２０２３年度
東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	数学	受験番号	

注　意　事　項

1. 問題は $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$ の4題です。全問解答しなさい。

2. 問題 $\boxed{1}$ ～ $\boxed{4}$ の各解答は同じ問題番号が印刷された解答用紙に記述しなさい。解答用紙の印刷のある面のみで解答できない場合は，裏面の使用を認めます。裏面を使用して解答する場合は，印刷のある面の最下部に「うらにつづく」と明記しなさい。

3. 論証過程や計算過程が分かるように解答しなさい。

$\boxed{1}$　2変数関数 $f(x,y) = x^2y + xy^2 + 2x^2 - xy - 4y^2 - 6x - 12y$ について次の問いに答えなさい。

〔1〕 $\dfrac{\partial f}{\partial x}(x,y) = \dfrac{\partial f}{\partial y}(x,y) = 0$ を満たす点 (x,y) をすべて求めなさい。

〔2〕 $z = f(x,y)$ の極値を求めなさい。

$\boxed{2}$　領域 $D = \left\{ (x,y) \;\middle|\; \dfrac{x^2}{4} + \dfrac{(y-3)^2}{9} \leqq 1 \right\}$ における次の2重積分の値を求めなさい。

$$\iint_D y \; dxdy$$

$\boxed{3}$　t は実数とする。行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t \\ 2 & -1 & t \\ -1 & -1 & -5 \end{pmatrix}$ について，行列式 $|A|$ の値が -3 となるとき，次の問いに答えなさい。

〔1〕 t の値を求めなさい。

〔2〕 ベクトル $\boldsymbol{v} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ 1 \end{pmatrix}$ と実数 c に対して，$A\boldsymbol{v} = c\boldsymbol{v}$ が成り立つような実数の組 (a, b, c) をすべて求めなさい。

$\boxed{4}$　次の微分方程式の解 $y = y(x)$ で，$y(0) = 0$，$\dfrac{dy}{dx}(0) = 1$ を満たすものを求めなさい。

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 3\frac{dy}{dx} = 2e^x \cos 2x$$

2023年度

東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

試験科目	物理	受験番号	

1

水平運動できる物体上から別の物体を発射する運動について考える。図 1 のように台車の上に角度 θ で取り付けられた発射台がある。発射台から質量 m の投射物が相対速度 v で発射される。台車と発射台を合わせた総質量を M として，地面を滑らかに動くとする。静止した観測者から見た投射物の射出速度を v' として，v' が水平面からなす角度を θ'，投射後の台車の速度 V を求めたい。ただし，発射は瞬時に行われるとする。

[1] 物体が投射された直後の運動を考える。台車上で観測した投射物の速度 v の水平方向成分から台車の速度を差し引くことで，静止した観測者から見た投射物の水平方向速度が得られる。

(1) 発射台は運動量 MV を得る。水平方向の運動量保存の式を MV と，m_b, v', θ' で表せ。

(2) 静止した観測者から見た投射物の水平方向速度 $v' \cos\theta'$ を v, θ, V で表せ。

(3) 台車の得る速度 V を，M, v, m, θ を用いて表せ。導出過程も示せ。

(4) 実際の射出角度 θ' に関して，$\tan\theta'$ を $M, m, \tan\theta$ で示せ。導出過程も示せ。

[2] 発射後，発射台は速度 V で紙面左方向に移動しながら，斜線でハッチングされた摩擦のある領域に入る。ただし，台車と地面の摩擦は点 p の一点のみにおいて生じるものとみなす。点 p の位置を発射台の位置とし，p が x 軸原点を横切る瞬間を時刻 $t = 0$ とする。動摩擦係数は μ' とする。

(1) x 座標を図のように定義する。変位 x, μ'，および重力加速度 g のうち必要な変数を用いて，発射台の運動方程式を $\ddot{x} =$ の形で示せ。ただし，x の一階時間微分を $\dot{x}$，二階時間微分を $\ddot{x}$ とする。

