

平成 27 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。おもて面のみに入力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 $f(x, y) = 2x^3 + 3xy + 3y^2$ について次の問いに答えなさい。

[1] $\frac{\partial f}{\partial x}(x, y) = \frac{\partial f}{\partial y}(x, y) = 0$ 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。

2 2 重積分 $\iint_D xy \, dx \, dy$, $D = \left\{ (x, y) \mid 0 \leq x \leq 3, \frac{x^2}{9} \leq y \leq \sqrt{4-x} \right\}$ の値を求めなさい。

3 c を定数とする。行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 5 & 2 & c \end{pmatrix}$ が 1 を固有値としてもつとき、次の問いに答えなさい。

[1] c の値を求めなさい。

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

4 微分方程式 $\frac{d^2 y}{dx^2} + 3y = \cos \sqrt{3}x$ の解 $y = y(x)$ が、 $y(0) = 1$, $\frac{dy}{dx}(0) = 1$ を満たすとき、 y を求めなさい。

平成 27 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

図1のように、ロケットが宇宙空間を推進する場合のロケットの速度変化を考える。ロケットは進行方向後方に単位時間当たり質量 μ [kg/s] の推進剤を相対速度が一定の条件で放出するとし、放出された推進剤とロケットの相対速度の大きさを v_p [m/s] とする。ロケット本体の質量を M [kg] とし、時刻 t [s] においてロケットに搭載している推進剤の質量を $m(t)$ [kg]、ロケットの速度を $v(t)$ [m/s] とする。ただし、ロケットには重力等の外力は作用していないものとする。

- (1) 微小時間 $t \sim t+dt$ の間に放出される推進剤の質量を表せ。また、放出された推進剤の時刻 $t+dt$ における運動量を表せ。ただし、ロケットの推進方向を正の向きとし、微小量の2次以上の項は無視してよい。
- (2) 時刻 t におけるロケットの運動量を表せ。また時刻 $t+dt$ におけるロケットの速度は微小速度 dv だけ変化して $v(t) + dv$ となった。時刻 $t+dt$ におけるロケットの運動量を表せ。ただしロケットの運動量には、その時点で搭載している推進剤の質量を含む。
- (3) (1)、(2) を用いて時刻 t と $t+dt$ におけるロケットの運動量保存を考え、 $\frac{dv}{dt} = (\quad)$ の形に整理せよ。ただし、微小量の2次以上の項は無視してよい。
- (4) $t=0$ において $m(t) = m_0$ として、推進剤を噴出している間の時刻 t におけるロケットの総質量（本体と推進剤の質量の和）を表す式を求めよ。
- (5) (4) を (3) に代入し、時刻 t における速度 v を表す式を求めよ。ただし $t=0$ において $v = v_0$ とする。
- (6) 推進剤を全て消費した時刻におけるロケットの速度を求めよ。

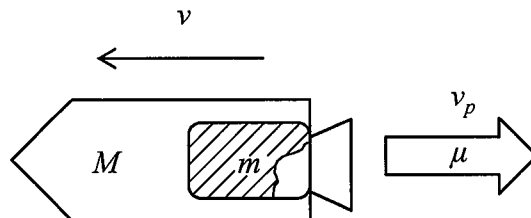


図 1

平成 27 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 太さの無視できる導線で作った $2l$ [m] \times $2k$ [m] の大きさの長方形 $abcd$ の 1 巻きのコイルが磁場中にある。図 1 のように座標軸 x 、 y 、 z をとる。磁場は $+z$ 方向で、その磁束密度の大きさは B [T] である。長方形のコイルの ad と bc の中点を結ぶ線を y 軸にとっており、コイルは y 軸を回転軸として角速度 ω [rad/s] の大きさで図の矢印の方向に一定の角速度で回転しているとして以下の問いに答えよ。解答に当たっては、与えられた文字を使って解答せよ。[1] の (5)、[2] については答えだけでなく、答えの導出に至る考え方が分かるように解答欄に説明せよ。

