる。酸である物質 HA の解離定数は，HA と水（H_2O）が反応してプロトンが HA から H_2O に移動する反応①の平衡定数である。

$$HA + H_2O \rightarrow H_3O^+ + A^- \quad \cdots ①$$

この平衡定数 K_a は，反応に関与する化学種の濃度を用いて

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

と書くことができる（ただし，一般に $[H_2O] = 1$ として式に書かないことが多い）。

（１）同じようにして，塩基である物質 B について，プロトンが H_2O から B に移動する反応②を考える。

$$B + H_2O \rightarrow HB^+ + OH^- \quad \cdots ②$$

この反応②の平衡定数 K_b を，反応に関与する化学種の濃度であらわせ。

（２）反応②が逆方向にも進むことを考えると，HB^+ は酸である。この酸 HB^+ の解離定数 K'_a を，K_b と水のイオン積 K_w を用いてあらわせ。

（３）硫化水素（H_2S）は，以下のように二段階で解離することが知られている。

$$H_2S + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HS^- \quad \cdots ③$$

$$HS^- + H_2O \rightarrow H_3O^+ + S^{2-} \quad \cdots ④$$

これらの反応の室温での平衡定数は，反応③について $K_1 = 10^{-6}$，反応④について $K_2 = 10^{-13}$ である。

0.1 mol の H_2S を 1 L の水（H_2O）に溶解させて溶液を調製したところ，溶液は酸性であった。溶液中の HS^- に注目すると，塩基としてふるまって反応③の逆反応を進めるとともに、酸としてふるまって反応④を進めている。この溶液中では，HS^- は主にどちらとしてふるまっていると考えられるか。そのように考えた理由とともに記せ。

（４）0.1 mol の硫化水素ナトリウム（NaHS）を 1 L の水（H_2O）に溶解させて溶液を調製した。この時，溶液は酸性になるか，あるいはアルカリ性になるか。そのように考えた理由とともに記せ。

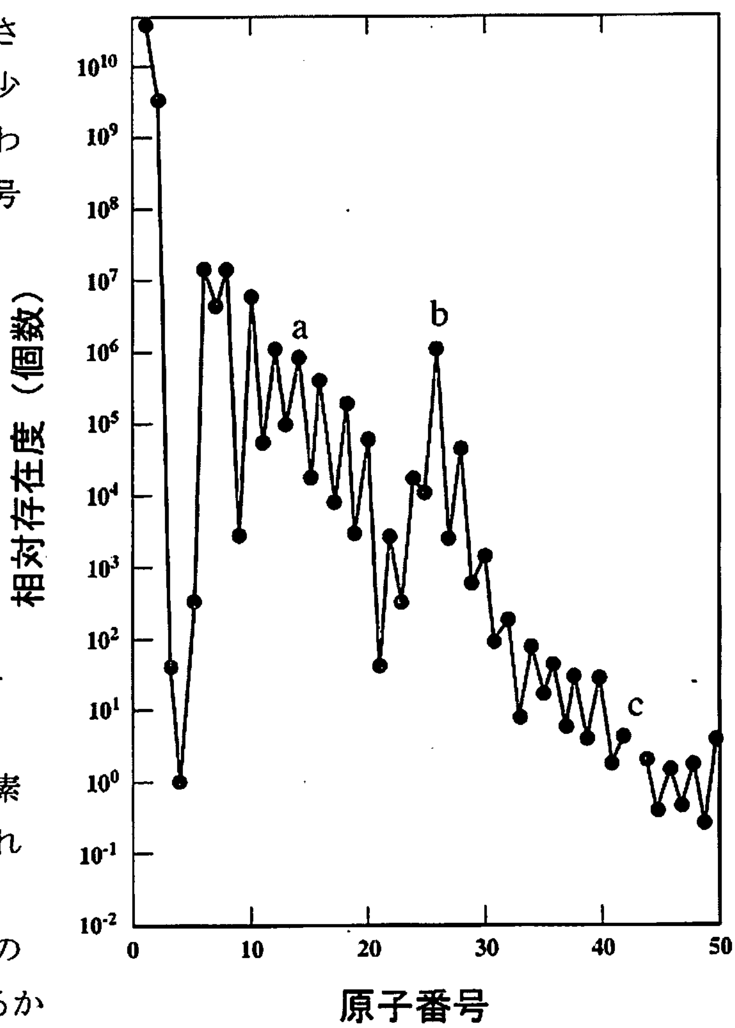
（５）0.1 mol の硫化ナトリウム（Na_2S）を 1 L の水（H_2O）に溶解させて溶液を調製した。この時，溶液の pH は（４）で考えた溶液の pH と比べて大きいか，あるいは小さいか。そのように考えた理由とともに記せ。