(2) 運動方程式を積分し，速度 $\dot{x}$，移動距離 x に関する式を時刻 t を用いて導け。適当な積分定数を用いてよい。

(3) 発射台が停止するまでの距離を求めよ。時刻 $t = 0$ における台車の速度は V としてよい。導出過程も示せ。

[3] 発射台は一定時間後に摩擦により停止した。発射台が得た運動量はどこにいったか簡潔に述べよ。

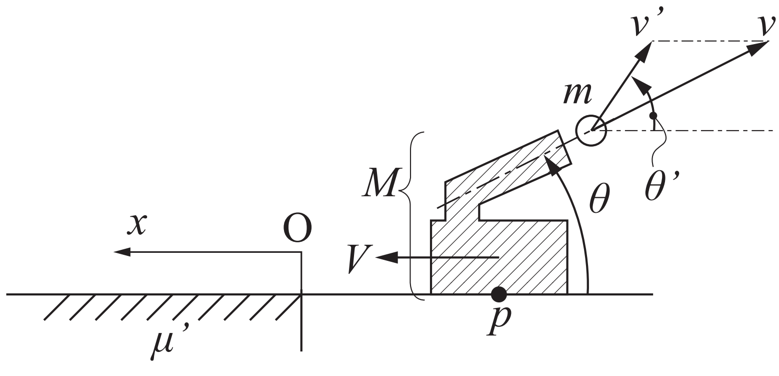


図 1

２０２３年度
東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	物理

2

真空中の誘電率をε_0として，下記問いに答えよ。

〔1〕3 次元空間中の電界を考える。$x-y$ 平面上の半径 a の円周上に等間隔で点電荷を N 個配置する。点電荷の電気量はそれぞれ q_1，q_2，・・・，q_Nである。配置の仕方は 1 個目を$(a, 0, 0)$に配置し 1 個目から円周上で角度 $2\pi/N$ [rad] 毎に 2 個目以降の点電荷を配置する。図２－１は $N=4$ の配置である。z 軸上任意の位置での電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ を考える。下記問いに答えよ。

（１）$N=4$ の時の z 軸上任意の位置 $(0, 0, z)$ での電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ の各成分を求めよ。

（２）$N=4$，$q_1=q_2=q_3=q_4=q$ の時，z 軸上のある位置で電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ の大きさが最大となる。最大となる位置の座標を求めよ。

（３）点電荷を任意の個数 M（$\geqq 2$）個配置した時の z 軸上任意の位置 $(0, 0, z)$ での電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ の各成分を求めよ。

（４）点電荷の個数を M 個とし，それぞれの電気量を Q_0/M とする。点電荷の個数 M を十分多くすると点電荷は円周上に均質に配置された状態となる。この時，z 軸上任意の位置 $(0, 0, z)$ での電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ はある値に収束する。この時の電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ を求めよ。求める過程も示すこと。

〔2〕図２－２に示すように半径 a, b $(b>a>0)$ の内導体および外導体からなる同軸導体がある。内導体と外導体の間は真空である。$L \gg b$ であり端部での電界の乱れはないものとする。図のように電位 V を与えると，内導体に$+Q$，外導体に$-Q$ の電気量が生じ，それぞれの導体に一様に分布した。下記問いに答えよ。自然対数の底 e（オイラー数）は 2.72 とすること。

（１）x 軸上 $a \leqq x \leqq b$ の範囲の電界の大きさ E を V, x, a, b を用いて表せ。

（２）x 軸上 $a \leqq x \leqq b$ の範囲で電界の大きさが最大となる位置 x_m を求めよ。

（３）$b=1$ として上問（２）で求めた位置 x_m における電界が最小となる a の値を有効数字 2 桁で求めよ。

（４）導体間の静電容量を求めよ。

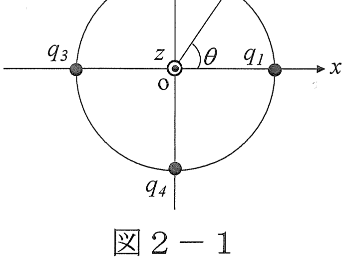


図２－１

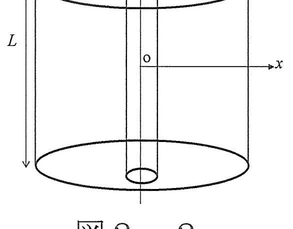


図２－２

２０２３年度

東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	化学	受験番号	

1, 2, 3 のすべてに解答しなさい。各問の解答は指定された答案用紙に記入すること。解答用紙の追加配布はしません。解答用紙の裏面使用は認めません。

1 次の問〔１〕～〔３〕に解答しなさい。

〔１〕一酸化窒素の分子軌道に関する問（１）～（３）に解答しなさい。ただし，句読点も字数に含むものとする。

（１）一酸化窒素の分子軌道は窒素原子と酸素原子の原子軌道から形成されるが，各原子の1s, 2s, 2p軌道どうしを比較すると，いずれの場合も酸素原子の軌道エネルギーの方が低い。この理由を50字以内で説明しなさい。

