

2 0 2 1 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 2

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、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
 - 情報通信コース：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
 - 先端マテリアル科学コース：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12ページ、解答用紙は表紙を含めて14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 $z = e^{x^2} \left(x + \frac{1}{y} \right)$, $x = \sqrt{2} t$, $y = e^{t^2}$ のとき $\frac{dz}{dt}$ を t を用いて表せ。

問 2 $z = 2x^3 + x^2y + 3y^2 + 1$ の $x = 1$, $y = 3$ における接平面の方程式を求めよ。

問 3 次の積分を求めよ。

(1)
$$\int \frac{x^4 + 2x^3 + 4x^2 + 8x + 2}{x^2 + 2x} dx$$

(2)
$$\iint_D (x+y) dx dy \quad D: x+y-2 \geq 0, 1 \leq x \leq 2, y \leq 4$$

【問題 2】

問 1 ベクトル $a = \begin{bmatrix} 4 \\ 7 \\ 3 \end{bmatrix}$ を $a_1 = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ -1 \end{bmatrix}$, $a_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ 5 \\ 3 \end{bmatrix}$ の線形結合 (1次結合) で表せ。

問 2 次に示す R^3 の基底をグラム・シュミットの正規直交化法 (シュミットの正規直交化法) を用いて正規直交化せよ。

$$b_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, b_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, b_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

問 3 次に示す各設問に答えよ。

(1) 次の行列の階数 (ランク) を求めよ。

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

(2) 次の行列の固有値を求めよ。

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

基礎力学

【問題 3】

図 1 に示すように、ばね定数 k のばねがなめらか水平面上に置かれ、ばねの一端に質量 m のおもりが取り付けられ、他端は壁に取り付けられている。おもりがばねの作用により単振動するとき、以下の問いに答えよ。ただし、底面とおもりの間の摩擦およびばねの重さは無視できるとする。

- 問 1 単振動の振幅を A 、角振動数を ω とするとき、時刻 t におけるつり合いの位置からのおもりの変位 x は $x = A\sin\omega t$ と表される。このとき、おもりの速度 v を A 、 ω 、 t を用いて示せ。
- 問 2 おもりの加速度 a を A 、 ω 、 t を用いて示せ。
- 問 3 おもりの運動エネルギー E を m 、 A 、 ω 、 t を用いて示せ。
- 問 4 弾性力による位置エネルギー U を k 、 A 、 ω 、 t を用いて示せ。
- 問 5 おもりの運動エネルギー E と弾性力による位置エネルギー U を足し合わせた単振動の力学的エネルギー G は、おもりの変位 x に関わらず一定となることを問 3 と問 4 の結果を用いて示せ。

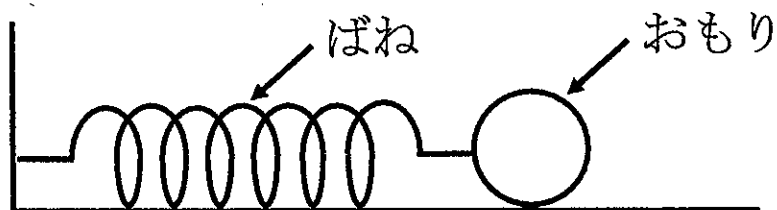


図 1

基礎力学

[問題 4]

二つの物体 A, B を伸び縮みしない糸でつないで、図 2 のように水平面と角度 θ [°] の傾きをなす斜面上の先端につけた滑車にかける。A の質量を m [kg], B の質量を M [kg], A と斜面との間の静止摩擦係数を μ_0 として、以下の問いに答えよ。なお、滑車による摩擦は無いとし、糸の質量は無視でき、糸の張力を T [N], 重力加速度を g [m/s²], 物体 A と斜面の静止摩擦力を f [N] とする。また、 g は水平面に対して鉛直下向きに作用している。

