

2 0 2 5 年 度

香 川 大 学 創 造 工 学 部 編 入 学 試 験

問 題 紙

教 科 等	ページ数
工学基礎	1 4

監督者の「始め」という指示があるまで、問題紙を開かないでください。

注意事項

1. 監督者の「始め」の指示と同時に、解答用紙すべてに受験番号を必ず記入してください。
2. 工学基礎の選択は、次のとおりとします。
 - ・ 数学は必須とし、基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学のいずれか1分野を選択し、計2分野を解答してください。ただし希望コースに応じて、以下に示す分野から1分野を選択してください。
 - 造形・メディアデザインコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
 - 建築・都市環境コース：基礎力学、電磁気学、プログラミング
 - 防災・危機管理コース：基礎力学、電磁気学、プログラミング
 - 情報システム・セキュリティコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
 - 人工知能・通信ネットワークコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング、化学
 - 機械システムコース：基礎力学、電磁気学、プログラミング
 - 材料物質科学コース：基礎力学、電磁気学、化学
3. 試験時間は80分間です。
4. 問題紙は表紙を含めて14ページ、解答用紙は表紙を含めて18ページです。
落丁、乱丁、印刷の不備なものがあったら申し出てください。
5. 試験終了後、問題紙は持ち帰ってください。

数 学

[問題 1]

問 1 次の極限を求めよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x - \sin x}{x^3}$$

問 2 微分方程式 $x^2 y'' - 2xy' + 2y = 0$ について、次の問いに答えよ。

- (1) 関数 $y = Ax^2 + Bx$ (A, B は任意定数) は一般解であることを証明せよ。
- (2) 境界条件「 $x = 1$ のとき $y = 1$, $x = 2$ のとき $y = 1$ 」を満たす特殊解において、 $x = 1$ のときの y' を求めよ。

問 3 曲面 $z = x^2 + 2xy + y^2$ と平面 $2x + y = 2$ および 3 つの座標平面によって囲まれる立体の体積を求めよ。

[問題 2]

問 1 $\vec{a} = (a_x, a_y, a_z)$, $\vec{b} = (b_x, b_y, b_z)$, $\vec{c} = (c_x, c_y, c_z)$ とするとき、 $\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})$ は 3 つのベクトルを並べた以下の行列 A の行列式と等しい。このことを利用して、4 点 $P(1, 2, 3)$, $Q(1, 3, 5)$, $R(4, 6, 0)$, $S(-1, 1, 3)$ を頂点とする四面体 PQRS の体積を求めよ。行列式を利用したことが分かるように途中式を示すこと。

$$A = \begin{pmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{pmatrix}$$

問 2 行列 A について以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ -3 & 5 \end{pmatrix}$$

- (1) 行列 A の固有値と固有ベクトルを求めよ。
- (2) 行列 A の対角化を利用し、 A^3 を求めよ。対角化を利用したことが分かるように途中式を示すこと。

基礎力学

【問題 3】

図 1 のように、半径 R [m]、奥行き 1 [m]、質量 W [kg] の半円柱物体を水平な床の上に置き、上端に糸を付けて、鉛直上方から角度 α [°] ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) の方向に糸の張力 T [N] ($T > 0$) で引き、断面（半円の直径に当たる面）が水平面と角度 θ [°] ($0 < \theta < 90^\circ$) をなす状態で釣り合わせた。床と半円柱物体の接点を点 A、床からの垂直抗力を N [N] とし、半円柱物体に働く重力は断面の中心から距離 h [m] だけ離れた重心 G に作用するものとする。なお、重力加速度を $g (= 9.8)$ [m/s²]、物体と床の静止摩擦係数を μ とする。

