

平成 3 1 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の問題番号のあるおもて面に記入しなさい。おもて面のみで解答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、うら面を使用する旨を解答用紙のおもて面に明記してください。

1 2 変数関数 $f(x, y) = 2x^3 - 2xy - y^2 - 3x + y$ の極値を求めなさい。ただし、極値が極大値であるか極小値であるかを明記すること。

2 領域 $D = \{ (x, y) \mid x^2 + 2xy + 5y^2 \leq 1 \}$ における次の 2 重積分 I の値を求めなさい。

$$I = \iint_D (x + y)^2 dx dy$$

3 行列 $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & -2 \\ -5 & -4 & 2 \\ -3 & -3 & 4 \end{pmatrix}$ について、次の問いに答えなさい。

[1] A の固有値をすべて求めなさい。

[2] A の最小の固有値に属する固有ベクトルで $\begin{pmatrix} 1 \\ x \\ y \end{pmatrix}$ の形のものを求めなさい。

4 x の関数 $y = y(x)$ についての微分方程式

$$y'' - y' - 2y = 18xe^{2x}$$

の解のうち、 $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$ を満たすものを求めなさい。ただし、 $y' = \frac{dy}{dx}$, $y'' = \frac{d^2y}{dx^2}$ である。

平成 3 1 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
------	----	------

3枚のうち1

1 巨大なおもりの位置エネルギーを利用した投石機（トレビュシエット）について下記の問いに答えよ。

投石機は図 1 に示すように、自由に回転する軸を持つ長い剛体のアームからできており、アームの右端に質量 M の巨大なおもりが取り付けられ、反対側の左端には、弾となる岩を乗せるおわん型の容器が取り付けられている。回転軸から巨大なおもりの重心までの長さが L 、回転軸からおわん型容器の中心までの長さが $3L$ である。アームの、回転軸とおわん型容器の真ん中の位置（回転軸から左へ向かって $3L/2$ の位置）に綱が取り付けられており、滑車を用いて鉛直方向下向きに人力で引き、アームが水平となった状態で綱を固定する。滑車はアームが水平になった時アームと滑車の間の綱が鉛直方向となる位置に設置されている。おわん型容器に質量 m の岩を乗せてから綱の固定を外す。綱の固定が外されるとアームは静止状態から回転し始める。アームは回転運動の途中でストッパーによって止まり、その瞬間おわん型容器中の岩は回転運動の接線方向に飛び出す。図 1 に示すように、回転軸を中心にアームの水平方向から右回りの角度を θ とする。ストッパーによってアームが止まる角度を θ_s とする。また、ストッパーの位置は移動可能で θ_s は $0 < \theta_s < \pi/2$ rad の範囲で設定できる。解答にあたっては、アームやおわん型容器、綱の質量、巨大なおもりの慣性モーメントおよび回転軸や滑車、綱に働く摩擦力、空気抵抗は無視できるとする。また、岩の大きさおよびアームの太さも無視できるとし、重力加速度の大きさを g とする。なお特に指定のない場合は解答のみでよい。

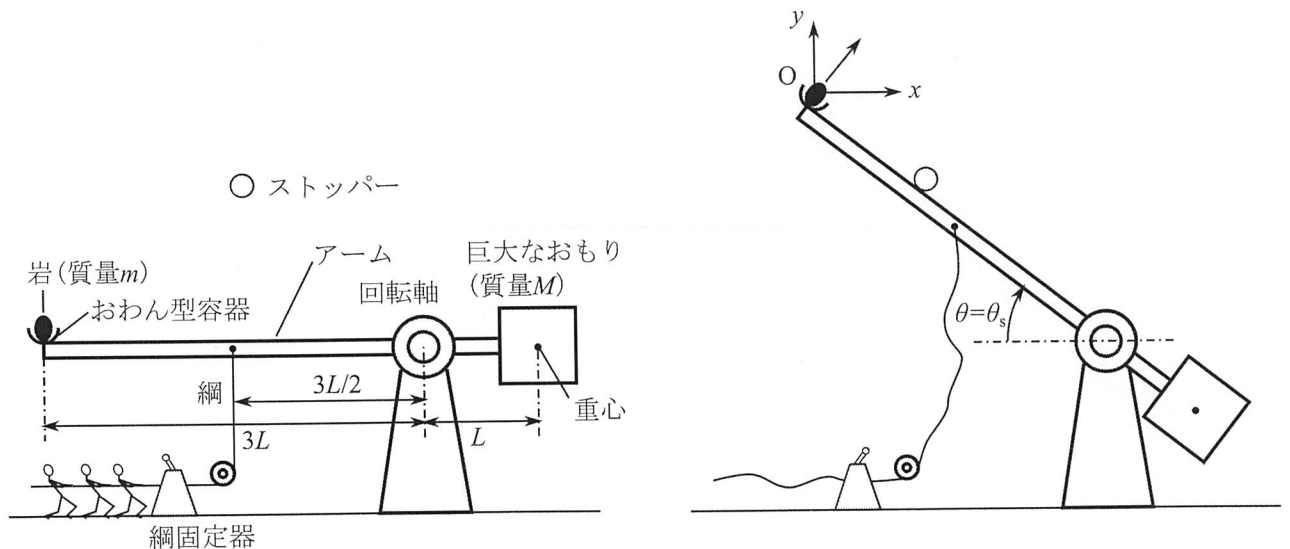


図 1. 投石機（トレビュシエット）

平成 3 1 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
------	----

3 枚のうち 2

- [1] ストッパーの位置を, $\theta_s = \pi/4$ rad となるように設定した。以下の問いに答えよ。
- (1) 岩を乗せない状態でアームが水平になるまで綱を引っ張った時の綱の張力を求めよ。
 - (2) この投石機において, アームが右回りに回転し投石ができる岩の質量の範囲を求めよ。
 - (3) 岩を容器に乗せた後, 綱の固定を外した瞬間の角加速度 $d^2\theta/dt^2$ を求めよ。
 - (4) アームがストッパーにあたる直前の, 巨大なおもりと岩の位置エネルギーの和を求めよ。ただし, アームが水平の状態を位置エネルギーの基準とする。
 - (5) エネルギー保存則を利用して, ストッパーにあたる直前のアームの角速度 $d\theta/dt$ の大きさを求めよ。
 - (6) 岩が容器から飛び出した瞬間の岩の運動エネルギーは投石機の威力に大きく寄与する。様々な質量の岩を用いるとき, 運動エネルギーが最大となる岩の質量を求めよ。求める過程も示すこと。
- [2] 一般的なストッパーの位置 (角度 θ_s) にたいし以下の問いに答えよ。
- (1) アームがストッパーにあたる直前の巨大なおもりと岩の位置エネルギーの和を求めよ。位置エネルギーの基準は問い [1] と同じとする。
 - (2) 岩が容器から飛び出した瞬間の岩の速度の鉛直方向成分の大きさを求めよ。
 - (3) 簡単のため, 容器から飛び出した瞬間の岩の位置 (高さおよび水平位置) を原点 O とし, 水平方向右向きに x 軸, 鉛直方向上向きに y 軸をとる。岩が元の高さ ($y=0$) に戻るまでの時間を求めよ。
 - (4) 岩が元の高さ ($y=0$) に戻った時の水平方向の位置 x の原点からの距離を飛距離とする。飛距離を求めよ。

平成 3 1 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
------	----	------

3枚のうち3

2 以下の各問いに答えよ。ただし、空間は真空であり誘電率を ϵ_0 とする。各問いで出てくる X_0, X_1, X_2, X_3, q は全て 0 より大きいとする。また、答えのみ解答用紙の所定の欄に記入せよ。

