

平成 2 8 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	
------	----	------	--

1 枚のうち 1

問題は 4 問あります。すべての問題に解答しなさい。解答は指定された解答用紙に記入しなさい。おもて面のみに記入できない場合はうら面を使用しても構いません。その場合は、うら面につづく旨を解答用紙のおもて面に明記しなさい。

1 2 変数関数 $f(x, y) = 3x^2y + xy^3 - 5xy$ の極値をすべて求めなさい。ただし、求めたすべての極値について極大値であるか極小値であるかを明記し、さらに極大値もしくは極小値をとる点 (x, y) も書きなさい。

2 領域 $D = \{ (x, y) \mid x^2 + y^2 \leq x, y \geq 0 \}$ における次の 2 重積分 I の値を求めなさい。

$$I = \iint_D x^2y \, dx \, dy$$

3 $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & -4 \\ -3 & 1 & 7 \\ -1 & 4 & -5 \end{pmatrix}$, $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$, $\mathbf{b} = \begin{pmatrix} -5 \\ t \\ u \end{pmatrix}$ とする。ただし、 t, u は定数とする。

[1] 未知数 x_1, x_2, x_3 に関する連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$ が解をもつとき、 u を t の式で表しなさい。

[2] u が [1] で求めた t の式で表されているとする。 $t = 9$ とした場合の連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$ を解きなさい。

4 x の関数 $y = y(x)$ についての微分方程式

$$y'' - y' - 6y = 6x + 4e^{-x}$$

の解のうち、 $y(0) = 0, y'(0) = 0$ を満たすものを求めなさい。

平成 28 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
------	----	------

2枚のうち1

1 滑らかな水平面上で、 x 軸正方向に速さ v で進む質量 m の小球 A が、原点に静止している同じ質量 m の小球 B に一直線上で衝突する問題を考える。2つの小球の反発係数 e を 1 とし、小球は大きさが無視できる質点とする。また、衝突は無限小の時間で起こるとする。小問〔6〕以外は答のみを解答欄に記せ。

- 〔1〕 図1のように、小球 B が単に原点に置かれている場合を考える。衝突後の小球 A, B の速度 v_A, v_B を求めよ。
- 〔2〕 小問〔1〕で、2つの小球の運動エネルギーの和 E は衝突の前後でどれだけ変化するか、 $\Delta E = E(\text{後}) - E(\text{前})$ で答えよ。
- 〔3〕 図2のように、小球 B にバネ（バネ定数を k とし、質量を無視する）が自然長 ℓ の状態を取り付けられ、バネの他端が壁に固定されている場合を考える。衝突の瞬間の時刻を $t=0$ とし、時間を横軸、小球 A, B の位置 x_A, x_B を縦軸にとり、衝突前後の $x_A(t), x_B(t)$ の概略のグラフを描け。グラフには、 $t > 0$ だけでなく $t < 0$ の領域も含め、特徴的な時刻を記入すること。
- 〔4〕 小問〔3〕で、バネが最も縮んだときの長さを求めよ。
- 〔5〕 図3のように、小球 B にバネ（バネ定数を k とし、質量を無視する）が自然長 ℓ の状態を取り付けられ、バネの他端に小球 A, B と同じ質量 m の小球 C が取り付けられている場合を考える。衝突後の小球 B と小球 C の重心（質量中心）の速度を求めよ。
- 〔6〕 小問〔5〕で、バネが最も縮んだときの長さを求めよ。答だけでなく、導出過程を簡潔に記せ。

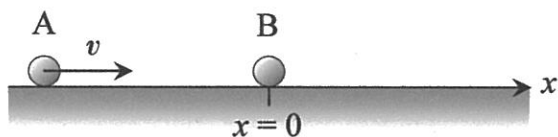


図 1

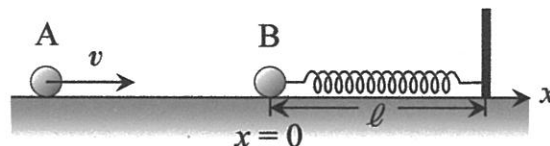


図 2

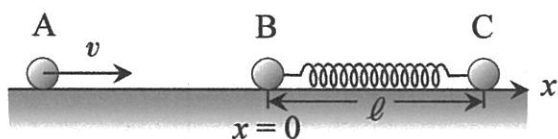


図 3

平成 2 8 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 枚のうち 2

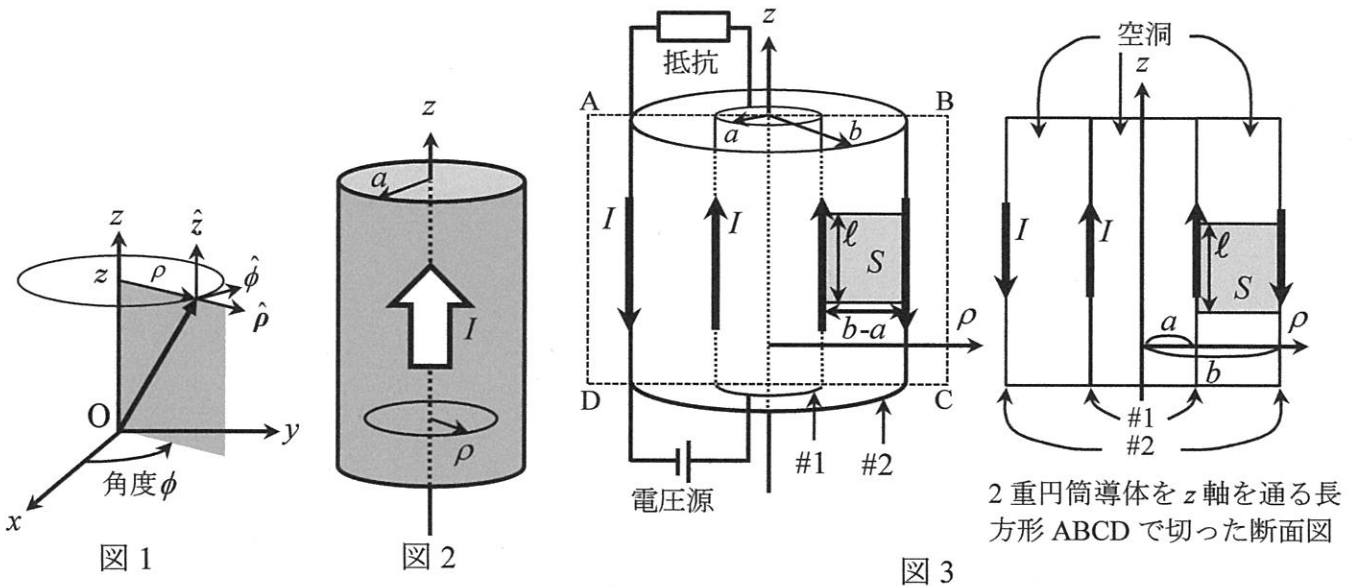
2 同心の薄肉 2 重円筒導体のインダクタンスを求めよう。図 1 に示すように円柱座標系を定義し、単位ベクトルを $\hat{\rho}, \hat{\phi}, \hat{z}$ とする。電流は z 軸方向に流れている。空間は真空であり、透磁率を μ_0 、自然対数の底を e とする。答えのみ解答用紙の所定の欄に記入せよ。