問題５　地球化学　（100 点）

以下の問い（問１，問２）に答えよ。

問１　次の文を読んで，設問（１）～（６）に答えよ。

右下のグラフは，原子番号 50 までの太陽系の元素の存在度を示している。縦軸は各元素の相対存在度，横軸は原子番号を示す。この図をみると，全体的には，原子番号が増加するにつれておおよそ存在度が減少しているが，その他のいくつかの特徴があげられる。以下の問いに答えよ。



（１）元素 a よりも原子番号の小さな元素で，存在度の著しく少ないものが 3 つあることがわかる。これら元素の元素記号を示せ。

（２）この図中にも見ることができる Oddo-Harkins rule と呼ばれる特徴がある。これを説明せよ。

（３）元素 b は，原子番号が大きな元素であるにも関わらず，周りの元素に比べ元素存在度が高い。元素 b の元素記号を示せ。

（４）原子番号 43（図中 c）の元素はほとんど存在しない。それはなぜか，簡単に述べよ。

（５）元素 a, b は，それぞれ地球のどこに主成分として存在するか答えよ。

（６）主として元素 b と Ni の合金からなる隕石が存在する。この隕石の形成過程を説明せよ。

（次ページに続く）

問２　次の文を読んで，設問（１）～（６）に答えよ。

地球上の炭素の同位体は，安定同位体として ^{12}C と ^{13}C が存在し，加えて放射性同位体 ^{14}C（半減期 5730 年）が，宇宙線起源の中性子と，大気中の（　ア　）から生成し存在している。

$^{13}C/^{12}C$ 比は，現在および過去の炭素循環の追跡の指標として用いられている。測定試料の同位体比 Rx の，標準試料の同位体比 Rs からの相対的なずれを千分率（パーミル）で表す $\delta^{13}C$ 値が使われている。また $^{14}C/^{12}C$ 比は炭素を含む物質の年代測定に利用されている。

（１）$\delta^{13}C$ 値を定義する式を Rx と Rs を用いて表せ。

（２）石油や石炭は化石燃料と呼ばれ，過去の生物の作った有機物が原料となっていると考えられている。この説を裏付ける根拠を，①石油や石炭の $\delta^{13}C$ 値の特徴と，②それ以外の特徴について一つずつ示せ。

（３）^{14}C の生成に関して，上の文中の（　ア　）に当てはまる核種を答えよ。

（４）ある植物化石中の $^{14}C/^{12}C$ 比は，その植物が生育していた時の 1/3 であった。この植物が枯れたのは何年前か。有効数字二ケタで求めよ。なお植物の死後，炭素に関しては，閉鎖系が保たれていたとする。必要ならば $\ln 2 = 0.70$, $\ln 3 = 1.10$ を用いてもよい。