- 問 1 斜面上に静止している物体 A にかかる張力 T が、物体 A にかかる重力のうち斜面に水平な方向の力よりも大きいとき、物体 A に作用する斜面に水平方向の力の釣り合いの式を T, f, m, g, θ を用いて示せ。
- 問 2 斜面上に静止している物体 A にかかる張力 T が、物体 A にかかる重力のうち斜面に水平な方向の力よりも小さいとき、物体 A に作用する斜面に水平方向の力の釣り合いの式を T, f, m, g, θ を用いて示せ。
- 問 3 物体 A が斜面上で静止しているためには、物体 B の質量 M はどの範囲を取れば良いか、 M の範囲を m, θ, μ_0 を用いて示せ。
- 問 4 問 3 について、 m を 4 [kg], μ_0 を $\sqrt{3}/4$, θ を 30 [°] とするとき、 M の範囲を計算せよ。
- 問 5 問 4 において、 M を 3 [kg] としたとき、物体 A が受ける f の向きを示せ。また、このときの f の値を g を用いて示せ。

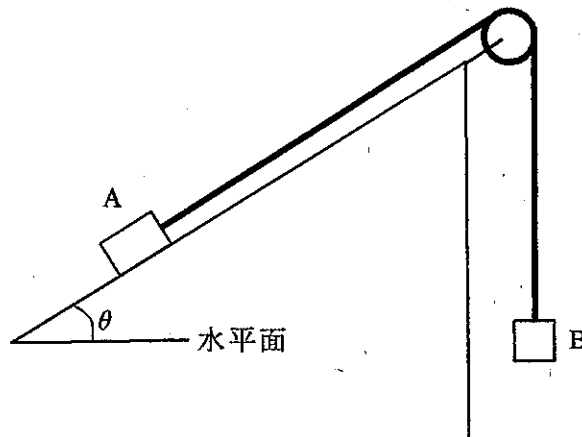


図 2

電磁気学
【問題5】

問1 図3のように、真空中にある xy 平面上において、 x 軸上の a [m] ($a > 0$) の位置にある点 A に Q [C] ($Q > 0$) の点電荷、 x 軸上の $-a$ [m] の位置にある点 B に $-3Q$ [C] の点電荷を置く。また、 x 軸上の $2a$ [m] の位置を点 C、 y 軸上の $2a$ [m] の位置を点 D とする。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。

- (1) 点 D での電界の大きさを求めよ。
- (2) 点 A に置いた点電荷にはたらく力の大きさを求めよ。
- (3) 点 A に置いた点電荷を、点 A から点 C まで x 軸に沿って移動した。このとき、この点電荷に対してなされた仕事を求めよ。

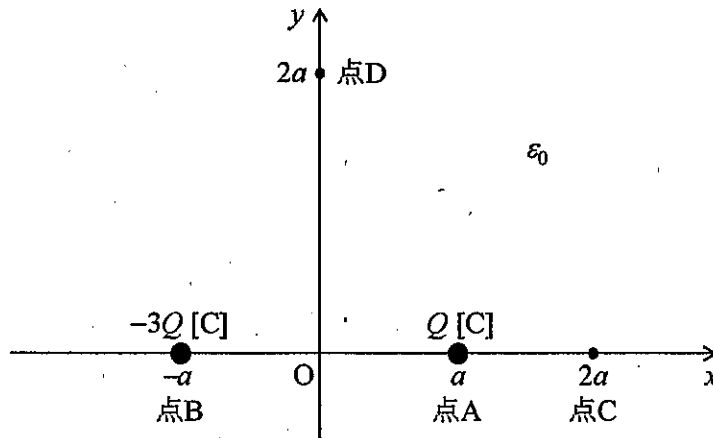


図3

問2 図4のように、面積 S の平坦な2枚の導体板（導体板1, 2）を間隔 d [m] だけ離して平行に置き、導体板間に誘電率 ϵ [F/m]、抵抗率 ρ [$\Omega \cdot m$] の材料を入れる。この導体板間に電圧をかけ、導体板間に直流の電流 I [A] を流した。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、導体板は十分に広く、導体板端での電流および電界の乱れは無視できるものとする。