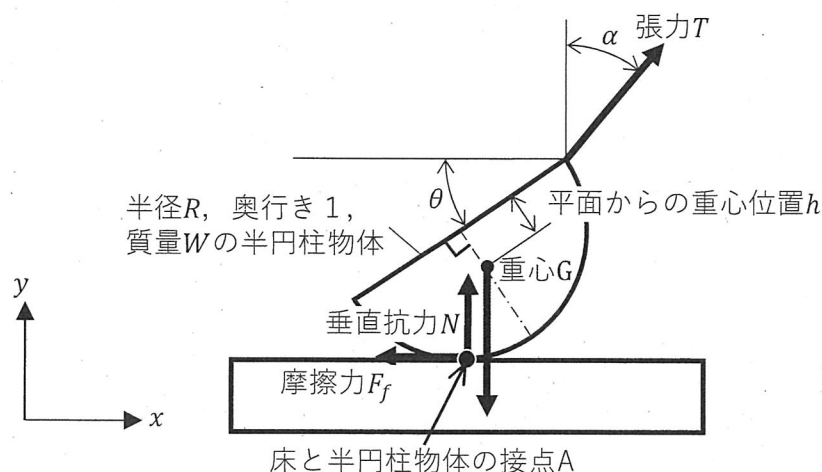


図 1

- 問 1 張力 T の x 方向成分と y 方向成分を、 T および α を用いて表せ。
- 問 2 半円柱物体と床の間に生じる摩擦力 F_f を、 N および μ を用いて表せ。
- 問 3 半円柱物体について、 x 方向および y 方向の力および点 A まわりのモーメントの釣合いを、 R , W , α , T , θ , μ , N , h , g を用いて示せ。ただし、静止摩擦限界までは滑らないことを考慮し、 x 方向の力の釣合いについては範囲（不等式）を記載せよ。
- 問 4 問 1, 問 3 の x 方向と y 方向の力の釣合いから N を消去して、 T の範囲を示せ。
- 問 5 問 3 のモーメントの釣合いから、張力 T を R , W , α , θ , h , g を用いて示せ。
- 問 6 問 4, 問 5 から、 $\tan \alpha$ の範囲を答えよ。
- 問 7 重心位置 h を R , 円周率 π を用いて示せ。

基礎力学

[問題 4]

図 2 のように、質量 m [kg]、密度 ρ_1 [kg/m³]、下部の断面積 S_1 [m²]および高さ h_1 [m]、上部断面積 S_2 [m²]および高さ h_2 [m]の段付き物体がある。この物体を物体より大きい密度 ρ_2 [kg/m³]の液体の中に静かに入れたところ、上部下側からの高さ h_3 [m] ($< h_2$ [m]) だけ沈んだ後停止した。重力加速度を g [m/s²]、液体の抵抗は無視できるとして、以下の問いに答えよ。

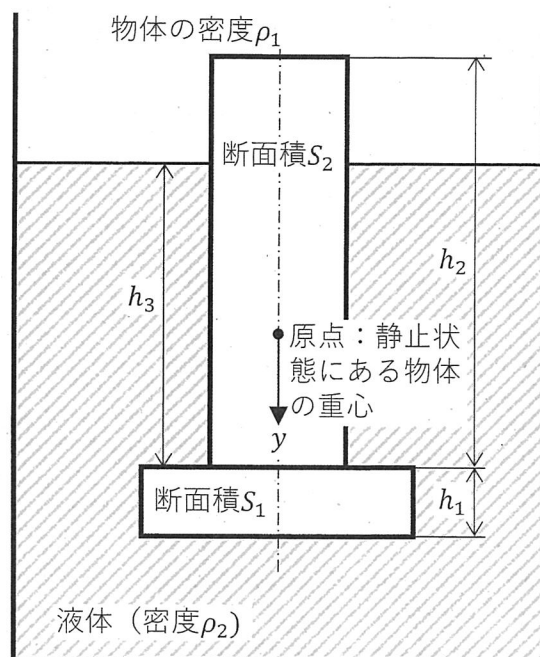


図 2

- 問 1 物体の質量 m を ρ_1 , S_1 , S_2 , h_1 , h_2 を用いて表せ。
- 問 2 物体が静止している状態の釣り合い方程式を、 m , S_1 , S_2 , h_1 , h_3 , ρ_2 , g の必要なものを用いて表せ。
- 問 3 物体が静止している状態（鉛直下向きを y 軸の正とし、静止釣り合い状態の重心位置が原点 $y = 0$ ）から L [m] ($L < h_2 - h_3$) だけ沈めた後、静かに放した（時刻 $t=0$ ）後の y 方向の運動方程式を m , ρ_2 , S_2 , g , y , t を用いて表せ。
- 問 4 問 3 の運動方程式の初期条件を 2 つ答えよ。
- 問 5 問 4 の初期条件下で、問 3 の運動方程式の解 y を m , ρ_2 , S_2 , g , t , L を用いて表せ。
- 問 6 問 3 の振動における周期 T [s]を S_1 , S_2 , h_1 , h_2 , ρ_1 , ρ_2 , 円周率 π を用いて表せ。