（５）化石燃料の大量消費は，大気中の二酸化炭素の $^{14}C/^{12}C$ 比にどのような影響を与えるか説明せよ。

（６）化石燃料の大量消費は，大気中の二酸化炭素の $\delta^{13}C$ 値にどのような影響を与えるか説明せよ。

問題6　熱力学（100点）

以下の問い（**問1～問4**）に答えよ。

問1　設問（1）～（6）に答えよ。

（1）ある気体に外部から加えられた微小な仕事と熱をそれぞれ $d'W$，$d'Q$ とする。この時に生じる気体の微小な内部エネルギー変化を dU とすると，熱力学第1法則はどのように表わされるか。

（2）この気体が圧力 P の理想気体であり，外部からの仕事が準静的になされる時，$d'W$ は気体の微小な体積変化 dV を用いてどのように表わされるか。

（3）この理想気体が準静的な断熱変化をする時，dU はどう表わされるか。

（4）理想気体の内部エネルギーは温度一定のもとでは体積に依存しない。このことから，今考えている気体の内部エネルギーの変化が

$$dU = C_V dT$$

と書けることを示せ。ただし，C_V はこの気体の定積熱容量である。

（5）この理想気体は n モルであり，その定圧熱容量が C_P であるとする。n モルの理想気体について成り立つ $C_P - C_V = nR$ という関係を用いて，この理想気体の断熱変化に対して

$$\frac{dT}{T} + (\gamma - 1)\frac{dV}{V} = 0$$

が成り立つ事を示せ。ただし，R は気体定数を表わし，$\gamma = C_P / C_V$ である。

（6）この気体が断熱変化する時の圧力 P と体積 V の関係を表わす式を γ を用いて書け。ただし γ は一定とする。

（　次ページに続く　）

問2　設問（1），（2）に答えよ。

（1）　温度Tの理想気体が準静的に微小な状態変化をする時，この気体に外部から与えられる熱$d'Q$と，この気体のエントロピー変化dSにはどのような関係があるか。

（2）設問（1）で考えたエントロピー変化が以下の式で表わされる事を示せ。

$$dS = \frac{C_V}{T}dT + \frac{P}{T}dV$$

問3　容器1と容器2が変形しない断熱壁で囲まれており，栓で仕切られているとする。最初，理想気体が容器1だけに入っており，容器2は真空である。栓を開くと容器1の理想気体は，容器1と容器2の全体へと自由膨張をする。膨張後十分時間が経った時，この気体の温度と内部エネルギーは膨張前と比べてどう変わるか。理由と共に簡潔に答えよ。

問4　断熱的で変形しない容器に同じ温度Tを持つ異なる理想気体AとBが入っている。最初，気体AとBは隔壁で隔てられており，各々のモル数と体積はn_AとV_A，およびn_BとV_Bであるとする。隔壁を取り除くとしばらくして両方の気体は完全に混ざる。設問（1）～（4）に答えよ。

（1）　混合した後の温度は最初の温度Tのままである。この理由を簡潔に説明せよ。

（2）　混合した後の気体Aと気体Bの分圧はそれぞれどのように表わされるか。理由と共に答えよ。

（3）　これらの気体の混合に伴って生じたエントロピーの変化を求めよ。

（4）　このエントロピー変化が常に正であることを示せ。

問題7　力学 (100点)

以下の問い (問1〜問3) に答えよ。

問1 二次元の直交座標 (x, y) と極座標 (r, θ) の関係は,

$$x = r\cos\theta, \quad y = r\sin\theta$$

と表される。時間を t として，以下の設問 (1)〜(3) に答えよ。

(1) 速度の極座標成分 v_r と v_θ を，速度の直交座標成分 $v_x(= dx/dt)$，$v_y(= dy/dt)$，および θ により表せ。

(2) 質点が半径 r の半円周上を運動する $(0 < \theta < \pi)$ とき，この質点の速度の x 成分 v_x が一定の値 v_0 であるとする。質点が θ の位置にあるとき，質点の速度の y 成分 v_y を求めよ。