（２）一酸化窒素は常磁性を示す。この理由を分子軌道 σ_{2s}，σ^*_{2s}，σ_{2p}，σ^*_{2p}，π_{2p}，π^*_{2p} のいずれかを用いて20字以内で説明しなさい。

（３）一酸化窒素の結合長は 115 pm であるのに対して，ニトロソニウムイオンの結合長は106 pm である。これらの物質の結合次数を答えなさい。また，ニトロソニウムイオンの結合長が短い理由について，結合次数と電子密度を用いて 60 字以内で説明しなさい。

〔２〕二酸化炭素の水溶液に関する問（１）～（２）に解答しなさい。なお，水溶液中では下記のような平衡が成り立ち，式①および②の酸解離定数はそれぞれ K_{a1}, K_{a2} とする。また，活量は濃度に近似できると仮定する。

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad (K_{a1}) \quad ①$$
$$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-} \quad (K_{a2}) \quad ②$$

（１）二酸化炭素が溶解した飽和水溶液では，炭酸イオンの濃度は $[CO_3^{2-}] = K_{a2}$ と近似できる。この近似式を証明しなさい。

（２）x mol L^{-1} の硫酸亜鉛水溶液に二酸化炭素を飽和させて，炭酸亜鉛を析出させたい。二酸化炭素の溶解度を y mol L^{-1}，炭酸亜鉛の溶解度積を K_{sp} とすると，pH をどのような条件に調整すればよいか，x，y，K_{a1}，K_{a2}，K_{sp} を用いて表しなさい。なお，酸解離定数と溶解度積の単位をそれぞれ mol L^{-1}，mol^2 L^{-2} とし，答えを導く過程も記述すること。

〔３〕ヨウ素の酸化還元反応を利用した定量分析に関する問に解答しなさい。

濃度未知の硫酸銅(II)水溶液 40.0 mL に過剰量のヨウ化カリウムを加えて，硫酸銅(II)を完全に反応させた後，生成したヨウ素を 0.10 mol L^{-1} のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定したところ，当量点までに 26.8 mL を要した。初めの硫酸銅(II)水溶液の濃度を求めなさい。なお，答えを導く過程も記述すること。

試験科目	化学

2

実在気体の状態方程式の一つであるファンデルワールス方程式は，モル体積V_mを用い

$$p = \frac{RT}{V_\mathrm{m} - b} - \frac{a}{{V_\mathrm{m}}^2}$$

のように表現される。ここでpとTはそれぞれ実在気体の圧力および絶対温度，Rは気体定数，aとbは気体ごとに異なるファンデルワールス定数である。以下の問〔１〕～〔６〕に答えなさい。必要なら，アボガドロ定数はN_Aとしなさい。

〔１〕定数aとbがそれぞれ実在気体のどのような特徴を表しているか述べなさい。

〔２〕実在気体の分子を半径rの剛体球と仮定したとき，bをrの関数として記しなさい。

〔３〕ファンデルワールス方程式で表される気体には臨界点が存在する。温度Tが臨界温度T_cに等しいとき，T_cよりも十分に高い温度T_1のとき，T_cよりも十分に低い温度T_2のときの３つの場合について，$p - V_\mathrm{m}$図に等温線の概略を描きなさい。ただし，図中には臨界圧力p_cおよび臨界モル体積V_cを示すこと。

〔４〕臨界温度T_cをa，b，Rを使って表しなさい。答えを導く過程も記述しなさい。

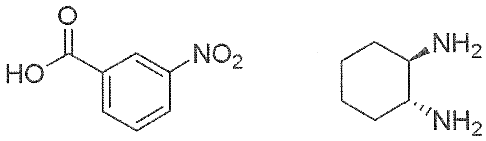
〔５〕低圧で実在気体が完全気体のように振舞う温度をボイル温度T_Bという。T_Bをa，b，Rを使って表しなさい。答えを導く過程も記述しなさい。ただし，次の近似を用いて良い。