[1] 図 2-1 に示すとおり、 x - y 平面における x 軸上に二つの点電荷 $+3q$ と $-q$ が距離 X_0 だけ離れて固定されている。これらの電荷を結ぶ直線上の右側に自由に動くことのできる点電荷 $+q$ をおく。ただし、点電荷 $-q$ と点電荷 $+q$ の距離を X_1 とする。

(1) 点電荷 $+q$ が点電荷 $+3q$ から受けるクーロン力の向きと大きさを求めよ。

(2) 点電荷 $+q$ を x 軸上のある場所においたとき、点電荷 $+q$ は動かなかった。この場合の X_1 を求めよ。

[2] 図 2-2 に示すとおり、 x - y 平面において二つの点電荷 $+q$ が距離 $2X_2$ だけ離れて y 軸上に固定されている。

(1) x 軸上の点 $P(X_3, 0)$ における電界ベクトル \mathbf{E} の向きと大きさを求めよ。

(2) (1) で求めた \mathbf{E} の大きさが最も大きくなる X_3 とそのときの \mathbf{E} の大きさを求めよ。

[3] 図 2-3 に示すとおり、 x - y - z 空間において原点 O を中心とし半径 r の円環が平面 x - y 上にある。円環上に単位長さあたり $\rho (> 0)$ の電荷 (線電荷密度 ρ) が分布している。

(1) z 軸上の点 $A(0, 0, z)$ で $z > 0$ における電界ベクトル \mathbf{E} の向きと大きさを求めよ。

(2) 原点 O における無限遠に対する電位 V を求めよ。

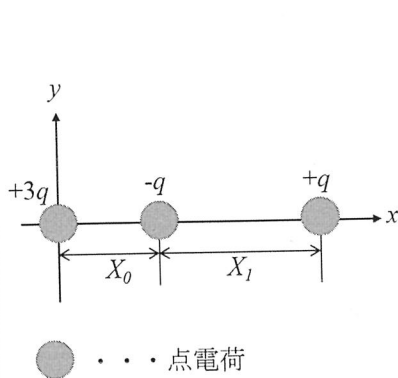


図 2-1

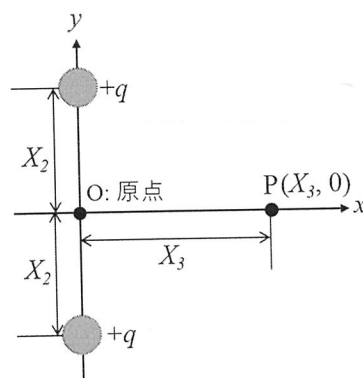


図 2-2

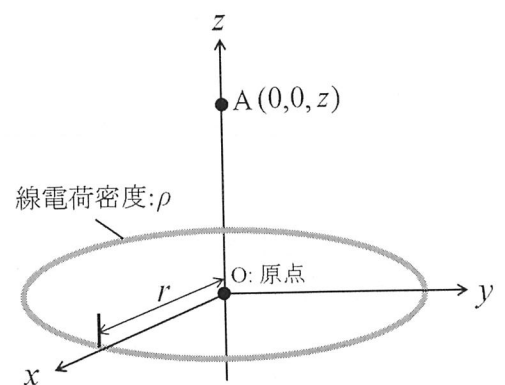


図 2-3

平成 3 1 年度
東京農工大学工学部第 3 年次編入学試験問題

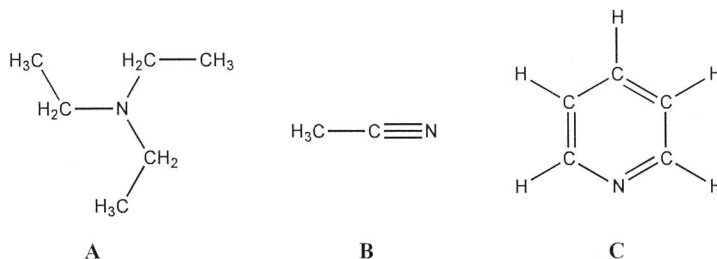
試験科目	化 学	受験番号	
------	-----	------	--

3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〕～〔3〕の間に答えなさい。

〔1〕窒素原子を含む次の3種類の化合物 A~C を、塩基性の高いものから順に記号で答えなさい。



〔2〕次の文章中の〔ア〕～〔エ〕に当てはまる化合物を構造式で示しなさい。なお、構造式を書く時は、〔1〕の化合物 A~C を参考にしなさい。

ベンゼンは原油の精製により得られる重要な石油化学原料である。例えば、ヘキサメチレンジアミンと反応させてナイロン 66 を与える〔ア〕はベンゼンから合成できる。すなわち、ベンゼンを水素化して飽和化合物〔イ〕とした後、〔イ〕を酸化して〔ウ〕を得る。この〔ウ〕を硝酸酸化すると〔ア〕が得られる。〔ウ〕とヒドロキシルアミンから生じる化合物を濃硫酸と反応させれば、ナイロン 6 の原料となる〔エ〕を合成することもできる。

〔3〕Friedel-Crafts 反応に関連する以下の (1) ~ (2) に答えなさい。

- (1) 等モル量のベンゼンと 1-クロロブタンを触媒量の AlCl_3 と反応させると、ブチルベンゼンはわずしか得られず、他の一置換ベンゼンが優先して生成する。この化合物を構造式で示しなさい。また、この化合物が優先して得られる理由について説明しなさい。
- (2) Friedel-Crafts 反応を含む二段階の反応で、ブチルベンゼンを主生成物として合成する方法を化学反応式で答えなさい。なおこの際、使用する試薬も示しなさい。

平成 3 1 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

3枚のうち2

2 次の文章を読み, [1] ~ [5] の間に答えなさい。[4] および [5] については答えを導く過程も書きなさい。また, 必要であれば次の式を使用しなさい。

硫化物 MS の溶解度積 $K_{sp} = [M^{2+}][S^{2-}]$

弱酸 HA の酸解離定数 (酸の電離定数) $K_a = [H^+][A^-]/[HA]$

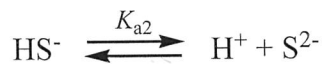
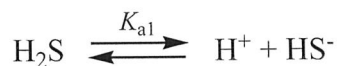
元素の周期表で第 4 周期, (ア) 族に位置する①金属元素 M の 2 価の陽イオンを含む水溶液 A がある。②水溶液 A に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると白色沈殿 B が生成するが, ③過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると溶解して無色の溶液となる。白色沈殿 B に過剰のアンモニア水を加えても錯イオンを生成して溶解し無色の溶液となる。また, ④水溶液 A に硫化水素を通じると (イ) 色の沈殿を生じるが, 溶液を強酸性にすると沈殿が生じなくなる。これは溶液の pH が小さくなると金属硫化物の沈殿形成に寄与する (ウ) の濃度が (エ) くなるためである。

[1] 下線部①の金属元素 M は何であるか, 最も適切なものを元素記号で答えなさい。

[2] 空欄 (ア) ~ (エ) にあてはまる適当な語句等を答えなさい。ただし空欄 (ア) には数字, (ウ) には化学式を入れなさい。

[3] 下線部②及び③の反応をそれぞれ化学反応式で表しなさい。

[4] 下線部④に関して, 水溶液に溶解している硫化水素は次の 2 段階の解離により H_2S , HS^- , および S^{2-} のいずれかとして存在する。