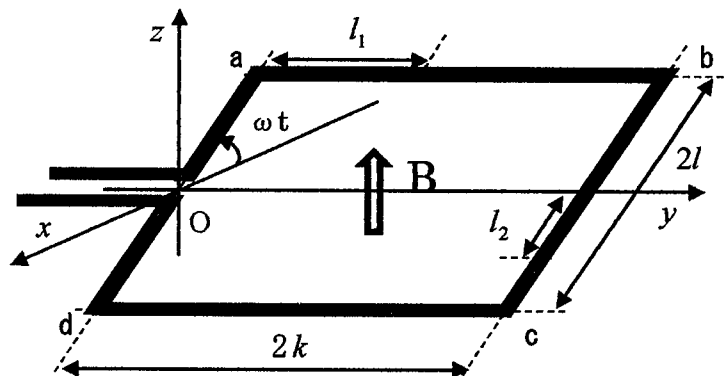


図 1

[1] 磁場中を運動しているコイル内の電子（電荷 $-e$ [C]）に対して働く力を考える。コイルで作る長方形 $abcd$ の法線方向と磁場の方向のなす角を ωt [rad] (t は時刻) とするとき、以下の問いに答えよ。符号に注意して解答すること。

- (1) 磁束密度 \vec{B} の磁場中を速度 \vec{v} で運動する荷電粒子（電荷 q [C]）に働く力 \vec{F} を、磁束密度、速度、電荷を用いた式として表せ。
- (2) コイルの ab 部分において、 a から y 方向に長さ l_1 [m] > 0 の位置にある電子の速度を求め、その x 、 y 、 z 成分を答えよ。
- (3) 上の結果を使って (2) の位置の電子に働く力を求め、その x 、 y 、 z 成分を答えよ。
- (4) (3) と同様に、コイルの bc 部分において、 bc の中点から c 側に、長さ l_2 [m] > 0 の位置にある電子に働く力を求め、その x 、 y 、 z 成分を答えよ。
- (5) 上の結果を使って、コイルに働く起電力を時刻 t の関数として求めよ。ただし、起電力の向きは、 z が正の方向から見て時計回りの方向を正となるように表すこと。

[2] コイルの回転による起電力を、ファラデーの電磁誘導の法則から t の関数として求めよ。起電力の向きは、 z が正の方向から見て時計回りの方向を正となるように表すこと。

平成 27 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は認めません。

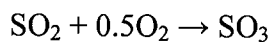
1 以下の問〔1〕、〔2〕について、答えを導く過程も記述して答えなさい。気体はすべて理想気体とみなしてよい。気体定数は $R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いなさい。必要であれば、表 1 の値を用いなさい(問題文の温度範囲で、定圧モル熱容量の値は一定とする)。対数は、 $\ln 2 = 0.69$ 、 $\ln 3 = 1.10$ 、 $\ln 5 = 1.61$ を用いてよい。

〔1〕 摩擦のないピストンを用いて気体を圧縮または膨張できるシリンダーの中に二酸化硫黄 2.0 mol が入っており、圧力 $1.00 \times 10^2 \text{ kPa}$ 、温度 300 K である。これを状態 1 とする。

(1) 状態 1 でのシリンダーの体積 $V_1 [\text{m}^3]$ を求めなさい。

(2) 状態 1 の二酸化硫黄を $1.00 \times 10^2 \text{ kPa}$ の定圧で加熱したところ、温度が 400 K に上昇した。これを状態 2 とする。状態 1 から状態 2 になるときの、系のエンタルピー変化量 ΔH 、系の内部エネルギー変化量 ΔU 、系のエントロピー変化量 ΔS をそれぞれ求めなさい。答えにはそれぞれ単位をつけなさい。

〔2〕 次に、シリンダーを状態 2 から状態 1 に戻し、同じシリンダーの中に酸素 1.0 mol を加え、触媒存在下で 300 K において下の反応式に示すように二酸化硫黄と完全に反応させた。



(1) このときの、標準反応エンタルピー $\Delta H_r [\text{kJ mol}^{-1}]$ を求めなさい。

(2) このときの、標準反応ギブスエネルギー $\Delta G_r [\text{kJ mol}^{-1}]$ を求めなさい。

表 1 熱力学データ (300 K の値)

気体	標準生成エンタルピー $\Delta H_f^\circ [\text{kJ mol}^{-1}]$	標準モルエントロピー $S^\circ [\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}]$	定圧モル熱容量 $C_p^\circ [\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}]$
O ₂	0	205.2	29.4
SO ₂	-296.8	248.2	39.9
SO ₃	-395.7	256.8	50.7