[1] 図 2 に示すように半径 a の無限に長い円柱導体内を一様な密度で定常電流 I が流れている。

- (1) 円柱導体中の電流密度 J を求めよ。
- (2) z 軸を中心とする半径 ρ の円柱を考える。円柱内部を流れる電流を ρ ($\rho = 0 \sim +\infty$) の関数として求めよ。
- (3) z 軸からの距離が ρ の点の磁束密度の大きさ $B(\rho)$ を求めよ。
- (4) $B(\rho)$ をグラフ化せよ。
- (5) z 軸からの距離が ρ の点 ($\rho \neq 0$) の磁束密度の向きを以下の選択肢から選び答えよ。
 $\{\hat{\rho}, +\hat{\phi}, -\hat{\phi}, +\hat{z}, -\hat{z}\}$ 方向

[2] 図 3 に示すように、無限に長いと見なせる同心の薄肉 2 重円筒導体の内導体(#1)と外導体(#2)に往復の定常電流 I が一様に流れている。内導体、外導体の半径をそれぞれ a, b とする。

- (1) z 軸からの距離が ρ の点の磁束密度の大きさ $B(\rho)$ を ρ ($\rho = 0 \sim +\infty$) の関数として求めよ。
- (2) 内導体と外導体の表面に直交し、かつ表面に接する幅 $b-a$ 、長さ l の長方形の面 S を考える。面 S を貫く磁束 Φ を求めよ。なお、2 重円筒導体の長さは l より十分長く、電圧源、抵抗の物理的大きさや周辺の導線の磁束への寄与は無視できるものとする。
- (3) (2) をもとに、内外導体間の単位長さあたりの自己インダクタンス L_0 を求めよ。



2 重円筒導体を z 軸を通る長方形 ABCD で切った断面図

平成 2 8 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
------	-----	------

4枚のうち1

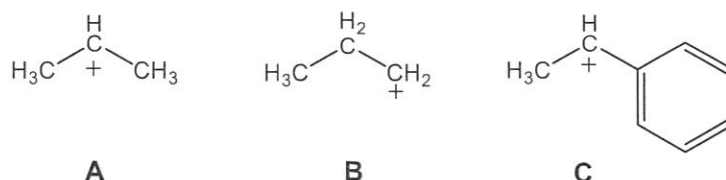
①, ②, ③のすべての問題に解答しなさい。各問は指定された解答用紙に解答すること。解答用紙の追加配布はしません。解答用紙の裏面使用も認めません。

① 次の〔1〕～〔4〕の間に答えなさい。

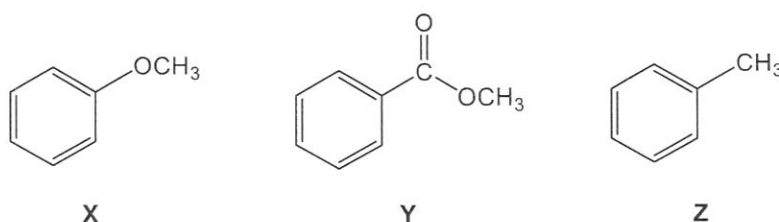
〔1〕 次の文章の内容が誤っているものを全て挙げ、記号で答えなさい。

- (ア) 水 ($pK_a = 16$) とアセチレン ($pK_a = 25$) では、アセチレンの方が高い酸性度を示す。
- (イ) DNA の二重らせん構造の形成に重要な水素結合は、共有結合である。
- (ウ) マグネシウムは、炭素よりも電気陰性度が大きい。
- (エ) ベンゼンは、ピリジンより大きな双極子モーメントを持つ。
- (オ) アセトアニリドとアニリンでは、アニリンの方が強い塩基性を持つ。
- (カ) 2-メチルプロペンと塩化水素との反応では、マルコフニコフ則に従い、2-クロロ-2-メチルプロパンが主に生成する。

〔2〕 次のカルボカチオンの相対的な安定性を比較するとどうなるか、最も安定なものから順に **A ~ C** の記号を左から右へ並べて答えなさい。



〔3〕 次の化合物 **X ~ Z** を濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させてニトロ化を行った。ニトロ化反応の速さの序列を、反応が最も速やかに進行する化合物から順に **X ~ Z** の記号を左から右へ並べて答えなさい。また、ニトロ化の反応速度に違いが生じる理由を 100 字以上 200 字以内で説明しなさい。解答用紙のマス目の下の空白に構造式を描き文章の説明を補ってもよい (構造式は字数に含めない)。



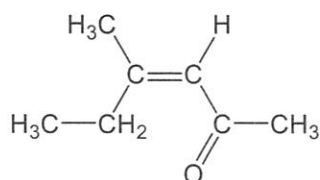
平成 2 8 年度
東京農工大学工学部第 3 年次編入学試験問題

試験科目	化 学
------	-----

4 枚のうち 2

[4] 分子式が $C_4H_{10}O$ である化合物には、構造異性体が存在する。これらの構造異性体の中には、ナトリウムの単体と反応して気体を発生させる化合物が x 種類、発生させない化合物が y 種類ある。以下の問に答えなさい。なお、構造式が必要な場合は下の例のように記載しなさい。

(構造式の記入例)



- (1) 下線部の気体は何か？分子式を記しなさい。
- (2) 二重下線部 y 種類の化合物に共通する官能基の名称を記しなさい。
- (3) x, y に相当する数字を記しなさい。
- (4) 波線部 x 種類の化合物の中には、鏡像異性体を持つ化合物が一種類含まれている。この化合物の構造式を描き、不斉炭素原子に*印を明記しなさい。
- (5) (4)の鏡像異性体を持つ化合物を硫酸水溶液中で加熱すると分子式 C_4H_8 の化合物が複数生成した。この反応で生成する全ての化合物の構造式を記しなさい。

平成 28 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
------	----

4 枚のうち 3

〔2〕 次の文章を読み〔1〕～〔5〕の間に答えなさい。

ホウ素には複数の同位体が存在するが、^(a) ${}^8\text{B}$ は原子核に中性子を〔ア〕個有する放射性同位体であり、その半減期は $7.70 \times 10^{-1} \text{ s}$ である。

ホウ素の利用は多岐にわたるが、例えばケイ素の中に微量のホウ素を添加することで〔イ〕型半導体となることが知られている。

ホウ素のフッ素化合物である三フッ化ホウ素 BF_3 において、ホウ素と 3 つのフッ素原子との結合にはホウ素原子の〔ウ〕軌道が用いられ、ホウ素上には〔エ〕つの空の〔オ〕軌道が存在する。このため BF_3 はトリエチルアミン $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_3$ と室温で容易に反応して単離可能な ^(b) 付加生成物 A を生成する。

ホウ素の水素化物 BH_3 はボランと呼ばれ、多くの場合その二量体であるジボラン B_2H_6 として存在する。 BH_3 はアルケンに対して高い反応性を示す。例えば BH_3 は 3 当量のスチレン $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$ と容易に反応し、主生成物としてアルキルボランが生成する。このアルキルボランは塩基の存在下で〔カ〕との反応により〔キ〕を生成する。