溶解している硫化水素の総濃度を $C_{H_2S} (= [H_2S] + [HS^-] + [S^{2-}])$, また H_2S の 2 段階の酸解離定数を K_{a1} および K_{a2} とする。これらの記号と $[H^+]$ を用いて S^{2-} の濃度 $[S^{2-}]$ を表す式を導きなさい。ただし, 式中に $[H_2S]$ および $[HS^-]$ を含まないこと。

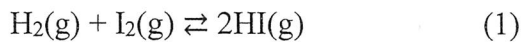
[5] 下線部④において, 水溶液の温度が $25^\circ C$, 金属イオンの濃度が $1 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$, 溶解している硫化水素の総濃度が $1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ であるとする。このとき pH 2 および 3 においてそれぞれ金属硫化物の沈殿が生じるかどうか答えなさい。ただし, $K_{a1} = 1 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$, $K_{a2} = 1 \times 10^{-15} \text{ mol L}^{-1}$, $K_{sp} = 1 \times 10^{-21} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ (いずれも $25^\circ C$) とする。

平成 3 1 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
------	----

3枚のうち3

- 3 式(1)のヨウ化水素の生成反応は可逆反応として知られている。



1.013×10⁵ Pa において 500.0 K および 1000 K における式(1)の反応の標準反応エンタルピー ($\Delta_r H^\circ$) および標準反応エントロピー ($\Delta_r S^\circ$) を測定したところ表 1 の値が得られた。

表 1. 式(1)の熱力学データ

温度 (K)	$\Delta_r H^\circ$ (kJ mol ⁻¹)	$\Delta_r S^\circ$ (J K ⁻¹ mol ⁻¹)
500.0	-10.97	18.06
1000	-13.16	14.84

次の [1] ~ [5] の間に答えなさい。ただし、気体定数は 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹ とする。

- [1] 表 1 の熱力学データを用い、式(1)の反応の 500.0 K および 1000 K における標準反応ギブズエネルギー ($\Delta_r G^\circ/\text{kJ mol}^{-1}$) をそれぞれ求めなさい。また、この反応は発熱反応、吸熱反応のどちらであるか答えなさい。
- [2] [1] で求めた $\Delta_r G^\circ$ の値から、この反応が 1000 K において自発的であるかどうかを理由とともに説明しなさい。
- [3] 等モル量の水素およびヨウ素を反応させ、平衡状態に達した際のヨウ化水素の生成割合を α とし、式(1)の反応の圧平衡定数 K_p を α を用いて表しなさい。
- [4] 500.0 K における圧平衡定数 K_p を求めなさい。その際、計算過程も書き、必要であれば以下の数値を使用しなさい。

$$e^{3.811} = 45.20, \quad e^{4.811} = 122.9, \quad e^{5.811} = 334.0, \quad e^{6.811} = 907.8, \quad e^{7.811} = 2468$$

- [5] 温度 T_1 における圧平衡定数を $K_p(T_1)$ 、温度 T_2 における圧平衡定数を $K_p(T_2)$ 、気体定数を R とし、ファンツホッフの式 $\frac{d}{dT}(\log_e K_p) = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2}$ を用い、 $T_1 \sim T_2$ ($T_1 < T_2$) /K の温度範囲におけるヨウ化水素の平均の生成熱 ΔH_{ave} を表しなさい。

平成31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 を全て答えなさい。また、1 問につき指定された解答用紙を使用しなさい。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 生体膜に関する次の文章を読んで、以下の問いに全て答えなさい。

生体膜は、主にリン脂質、(ア)脂質、(イ)から構成されており、リン脂質はリン酸基からなる親水性の頭部と(ウ)酸からなる疎水性の(エ)部をもつ。生体内においてリン脂質は絶縁性の(オ)分子膜を形成し、生体膜中には脂質や(イ)以外にも膜タンパク質を多く含んでいる。

膜タンパク質にはイオンの(カ)動輸送を行うイオン(キ)がある。イオン(キ)は特異的なイオン輸送を行うことが知られており、①K⁺(キ)はK⁺イオンより小さいサイズであるNa⁺イオンを透過させない。これらのイオンの流れを電流として計測する手法として(ク)法が知られている。

- [1] (ア)～(ク)に当てはまる語句または数字を答えなさい。
- [2] 脂質分子は膜中を側方拡散しており、その拡散係数を $1 \mu\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ としたとき、1 秒間に移動する平均距離を求めなさい。このとき S を平均移動距離、 D を拡散係数、 t を時間とすると平均移動距離は $S = (4Dt)^{1/2}$ となる。
- [3] 下線部①の理由について60文字以内で説明しなさい。文中には、必ず下記の語句を用いなさい。
語句： 脱水和
- [4] 細胞の内側と外側では分布するイオンの組成が異なる。動物細胞において、細胞の内側と細胞の外側に多く存在している水素イオン以外の一価の陽イオンをそれぞれ答えなさい。
- [5] (ク)法により固定電圧100 mVの条件下でK⁺(キ)を測定したところ、2 pAの電流が得られた。このときの(キ)コンダクタンスを求めなさい。ただし静止膜電位は0 mVとする。

平成 3 1 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 次の文章を読んで、以下の問いに全て答えなさい。

翻訳は mRNA の遺伝情報よりタンパク質を合成する過程である。真核生物では核内で生じた mRNA が (ア) 孔を通過し、細胞質において (イ) に付着する。細胞質には各アミノ酸と結合した tRNA が存在し、mRNA の塩基配列に相補的な塩基を有する tRNA がアミノ酸を (イ) へと運搬する。これらのアミノ酸はペプチド結合を介してペプチド鎖を形成する。mRNA では (ウ) つの塩基が (エ) つのアミノ酸に対応し、これら塩基の組み合わせを (オ) と呼ぶ。mRNA の (オ) は (カ)、tRNA の (オ) は (キ) ともそれぞれ呼ばれる。

- [1] (ア) ~ (キ) に当てはまる語句または数字を答えなさい。
- [2] mRNA の翻訳の開始 (カ) を 1 つ、終止 (カ) を 3 つそれぞれ答えなさい。
- [3] (イ) の mRNA 上での移動方向と合成されるペプチド鎖の伸長方向について以下の語句を全て用いて 6 0 文字以内で説明しなさい。
語句：3'側、C 末端、5'側、N 末端
- [4] ペプチド鎖の C 末端と N 末端を官能基の呼称でそれぞれ答えなさい。
- [5] tRNA とアミノ酸の結合に必要な酵素を答えなさい。
- [6] 細胞質に存在する成熟 mRNA の 5'末端および 3'末端へ付加される修飾構造の名称をそれぞれ答えなさい。

平成 3 1 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 DNA に関する次の文章を読んで、以下の問いに全て答えなさい。

DNA の 4 種類の塩基は *de novo* 経路と再利用経路から合成される (ア) 塩基と *de novo* 経路からウリジル酸を経て合成される (イ) 塩基からなる。(ア) 塩基と (イ) 塩基の組み合わせは 2 種類存在し、比較的弱い結合を形成する① (ウ) - (エ) と比較的強い結合を形成する② (オ) - (カ) がある。このように DNA は異なる結合エネルギーを持つ水素結合により相補鎖を形成する。この相補鎖形成の実験的観測手法として、相補鎖の融解温度を観測可能な紫外可視分光法が知られている。このとき紫外線の吸収量は DNA が単鎖の時より相補鎖を形成しているほうが (キ) 小く、これを (ク) 効果と呼び、この効果を利用して融解温度を決定する。