平成 27 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 次の問〔1〕～〔3〕に答えなさい。

〔1〕 原子に関して、問（1）～（2）に答えなさい。

（1）例にならって、①～③の原子の電子配置を書きなさい。例： ${}_3\text{Li} : 1s^2 2s^1$

① ${}_{19}\text{K}$ 、② ${}_{21}\text{Sc}$ 、③ ${}_{24}\text{Cr}$

（2）①第一イオン化エネルギー（以後、 I_1 と表記）とは何か、20字以上40字以内で書きなさい。

② I_1 は同じ周期の元素でどのような傾向を示すか、その理由とともに40字以上80字以内で書きなさい。

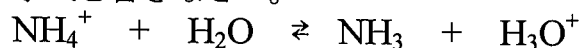
③ I_1 は同じ族の元素でどのような傾向を示すか、その理由とともに40字以上80字以内で書きなさい。

④ ${}_7\text{N}$ と ${}_8\text{O}$ の I_1 はどちらが大きいか、その理由とともに60字以上100字以内で書きなさい。

〔2〕 酸・塩基に関して、問（1）～（3）に答えなさい。

（1）ブレンステッド・ローリーの酸・塩基の定義を20字以上40字以内で書きなさい。

（2）（1）の定義に基づき、下記の酸・塩基平衡式の左辺にある塩基の共役酸の化学式を書きなさい。



（3）25℃の $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ の塩化アンモニウムのpHを少数点第二位までの値で答えなさい。答えを導く過程も記述しなさい。ただし、アンモニアの解離定数 $K_b = 1.80 \times 10^{-5}$ （25℃）、水のイオン積 $K_w = 1.00 \times 10^{-14}$ （25℃）とする。必要であれば $\log 2 = 0.301$ 、 $\log 3 = 0.477$ 、 $\log 5 = 0.699$ を用いなさい。

〔3〕 化学結合に関して、問（1）～（3）に答えなさい。

（1）解答用紙に、軌道のエネルギーを縦軸とし、二つの水素原子の原子軌道エネルギー準位と電子配置を図示してある。水素分子（ H_2 ）の分子軌道エネルギー準位と電子配置を書きなさい。また、水素分子の分子軌道のいずれかが結合性軌道、反結合性軌道であるかを図(a)に書きなさい。

（2）二つのヘリウム原子について図(a)と同様な図(b)を作成せよ。すなわち、二つのヘリウム原子の原子軌道エネルギー準位と電子配置、さらにヘリウム分子（ He_2 ）の分子軌道エネルギー準位と電子配置を書きなさい。また、ヘリウム分子の分子軌道のいずれかが結合性軌道、反結合性軌道であるかを図中に書きなさい。

（3）図(a)、図(b)より、二つの水素原子はH原子として独立して存在するよりも、共有結合を形成して H_2 分子として存在する方が安定であるが、二つのヘリウム原子はHe原子として独立して存在するよりも、共有結合を形成して He_2 分子として存在する方が安定であるとはいえない理由を40字以上80字以内で書きなさい。

平成 27 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 次の問〔1〕～〔2〕に答えなさい。ただし、R-はアルキル基を意味する。

〔1〕 次の文章を読んで、以下の問（1）～（3）に答えなさい。

アルケン分子 $R-CH=CH_2$ に、酸触媒を用いて水分子を付加させると、Markovnikov（マルコフニコフ）型の位置選択性で付加反応が起こり、アルコール分子の（A）が生成する。アルキン分子 $R-C\equiv CH$ に、酸触媒と硫酸水銀を用いて水分子を付加させる場合も Markovnikov 型の位置選択性で付加反応が起こるが、この付加反応で生成するエノール形の分子（B）は、ケト形の分子（C）へと転位するため、最終生成物としてアルコールは得られない。一方、アルキン分子 $R-C\equiv CH$ をテトラヒドロフラン中で BH_3 と反応をさせた後に過酸化水素と塩基で酸化をすると、最終生成物として（D）が得られる。

- （1）空欄（A）、（B）、（C）、（D）に適切な構造式をそれぞれ答えなさい。
- （2）多くのアルデヒドは、ケト形とエノール形の平衡混合物として存在する。アセトアルデヒドのケト形とエノール型の構造式をそれぞれ答えなさい。
- （3）アルケンの炭素—炭素二重結合は高い反応性を示す。この理由を二重結合に關与する電子の観点から 30 字以内で答えなさい。