〔1〕 空欄〔ア〕～〔オ〕に適切な数また語句を答えなさい。

〔2〕 空欄〔カ〕の化学式を答えなさい。また、空欄〔キ〕はアルコールであり、その示性式を書きなさい。

〔3〕 下線部(a)に示した ${}^8\text{B}$ の崩壊により、はじめに存在した ${}^8\text{B}$ の物質量が $1/16$ になるまでに要する時間を有効数字 3 桁で答えなさい。なお、答えだけでなく考え方と計算過程も書きなさい。

〔4〕 下線部(b)の付加生成物 A におけるホウ素-窒素間の結合の名称を答えなさい。

〔5〕 下線部(b)の付加生成物 A を与える BF_3 のような物質は、例えば塩化水素や硫酸とは異なる種類の酸である。 BF_3 のような酸は何と呼ばれるかを答え、その定義を 10 字以上 40 字以内で説明しなさい。

平成 28 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
------	----

4 枚のうち 4

- 〔3〕 次の文章を読み, [1] ~ [5] の間に答えなさい。答えを導く過程も書きなさい。
窒素(N)および酸素(O)の原子量はそれぞれ 14.0 および 16.0 とし, 気体定数は $8.31 \times 10^3 \text{ Pa L/K mol}$ とする。また, 気体は理想気体として取り扱うことができるものとする。

四酸化二窒素 (N_2O_4) が分解して二酸化窒素 (NO_2) になる気体反応は, 次の化学式(a)で表される可逆反応である。ここで, (g)は気体であることを示している。



1.00 mol の純粋な N_2O_4 ガスを容器に入れて, 容器内の温度を 300 K に保持しながらしばらく放置したところ平衡状態となり, そのときの容器内部の圧力は $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ で気体の密度は 3.11 g/L であった。

- [1] 化学式(a)が平衡状態にあるときの混合気体の平均分子量 M_{ave} を求めなさい。
- [2] 平衡状態において反応した N_2O_4 の割合を解離度 α と定義する。容器内に N_2O_4 のみが存在していた最初の状態に比べて, 平衡状態では容器内の物質量が何倍になるか α を用いて答えなさい。
- [3] 解離度 α および平衡状態での混合気体中の N_2O_4 および NO_2 の分圧 $p_{\text{N}_2\text{O}_4}$ および p_{NO_2} をそれぞれ有効数字 2 桁で求めなさい。
- [4] 平衡状態での圧平衡定数(K_p)を有効数字 2 桁で求めなさい。このとき, 標準圧力 p^\ominus を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ と近似して計算しなさい。
- [5] この反応の標準ギブズエネルギー変化(ΔG^\ominus)を有効数字 2 桁で求めなさい。また, 必要であれば以下の数値を使用しなさい。

$$\begin{aligned} \ln 10 &= 2.3, & \ln 11 &= 2.4, & \ln 12 &= 2.5, & \ln 13 &= 2.6, & \ln 14 &= 2.6, \\ \ln 15 &= 2.7, & \ln 16 &= 2.8, & \ln 17 &= 2.8, & \ln 18 &= 2.9, & \ln 19 &= 2.9 \end{aligned}$$

平成28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	生物	受験番号	
------	----	------	--

4 枚のうち1

次の問題 1 から 4 をすべて答えよ。また、1 問につき指定された解答用紙を使用せよ。指定された解答用紙以外に解答した場合は、採点されない。

1 次の文章を読んで、以下の問いにすべて答えよ。

生体分子中の窒素は、大気中の窒素に由来する。しかし、高等生物は大気中の窒素をそのままでは利用できず、一部の細菌が① NH_3 に還元して取り込んだ窒素を、アミノ酸などさまざまな形で取り込んでいる。取り込まれた窒素は、アミノ酸や②核酸の合成などに利用される。

一方、アミノ酸として取り込まれた窒素のうち過剰な分は尿素回路に入り、③尿素として排出される。アミノ酸が過剰に取り込まれると、アミノ酸からは α -アミノ基が除去され、炭素骨格は代謝中間体になる。多くのアミノ酸のアミノ基は、(ア)に移されて、(イ)ができる。アラニンからアラニンアミノ基転移酵素によりアミノ基が移される場合は、アラニンからアミノ基が除去された(ウ)と(イ)が出来る。(エ)は、この(イ)から(オ)として NH_3 を取り除く酵素である。この結果、取り除かれた(オ)は尿素に変換されて排出される。尿素への変換反応は、(オ)が CO_2 、 ATP 、 H_2O と反応することで(カ)が出来ることによって開始される。(カ)は、尿素回路においてオルニチンと反応した後、④いくつかの中間体を経て、再びオルニチンになり、そのときに尿素が生成される。

[1] 下線部①に関して、大気中の N_2 を NH_3 に還元してアミノ酸などの合成に利用することを何というか答えよ。また、細菌内でその反応を行う酵素の名称を書け。

[2] 下線部②に関して、DNAに含まれる4種類の塩基の名称をすべて答えよ。

[3] 下線部③に関して、尿素の構造式を記せ。

[4] 空欄(ア)～(カ)に当てはまる語句を入れなさい。ただし、空欄(オ)にはイオン式を入れよ。

[5] 尿素回路は細胞内の2つの区画にまたがって進行するが、この2つの区画の名称を答えよ。また、これらの反応系の活性が高い臓器の名称を述べよ。

[6] 下線部④に関して、中間体の名称(キ)、(ク)、(ケ)を生じる順番に答えよ。

オルニチン→(キ)→(ク)→(ケ)→オルニチン

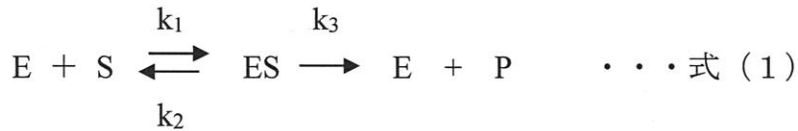
平成28年度
東京農工大学工学部第3年次編入学試験問題

試験科目	生物
------	----

4 枚のうち 2

2 酵素反応速度論に関する次の文章を読んで、以下の問いにすべて答えよ。

酵素の反応速度論的性質は以下の式 (1) のように表すことができる。



ただし、E、S、ES、P で表す記号はそれぞれ酵素、基質、酵素基質複合体、生成物を示し、 k_1 、 k_2 、 k_3 で表す記号はいずれも反応速度定数を示す。