真核生物の染色体 DNA は (ケ) 8 量体と呼ばれるタンパク質に巻き付くように結合することにより (コ) を形成し、これを基本単位として形成された複合体は (サ) と呼ばれる。(サ) には③凝集度の高い (シ) と凝集度の低い (ス) がある。

- [1] (ア) ~ (ス) に当てはまる語句を答えなさい。
- [2] 下線部①、②について塩基間の水素結合数をそれぞれ答えなさい。
- [3] 実験的には熱により相補鎖 DNA を解離させることができるが、生体内では DNA の複製時に酵素が定温条件で行う。酵素の名称とそのエネルギー源を答えなさい。
- [4] DNA 分子の融解温度 (T_m) を (オ) - (カ) 塩基対比率 (x) を変えて測定したところ下記のようなデータが得られた。(オ) - (カ) 塩基対が 50.0% の時の融解温度を求めなさい。

x (%)	10.0%	20.0%	40.0%	60.0%	80.0%
T_m (K)	329 K	333 K	341 K	349 K	357 K

- [5] (ケ) は様々な修飾を受ける。下線部③のように状態が変化するとき (ケ) 中のリシン残基とセリン残基に主に起こる生化学反応をそれぞれ答えなさい。

平成31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 次の文章を読んで、以下の問いに全て答えなさい。

人体の運動を司る筋組織は筋線維が集合した組織で、構造や機能によって分類される。骨格筋は（ア）葉に由来し、多数の筋細胞が（イ）して形成される。骨格筋は（ウ）と（エ）に分類され、（ウ）の筋組織には（オ）が多く存在し、（カ）の貯蔵や取り込みを効率的におこなう。筋原線維は（キ）とミオシンをタンパク質の主成分として構成する。筋節には（ク）にならんだ（キ）フィラメントとミオシンフィラメントの一部が（ケ）ように規則的に配列している。

〔1〕 （ア）～（ケ）に当てはまる語句を答えなさい。

〔2〕 （オ）と同様に（カ）の運搬に関わるタンパク質分子とそれを含有する血液細胞をそれぞれ答えなさい。

〔3〕 筋節において、色調から判別されるミオシンフィラメントの存在部と非存在部の名称をそれぞれ答えなさい。

〔4〕 筋原線維の収縮において必要なミオシン頭部が有する酵素の名称を答えなさい。

〔5〕 骨格筋について、以下の①～⑥の語句より関連がある語句を選んでその番号を全て答えなさい。

①多核細胞 ②横紋筋線維 ③随意筋 ④単核細胞 ⑤不随意筋 ⑥平滑筋線維

平成 3 1 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 3 1 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

図 1-1 に示すように、 M_1 と M_2 の重りは糸で繋がっている。糸の質量は無視できるほど軽く、糸は伸縮しないものとする。

時間 $t=0$ において、糸が張られた状態で、地面からの高さ h で M_2 を放して、 M_1 はそれに伴い移動する。 M_1 は $x+d$ の距離を移動した後には停止する。重力加速度は g とする。

本問題の目的は床の摩擦係数 f を求めることである。そのため、以下の設問に答えよ。

- [1] M_2 が初期状態から地面に着くまでの運動を考えよう。
- (1) M_1 が移動した距離を求めよ。
 - (2) M_2 にかかる重力 T_2 を求めよ。 M_2 , g を用いて表せ。
 - (3) M_1 にかかる摩擦力 T_1 を求めよ。 f , M_1 , g を用いて表せ。
 - (4) M_1 と M_2 の運動エネルギーを用い、 M_1 の最大速度 v_1 を求めよ。 f , M_1 , M_2 , g , h を用いて表せ。
- [2] M_2 が地面に着いてから M_1 が止まるまでの運動を考えよう。その間、 M_1 が止まるまで移動した距離は d とする。
- (1) M_1 の運動エネルギーを用いて d を求めよ。 f , g , v_1 を用いて表せ。
 - (2) 床の摩擦係数 f を求めよ。 M_1 , M_2 , d , h を用いて表せ。

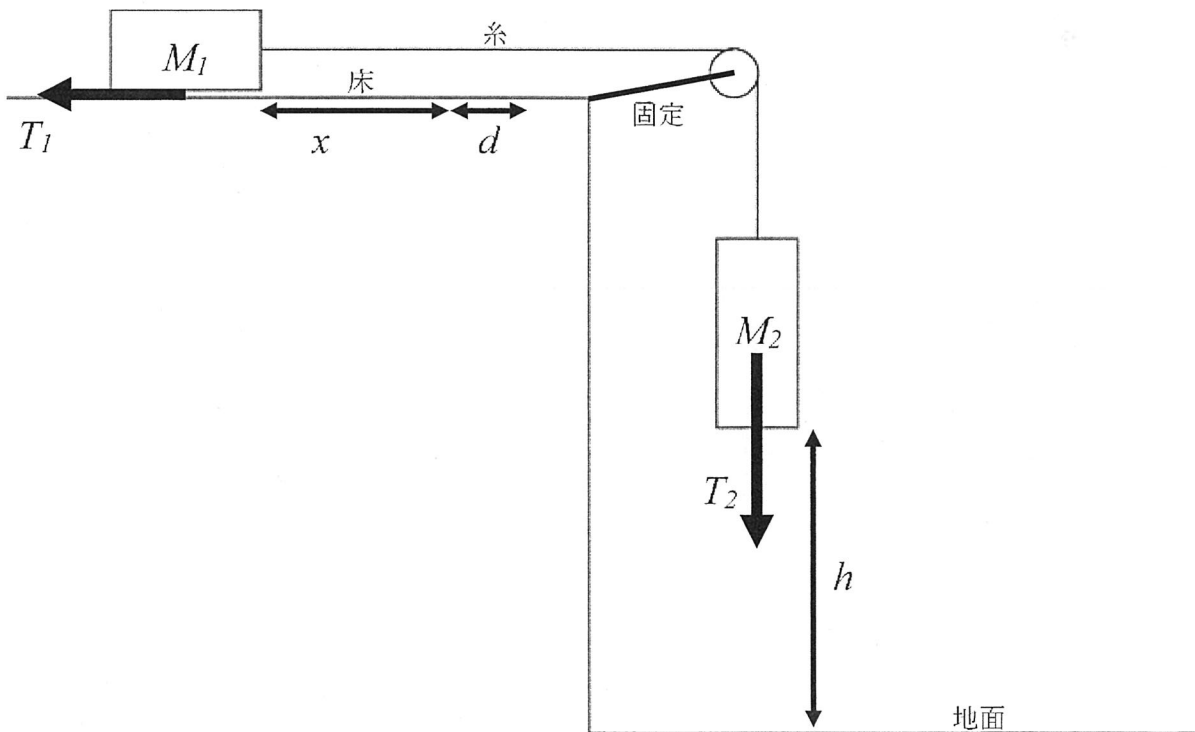


図 1-1

平成 3 1 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

図 2-1 に示すような、剛体壁 A, B に固定された内部応力は生じていない長さ l_1 , 直径 d_1 の部材 ab と, 長さ l_2 , 直径 d_2 の部材 bc からなる段付き丸棒全体が均一に ΔT の温度上昇を受けた. 段付き丸棒は座屈せず, 長手方向にのみ均一に伸縮するものとする. また, ポアソン効果は無視する. このとき, 以下の各問について, 答えを導く過程も簡潔に示して答えよ.