(3) 設問 (2) のとき，速度の極座標成分 v_r と v_θ を求めよ。

問2 地球を質量が M，半径 r_0 の球と考え，密度は球対称であるとする。質量 m の質点が，地球の中心から $r(\geq r_0)$ の距離にある。その質点に対する地球の万有引力による位置エネルギーは，無限に離れているときを基準にとると，$U = -G\dfrac{Mm}{r}$ と表すことができる。ここで，G は万有引力定数である。$M \gg m$ であり，地球の自転にともなう効果は無視できるものとして，以下の設問 (1)〜(3) に答えよ。

(1) 地表面 $(r = r_0)$ における地球の万有引力による加速度の大きさ g を，G，M，r_0 で表せ。

(2) 地表から真上に向かって質量 m の質点を初速度 v_0 で投げ上げたとき，力学的エネルギー E の値を，m，v_0，g，r_0 で表せ。

(3) 質点が高度 $z(= r - r_0 \geq 0)$ の位置にあるときの上向き速度を $v(\geq 0)$ としたとき，v の値を，v_0，r_0，g，z で表せ。

(次ページに続く)

問3 二次元直交座標 (x, y) 内における質量 m の質点の運動方程式が，以下の式で与えられているとする。

$$m\frac{dv_x}{dt} = -m\alpha v_x + m\beta v_y \qquad \cdots \text{(i)}$$

$$m\frac{dv_y}{dt} = -m\alpha v_y - m\beta v_x \qquad \cdots \text{(ii)}$$

ただし，$v_x = dx/dt$，$v_y = dy/dt$ であり，α，β は実定数である。初期条件として，時間 $t = 0$ において，$v_x = 0$，$v_y = v_0$ とする。以下の設問 (1)〜(4) に答えよ。

(1) $\alpha = 0$ かつ $\beta > 0$ のとき，運動エネルギーは時間に関し一定であることを示せ。

(2) 設問 (1) のとき，実定数 A と B を用いて，

$$v_x = -A\cos(\beta t) - B\sin(\beta t), \quad v_y = A\sin(\beta t) - B\cos(\beta t)$$

と表すことができる。このとき，上記初期条件のもとで A と B を求めよ。

(3) $\alpha > 0$ かつ $\beta = 0$ のとき，上記初期条件のもとで運動エネルギーの時間変化を求めよ。

(4) $\alpha > 0$ かつ $\beta > 0$ のとき，

$$v_x = -f(t)[A\cos(\beta t) + B\sin(\beta t)], \quad v_y = f(t)[A\sin(\beta t) - B\cos(\beta t)]$$

の形の解を考え，$f(t)$ に関する微分方程式を解くことにより，上記初期条件を満たす v_x と v_y を求めよ。

問題8　電磁気学（100点）

以下の問い（問1～問4）に答えよ。

問1　以下の設問(1)，(2)に答えよ。

(1) 静電荷が以下のような線密度 $\rho(x)$ で x 軸に沿って直線状に分布しているとする。

$$\rho(x)=\begin{cases} f(x) & (|x|<a) \\ 0 & (|x|\geq a) \end{cases}$$

$|x|>a$ において，x 軸上における静電ポテンシャル $\Phi(x)$ を積分形で表示せよ。ただし，真空中の誘電率を ε_0 とせよ。

(2) 図1のような電荷配置について，以下の問(a)，(b)に答えよ。

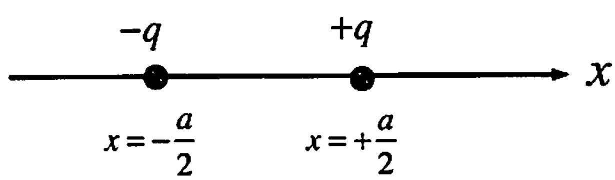


図1

(a)　総電荷を求めよ。

(b)　双極子モーメントの大きさを求めよ。

問2　電荷 Q が半径 R_0 の球内に一様な密度で分布しているとする。球の内部と外部における電場を求めよ。

（次ページに続く）

問３ 表面に一様に帯電した孤立した球状の石鹸の泡を考える。以下の設問(1)，(2)に答えよ。

(1) 泡の半径が1×10^{-2} mのとき，泡の無限遠に対する電位は100 Vであった。泡が持っている電荷を求めよ。

(2) 泡の半径が1×10^{-3} mまで縮んだとき，泡の持つ電荷が作る静電エネルギーはいくら変化するか答えよ。$\varepsilon_0 = 8.85\times10^{-12}$ $\mathrm{C^2/(N\cdot m^2)}$とする。