- [1] 生成物の生成速度 $V (= d[P]/dt)$ を与えられた記号を使って示せ。
- [2] 最初に加えた酵素の全濃度を $[E_0]$ としたとき、 $[E_0]$ を与えられた記号を使って示せ。
- [3] ミカエリス定数 $K_m = [E][S]/[ES]$ とする。 K_m と [2] の結果から、生成速度 V を $[E]$ と $[ES]$ を使わずに示せ。
- [4] 酵素の触媒部位が飽和するまで基質を加えたときに得られる最大速度 V_{max} を求めよ。
- [5] 基質濃度がミカエリス定数に等しくなったときの生成速度 V を求めよ。
- [6] K_m が解離定数と等しくなるのはどのような条件か、反応速度定数を示す記号を用いて 20 字以内で記述せよ。ただし、反応速度定数を示す記号は一文字として数える。
- [7] 酵素反応を計測する際に、任意の時間の基質濃度、反応速度を求めることは困難である。そのため、 $[S]$ の代わりに最初に加えた基質濃度 $[S_0]$ 、 V の代わりに基質添加直後の反応速度である V_0 を用いることが多い。縦軸に $1/V_0$ 、横軸に $1/[S_0]$ としたラインウェーバー・バークプロットから V_{max} と K_m を求めることができる。これにより阻害剤による酵素反応の阻害機構が考察できる。阻害機構には、阻害剤と基質が酵素の同じ部位に競合的に結合する競争的阻害、異なる場所に結合する非競争的阻害がある。競争的阻害、非競争的阻害のそれぞれにおいて、ラインウェーバー・バークプロットで得られるグラフはどのようなようになるか、阻害剤の有る場合と無い場合のグラフを書き入れよ。このとき、各々のグラフに阻害剤の有無を明記すること。

平成28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	生物
------	----

4枚のうち3

3 大腸菌における遺伝子発現の制御に関する次の文章を読んで、以下の問いに全て答えよ。

1961年、ジャコブとモノーによって提唱された(ア)説は、原核生物における高度な転写制御について説明するものである。その代表例は、大腸菌のラクトース(ア)である。この(ア)にはラクトースの分解に関わる(イ)遺伝子と、(イ)遺伝子の転写制御に関わる(ウ)遺伝子とがある。(イ)遺伝子にはラクトースの分解に関わる酵素の遺伝子である *lacZ*、*lacY*、*lacA* が含まれ、(ウ)遺伝子は *lacI* である。*lacY* はラクトースを細胞内に輸送する酵素、*lacZ* はラクトースを(エ)と(オ)に分解する酵素をコードする。転写の制御は①RNAポリメラーゼが結合する(カ)に隣接するDNA領域へのタンパク質の結合によって行われる。ラクトースがないときは、タンパク質である(キ)が(ク)に結合しており、(イ)遺伝子は転写されない。一方、ラクトースがあると、②(キ)の結合が阻害され、(イ)遺伝子の転写が促進され、ラクトース分解が進む。このように酵素反応の産物が、酵素反応全体の進行を調節するしくみを(ケ)調節という。

[1] 空欄(ア)～(ケ)に当てはまる語句を書き入れよ。ただし、(エ)と(オ)は順不同とする。

[2] (イ)遺伝子、(ウ)遺伝子、(カ)、(ク)をDNAの上流からの順番に並べよ。ただし、空欄(イ)、(ウ)、(カ)、(ク)に名称を書き入れて答える必要は無い。

[3] (エ)と(オ)のように1つの不斉炭素のみで立体配置が異なっている糖を何と呼ぶか答えよ。また、不斉炭素の位置番号を答えよ。

[4] 下線部①のRNAポリメラーゼは真核生物では何種類あるか答えよ。そのうち、mRNA合成に関わるRNAポリメラーゼの名称を答えよ。

[5] 下線部②において、タンパク質(キ)の結合が阻害される理由をラクトースの作用を示して、80字以内で記述せよ。

平成28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	生物
------	----

4枚のうち4

4 DNAの塩基配列決定方法に関する次の文章を読んで、以下の問いに全て答えよ。

DNAの塩基配列決定法は、化学的手法と(ア)法に代表される酵素的手法に大別される。(ア)法にはいくつかの方法があるが、いずれも(イ)結合の形成を触媒する①酵素である(ウ)がDNAを伸長する反応を利用する。DNA伸長反応には、配列を決定したい長鎖DNAとプライマーの他に、4種類の(エ)と(オ)イオンが必要であり、(イ)結合の形成に伴って(カ)が遊離する。塩基配列を決定する際には、(エ)とその類似体である(キ)を共存させてDNA伸長反応を行う。このとき、類似体の濃度は(エ)の濃度と比べてかなり(ク)くする必要がある。②類似体が長鎖DNAに取り込まれることでDNA伸長反応は停止し、鎖長の異なるDNA断片が生じる。これらの鎖長の異なるDNA断片を電気泳動で分離することで塩基配列が決定できる。核酸は(ケ)に帯電しているため、電気泳動では(コ)極に向かって泳動し、DNA断片の長さが(サ)いものほど速く泳動する。

[1] 空欄(ア)～(サ)に当てはまる語句を書き入れよ。

[2] 下線部①について、DNA伸長反応では耐熱性の酵素が用いられることが多い。その理由を80字以内で記述せよ。

[3] 大腸菌とヒトの全ゲノムの長さは、およそどれくらいか、以下の中から最もふさわしいものを選んで、それぞれ答えよ。

5×10^5 塩基対、 5×10^6 塩基対、 5×10^7 塩基対、 3×10^8 塩基対、 3×10^9 塩基対、 3×10^{10} 塩基対

[4] 下線部②について、DNA伸長反応が停止する理由を40字以上60字以内で記述せよ。

平成 28 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 (電気電子工学)	受験番号	
------	------------------	------	--

2 枚のうち 1

1

図 1 に示すように、三次元空間の x 座標軸上の 2 点 $(d, 0, 0)$ と $(-d, 0, 0)$ (但し $d > 0$ [m]) にそれぞれ電荷量 $Q (> 0)$ [C] の点電荷を置いて固定した. そして x 座標軸上の点 $(x_0, 0, 0)$ (但し $x_0 > 0$ [m]) に電荷量 $q (> 0)$ [C] に帯電している質量 m [kg] の質点 M を初速ゼロで静かに置いた. 質点 M は x 座標軸上を摩擦なく動くことができるものとする. 質点 M は 2 つの電荷 Q が与える静電ポテンシャルの作用により動く. 時刻 t における質点 M の位置を $(x, 0, 0)$ とする. 空間の誘電率を ϵ [F/m] とする. 以下の間に答えよ. なお, 解答欄には解答のみを書くこと.

[1] 2 つの電荷 Q により静電ポテンシャルが生じる. 無限遠方の静電ポテンシャルをゼロとする. 位置 $(x, 0, 0)$ にある質点 M の静電ポテンシャルエネルギー U [J] を $x, x_0, \epsilon, Q, q, m, d$ のうち適当な記号を用いて表せ.

[2] 質点 M に働くカベクトル \mathbf{F} [N] を U から導く微分式を U を用いて表せ.

[3] x_0 及び x が d より非常に小さいとき, U は $\tilde{U} = \frac{qQ}{2\pi\epsilon d} \left(1 + \frac{x^2}{d^2}\right)$ と近似できる. U を \tilde{U} と近似したと

きの \mathbf{F} を求め, 質点 M の x 座標軸方向の運動の式を $x, x_0, \epsilon, Q, q, m, d$ のうち適当な記号を用いて表せ.

[4] 質点 M は x 座標軸上を往復運動する. 往復運動の角振動数 ω [rad/s] を $x, x_0, \epsilon, Q, q, m, d$ のうち適当な記号を用いて表せ.