- [1] 部材 ab と部材 bc の線膨張係数をそれぞれ α_1 と α_2 とする. 部材 ab と部材 bc が自由膨張したときのそれぞれの伸び λ_1 と λ_2 を記号 $\alpha_1, \alpha_2, \Delta T, l_1, l_2$ の中から必要なものを用いて表せ.
- [2] 段付き丸棒が剛体壁から受ける力の大きさを F とするとき, 部材 ab と部材 bc のそれぞれに生じるひずみ ϵ_1 と ϵ_2 を, 記号 F, E_1, E_2, d_1, d_2 の中から必要なものを用いて表せ. ここで, E_1 と E_2 は, それぞれ部材 ab と部材 bc のヤング率であり, それぞれ一定値とする.
- [3] F を記号 $\alpha_1, \alpha_2, \Delta T, l_1, l_2, F, E_1, E_2, d_1, d_2$ の中から必要なものを用いて表せ.
- [4] 各部材を表 2-1 に示す物性を有する材料とすると, 部材 ab に生じる応力の大きさを求めよ. ただし, $l_1 = 100 \text{ mm}, l_2 = 200 \text{ mm}, d_1 = 10 \text{ mm}, d_2 = 20 \text{ mm}, \Delta T = 100 \text{ K}$ とする.

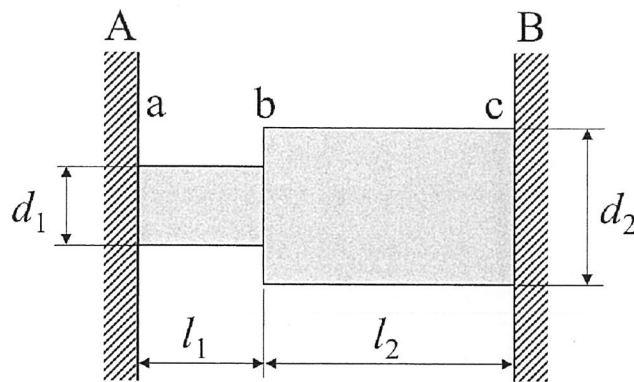


図 2-1

表 2-1

部材	ヤング率 [GPa]	線膨張係数 [K^{-1}]
ab	200	10×10^{-6}
bc	50	20×10^{-6}

平成 3 1 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

図 3-1 に示すように、半径 r 、高さ h 、密度 ρ_s の直円柱の物体 A が密度 $\rho_f (> \rho_s)$ の液体中に z_a だけ沈み静止状態にある。大気圧を p_0 、重力加速度を g とし、大気の密度は ρ_s 及び ρ_f に比べて微小であり無視できるとする。以下の各問について答えを導く過程も示し、図中の記号の内、 z_a, z_b, z_c, z_d 以外を用いて答えよ。ただし、円周率 π を用いて良い。

- [1] 物体 A に働く重力の大きさを求めよ。
- [2] 物体 A に重力方向に働く力の平衡式より、 z_a を求めよ。
- [3] 図 3-1 の状態から、内・外の半径がそれぞれ $2r, 3r$ 、質量 m で、底面が開いている円筒型容器の物体 B を、図 3-2 のように物体 A を覆うように液体の中に浮かせて、静止状態にしたところ、物体 B 内の気体の絶対圧力が p となった。なお、その気体の密度は依然として ρ_s, ρ_f 及び物体 B の密度に比べて微小であり無視できるとする。
 - (1) 物体 A に重力方向に働く力の平衡式より、 z_b を求めよ。
 - (2) 物体 B に重力方向に働く力の平衡式より、 z_c を求めよ。
 - (3) z_d を求めよ。

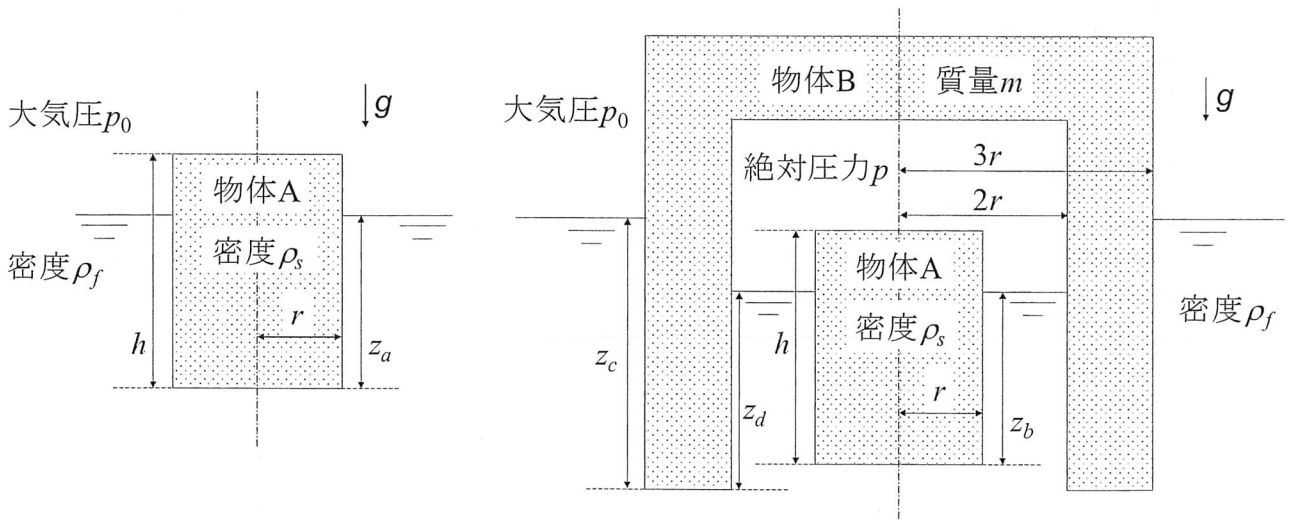


図 3-1

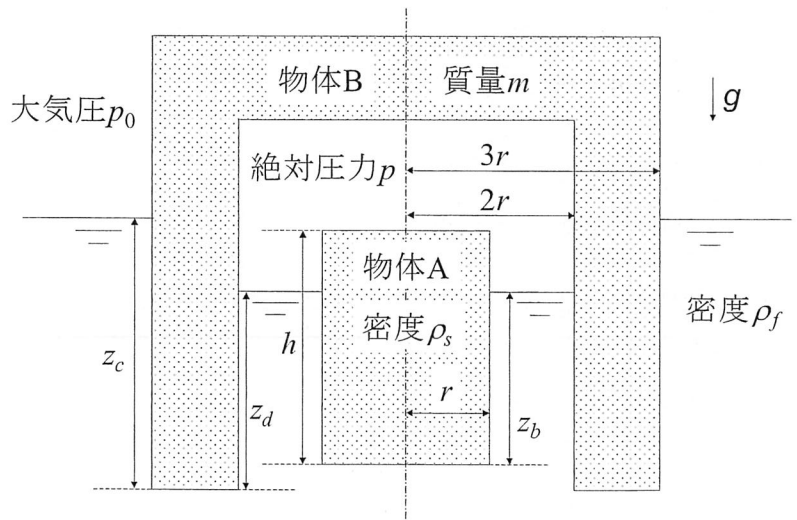


図 3-2

平成 3 1 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 ※解答は答えだけでなく、導出過程も記すこと。

n mol の理想気体を作業物質とする図 4-1 に示す循環過程 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ を考える。この循環過程では、 $A \rightarrow B$ は等温過程、 $B \rightarrow C$ は定圧過程、 $C \rightarrow A$ は定積過程である。気体の圧力 p [Pa]、体積 V [m³]、温度 T [K] について、A 点ではそれぞれ p_1 、 V_1 、 T_1 、B 点では p_2 、 V_2 、 T_1 、C 点では p_2 、 V_1 、 T_2 であるとする。以下の問いに答えよ。ただし、気体定数を R [J/(mol·K)] とする。また、熱量は、系に入る方向を正とし、仕事は、系が外部にする方向を正とする。