〔2〕 次の文章を読んで、以下の問（1）～（4）に答えなさい。

エーテルは、1 つの（ア）原子に（イ）つの有機基（有機残基）が結合した化合物の総称である。エーテルは、比較的不活性であり、多くの有機化合物を溶解する性質があるため、溶媒として使われている。麻酔剤としても使用されるジエチルエーテルは、アルコールである（ウ）を硫酸触媒で脱水させて工業的に製造される。一方、エポキシド（オキシラン）は、他のエーテルに比べて反応活性が高い。エポキシドは、酸触媒で水と反応して（エ）を生成する。

- （1）空欄（ア）、（ウ）、（エ）に適切な語句を、（イ）に適切な数字をそれぞれ答えなさい。
- （2）ジエチルエーテルの構造式を答えなさい。
- （3）水やアルコールを含まないエーテル溶媒中で、金属マグネシウムと臭化アルキル（ $R-Br$ ）を反応させると生成する、Grignard（グリニャール）試薬の構造式を答えなさい。
- （4）シクロヘキセンを有機過酸で酸化すると得られるエポキシドの構造式を答えなさい。

平成 27 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] DNA の複製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 は、2 本のポリヌクレオチド鎖中の相補的な塩基が (ア) 結合することで、安定な二重らせん構造を形成する。そのため DNA の複製においては、二本鎖を分離した後、2 本の鋳型を同時に複製する必要がある。(イ) と呼ばれる酵素は、DNA の二重らせんを巻き戻しながら (ア) 結合を切断することで、2 本の鋳型鎖に分離する機能を持つ。このようにして形成された 2 本の分離した鋳型鎖と、未分離の二本鎖 DNA との境界部分は、(ウ) と呼ばれる。一本鎖となった鋳型鎖上には (エ) と呼ばれる酵素が結合し、(オ) 方向に相補的なポリヌクレオチド鎖を合成する。この時、二本鎖 DNA が開くのと同一方向に向かって合成される DNA 鎖を (カ) 鎖と呼び、逆向きに合成される DNA 鎖を (キ) 鎖と呼ぶ。(キ) 鎖では、(エ) は (ウ) とは逆向きに進むことから、新たに形成される DNA 鎖は非連続的な短い鎖となる。この短い鎖を (ク) と呼ぶ。合成後まもなく (ク) はつながれ、連続した二本鎖の DNA が形成される。原核生物と真核生物の複製には一部違いが見られる。原核生物の DNA は (ケ) 状の形態を持ち、1 つの複製開始点から複製が始まる。これに対し、真核生物の DNA は複製開始点が多数存在し、(コ) と呼ばれる DNA の末端が存在する。(コ) は細胞の寿命に関与することが知られている。

[1] (ア) ~ (コ) に当てはまる語句を書きなさい。

[2] DNA の複製では、短い RNA プライマーが起点となって複製が開始される。原核生物の (カ) 鎖と (キ) 鎖では、異なる酵素によって RNA プライマーが合成される。それぞれの RNA プライマーを合成する酵素の名称を答えなさい。

[3] 下線部の DNA 末端には、特徴的な配列が存在する。この配列の特徴を 10 字以内で答えなさい。

[4] 耐熱性の (エ) を応用した PCR 法は、3 段階の反応を繰り返すことで DNA を増幅する手法である。PCR 法の原理を、3 段階の反応に基づいて 60 字以内で説明しなさい。

[5] PCR 法で反応を 10 回繰り返すと、50 分子の二本鎖 DNA は理論上、最大何分子に増幅されるか。得られる二本鎖 DNA の分子数を計算過程と共に答えなさい。

平成27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タンパク質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。

生体内には多数のタンパク質があり、それらの違いは（ア）種類のアミノ酸が（イ）結合する数と種類、およびそれらの配列順序によって決まる。アミノ酸は基本的に（ウ）基と（エ）基の両方をもつ化合物であり、側鎖（R基）が変わるとアミノ酸の種類が変わる。アミノ酸の性質を決めているのはR基である。Rの部分にHが入れば（オ）性の（カ）になり、 CH_3 が入れば（キ）性の（ク）になる。