- (1) 導体板間の材料の内部での電束密度の大きさを求めよ。
- (2) 導体板間の電気抵抗を求めよ。

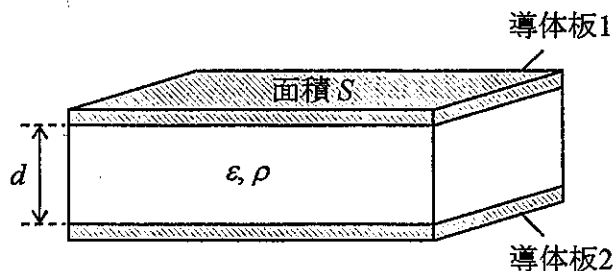


図4

問3 図5のように、真空中に導体球とふたつの球状の導体殻（導体殻1, 2）を中心が一致するように配置する。ここで、導体球の半径は a [m]、導体殻1の内半径および外半径はそれぞれ $2a$ [m] および $3a$ [m]、導体殻2の内半径および外半径はそれぞれ $4a$ [m] および $5a$ [m]である。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m]とする。

(1) 導体殻1のみに Q [C] ($Q > 0$) の電荷を与えたとき、中心からの距離 r [m]の位置での導体間での電界の大きさを求めよ。導体球と導体殻1の間 ($a < r < 2a$)、および、導体殻1と導体殻2の間 ($3a < r < 4a$) についてそれぞれ答えよ。

(2) 図6のように、導体殻1に Q [C]の電荷を与えたまま、導体殻2に対する導体球の電位が V_0 [V] ($V_0 > 0$) となるように導体球と導体殻2の間に電圧をかけた。このとき、中心からの距離 r [m]の位置での導体間での電界の大きさを、導体殻1と導体殻2の間 ($3a < r < 4a$) について求めよ。

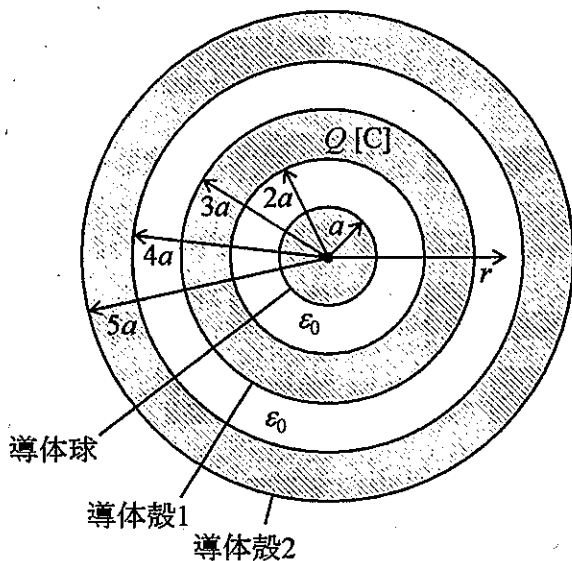


図5

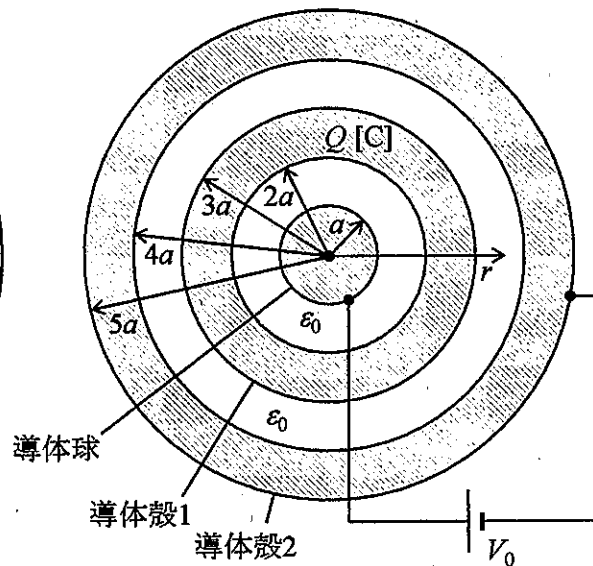


図6

プログラミング

【問題 6】

問1 整数の列「54 38 13 27 6」を昇順に並び替えて「6 13 27 38 54」と出力する以下のC言語のプログラムについて、次の問いに答えよ。

```
1  #include <stdio.h>
2  #define N 5
3
4  void main(void) {
5      int arr[] = { 54, 38, 13, 27, 6 };
6      int i, j, k, min, tmp;
7      for (i = 0; i < ; i++) {
8          min = arr[i];
9          k = i;
10         for (j = i + 1; j < N; j++) {
11             if (  ) {
12                 min = arr[j];
13                 k = j;
14             }
15         }
16         tmp = arr[i];
17         arr[i] = arr[k];
18         arr[k] = tmp;
19     }
20     for (i = 0; i < N; i++) {
21         printf("%d ", arr[i]);
22     }
23 }
```