[5] 電荷 q の加速度運動のため質点 M から電磁波が放射される. 図 1 に示すように, 質点 M から十分遠い円弧上の点 A (x 軸上), 点 B ($\angle COB = \pi/6$), 点 C ($\angle DOB = \pi/3$), 点 D (y 軸上) のうち電磁波の強度が最も大きい点を答えよ.

[6] 電磁波放射により単位時間に失われるエネルギー P [W] は Larmor の式から $P = \frac{q^2}{12\pi\epsilon c^3} \omega^4 x_p^2$ と与えられる. ここで x_p は往復運動の振幅, c は光速である. q が十分小さいとき, 電磁波放射のため質点 M の静電ポテンシャルエネルギーは徐々に失われ x_p は小さく

なり, $\frac{d\tilde{U}(x_p)}{dt} = -P$ となる. この関係式を用いて x_p の時間

変化の式を $x_p, x, x_0, \epsilon, Q, q, m, d, c$ のうち適当な記号を用いて表せ.

[7] x_p が初期値 x_0 の $1/e$ 倍 (但し e は自然対数の底) に小さくなるまでの時間 τ [s] を $x_p, x, x_0, \epsilon, Q, q, m, d, c$ のうち適当な記号を用いて表せ.

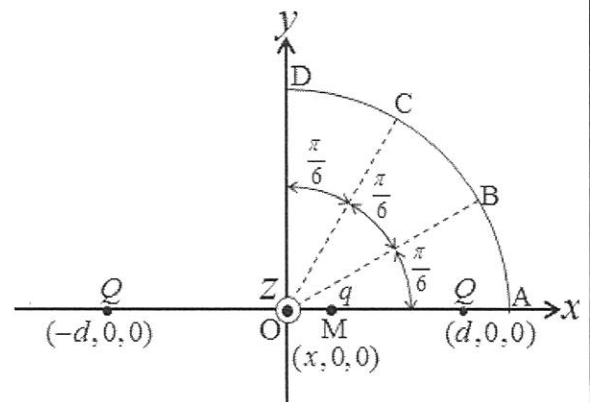


図 1

平成 28 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 (電気電子工学)
------	------------------

2枚のうち2

2

[1] 図 2-1 の回路の電流 $i(t)$ を次式の形で表したときの A と α を求めなさい。答えのみで良い。
 $i(t) = A \sin(\omega t + \alpha)$

[2] 電圧フェーザ (複素表示) E , 角周波数 ω の正弦波交流を印加した図 2-2 の回路について以下の問いに答えなさい。答えのみで良い。

- (1) R_L を通る電流フェーザ I_L を求めなさい。
- (2) R_L の消費電力 (実効電力) P を求めなさい。
- (3) R_L が可変のとき(2)の P を最大にする R_L の値, および, そのときの消費電力 P_{max} を求めなさい。

[3] 角周波数 ω の正弦波交流を印加した図 2-3 の回路について以下の問いに答えなさい。図中の電圧および電流の変数は全てフェーザ表示である。(1)から(3)は答えのみで良い。(4)は導出過程も示しなさい。なお, 2端子対回路 N1 の F 行列 F_1 は, 図 2-3 の向きに電圧 V_1, V_2 および電流 I_1, I_2 をとったとき次式で定義される。

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = F_1 \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix}, \quad F_1 = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix}$$

- (1) 2-2'間が開放のときの2-2'間の電圧 (V_f とする) を求めなさい。
- (2) 2-2'間が開放のときの2-2'の左側のインピーダンス (Z_2 とする) を求めなさい。
- (3) 2-2'間が開放のときの2-2'の左側のテブナンの等価回路 (等価電圧源) を書きなさい。
- (4) 2-2'の後ろに回路 N2 を接続したときの2-2'間の電圧 (V_2' とする) を求めなさい。

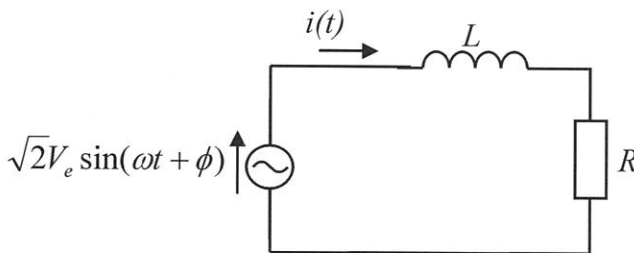


図 2-1

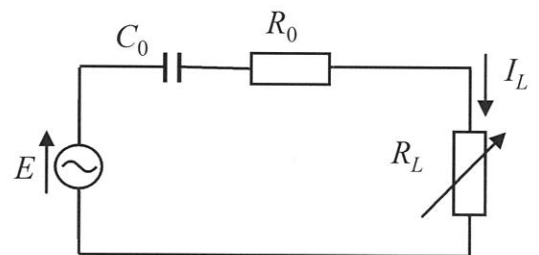


図 2-2

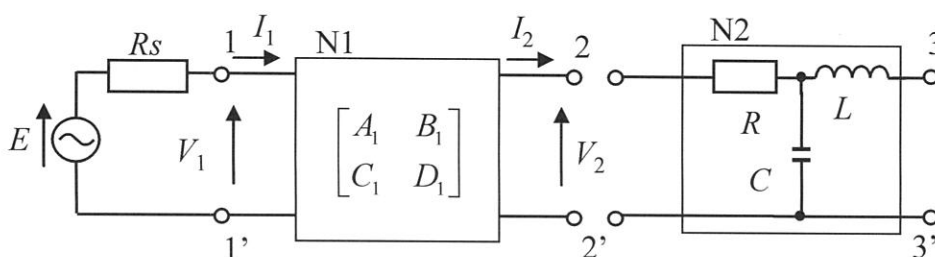


図 2-3

平成 2 8 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 (機械システム工学科)	受験番号	
------	---------------------	------	--

5 枚のうち 1 枚目 (表紙)

注意事項

- 1) この問題冊子は、この表紙を含めて 5 枚となっている。
- 2) 問題冊子 2 ページ目の問題番号 1 から 5 ページ目の問題番号 4 までの合計 4 題すべてについて答えること。
ただし、解答は問題番号に対応した解答冊子のページに行くこと。
問題冊子や下書冊子への記入、また、解答冊子の問題番号と対応しないページへの解答は採点対象とならない。
- 3) 「解答始め」の合図の後、この問題冊子の表紙上部にある「受験番号」欄に記入せよ。
また、解答冊子すべてのページ上部にある「受験番号」欄と「第 1 志望コース」欄、および、下書冊子 1 枚目のページ上部にある「受験番号」欄に必要事項を記入すること。
- 4) 解答にあたり、下書冊子を自由に使用して良い。
- 5) 問題冊子、解答冊子および下書冊子のホッチキスを外してはならない。
- 6) 試験終了後、問題冊子、解答冊子、および下書冊子はすべて回収する。
持ち帰ってはならない。

平成 2 8 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 (機械システム工学科)
------	---------------------