電磁気学

[問題5]

問1 図3のように、真空中の3次元空間にとった直角座標系における x 軸上の $x = a$ [m] ($a > 0$) の位置を点A, y 軸上の $y = a$ [m]の位置を点B, z 軸上の $z = a$ [m]の位置を点Cとする。点Aに Q [C] ($Q > 0$) の点電荷, 点Bに $2Q$ [C]の点電荷を固定して配置した。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]として, 以下の小問に答えよ。

- (1) 点Aに配置した点電荷から点Bに配置した点電荷が受ける力の大きさを求めよ。
- (2) 点Cでの電界の大きさを求めよ。
- (3) 次に, 点Cに q [C] ($q > 0$) の点電荷を追加して配置した後, この点電荷を点Cから原点Oまで z 軸に沿ってゆっくりと移動させた。この移動のときに q [C]の点電荷に加えた外力がした仕事を求めよ。

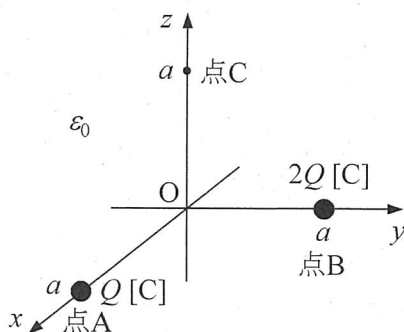


図3

問2 図4のように, 真空中に無限に広く平坦な2枚の導体(導体A, B)を表面間の距離が b [m]となるように平行に配置する。導体Aと導体Bを接地し, 電位の基準とする。導体Aと導体Bの間に, 無限に広く平坦で非常に薄い導体Cを導体Aの表面からの距離が a [m]となるように導体A, Bと平行に配置する。各導体の表面に垂直な軸を x 軸とし, 導体Aの表面に原点Oをおき, 導体Aから導体B, Cに向かう方向を x 軸の正方向とする。ここで, 導体Cに単位面積当たり σ [C/m²]の電荷を与えた。真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]として, 以下の小問に答えよ。ただし, 導体A, B, Cの抵抗はいずれも無視できるものとする。

- (1) 導体Aの表面にあらわれる電荷の面密度を σ_A [C/m²], 導体Bの表面にあらわれる電荷の面密度を σ_B [C/m²]とする。 σ_A と σ_B の関係を σ を用いて表せ。
- (2) σ_A と σ_B をそれぞれ求めよ。
- (3) 導体A, B間の $x = p$ [m] ($0 < p < b$) の位置での電位を求めよ。 $0 < p < a$ のときと $a < p < b$ のときに分けて答えよ。

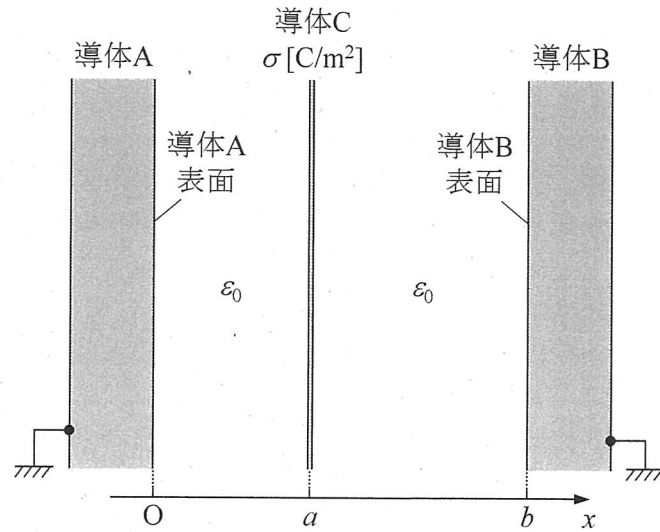


図 4

問 3 図 5 のように、真空中に導体球と導体球殻を中心が一致するように配置する。導体球の半径は a [m]、導体球殻の内半径は c [m] である。ふたつの導体間において、中心からの距離が a [m] から b [m] の範囲を誘電率 ϵ_1 [F/m] の誘電体 1、 b [m] から c [m] の範囲を誘電率 ϵ_2 [F/m] の誘電体 2 で満たした。このとき、以下の小問に答えよ。ただし、導体球と導体球殻の抵抗、および、誘電体 1 と誘電体 2 の導電率は、いずれも無視できるものとする。