- (1) 空欄①と②を埋めてプログラムを完成させよ。
- (2) 7行目のfor文において3回目のループ（すなわち、変数*i*の値が2の時の処理）が終了した直後の、変数*tmp*の値を答えよ。

問2 以下は、一次元配列によってスタックを実現しようとしているC言語のプログラムである。スタックのサイズは*N*で、*int*型のデータを対象としている。関数pushとpopはそれぞれ、プッシュとポップを実現するために定義される。スタックポインタ*sp*は、次にプッシュされるデータを格納する位置、すなわち、一次元配列の添字（配列番号）を表すものとする。25行目以降は、関数pushとpopの呼び出し元のプログラムの一部を示している。

このプログラムには誤りがある。その誤りに関して、次の問いに答えよ。

1	#include <stdio.h>
2	#define N 10
3	int stack[N];
4	int sp = 0;
5	
6	int push(int data) {
7	if (sp < N) {
8	stack[sp] = data;
9	sp++;
10	return 0;
11	} else {
12	return -1;
13	}
14	}
15	
16	int pop(int *data) {
17	if (sp > 0) {
18	*data = stack[sp];
19	sp--;
20	return 0;
21	} else {
22	return -1;
23	}
24	}
25	int data;
26	(省略)
27	if (push(data) == -1) {
28	printf("push できません\n");
29	} else {
30	(省略)
31	if (pop(&data) == -1) {
32	printf("pop できません\n");
33	} else {
34	printf("%d が pop されました\n", data);
35	}

(1) このプログラムを実行すると、どのような現象 (不具合) が現れるか答えよ。

- (2) その不具合を除去する方法を答えよ。その際、誤りのある行の番号、およびその行の正しいコードを併せて明記すること。

問3 「図7の有向グラフにおいて、節点1~7が節点0からそれぞれ到達可能かどうか」を調べるC言語のプログラムを以下に示す。有向グラフは、各節点間の接続関係を表す二次元配列 graph として実現されている。graph[i][j]の値が1であれば、節点iから節点jへの辺が存在することを、0であれば、節点iから節点jへの辺が存在しないことを意味する。このプログラムについて、以下の問いに答えよ。

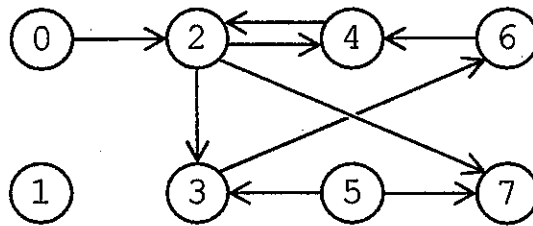


図7

```

1  #include <stdio.h>
2  #define N 8
3
4  int graph[N][N] = {
5      { 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0 },
6      { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 },
7      { 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 1 },
8      { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0 },
9      { 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0 },
10     { 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1 },
11     { 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0 },
12     { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }
13 };
14 int visited[N];
15
16 void search(int from) {
17     visited[from] = 1;
18     int to;
19     for (to = 0; to < N; to++) {
20         if (           ①           ) {
21             printf("%d→%d\n", from, to);
22             search(to);

```

```

23         }
24     }
25 }
26
27 void main(void) {
28     int i;
29     for (i = 0; i < N; i++) {
30         visited[i] = 0;
31     }
32     search(0);
33     for (i = 1; i < N; i++) {
34         printf("節点%d:", i);
35         if (visited[i] == 0) {
36             printf("到達不可能\n");
37         } else {
38             printf("到達可能\n");
39         }
40     }
41 }

```

- (1) 空欄①を埋めてプログラムを完成させよ。
- (2) 21行目のコードの標準出力の内容を、出力される順番どおりに答えよ。

化 学

[問題 7]