[1] 気体の系に熱量 Q [J] を加え、そのとき、内部エネルギーが ΔU [J] 増加し、外部に W [J] の仕事をしたとする。このときの Q 、 ΔU 、 W の関係を表す法則名と、関係式を答えよ。

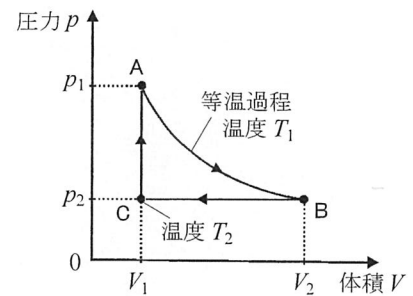


図 4-1

[2] 等温過程 $A \rightarrow B$ で系に出入りする熱量を Q_{AB} [J]、系が外部にする仕事を W_{AB} [J] とする。 Q_{AB} と W_{AB} の関係を式で表せ。

[3] 等温過程 $A \rightarrow B$ で系が外部にする仕事 W_{AB} [J] を、 n 、 V_1 、 V_2 、 T_1 、 T_2 、 R の中から必要なものを用いて表せ。

[4] 定圧過程 $B \rightarrow C$ で系が外部にする仕事 W_{BC} [J]、および、定積過程 $C \rightarrow A$ で系が外部にする仕事 W_{CA} [J] を、 n 、 V_1 、 V_2 、 T_1 、 T_2 、 R の中から必要なものを用いて表せ。

[5] 定圧過程 $B \rightarrow C$ で系に出入りする熱量 Q_{BC} [J] を、定圧モル比熱 c_p [J/(mol·K)]、 n 、 V_1 、 V_2 、 T_1 、 T_2 、 R の中から必要なものを用いて表せ。また、定積過程 $C \rightarrow A$ で系に出入りする熱量 Q_{CA} [J] を、定積モル比熱 c_v [J/(mol·K)]、 n 、 V_1 、 V_2 、 T_1 、 T_2 、 R の中から必要なものを用いて表せ。

[6] 問 [1] の法則より $W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA}$ が成り立つが、これを問 [2] ~ 問 [5] の結果を用いて成立することを示せ。

平成 3 1 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 交流電源と導体極板からなるコンデンサによる回路を考える。コンデンサは真空中に置かれているものとする。真空の誘電率および透磁率はそれぞれ ϵ_0, μ_0 とし、以下の問いに答えよ。なお、[1] ①③および [2] (3)以外は、解答欄には解答のみを書くこと。

[1] 図 1-1 に示す交流電源とコンデンサの直列回路において、以下の問いに答えよ。

(1) 次の文章の()に適切な言葉を入れよ。ただし、①③の解答には、解答用紙に記載された選択肢のうち適切な語を丸で囲み、解答すること。また②④の解答では、10 文字以内の適切な言葉を入れよ。

一般にマクスウェル・アンペール則は式(1)で記述される。ただし \mathbf{r} は位置ベクトル、 t は時間を示す。

$$\nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{J}(\mathbf{r}, t) + \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} \cdots (1)$$

図 1-1 に示す回路において、式(1)右辺の $\mathbf{J}(\mathbf{r}, t)$ は、(①)を流れる電流に対応する項で、その電流は一般に(②)電流と呼ばれる。一方、 $\frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t}$ は、(③)を流れる電流に対応する項で、その電流は一般に(④)電流と呼ばれる。

(2) コンデンサの片側の極板上に一様に分布し、時間的に変化する電荷を $Q(t)$ とする。コンデンサの電極間を流れる電流 $I(t)$ と $Q(t)$ の関係を式で表せ。

[2] 回路に接続したコンデンサは円形平行平板型とし、図 1-2 に示すように XYZ 空間中に置かれている。コンデンサの円形極板の半径を a 、極板の間隔を d 、容量を C とする。極板の面積は十分に大きく、端部効果は無視できるとする。ただし、回路につないだ交流電源の電圧は $V(t) = V_0 \sin \omega t$ で変化する。

(1) 時間的に変化する極板間の電界 $E(t)$ および電束密度 $D(t)$ を求めよ。解答には、 $a, \pi, \omega, \epsilon_0, \mu_0, C, d, V_0$ のうち適切な記号を用いること。

(2) 円形平行平板コンデンサの極板間に流れる電流 $I(t)$ を求めよ。解答には、 $a, \pi, \omega, \epsilon_0, \mu_0, C, V_0$ のうち適切な記号を用いること。

(3) XY 平面内で原点を中心とした半径 r' ($r' < a$) の円上の磁界の大きさ $H(t)$ を求めよ。解答には $a, \pi, \omega, \epsilon_0, \mu_0, C, V_0, r'$ のうち適切な記号を用い、導出過程も示すこと。

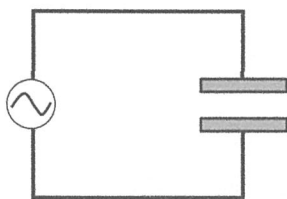


図 1-1

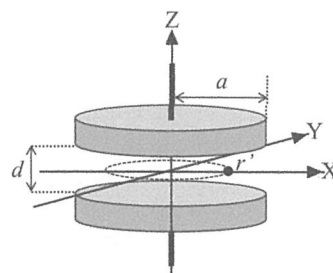


図 1-2

試験科目	専門科目 (電気電子工学)
------	------------------

2 枚のうち 2

2 以下の問い[1], [2], [3]について答えよ。指示があった問題は、導出過程も記せ。

[1] 図2-1の回路は、抵抗 R_1, R_2, R_3, R_4 , 接点 1 と 2 を切替えられるスイッチ SW, および出力電圧 E の直流電圧源からなる。抵抗 R_1 の抵抗値は $2r$, 抵抗 R_2, R_3, R_4 の抵抗値は r である。

- (1) SW を 1 の側に倒した。回路図中の点 D に対する点 B の電位を答えよ。
- (2) SW を 2 の側に倒した。回路図中の点 B と点 D の間の合成抵抗値を答えよ。
- (3) 再び SW を 1 の側に倒し、回路図中の点 B と点 D の間に抵抗値 $r/6$ の抵抗 R_5 を挿入した。このとき、点 B から点 D に流れる向きを電流の正の向きとして、抵抗 R_5 を流れる電流を求めよ。導出過程も記すこと。

[2] 図2-2の回路は、抵抗値 r の抵抗 R_1, R_2 , 容量値が可変なキャパシタ C_1, C_2 , および電圧振幅が E の正弦波交流電圧源からなる。キャパシタ C_1, C_2 は連動して調整され、つねに同じ容量値をとる。

- (1) 回路図中の BD 間で測定される交流電圧の振幅の大きさは、各キャパシタの容量値が C_0 のとき V_1 , 各キャパシタの容量値が $2C_0$ のとき V_2 であった。電圧振幅の大きさの比 V_2/V_1 を答えよ。
- (2) 正弦波交流電圧源 E の角周波数が 10^6 rad/s, 各キャパシタの容量値が 1 nF, 抵抗値 $r = 1$ k Ω とする。点 C に対する点 A の電位として測定される交流電圧に対して、点 D に対する点 B の電位として測定される交流電圧の位相は何 rad ずれているか。位相差の大きさを答えよ。