問４ 三次元直交座標系(x，y，z)において，電場ベクトルが以下のような平面波で与えられているとする。

$$\vec{E} = E_0 \sin(10x - 3\times10^9 t)\vec{j}$$

ここで座標軸の単位はメートル，tの単位は秒であり，$\vec{i}$，$\vec{j}$，$\vec{k}$をそれぞれx軸，y軸，z軸方向の単位ベクトルとする。以下の設問(1)～(4)に答えよ。

(1) この平面波の波長λを求めよ。
(2) この平面波の周期Tを求めよ。
(3) この平面波における磁束密度ベクトル$\vec{B}$を求めよ。
(4) この平面波におけるポインティングベクトルの方向と大きさを求めよ。

問題 9　物理数学　（100 点）

以下の問い（問 1 ～問 5）に答えよ。

問 1　以下の設問（1）～（3）に答えよ。ただし e は自然対数の底とする。

（1）$\sin x$，$\cos x$，e^x を x のべき級数で表せ。

（2）$e^{i\theta}$ を $\sin\theta$, $\cos\theta$ を用いて表せ。θ は実数であるとし，i は虚数単位である。

（3）設問（2）の結果を用いて，$\cos 3\theta$ を $\cos\theta$ で表せ。

問 2　以下の設問（1）～（3）に答えよ。ただし T は転置を表すとする。

（1）二次形式はベクトル $\boldsymbol{r} = (x, y, z)^{\mathrm{T}}$ と対称行列 A で $\boldsymbol{r}^{\mathrm{T}}A\boldsymbol{r}$ と表すことができる。次の二次形式 Q に対して行列 A を書き下し，その固有値と，対応する大きさ 1 の固有ベクトルを全て求めよ。

$$Q = 3x^2 + 3y^2 + z^2 - 2xy - 2yz - 2zx$$

（2）固有値の絶対値が大きい順番に，対応する固有ベクトルを左から並べた行列を P とする。P を用いて A を対角化せよ。

（3）$\boldsymbol{r}' = (x', y', z')^{\mathrm{T}}$ として変数の変換 $\boldsymbol{r} = P\boldsymbol{r}'$ を行い，Q を変換後の変数で表せ。

問 3　三次元直交座標系において，位置ベクトル $\boldsymbol{r} = (x, y, z)$ 及び定数ベクトル $\boldsymbol{A} = (A_x, A_y, A_z)$ が与えられるとき，以下のスカラー関数の勾配を求めよ。

$$\phi(\boldsymbol{r}) = \frac{\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{r}}{r^3}$$

ただし，$\boldsymbol{A} \cdot \boldsymbol{r}$ はベクトル $\boldsymbol{A}$ と $\boldsymbol{r}$ の内積を表し，$r = |\boldsymbol{r}|$，$r \neq 0$ とする。

問 4　次の方程式の一般解を求めよ。

$$\frac{dy}{dx} - y = x^3$$

（　次ページに続く　）

問５　区間 $(-L, L)$ における関数 $f(x)$ のフーリエ級数表示

$$f(x) = \frac{\alpha_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left(\alpha_n \cos\frac{n\pi x}{L} + \beta_n \sin\frac{n\pi x}{L}\right)$$

を用いて以下の積分を計算せよ。

$$\frac{1}{L}\int_{-L}^{L}\{f(x)\}^2 dx$$