タンパク質は、（ケ）電解質としての性質を示し、タンパク質の陽・陰荷電量が等しくなるときのpHを（コ）という。また、タンパク質は高次構造を有し、その立体構造は、アミノ酸残基内と（イ）結合以外は弱い結合によって保持されている。熱、酸、アルカリ、有機溶媒などによってタンパク質が機能を失うことをタンパク質の変性という。

- [1] 文章中の（ア）～（コ）に当てはまる数値または語句を書きなさい。
- [2] タンパク質の変性は、下線部の弱い結合が破壊されることによって生じる。酸やアルカリの場合と有機溶媒の場合について、具体的にどのような結合が破壊されるのか、酸やアルカリの場合は2つ、有機溶媒の場合は1つ、それぞれ名称を書きなさい。
- [3] タンパク質の三次構造は、離れた2つのシステイン間で形成される共有結合によって安定化される。この結合の名称を答えなさい。また、この結合を切ることでタンパク質を変性させたいときによく用いられる薬剤を2種類挙げなさい。
- [4] 温泉卵は、外側の白身は固まらず中央の黄身だけが固まることで作られる。温泉卵ができる理由を、熱によるタンパク質変性の観点から50字以内で説明しなさい。

平成27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 真核生物の代謝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。

代謝は、大きく、同化作用と異化作用の2つに区分される。グルコースなどの糖を基質とした細胞呼吸は、異化作用の代表的な例である。細胞呼吸は、TCA 回路、(ア)、(イ)の3つの反応系から構成され、生命活動の維持に必要なエネルギーの生産に関わる。生体内に過剰量のグルコースが存在する時、グルコースは(ウ)に変換され、主に(エ)と肝臓に貯蔵される。さらに(ウ)の貯蔵量が一定レベルを超えると、グルコースは脂肪酸合成に利用される。脂肪酸合成では、グルコースは(オ)と呼ばれる代謝経路を経てグリセルアルデヒド-3-リン酸に変換された後、(ア)とTCA回路の一部を経てアセチル CoA に変換され、これを前駆体として脂肪酸が合成される。合成された脂肪酸は、最終的にグリセリンと3分子の脂肪酸が結合した(カ)の形で脂肪細胞に貯蔵される。飢餓時においては、(ウ)や(カ)は分解され、エネルギーとして利用される。(カ)をグリセリンと脂肪酸に分解する酵素は、一般的に(キ)と呼ばれる。この過程で生成した脂肪酸は、(ク)と呼ばれる代謝経路を経て、アセチル CoA に変換され、TCA 回路で利用される。

[1] (ア)～(ク)に当てはまる語句を書きなさい。

[2] 下線部の記述について、1分子の脂肪酸から何分子のアセチル CoA が得られるか、答えなさい。

[3] 植物の光合成は、複数の反応系から成り立つ。植物の光合成において、異化作用と同化作用を示す反応系の名称をそれぞれ1つずつ答えなさい。

[4] マメ科の植物は、空気中の窒素を固定する細菌群と共生することで、窒素同化を行うことができる。この細菌群の総称と、細菌群が植物に供給する窒素化合物の名称を答えなさい。

平成27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 細胞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。

すべての生物は細胞からできている。細胞膜で覆われた真核細胞内は、大きく、核、細胞質、①細胞内小器官に分けられる。

細胞膜は、②脂質、タンパク質、糖で構成されている。このうち脂質は、③二重の分子層を形成している。細胞膜の機能として、細胞の内側と外側の仕切り、情報の伝達、物質の輸送が挙げられる。

情報の伝達は、細胞外からの情報を受け取り、その情報を細胞内へ伝達することである。代表的な細胞内シグナル伝達系として、チロシンキナーゼなどの酵素共役型受容体を介する系、Gタンパク質共役型受容体を介する系などがある。後者の例として、アデニル酸シクラーゼは、(ア)から(イ)を合成しプロテインキナーゼAを活性化する場合や、ホスホリパーゼCは、(ウ)を分解して、(エ)と(オ)を生成する場合がある。

物質輸送のうち、エネルギーを使わず、溶質の濃度勾配に従って輸送することを(カ)といい、④エネルギーを消費して、溶質の濃度勾配に逆らって積極的な輸送をすることを(キ)という。