[3] はしご形回路について考える。ただし、以下のはしご形回路では、上側の線路にある各抵抗の抵抗値は r , 下側の線路にある各抵抗の抵抗値は $3r$, 上と下の線路を結んでいる各抵抗の抵抗値は $2r$ である。

- (1) 図2-3(a), およびこの回路の左側に抵抗を付け足して作った図2-3(b)の回路(点線内が付け足した抵抗)について、端子 A-B からみた抵抗値を答えよ。
- (2) 図2-3(b)の点線内で示した抵抗を回路の左側に付け足し続け、図2-3(c)のように無限に続くとみなせるのはしご形回路を作った。この回路について、端子 A-B から見た抵抗値を求めよ。導出過程も記すこと。

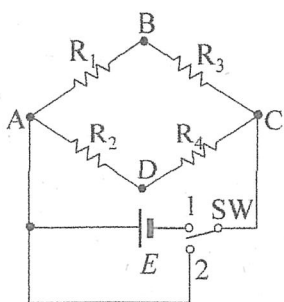


図2-1

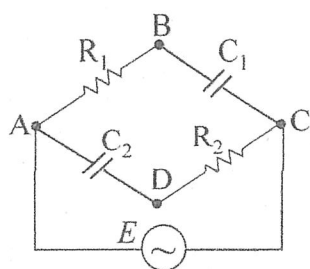


図2-2

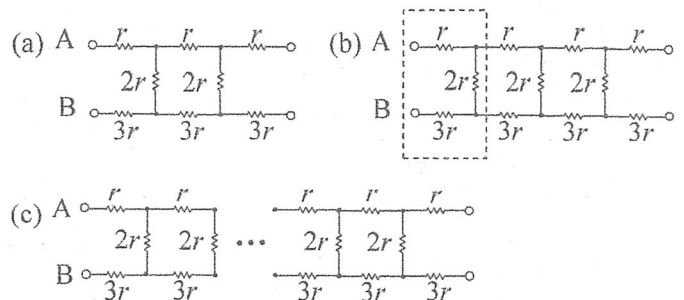


図2-3

平成 3 1 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 問を解答しなさい。それぞれ、指定された解答用紙を用いなさい。使用しない解答用紙には大きく × を書きなさい。

1

次の〔1〕～〔3〕の問いに答えなさい。ただし、答えだけでよい。

〔1〕最上位ビットを符号ビットとする 8 ビットの符号付き 2 進数の、符号付き 8 ビット加減算器による計算を考える。このとき、以下の計算結果を示しなさい。それぞれオーバーフローフラグの値も示しなさい。

(1) $0111\ 0010 + 0011\ 1001$

(2) $0100\ 1011 - 1110\ 1101$

〔2〕最上位ビットから、符号 1 ビット、指数部 3 ビット、仮数部 4 ビットの順に並んでいる 8 ビットの浮動小数点数を考える。ただし、仮数部で表現される値が 10 進数の 1 以上 2 未満になるように正規化した後に、仮数部は最上位の 1 を省略して表記するものとする。また、指数部のバイアス値は 3 とする。すなわち、指数部が 011 のときに指数部は 2 の 0 乗を意味するものとする。このとき、以下の問いに答えなさい。

(1) この形式で表現可能な最も小さな正の数を 10 進の小数点数で示しなさい。

(2) 10 進数の 0.6 をこの形式に変換したときに生じる丸め誤差を示しなさい。

〔3〕 $X \times Y$ 個の 4 バイト整数からなる二次元配列 $\text{image}[Y][X]$ を考える。配列の引数は 0 から始まるものとする。配列の値は、メモリの 0 番地から順に、 $\text{image}[0][0] \sim \text{image}[0][X-1]$ 、 $\text{image}[1][0] \sim \text{image}[1][X-1]$ 、 \dots 、 $\text{image}[Y-1][0] \sim \text{image}[Y-1][X-1]$ の順番で格納されているものとする。ここで $X=320$ 、 $Y=240$ のとき、以下の問いに答えなさい。ただし、メモリのアドレスは 1 バイトごとにつけられているものとする。

(1) 配列を格納するために必要なメモリ量をバイト単位で求めなさい。

(2) $\text{image}[20][10]$ が格納されているメモリの先頭アドレスを示しなさい。

(3) すべての配列要素に 1 バイトずつアクセスするためには、少なくとも何ビットのアドレス信号線が必要か示しなさい。

平成 3 1 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

xy 平面上に、図 2-1 に示す樹木曲線を C 言語により作成することを考える。この樹木曲線は、幹がその先端で右方向と左方向にそれぞれ角度 θ (単位はラジアン) で分岐して枝となり、それぞれの枝の長さは幹の長さの α 倍 ($0 < \alpha < 1$) となる処理を繰り返すことで描かれている。具体的には、図 2-2 の幹に該当する長さが L の線分 AB の先端 B において、左右に角度 θ で二股に分かれる長さ αL の枝 BC と BD を生成する。以後同様に、二股に分かれた BC と BD を新たな幹として、それぞれの先端において角度 θ で二股に分かれる長さ $\alpha^2 L$ の枝を生成する。この処理を N 回繰り返すと図 2-1 のような樹木曲線を描くことができる。このとき、次の [1] ~ [3] の問いに答えなさい。ただし、答えだけでよい。

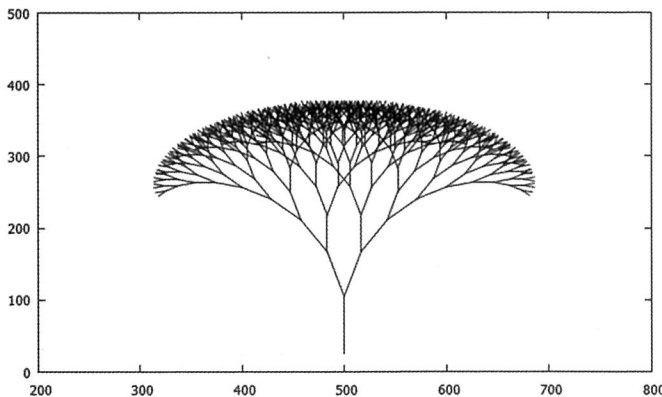


図 2-1 枝の生成を $N = 10$ 回繰り返して作られた樹木曲線

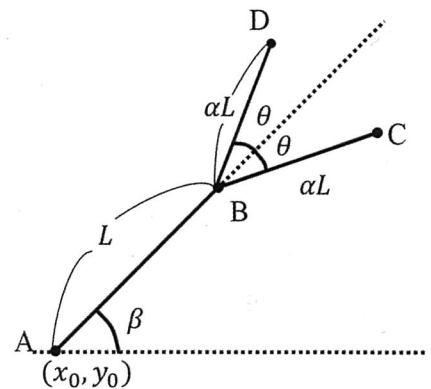


図 2-2 枝の生成原理

- [1] 図 2-2 における点 A の座標を (x_0, y_0) 、線分 AB が水平軸となす角度を β (単位はラジアン)、線分 AB の長さを L とする。点 C と点 D の座標を $x_0, y_0, L, \alpha, \beta, \theta$ の記号と三角関数を用いて表しなさい。
- [2] 深さ N の木を描くための再帰関数 `tree` を C 言語により作成した。次ページのプログラムの空白部を穴埋めしなさい。なお、関数の引数の n は繰り返し回数、 x と y はそれぞれ幹の始点の x 座標値と y 座標値、 $leng$ は幹の長さ、 $angle$ は水平軸と幹の成す角度 (ラジアン) を表している。その他の変数の値と意味はプログラムのコメントを参照すること。なお、同じ番号の解答欄には同じ式や値が入るものとする。
- [3] 再帰関数を用いるデメリットを 50 字以内で説明しなさい。