- (1) 導体球に Q [C] ($Q > 0$)、導体球殻に $-Q$ [C] の電荷を与えたとき、中心から距離 r [m] の位置における導体間の電界の大きさを、誘電体 1 内 ($a < r < b$) と誘電体 2 内 ($b < r < c$) のそれぞれについて求めよ。
- (2) 導体球と導体球殻をふたつの電極としたコンデンサの静電容量を求めよ。

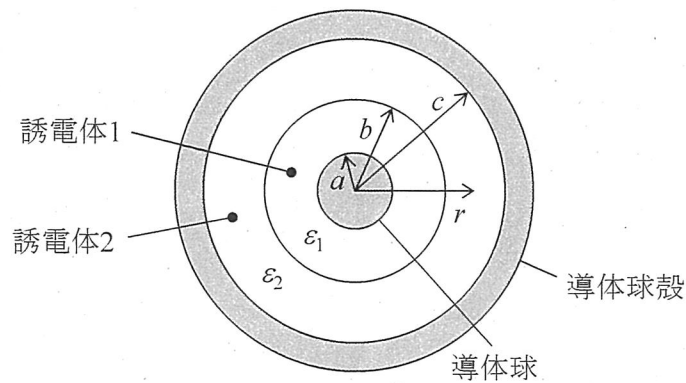


図 5

プログラミング [問題6]

とある架空の大学に在学している香川太郎は、在学中に履修したい8つの科目間の関係を有向グラフとして図6にまとめた。この有向グラフにおいて、科目はノード（頂点）として四角で表現されている。各科目には、それぞれ0～7の科目コードが付されており、科目コードで一意に識別することができる。ある科目 β を履修する前に習得しておく必要がある科目 α があるとき、科目 α を前提科目、科目 β を発展科目といい、図6においては科目 α から科目 β へのアーク（弧）として矢印で表現されている。たとえば、quality managementの前提科目はsoftware engineering（言い換えると、quality managementはsoftware engineeringの発展科目）であり、quality managementを履修する前にsoftware engineeringを習得しておく必要がある。なお、前提科目と発展科目は、それぞれアークの始点と終点の1科目のみを意味するものである。有向グラフ上で、科目 γ に到達可能な科目の集合のことを、科目 γ の前提科目群、科目 γ から到達可能な科目の集合のことを、科目 γ の発展科目群と呼ぶことにする。科目コードの列で履修順を表現すると、たとえば、0→4→6→5→7→1→2→3によって8つの科目すべてを履修できることが図6から分かる。なお、ここでは同一科目の再履修は考えないものとする。