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x \quad （ただし x \ll 1 のとき）$$

〔６〕ヘリウムガスの臨界温度T_cおよびボイル温度T_Bは著しく低いことが知られている。その理由を考察しなさい。

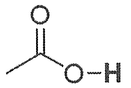
試験科目	化学

3 以下の問〔1〕～〔3〕に答えなさい。なお，構造式を示す場合は，次の書き方を参考にしなさい。

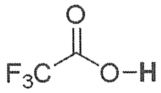


〔1〕次の(1)および(2)に示した２つの化合物 **A** および **B** に関して，太字で示した水素の酸性度がより高い化合物を，それぞれ記号で答えなさい。また，それぞれの比較における判断の理由を述べなさい。

(1)

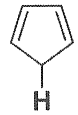


A

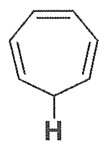


B

(2)

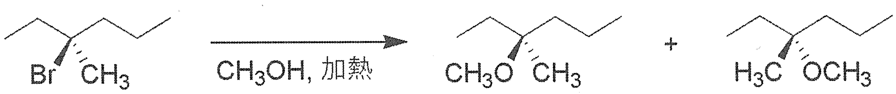


A



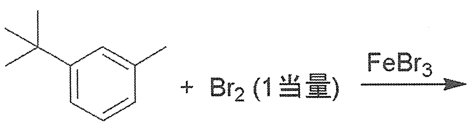
B

〔2〕次の反応式に示すように，(*S*)-3-ブロモ-3-メチルヘキサンをメタノール中で加熱すると，生成物がラセミ体として得られた。ラセミ化をともなって反応が進行する理由を，反応機構に基づいて説明しなさい。

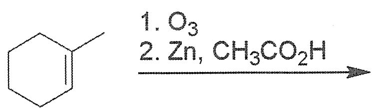


〔3〕次の反応(1)～(4)の主生成物の構造式を答えなさい。なお，いずれの主生成物も炭素原子を６個以上含むものとする。また，複数の異性体が等量生成する場合には，それぞれの異性体が判別できるように示して，その全てを答えること。

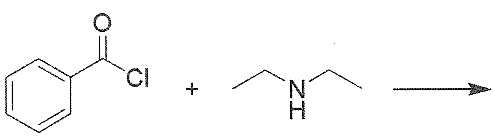
(1)



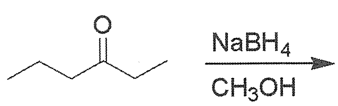
(2)



(3)



(4)



２０２３年度
東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)	受験番号	

$\boxed{1}$, $\boxed{2}$, $\boxed{3}$, $\boxed{4}$, $\boxed{5}$の５問のうち，$\boxed{1}$を必ず解答し，$\boxed{2}$, $\boxed{3}$のうちから１問，$\boxed{4}$, $\boxed{5}$のうちから１問を選択し，全部で３問を解答しなさい。それぞれ，指定された解答用紙を用いなさい。
<u>使用しない解答用紙には大きく×を付記しなさい。</u>

$\boxed{1}$

次の〔１〕～〔３〕に答えなさい。ただし，解答欄には答えのみを記入せよ。

〔１〕以下の問いに答えなさい。

（１）$(7.375)_{10}$ を２進数で表しなさい。

（２）$(-4.25)_{10}$ を符号付き８ビット固定小数点による２進数で表しなさい。ただし，小数部分を４ビットとし，負数には２の補数表現を用いるものとする。

（３）$(0.4)_{10}$ を２進数で表しなさい。ただし，循環小数は小数点以下の繰り返す桁の最初と最後の数字の上に点を付して表現しなさい。例えば 0.101101…は，$0.\dot{1}0\dot{1}$と記す。

〔２〕$\mathbf{R}$を実数全体の集合とし，$\emptyset$ を空集合とする。$\mathbf{R}$ の部分集合として閉区間 $\mathrm{A} = [-1, 2]$ と開区間 $\mathrm{B} = (1, 3)$ を考える。このとき，以下の集合を具体的に示しなさい。ただし，$\overline{\mathrm{A}}$ と $\overline{\mathrm{B}}$ はそれぞれ A と B の補集合を表し，$\setminus$ は差集合を表す。

（１）$(\mathrm{A} \cup \mathrm{B}) \setminus \overline{\mathrm{A}}$

（２）$(\mathrm{A} \cap \overline{\mathrm{B}}) \cap (\overline{\mathrm{A}} \cap \mathrm{B})$