平成 3 1 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 <stdlib.h>
#include <math.h>
#define PI 3.14159265359 //円周率
double alpha=0.8; //枝の長さに対する倍率
double theta=PI/12.0; //枝の分岐角度  $\theta$ 
/* 木を描画するための再帰関数 */
void tree(int n, double x, double y, double leng, double angle)
{
    double ex, ey;
    if ( n > 0 ) {
        ex = ; //幹の終点の x 座標
        ey = ; //幹の終点の y 座標
        /* tree_display は座標 (x,y) から (ex,ey) に直線を画面上に上書き描画する関数 */
        tree_display(x,y,ex,ey); //直線を画面に上書き描画
        x = ; y = ; //枝 (次の幹) の始点の座標の更新
        tree(, x, y, , ); //右方向の枝の生成
        tree(, x, y, , ); //左方向の枝の生成
    }
    return ;
}
int main ()
{
    int N;
    double x0,y0,L,beta;
    N = 10; /* 繰り返し回数 */
    x0 = 500; /* 点 A の x 座標 */
    y0 = 25; /* 点 A の y 座標 */
    L = 80; /* 幹の長さの初期値 */
    beta = PI/2.0; /* 線分 AB と x 軸とのなす角度 */
    tree(N, x0, y0, L, beta);
    return(0);
}
```

平成31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

次の〔1〕、〔2〕の問いに答えなさい。ただし、答えだけでよい。

〔1〕 4の倍数と6の倍数を検出する回路を考える。入力として、2進数 $X_1 X_2 X_3 X_4$ を受けとり、入力が4もしくは6の倍数であれば1を、そうでなければ0となる信号 Y を出力する。このとき、以下の問いに答えなさい。なお、入力が0のとき、 Y は0を出力するものとする。

(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) 作成したカルノー図に基づいて、最も簡略化した Y の論理式を主加法標準型で示しなさい。

〔2〕 CPU キャッシュについて以下の問いに答えなさい。

(1) ライトバック(Write back)方式、ライトスルー(Write through)方式をそれぞれ60字以内で説明しなさい。

(2) 上記2種類の方式の利点と欠点をそれぞれ60字以内で説明しなさい。

平成 3 1 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

送信記号、受信記号がともに $\{0, 1, 2\}$ である 3 元対称通信路が図 4-1 の 2 部グラフで表現されているものとする。頂点を結ぶ辺に付された数値は、送信記号が i ($i=0,1,2$) のときに受信記号が j ($j=0,1,2$) となる条件付き確率である。このとき、次の [1] ~ [4] の問いに答えなさい。ただし、答えだけでよい。なお、[2] と [3] は小数点以下第 3 位を四捨五入して小数点以下第 2 位まで値を求めなさい。

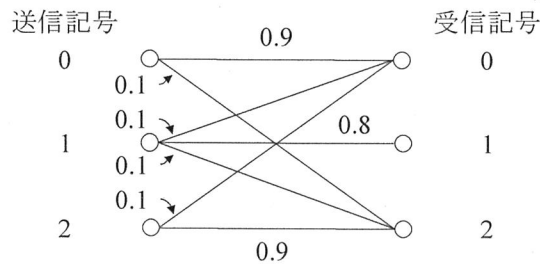


図 4-1 3 元対称通信路

- [1] 図 4-1 に示した通信路の通信路行列を示しなさい。
- [2] 図 4-1 の通信路において 11111 と記号 1 を連続して 5 回、順に送信したとき、受信された 5 つの記号に 1 以外の記号が 0 個含まれる確率と 3 個含まれる確率をそれぞれ求めなさい。
- [3] 図 4-1 に示した通信路を直列に 2 つ連結した図 4-2 の通信路を考える。すなわち、ある記号を送信した場合、最初の通信路の受信記号が次の通信路への送信記号となるような通信路である。この通信路を使って 3 つの送信記号 012 を順に送信したとき、受信された 3 つの記号も送信記号と同じ 012 となる確率を求めなさい。
- [4] 設問 [3] と同様に、図 4-1 に示した通信路を直列に n 個連結した通信路を作成し、この通信路に 3 つの送信記号の出現確率が同じになるように連続して記号を送信し続ける試行を考える。この試行において $n \rightarrow \infty$ とすると、ある記号がほとんど受信されなくなるが、その記号とは何か答えなさい。また、その理由を 150 字以内で説明しなさい。なお、説明には式や記号を用いても構わない。式や記号は文字数に含めないものとする。

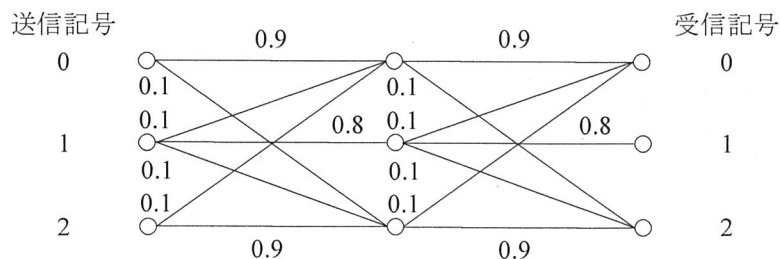


図 4-2 連結した通信路

平成 3 1 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

要素番号 0~6 からなる要素数 7 の配列と、この配列へのアクセスを高速化するためのブロック数 4 のキャッシュを考える。ただし、キャッシュのブロックサイズは配列の要素サイズと一致しているものとする。このとき、以下の問いに答えなさい。

- [1] プログラムの空間的局所性、時間的局所性についてそれぞれ 50 字以内で説明しなさい。
- [2] キャッシュが空の状態、配列の各要素に図 5—1 に示す順番でアクセスがあったとする。ただし、一番左の値が最も古いアクセスを示すものとする。このとき、以下の問いに答えなさい。ただし、答えだけでよい。

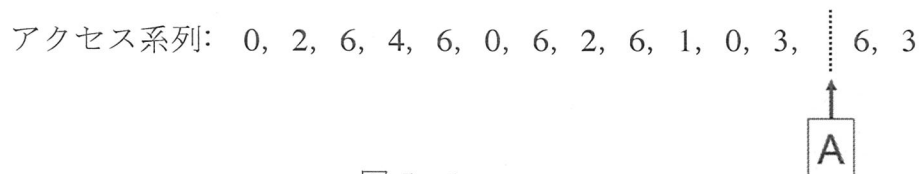


図 5—1

- (1) キャッシュを FIFO(First In First Out)方式で管理する場合と、LRU(Least Recently Used)方式で管理する場合を考える。このとき、FIFO 方式と LRU 方式それぞれについて、図 5—1 の時点 A においてキャッシュに格納されている配列の要素番号をすべて答えなさい。
- (2) 図 5—1 のアクセスが終わるまでに、それぞれの管理方式でキャッシュミスが何回生じるかを答えなさい。
- [3] 線形リストを用いて LRU 方式を実現することを考える。このとき、(1) キャッシュミスしたときと、(2) キャッシュヒットしたとき、リストに対してどのような操作をすれば LRU 方式が実現されるか、それぞれ 70 字以内で説明しなさい。