香川太郎は、図6に基づくC言語のプログラムを作成して、自身の履修計画の検討に役立てようと考えた。これについて、以下の問いに答えよ。

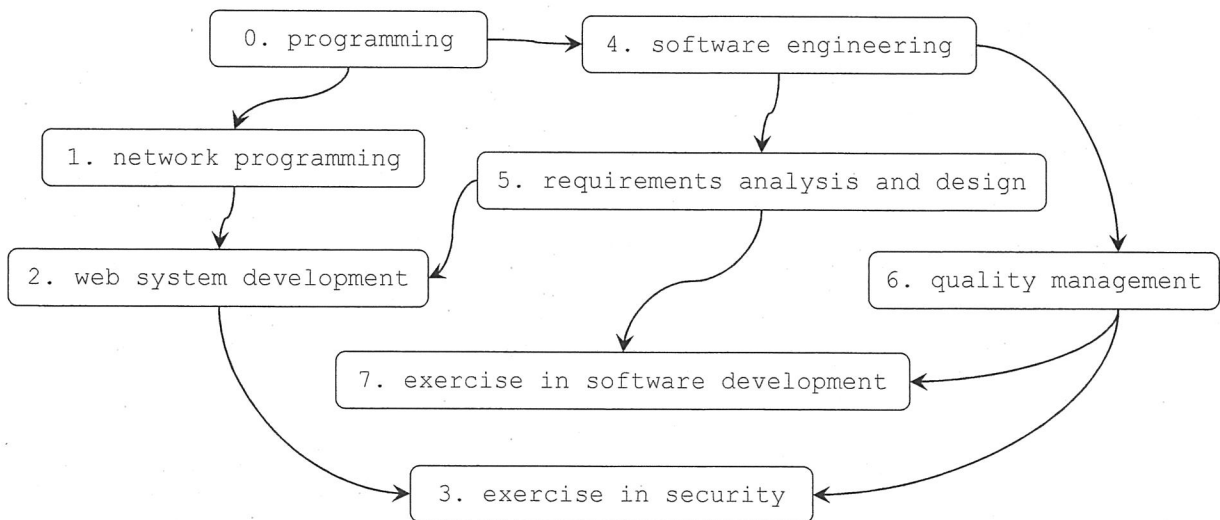


図6

問1 8つの科目の履修順を、科目コードの列の形式でひとつ答えよ。ただし、0→4→6→5→7→1→2→3を除く。

問2 まず、複数の前提科目を持つ科目を明らかにするために、関数multipleを作成する。次ページに示すプログラムの32行目の空欄(a)～(c)を埋めて完成させよ。なお、関数multipleを実行すると、「2, 3, 7,」が出力される。

```

1  #include <stdio.h>
2  #define N 8          /* 香川太郎が履修したい科目の数 */
3  #define MAX 2        /* 各科目が持ち得る発展科目の最大数 */
4  #define NIL -1       /* データが存在しないことを表す */
5
6  struct subject {
7      char name[33];    /* 科目名 */
8      int next[MAX];    /* 発展科目の科目コード */
9      int left, right;  /* 科目コード（二分探索木で使用する） */
10 };
11
12 /* 香川太郎が履修したい科目（科目コードが配列番号（配列の添字）に相当） */
13 struct subject subjects[N] = {
14     {"programming",          { 1, 4}, NIL, NIL},
15     {"network programming",  { 2,NIL}, NIL, NIL},
16     {"web system development", { 3,NIL}, NIL, NIL},
17     {"exercise in security", {NIL,NIL}, NIL, NIL},
18     {"software engineering", { 5, 6}, NIL, NIL},
19     {"requirements analysis and design", { 2, 7}, NIL, NIL},
20     {"quality management",    { 3, 7}, NIL, NIL},
21     {"exercise in software development", {NIL,NIL}, NIL, NIL}
22 };
23
24 /* 複数の前提科目を持つ科目を出力する */
25 void multiple(void) {
26     int i;
27     for (i = 0; i < N; i++) {
28         int j, c = 0;
29         for (j = 0; j < N; j++) {
30             int k;
31             for (k = 0; k < MAX; k++) {
32                 if (subjects[(a)].next[(b)] == (c) ) {
33                     c++;
34                 }
35             }
36         }
37         if (c > 1) {
38             printf("%d, ", i);
39         }

```



```

40     }
41     printf("¥n");
42 }
43

```

問3 次に、特定の科目の発展科目群を明らかにするために、関数 develop, およびそれに付随する関数 search_1 を作成する。以下に示すプログラムの 50 行目の空欄(d)と(e)を埋めて完成させよ。なお、たとえば引数に 4 を与えて関数 develop を実行すると、「5, 2, 3, 7, 6, 」が出力される。

```

44 /* 関数 develop からの呼び出しにより、再帰的に有向グラフを探索する */
45 void search_1(int i, int *visited) {
46     int j;
47     visited[i] = 1; /* 再訪問を防ぐために、既訪問の印を付けておく */
48     for (j = 0; j < MAX; j++) {
49         int k = subjects[i].next[j];
50         if ( (d) && (e) ) {
51             printf("%d, ", k);
52             search_1(k, visited);
53         }
54     }
55 }
56
57 /* 引数 (科目コード) で指定された科目の発展科目群を出力する */
58 void develop(int i) {
59     int j;
60     int visited[N]; /* ノードに未訪問の場合は 0, 既訪問の場合は 1 */
61     for (j = 0; j < N; j++) {
62         visited[j] = 0;
63     }
64     search_1(i, visited);
65     printf("¥n");
66 }
67

```

問4 8 つの科目の履修順の一例を明らかにするために、関数 complete, およびそれに付随する関数 search_2 を作成する。以下に示すプログラムの 88 行目の空欄(f)を