（３）$(\mathrm{A} \setminus \mathrm{B}) \cup \mathrm{B}$

（４）$(\mathrm{A} \setminus \overline{\mathrm{B}}) \cup (\mathrm{B} \setminus \overline{\mathrm{A}})$

〔３〕正規分布 $\mathrm{N}(\mu, \sigma^2)$ に従う n 個の独立な標本 $x_1, x_2, \ldots, x_n$ から分布のパラメータ μ と σ^2 を推定するには，尤度関数 $L(\mu, \sigma^2) = \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right)^{\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \mu)^2\right)$ を考えて，最尤推定を行うのが一般的である。以下の問いに答えなさい。ただし，log は自然対数を表す。

（１）対数尤度関数 $\log(L(\mu, \sigma^2))$ を求めなさい。

（２）$\frac{\partial}{\partial \mu}\log(L(\mu, \sigma^2))$ を求めなさい。

（３）$\frac{\partial}{\partial \sigma^2}\log(L(\mu, \sigma^2))$ を求めなさい。

（４）対数尤度関数を最大化する最尤推定量 $\hat{\mu}$ と $\hat{\sigma}^2$ を求めなさい。

２０２３年度

東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)

2

次の〔１〕,〔２〕に答えなさい。

〔１〕ジャンケンの勝敗を判定する回路を考える。この回路は入力として，２つの２桁の２進数 X_1X_2 と X_3X_4 を受け取る。入力００はパー，０１はグー，１０はチョキを表すものとする。出力Ｙは，X_1X_2 が勝ちであれば１，X_3X_4 が勝ちであれば０，引き分けであれば１とする。また，入力として X_1X_2 または X_3X_4 に１１が与えられた場合は，出力Ｙは無条件で０とする。このとき，以下の問いに答えなさい。

（１）解答用紙の真理値表を完成させなさい。

（２）（１）で完成させた真理値表に基づいて，Ｙのカルノー図を作成しなさい。

（３）（２）で作成したカルノー図に基づいて，項とリテラルの数が最小となるＹの論理式を主加法標準形で示しなさい。ただし，答えのみでよい。

〔２〕CPU キャッシュについて，以下の問いに答えなさい。

（１）CPU キャッシュの必要性を,「メインメモリへのアクセス」という用語を含めて１２０字以内で説明しなさい。

（２）CPU キャッシュからメインメモリへデータを更新する方式にライトバック（write back）方式とライトスルー（write through）方式がある。それぞれの方式の利点と欠点を１２０字以内で説明しなさい。

２０２３年度
東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)

３

角周波数 ω の正弦波交流電圧源 E がつながれて十分な時間がたって定常状態にある，図３－１に示した回路について，以下の問いに答えなさい。

ただし，答えに用いてよい文字は抵抗とコイルの素子値および E と ω と虚数単位とし，特に指定してない問いでは答えのみを指定された所に記入せよ。また，簡単に記述するために二項演算子“//”を用いてもよい。なお，この演算子は $a//b = 1/(1/a + 1/b)$ を表す。

〔１〕電圧 V_a を求めよ。分母を有理化しなくてもよい。

〔２〕電圧 V_b は電圧源 E に対して，位相は進んでいるか遅れているか，その位相差はどのくらいかを求めよ。

〔３〕点ａと点ｂの電圧が等しいときの，R_4 および L_2 の素子値をそれぞれ求めよ。

〔４〕$R=R_1=R_2=R_3=R_4$，$L=L_1=L_2/4$ とすると，$V_b - V_a = E/2$ となることを示せ。

〔５〕点ａと点ｂの間に抵抗値 R の抵抗をつないだとき，点ａから点ｂへ流れる電流を求めよ。ただし，$R=R_1=R_2=R_3=R_4$，$L=L_1=L_2/4$ とせよ。解答を導く過程も示すこと。

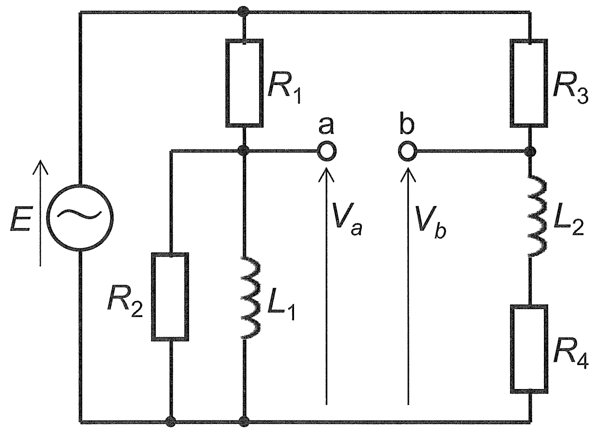


図３－１

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)