[1] 文章中の(ア)～(キ)に当てはまる語句を書きなさい。

[2] 下線部①について、次に示す代謝系あるいは酵素が、主として働く細胞内小器官の名称を答えなさい。

(1) TCA 回路、(2) 糖鎖転移酵素、(3) 過酸化水素産生系

[3] 下線部②について、その主な成分を3種類挙げなさい。

[4] 下線部③の層のことを何というか。また、この層の厚さはどれくらいか。次の中から選びなさい。

【0.5 nm, 5 nm, 50 nm, 0.5 μ m】

[5] 下線部④について、エネルギーとは具体的に何という分子か、答えなさい。

平成 2 7 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うこと。
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 27 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)
------	---------------------

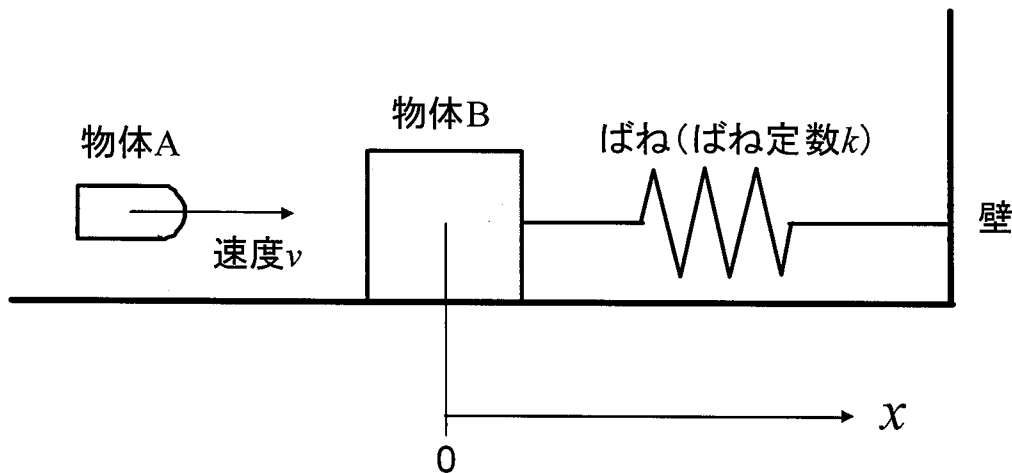
5枚のうち2枚目

1

図に示すように物体 B は、なめらかな面の上に置かれ、ばね定数 k のばねを介して壁につながれている。

質量 m の物体 A が、質量 M の静止している物体 B に、速度 v で衝突した後、物体 A は物体 B の中に留まり、両者は一体となって運動した。以下の問いに答えよ。但し、摩擦や空気抵抗はないものとする。

- [1] 物体 A, 物体 B の衝突直後の速度を求めよ。 (m, M, v を用いて記述せよ)
- [2] 一体となった物体 A, B の運動によるばねの最大たわみ量 (最大変形の大きさ) を求めよ。
- [3] 図のように x 軸を設けたとき、一体となった物体 A, B の運動を表現する微分方程式 (運動方程式) を記せ。
- [4] 一体となった物体 A, B の運動の固有角振動数を求めよ。



図

平成 2 7 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)
------	---------------------

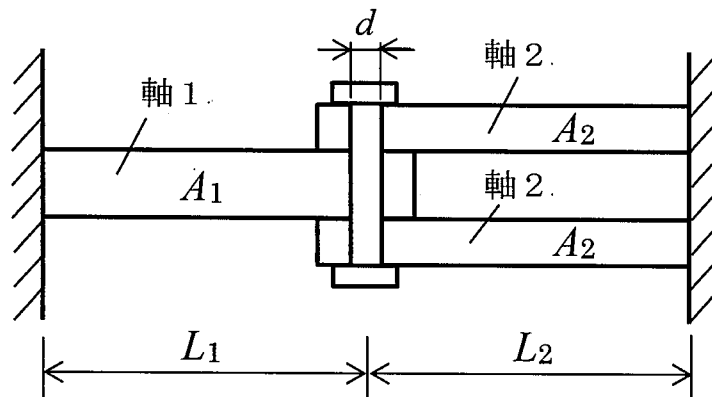
5枚のうち3枚目

2

〔1〕 図に示すように、断面積 A_1 の軸 1 と断面積 A_2 の軸 2 および、直径 d のピンで構成されたジョイントが T_0 °C において剛体壁に応力がゼロの状態に固定されている。軸の縦弾性係数と線膨張係数をそれぞれ E と α とする。