埋めよ。さらに、関数 search_2 においては、関数 printf をどこかで呼び出す必要がある。関数 printf に与える引数の値、および呼び出す位置について、空欄(g)と(h)を埋めて完成させよ。なお、空欄(d)と(e)は問3ですでに明らかとなっている。関数 complete を実行すると、「3 ← 2 ← 1 ← 7 ← 5 ← 6 ← 4 ← 0 ← 」が出力される。

```

68  /* 関数 complete からの呼び出しにより、再帰的に有向グラフを探索する */
69  void search_2(int i, int *visited) {
70      int j;
71      visited[i] = 1; /* 再訪問を防ぐために、既訪問の印を付けておく */
72      for (j = 0; j < MAX; j++) {
73          int k = subjects[i].next[j];
74          if ( (d) && (e) ) {
75              search_2(k, visited);
76          }
77      }
78  }
79
80  /* 8つの科目の履修順の一例を出力する */
81  void complete(void) {
82      int i;
83      int visited[N]; /* ノードに未訪問の場合は0, 既訪問の場合は1 */
84      for (i = 0; i < N; i++) {
85          visited[i] = 0;
86      }
87      for (i = 0; i < N; i++) {
88          if ( (f) ) {
89              search_2(i, visited);
90          }
91      }
92      printf("¥n");
93  }
94

```

printf((g));
を (h) 行目の直後に挿入

- 問5 香川太郎は、科目名をキーとして配列 subjects から科目を検索できるようにするために、二分探索木を導入することにした。ここでの二分探索木は、ノードが科目に対応しており、各ノードは高々2つの子ノードを持つ。親ノードと子ノードの間には、科目名の辞書順として「左の子ノード→親ノード→右の子ノード」という関

係がある。配列 subjects の先頭要素 (programming) をルートノードとし、配列の 2 つ目の要素→3 つ目の要素…という順番で、配列の先頭方向から木に順次追加していく。4 つ目の要素 (exercise in security) までを追加した二分探索木を図 7 に示す。

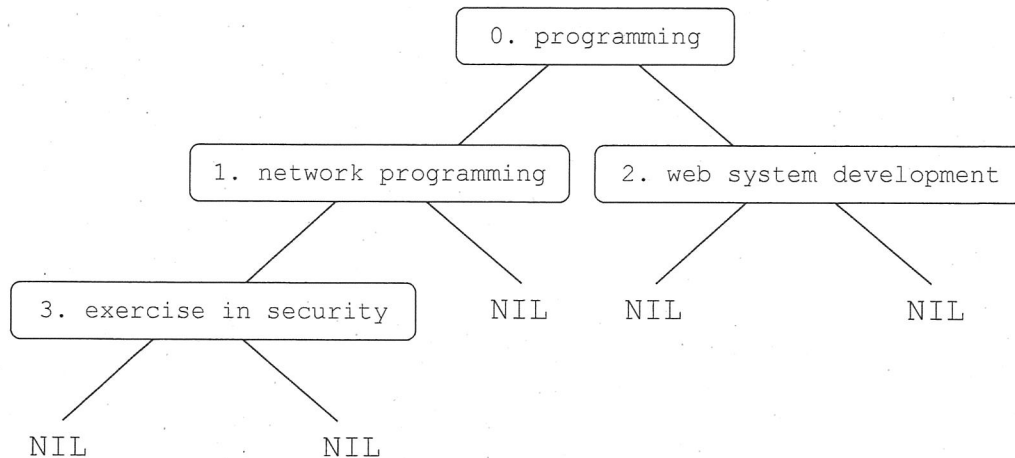


図 7

以上に基づいて、二分探索木を作成する関数 construct を作成する。次ページに示すプログラムの空欄(i)~(l)を埋めて完成させよ。なお、関数 strcmp は、第 1 引数の値が第 2 引数の値よりも辞書順で先となる場合は負数を返す。関数 construct を実行すると、

```

0.programming           , left: 1, right: 2
1.network programming   , left: 3, right:-1
2.web system development , left: 4, right:-1
3.exercise in security  , left:-1, right: 7
4.software engineering  , left: 5, right:-1
5.requirements analysis and design , left: 6, right:-1
6.quality management    , left:-1, right:-1
7.exercise in software development , left:-1, right:-1
  