4

図４-１に示すような格子状に引かれた線を道路とみなし，地点 $(0,0)$ から地点 (M,N) まで最短で移動するとき，最短経路が何本あるかを動的計画法により求める。ここで M と N は共に正の整数であり，各地点間の道路の長さはすべて等しいとする。地点 $(0,0)$ から地点 (i,j) $(i=0,1,\dots,M,\ j=0,1,\dots,N)$ までの最短経路の本数を $R(i,j)$ とする。なお，地点間の移動は現在の地点から一つ右側，あるいは一つ下側の地点にしか移動できないものとする。また，$R(0,0)=1$ であると定めるものとする。このとき，次の〔１〕～〔２〕に答えなさい。ただし，答えのみでよい。

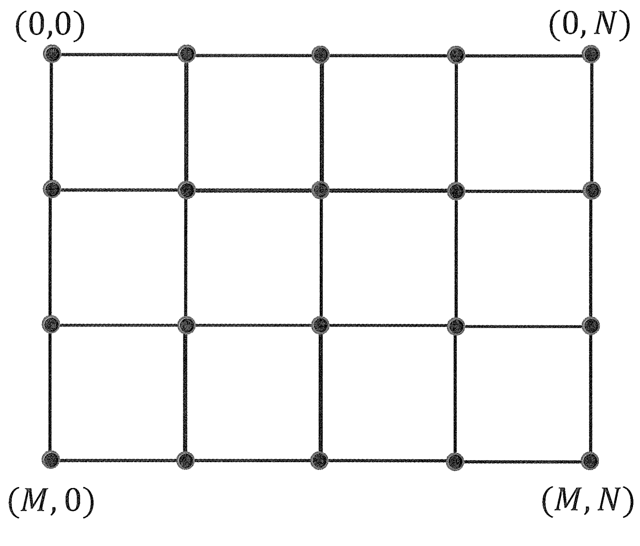


図４－１

〔１〕以下の値を求めなさい。

（１）$R(M,0)$　（２）$R(2,2)$（３）$R(2,100)$

〔２〕図４-２のように，$i>0$ かつ $j>0$ を満たす，通行できない地点（×印）が存在する場合でも，地点 $(0,0)$ から地点 (M,N) までの最短経路の本数を求められるようにしたプログラムを，プログラム４-１に示すようにＣ言語により作成した。プログラム４-１の空白部を穴埋めしなさい。なお，プログラム中の２次元配列 `Flag` の要素 `Flag[i][j]` は地点 (i,j) が通行可能であれば `0`，通行できなければ `1` という値となるよう `setFlag` という関数により定められるものとする。その他の変数や配列の意味についてはプログラム中のコメントを参照すること。

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)