5 枚のうち 2 枚目

1

以下の文章中の空欄[1]～[7]に適切な数式を入れて文章を完成させよ。ただし、用いる文字・記号は文章中あるいは図中に用いられているものを使うこと。

図に示すような消防用のホースを巻いた車輪を考える。車輪の質量を M 、半径を R 、中心軸回りの慣性モーメントを I 、中心からホースが巻き取り部より離れる点までの距離を r とする。また、車輪の回転角を θ とする。ただし、反時計回りを正とする。いま、座標系 $x-y$ を図のようにとる。重力が y 軸負の方向にかかっている。ホースを引く力 P が x 軸から α の角度に働いている。このとき、ホースを引く点は車輪から十分遠く α は変化しないとし、車輪は滑らずに転がるものとする。また、引く力 P は図のように右上に引く方向を正とする。このとき車輪の x 軸方向の加速度を求める。車輪に働く力は重力 Mg 、ホースからの力、平面からの反力 N 、摩擦力 F とすると、

$$M\ddot{x} = [1] \quad \text{-----} \quad \textcircled{1}$$

$$M\ddot{y} = [2] = 0 \quad \text{-----} \quad \textcircled{2}$$

$$I\ddot{\theta} = [3] \quad \text{-----} \quad \textcircled{3}$$

滑らずに転がる時は $x = -R\theta$ であることより、式③で θ を消去して F についてまとめると、

$$F = [4] + [5]\ddot{x} \quad \text{-----} \quad \textcircled{4}$$

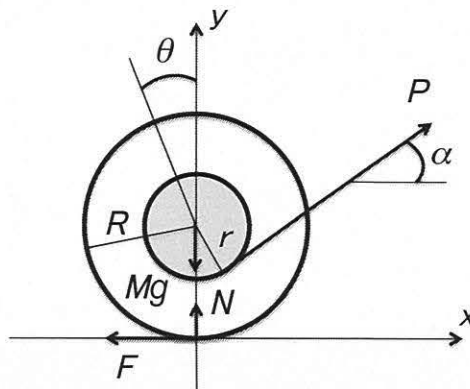
を得る。 F を式①に代入して加速度 \ddot{x} についてまとめると

$$\ddot{x} = [6] \quad \text{-----} \quad \textcircled{5}$$

となる。ここで角度 α により車輪が右あるいは左に転がる。この車輪が左右に転がる境界は $\ddot{x} = 0$ のときとする。このときの角度 α は式⑤より

$$\cos \alpha = [7] \quad \text{-----} \quad \textcircled{6}$$

と求められる。



図

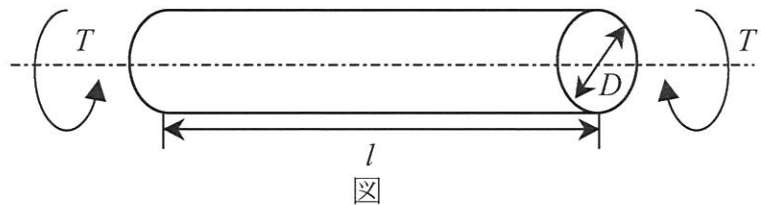
平成 28 年度
東京農工大学工学部第 3 年次編入学試験問題

試験科目	専門科目 (機械システム工学科)
------	---------------------

5 枚のうち 3 枚目

2

[1] 図に示す、ねじりモーメント T が加わる長さ l 、直径 D の中実丸棒がある。丸棒の許容せん断応力を τ_a 、円周率を π として、以下の問いに答えよ。なお、解答は問題文中の適切な文字を用いて表せ。



- (1) この丸棒の断面二次極モーメントを求めよ。
- (2) ねじりにより生じる最大せん断応力 τ_{\max} を求めよ。
- (3) 最大せん断応力 τ_{\max} が、丸棒の許容せん断応力 τ_a 以下となる最小の直径 D_{\min} を求めよ。
- (4) 最大せん断応力 $\tau_{\max} (\leq \tau_a)$ に達したとき、ねじり角は ϕ であった。このとき、丸棒のせん断弾性係数を τ_{\max} 、 ϕ 、 l 、 D を用いて表せ。

[2] 機械材料に関する以下の文章の空欄□に適切な語句を入れて、文章を完成させよ。なお、解答は答案用紙の指定欄に記入すること。

- (1) 2 種類以上の金属または金属と非金属からなる金属的性質を示す物質を a という。
- (2) 定められた永久ひずみ (例えば 0.2%) を生じる応力を b という。
- (3) 塑性加工において再結晶温度より上の温度での加工を c、それ以下の温度での加工を d という。
- (4) 鋼材中に吸収された水素により鋼材の強度 (延性またはじん性) が低下する現象を e という。
- (5) 原料粉末を型に充填して加圧成形し、材料の融点以下の温度で熱すると粉末が凝集して強固な固形物となる現象を f という。

平成 28 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 (機械システム工学科)
------	---------------------

5 枚のうち 4 枚目

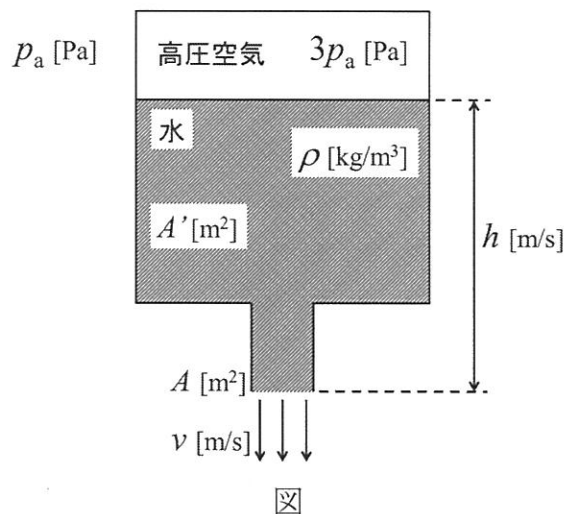
3

高压空気の圧力によりタンクから水を噴出し、それにより推力を得るロケット（水ロケット）を考える。ただし簡単の為、水ロケットは図に示すような形状とし、流体の粘性によるエネルギー損失と重力の影響は無視するものとする。水の密度を ρ [kg/m³]、大気圧は p_a [Pa] とし、タンク内の高压空気の圧力は $3p_a$ [Pa] とする。水は断面積 A [m²] の直管ノズルから噴出する。タンクの断面積 A' [m²] はノズル断面積 A よりも十分に大きいとし（水位は一定と考える）、流れは定常であると考えてかまわない。以下の設問に答えよ。解答を導く過程も示すこと。

[1] 水ロケットは固定されているものとする。

- (1) 水がノズルより速度 v [m/s] で噴出する時、水ロケットの推力を、水ロケットを囲む検査体積を考えて運動量保存の法則を適用することで求めよ。答えは、 ρ, p_a, A, A', v の中から必要な記号を用いて示せ。
- (2) 水の噴出速度 v [m/s] を求めよ。答えは、 ρ, p_a, A, A' の中から必要な記号を用いて示せ。
- (3) タンク内の流体は淀んでいると近似して、タンク壁面に内と外から加わる圧力を積算し、水ロケットが流体から受ける力を求めよ。答えは、 ρ, p_a, A, A', v の中から必要な記号を用いて示せ。
- (4) (3) で求めた力は、(1) 及び (2) により求めた推力と一致しない。その原因として何が考えられるか、答えよ。