問 1 二酸化炭素について、以下の問いに答えよ。

- (1) 二酸化炭素の分子構造を、構造式を用いて示せ。炭素-酸素結合の特徴を、炭素の軌道の混成状態に注意して説明せよ。
- (2) 固体状態の二酸化炭素はドライアイスと呼ばれる。1 気圧下ではドライアイスは -78°C で気化する。1 g のドライアイスが気化すると、体積は何倍になるか。二酸化炭素が理想気体であると仮定せよ。また、ドライアイスの比重を 1.56 g/cm^3 、C と O の原子量をそれぞれ、12, 16 として計算せよ。

問 2 塩化ナトリウム型結晶について以下の問いに答えよ。

- (1) 塩化ナトリウムの結晶構造を図示せよ。
- (2) 塩化ナトリウム結晶の密度は、 2.16 g/cm^3 である。塩化ナトリウム結晶の格子定数は 0.56 nm である事が知られている。ナトリウムの原子量を 23, 塩素の原子量を 35.5 として、アボガドロ数を計算せよ。
- (3) 塩化ナトリウムから水酸化ナトリウムを製造する方法を 1 例挙げ、内容を説明せよ。

問 3 水の相図について以下の問いに答えよ。

- (1) 水の相図の概略を記せ。
- (2) 圧力が上がると水の融点はどう変化するか。また、その原因は何か。水の分子構造と分子間相互作用を考慮して簡単に説明せよ。
- (3) 水の沸点は同程度の分子量の炭化水素メタンに比べて非常に高い。理由を説明せよ。

[問題 8]

問 1 エチレンとベンゼンについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 1分子のエチレンに1分子の臭素を作用させたところ、組成式 $C_2H_4Br_2$ の液体が得られた。この化合物の構造を示せ。
- (2) 1分子のベンゼンに鉄粉末存在下1分子の臭素を作用させたところ、組成式 C_6H_5Br の液体が得られた。この化合物の構造を示せ。
- (3) エチレンとベンゼンの二重結合の反応性の違いを、中間体の構造を図示して説明せよ。

問 2 サリチル酸メチルは沸点 222°C 、融点 -9°C の無色透明の液体であり、消炎剤として使用されている。サリチル酸メチルについて、下記の問いに答えよ。

- (1) サリチル酸メチルの代表的な合成法は酸触媒を用いた Fischer 法である。図 8 の反応は可逆であるため、生成物は原料との平衡混合物になる。効率的にサリチル酸メチルを合成するにはどのような工夫が必要か。

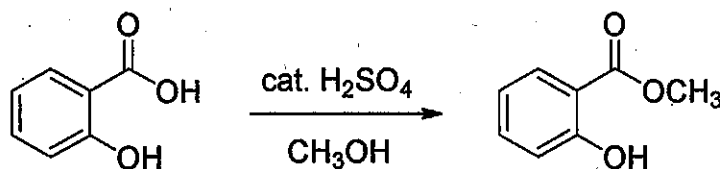
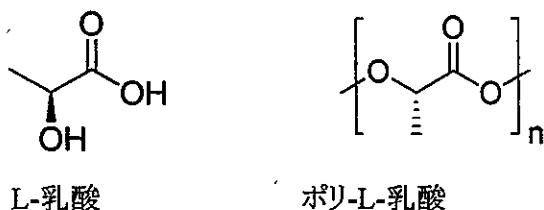


図 8

- (2) サリチル酸メチルの酸性度はフェノールの酸性度と比較して高いか、低いかな。理由も説明せよ。
- (3) サリチル酸メチルをエタノールに溶かし、濃硫酸を少量加えて 100°C に加熱し数時間かくはんしたところ、サリチル酸メチルは消失し、沸点 234°C の液体が得られた。この液体の組成式は $C_9H_{10}O_3$ であった。生成した液体の分子構造と名称を示せ。また、反応機構を説明せよ。

問 3 ポリ乳酸は生分解性高分子として注目されている。

- (1) 図 9 に L-乳酸とポリ-L-乳酸の構造式を示す。乳酸には光学異性体(エナンチオマー)が二種類あり、天然には L-乳酸が多い。解答欄に示す L-乳酸の構造式の不斉炭素原子に*をつけよ。また、L-乳酸は R 体か S 体か。



L-乳酸

ポリ-L-乳酸

図 9

- (2) L-乳酸からポリ-L-乳酸を合成する方法を考案せよ。