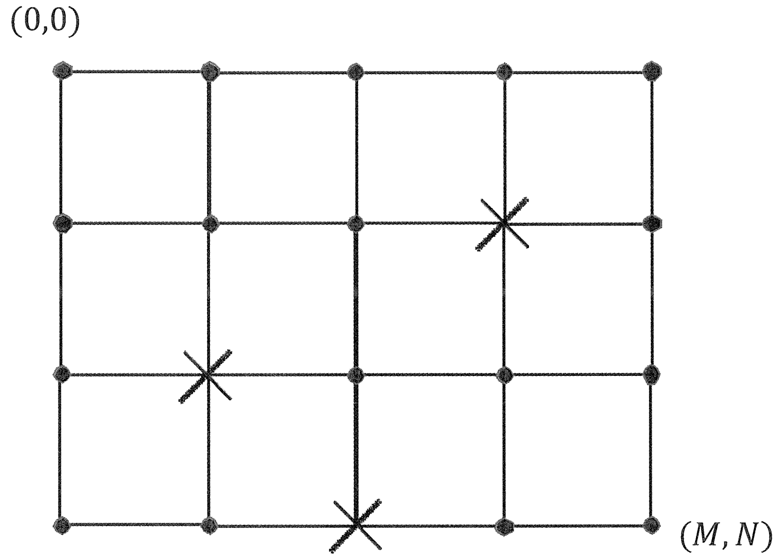


図４－２

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)


```
#include <stdio.h>

#define M 3 /* Mの値 */
#define N 4 /* Nの値 */
void setFlag(int Flag[][N+1]); /* 関数setFlagのプロトタイプ宣言 */

int main(void){
  int i,j;              /* ループ用変数 */
  int R[M+1][N+1];     /* 各地点までの最短経路の本数を格納する配列 */
  int Flag[M+1][N+1];/* 通行の可否を表す値を格納する配列 */
  setFlag(Flag);       /* Flagの値を定めるための関数setFlag */

  /* Rの初期化 */
  for(i=0;i<=M;i++)
    R[i][   (1)   ]=   (2)   ;
  for(j=1;j<=N;j++)
    R[   (3)   ][j]=   (4)   ;

  /* 最短経路の本数を求める部分 */
  for(i=1;i<=M;i++){
    for(j=1;j<=N;j++){
      if(Flag[i][j]==1) /* 通行できない地点の場合 */
        R[i][j]=   (5)   ;
      else
        R[i][j]=   (6)   ;
    }
  }
  /* 最短経路の本数の表示 */
  printf("%d¥n",R[M][N]);
  return 0;
}
```

プログラム 4-1

２０２３年度

東京農工大学工学部第３年次編入学試験問題

試験科目	専門科目 (知能情報システム工学科)

5

真空の誘電率を ε_0，重力を無視できるものとし，z=0 の平面上で考える。次の〔１〕,〔２〕に答えなさい。

〔１〕 図５－１に示すように，真空中に接地された半無限導体で囲まれた $x>0, y>0$ の空間があり，この空間に電荷量が q ($q>0$) の点電荷 Q が置かれている。このとき，導体外部の電位は，導体の代わりに三つの電荷 Q_1，Q_2，Q_3 を仮想的に置いた場合と等しくなることが知られている。以下の問いに答えなさい。ただし，解答欄には答えのみを記入せよ。

（１）仮想電荷 Q_1，Q_2，Q_3 の電荷量，および，それぞれの位置の座標を求めなさい。

（２）点電荷 Q に作用する静電気力 $\boldsymbol{F}$ を q，d，ε_0，π を用いて示しなさい。

〔２〕 図５－２に示すように，真空中に接地されていない半径 a の導体球があり，導体球の中心 O から距離 b ($b>a$) の x 軸上に電荷量が q ($q>0$) の点電荷 Q が置かれている。このとき，導体外部の電位は，導体の代わりに (0,0,0) の位置に点電荷 Q_1，$(\frac{a^2}{b},0,0)$ の位置に点電荷 Q_2 を仮想的に置いた場合と等しくなることが知られている。仮想電荷 Q_1 の電荷量を q_1，仮想電荷 Q_2 の電荷量を q_2 とするとき，以下の問いに答えなさい。

（１）無限遠点の電位を 0 とするとき，A (a,0,0) の電位 V_A，および，B($-a$,0,0) の電位 V_B をそれぞれ q，q_1，q_2，a，b，ε_0，π を用いて示しなさい。ただし，解答欄には答えのみを記入せよ。

（２）導体表面の電位が等しいことを利用して，q_1 と q_2 をそれぞれ q，a，b を用いて示しなさい。ただし，解答を導く過程を示すこと。

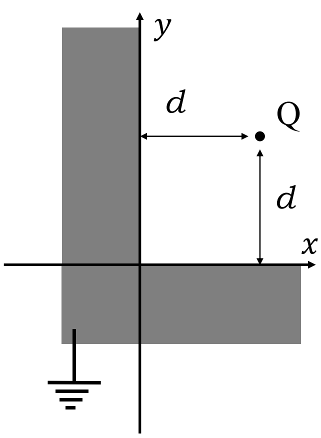


図５－１

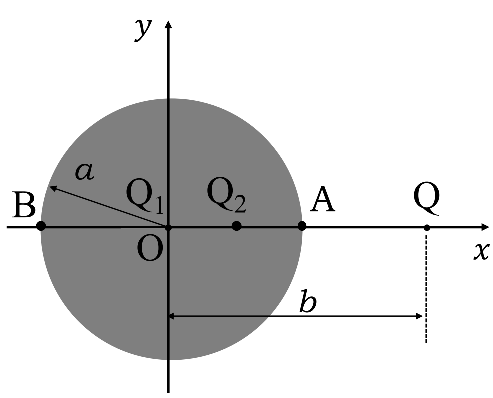


図５－２