[2] 水ロケットが図の上方へ、推力により加速度運動している場合について考える。水ロケットが受ける空気抵抗は無視し、水ロケットの全質量を m [kg] とする。また、水位は一定と仮定しているので、ロケットの質量の時間変化は無視する。ノズル出口から水面までの距離は h [m] である。この時、加速度運動をしている水ロケットから見た水の噴出速度 v [m/s] を求めよ。ただし、流体に加わる慣性力は運動量保存則から求めた推力を用いて計算すること。また、高压空気の質量は考えなくて良い。答えは、 ρ, p_a, A, A', h, m の中から必要な記号を用いて示せ。



平成 2 8 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 (機械システム工学科)
------	---------------------

5 枚のうち 5 枚目

4

[1] 冬場の家庭において石油ストーブを用いる場合とエアコンを用いる場合の石油消費量について検討する。以下の問いに答えよ。なお、導出過程も解答用紙に示すこと。

- (1) 発電所においてカルノー効率の 50% の効率で石油の持つ化学エネルギー A [J] が電気エネルギー B [J] に変換されたとする。発電所の熱機関の高温熱源は 1500 K, 低温熱源は 300 K であった。得られる電気エネルギー B は A の何%か答えよ。
- (2) (1) で考えた発電所において変換された電気エネルギーを用いてエアコン (暖房モード) を稼働させる。エアコンの成績係数 (熱出力/投入電気エネルギー) を x とすると, x の値がいくつより大きければ, 石油ストーブを用いるよりエアコンを用いる時の方が石油消費量を少なくできるか計算せよ。なお, 石油ストーブの効率 (熱出力/石油の持つ化学エネルギー) は 100%, 石油ストーブで使用する石油と発電所で使用する石油は同じとし, 発電所からエアコンまでの送電等によるエネルギーの損失はないものとする。

[2] 以下の設問に答えよ。

- (1) 次の文章の (あ) から (う) に入る適切な語句を下の四角の中の (A)-(J) から選べ。

断熱された閉じた系における理想気体の可逆変化について考える。いま, 温度が dT , 比体積が dv , 圧力が dp だけ変化した。この時の熱力学 (あ) より比内部エネルギーの変化量 du は (い) に -1 を掛けた値にも等しいといえる。また, 理想気体について考えているので比内部エネルギーの変化量 du は温度の変化量 dT と (う) の積で表せる。

- (A) 第 0 法則, (B) 第 1 法則, (C) 第 2 法則, (D) 第 3 法則,
(E) 系が成した単位質量あたりの仕事, (F) 系が得た単位質量あたりの熱,
(G) 比エンタルピーの変化量 dh ,
(H) 定積比熱 c_v , (I) 定圧比熱 c_p , (J) ポリトロープ比熱 c_n ,

- (2) (1) の文章を参考にして, 閉じた系における理想気体の可逆断熱変化において, 圧力 p と比体積 v の間に以下の式が成り立つことを示せ。なお, 定圧比熱 c_p と定積比熱 c_v は温度に依存しないとし, 定圧比熱と定積比熱の差は気体定数 R に等しいとする。

$$pv^{(c_p/c_v)} = \text{一定}$$

平成 2 8 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 (情報工学科)	受験番号	
------	-----------------	------	--

6 枚のうち 1

□1、□2、□3、□4、□5の 5 問のうち、□1と□2の 2 問を必ず解答し、□3、□4、□5のうちから 2 問を選択し、全部で 4 問を解答せよ。それぞれ、指定された解答用紙を用いて解答せよ。

□1

次の〔1〕～〔4〕の問いに答えよ。答だけでよい。

〔1〕以下の数について、符号付き 2 進表現を 10 進表現に、10 進表現を 8 ビットの符号付き 2 進表現に変換せよ。ただし、符号付き 2 進表現は最上位ビットが符号ビットを表す 2 の補数表現とし、小数部は 4 ビットとする。

(1) $-72_{10} = \boxed{}_2$

(2) $01111001_2 = \boxed{}_{10}$

(3) $1101.0011_2 = \boxed{}_{10}$

(4) $-0.6875_{10} = \boxed{}_2$

〔2〕観測データの個数を N 、観測データ値の合計を S としたとき、観測データの平均値を小数点以下 (1)四捨五入、(2)切り上げにより得る式を、それぞれガウス記号[]を用いて表せ。ただし、 $[x]$ は x を超えない最大の整数を表すものとする。また、 $S > 0$ とする。

〔3〕10 進数 0.2 を符号付き 2 進 8 ビット固定小数点方式の小数に変換したときに生じる相対丸め誤差を求めよ。ただし、小数部は 4 ビットとする。

〔4〕次の関数 $f(n)$ の定義に従って $f(5)$ を再帰的に求めるときに必要な加算の回数を求めよ。ただし、 n は 0 以上の整数とする。

$$f(n) = \begin{cases} 1 & (n < 3) \\ f(n-1) + f(n-2) + f(n-3) & (n \geq 3) \end{cases}$$

平成 28 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 (情報工学科)
------	-----------------

6 枚のうち 2

2

図 2-1 に示すように、二つの実数成分で構成される二次元平面上の点座標 $A(x_a, y_a)$ と $B(x_b, y_b)$ および、原点 O を中心とする円弧 AB と線分 OA 、 OB が囲む扇形内の格子点 (X 座標と Y 座標がともに整数である点) について考える。ここで、 $x_a < x_b$ 、 $x_a < 0$ 、 $y_a > 0$ 、 $y_b > 0$ 、 $x_a^2 + y_a^2 = x_b^2 + y_b^2$ とする。ただし、この扇形の中心角は 180 度未満とする。また、格子点には扇形内部に加えて、線分 OA 、 OB ならびに円弧 AB 上の点も含むとする。次の問いに答えよ。

[1] 点 A と点 B がつぎの(1)、(2)のとき、それぞれ扇形内の格子点の数を求めよ。答だけでよい。

(1) $A(-3, 1.5)$ 、 $B(3, 1.5)$ (2) $A(-2, 1.5)$ 、 $B(0, 2.5)$

[2] 格子点の数を数える C 言語の関数 `lattice` を作成する。

プログラム 2-1 の空欄(1)から(5)を埋めて関数を完成せよ。

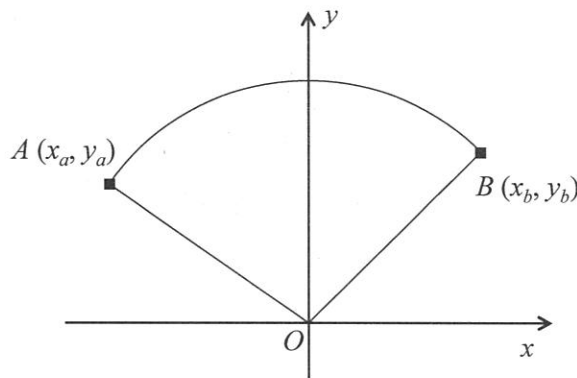


図 2-1

(次ページに続く)