```

が出力される。

```

95  /* 二分探索木を作成する */
96  void construct(void) {
97      int i;
98      for (i = 1; i < N; i++) { /* i は, 追加するノードの科目コード */
99          int tmp, j = 0;      /* ルートノードから探索開始 */
100         while (j != NIL) {
101             tmp = j;
102             if (strcmp(subjects[(i)].name,
103                     subjects[(j)].name) < 0) {
104                 j = subjects[j].left;
105             } else {
106                 j = subjects[j].right;
107             }
108         }
109         /* 親となるべきノードの科目コードが tmp に格納されている */
110         if (strcmp(subjects[(k)].name,
111                 subjects[(l)].name) < 0) {
112             subjects[tmp].left = i; /* 左の子ノードとする */
113         } else {
114             subjects[tmp].right = i; /* 右の子ノードとする */
115         }
116     }
117     for (i = 0; i < N; i++) {
118         printf("%d.%-33s, left:%2d, right:%2d\n",
119             i, subjects[i].name, subjects[i].left,
120             subjects[i].right);
121     }
122 }
123

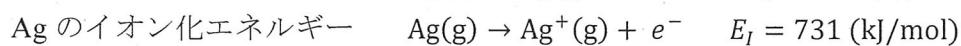
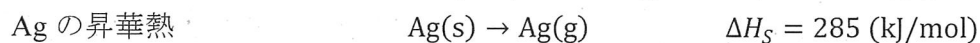
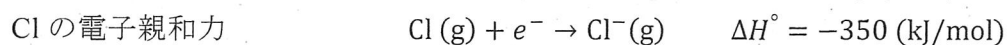
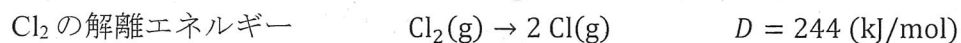
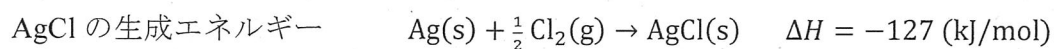
```

化 学

[問題 7]

問 1 次の結晶構造に関する以下の問いに答えよ。

- (1) AgCl と MgO はともにイオン結合性結晶であり、NaCl 型構造をとる。AgCl と MgO の格子定数はそれぞれ 0.554 nm, 0.420 nm である。これら結晶の密度 (g/cm³) を計算せよ。なお、AgCl と MgO の式量は 143 と 40.3, アボガドロ数は $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ を用いよ。計算過程は記述すること。
- (2) ボルン・ハーバーサイクルを用い、AgCl の格子エネルギーを求めよ。各エネルギーは下記の通りとする。計算過程は記述すること。



- (3) MgO の格子エネルギーは AgCl の格子エネルギーと比べ、どちらが大きいと推測されるか、その理由について述べよ。

問 2 次の問いに答えよ。

- (1) 酸と塩基について、「ブレンステッドの定義」および「ルイスの定義」をそれぞれ説明せよ。
- (2) エチレンとアセチレンのそれぞれの混成軌道の名称を答えよ。
- (3) 前述の混成軌道の相違を踏まえ、エチレンとアセチレンの炭素の電気陰性度はどちらが大きくなるか、理由も併せて述べよ。

化 学

[問題 8]

問 1 アルカンとその反応に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 次の分子の構造式をかき、沸点の低い順番に並べよ。

(A) 2-メチルブタン (B) *n*-ペンタン (C) 2,2-ジメチルプロパン

(2) 前述の 3 つのアルカンをモノクロロ化した時、不斉炭素を有する生成物が得られる分子はどれか。反応物のアルカン、そのモノクロロ化生成物の分子名、不斉炭素がわかるように*を付けた分子構造式を記せ。(複数ある場合は、それらすべてを記せ。)

(3) *n*-ブタンをモノクロロ化した時の生成物の構造式をすべて記せ。また、このモノクロロ化反応の反応機構を記せ。

(4) C_4H_9Cl とアルコールをナトリウム存在下で、 $(CH_3)_3C-O-(CH_2)_3CH_3$ を合成する場合、その反応式を記せ。また、このハロゲン化アルキルからのエーテル合成は何反応か、記せ。

問 2 下記の反応に関して、空欄に適切な化学構造式を記せ。