平成28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 (情報工学科)
------	-----------------

6枚のうち3

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

typedef struct point_{
    double px;
    double py;
} Point;

double max(double x, double y){
    if(x >= y) return x;
    else return y;
}

int lattice(Point *A, Point *B){
    int counter = 0;
    int x, y, min_x, max_x, min_y, max_y;
    double r;

    r = sqrt(A->px*A->px+A->py*A->py);

    min_x =  ;
    max_x =  ;
    min_y =  ;
    max_y =  ;

    for(x = min_x; x <= max_x; x++){
        for(y = min_y; y <= max_y; y++) {



(5)



        }
    }
    return counter;
}

int main(int argc, const char * argv[]){
    int num;
    Point A, B;
    A.px = -3.0;    /* 点AのX座標 */
    A.py = 1.5;    /* 点AのY座標 */
    B.px = 3;      /* 点BのX座標 */
    B.py = 1.5;    /* 点BのY座標 */

    num = lattice(&A, &B);
    printf("number of lattice: %d\n", num);
    return 0;
}
```

平成 2 8 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 (情報工学科)
------	-----------------

6 枚のうち 4

3

表 3-1 の真理値表に従うカウンタ A について考える。クロックが入力される前後のカウンタ値を、3 ビット 2 進数でそれぞれ $Q_2 Q_1 Q_0$ 、 $Q_2' Q_1' Q_0'$ とするとき、次の [1] ~ [4] の問いに答えよ。答だけでよい。

表 3-1 カウンタ A の真理値表

現在のカウンタ値			次のカウンタ値		
Q_2	Q_1	Q_0	Q_2'	Q_1'	Q_0'
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	0	1
1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0

- [1] 真理値表から、 Q_0' 、 Q_1' 、 Q_2' のそれぞれについてカルノー図を作成し、簡単化した論理式を答えよ。
- [2] 図 3-1 の二重枠内に適当な組み合わせ回路を加え、カウンタ A を実現する論理回路を設計せよ。ただし、用いる論理素子は必要最小限に留めること。

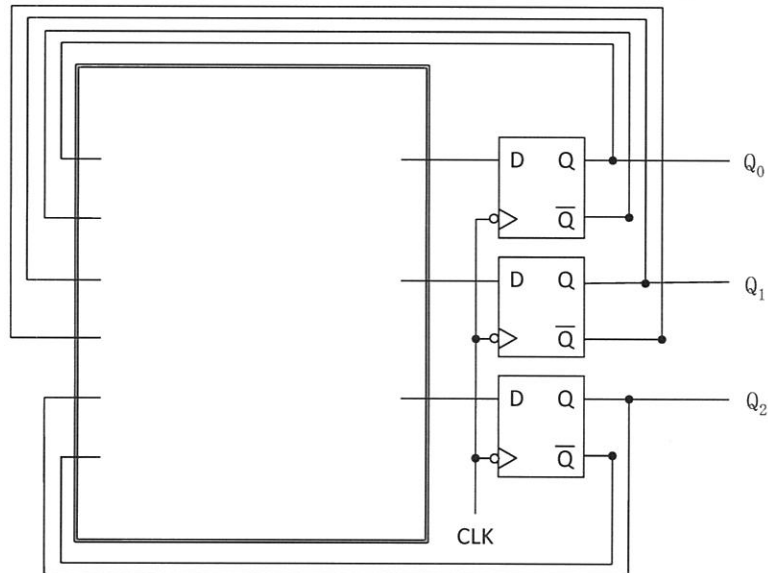


図 3-1 カウンタ A の回路

- [3] カウンタ A の一般的な名称を答えよ。
- [4] 3 ビットバイナリカウンタと比べたカウンタ A の利点を 100 字以内で説明せよ。

平成 28 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 (情報工学科)
------	-----------------

6 枚のうち 5

4

〔1〕 から 〔4〕 の問いに答えよ。

〔1〕 次の(1)～(3)の用語の意味について、両者の違いが明確になるよう説明せよ。

- (1) プロセスとプログラム
- (2) ポーリング方式と割り込み方式
- (3) スタベーションとエージング

〔2〕 次の(1)～(4)の操作は特権命令かそうでないかを答えよ。

- (1) 汎用レジスタへの代入
- (2) 関数へのジャンプ
- (3) CPU の電源を切る
- (4) 割り込みを禁止にする

〔3〕 次の文は割り込みが起きた際のオペレーティングシステムの挙動を述べたものである。

(1)～(3)に適切な用語を入れよ。

ユーザのプログラムが実行されている際にデバイスが割り込みを発生させると、CPU はオペレーティングシステム内の〔(1)〕を実行する。この時、CPU のモードは〔(2)〕モードから〔(3)〕モードに移行する。割り込みを起こしたデバイスに対して、〔(1)〕で適切な処理が施され、プロセッサの状態を復元してユーザのプログラムを再開する。

〔4〕 システムコールの呼び出し方、および呼び出したときのオペレーティングシステムの挙動について簡潔に説明せよ。

平成 28 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 (情報工学科)
------	-----------------

6 枚のうち 6

5

次の文章を読み、〔1〕～〔5〕の問いに答えよ。特に指示した場合を除き、答だけでなく答に至る過程も記すこと。

ある宇宙人が使う言語 X では、文字は "○" と ">" の 2 種類しかなく、すべての単語はこれらの文字を横に 1 個以上並べて表す。このとき、文字 ">" を 2 個以上続けてはならないという規則がある。これらの規則を満たす 8 文字以下の文字列は、すべて単語として存在する。

たとえば、3 文字以下の単語は、下記のとおり全部で 10 通りある。

○, >, ○○, ○>, >○, ○○○, ○○>, ○>○, >○○, >○>

〔1〕言語 X における 4 文字の単語は何通りあるかを答え、そのすべてを列挙せよ。答だけでよい。

〔2〕言語 X における n 文字の単語として考えうるすべての種類の数を A_n とおく。

このうち、単語の左端が "○"、">" であるものの数を、それぞれ B_n 、 C_n とおく。

たとえば、 $A_2=3$ 、 $B_2=2$ 、 $C_2=1$ である。

このとき、 n 文字で左端が "○" である単語から左端 1 文字を取り去ると、 $n-1$ 文字の単語となり、これらは 1 対 1 に対応するので、 $B_n=A_{n-1}=B_{n-1}+C_{n-1}$ となる。

C_n を、 B_{n-1} および C_{n-1} の両方またはいずれか一方を用いて表せ。

〔3〕〔2〕で定義した A_n を、 A_{n-1} および A_{n-2} の両方またはいずれか一方を用いて表せ。

〔4〕言語 X における 8 文字の単語は何通りあるかを求めよ。答だけでよい。

〔5〕別の宇宙人が使う言語 Y では、言語 X と同様に "○" と ">" の 2 種類の文字を使う。ただし、文字 ">" が 2 個続くことは許されており、文字 ">" が 3 個以上続くことは許されない。これらの規則を満たす 8 文字以下の文字列は、すべて単語として存在する。

言語 Y における 8 文字の単語は何通りあるかを求めよ。