(1) この状態から温度が T_1 °C 上昇した場合、軸 1 と軸 2 の圧縮応力およびピンのせん断応力をそれぞれ求めよ。

(2) 軸の許容引張応力を σ_T 、許容圧縮応力を σ_C 、ピンの許容せん断応力を τ_0 とした場合、このジョイントが使用できる最高と最低の環境温度 T_{\max} と T_{\min} を求めよ。



〔2〕 以下の文章中の空欄 □ に適切な語句を入れて文章を完成させよ（解答は答案用紙の指定欄に記入すること）。

(1) 金属の結晶構造が温度によって変わることを □ a □ という。

(2) 疲労試験の □ b □ は、縦軸に □ c □ ，横軸に破断までの繰返し数の関係を示したものである。

(3) 鋼を適当な温度に加熱して、その温度に一定時間保持した後に徐冷していく処理を □ d □ という。

平成 2 7 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

[1] 図 1 に示すように断面積の異なる二つの管を接続した。上の管は高さ h_1 まで密度 ρ_1 の液体 1 で満たされており、下の管は密度 ρ_2 の液体 2 で満たされている。液体 1 の液面における圧力を図に示すように P とするとき、以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度を g とし、図の下向きに働いているものとする。

- (1) 点 A における圧力を、 $P, h_1, g, \rho_1, \rho_2$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 点 A より h_2 だけ下にある点 B における圧力を、 $P, h_1, h_2, g, \rho_1, \rho_2$ のうち必要なものを用いて表せ。

[2] 図 2 に示すように、断面積が S の管と a の管を接続し、その内部に密度 ρ_1 の液体 1 と密度 ρ_2 の液体 2 を入れた。液体 1 の液面より上の部分の管内は、密度 ρ_0 の空気で満たされている。図に示すように、左右の管の入り口には、それぞれ圧力 P_1 と P_2 が加えられている。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、 $P_1 \geq P_2$ とし、二つの液体の液面や液体間の界面の位置を図に示すように h_3, h_4, h_5, h_6 で表す。また、重力加速度を g とし、図の下向きに働いているものとする。圧力 P_1 と P_2 が等しい場合には、液体 1 の液面や液体 1 と 2 の界面の高さが左右で一致し、 $h_4 = 0$ かつ $h_6 = 0$ となる。

- (1) 点 C における圧力を、 $P_1, h_3, h_4, h_5, h_6, g, \rho_0, \rho_1, \rho_2$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 点 D における圧力を点 C の圧力と比較し、圧力差 $P_1 - P_2$ を $h_6, g, S, a, \rho_0, \rho_1, \rho_2$ のうち必要なものを用いて表せ。
- (3) 断面積 S が a に比べて十分に大きく、 ρ_0 が ρ_1 や ρ_2 と比べて十分に小さいとき、圧力差 $P_1 - P_2$ を h_6, g, ρ_1, ρ_2 を用いて近似的に表せ。
- (4) 図 2 に示す装置をマンメータとして使い、2 液体の界面の高さの差 h_6 を読み取って、 P_1 と P_2 の間の微小な圧力差を測定する。そのために、同じ圧力差 $P_1 - P_2$ に対し、 h_6 ができるだけ大きくなるようにしたい。液体 1 と 2 の適切な組合せを以下の (ア) ~ (ウ) の中から選び、選んだ理由を簡潔に説明せよ。
 - (ア) 液体 1 がエチルアルコール (比重 0.79) で液体 2 が水
 - (イ) 液体 1 が水で液体 2 が水銀 (比重 13.5)
 - (ウ) 液体 1 が水で液体 2 がクロロホルム (比重 1.49 の油のような無色透明の液体)

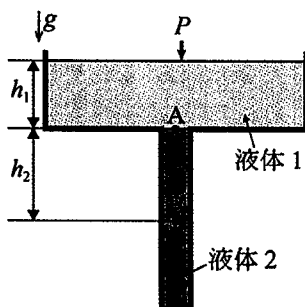


図 1

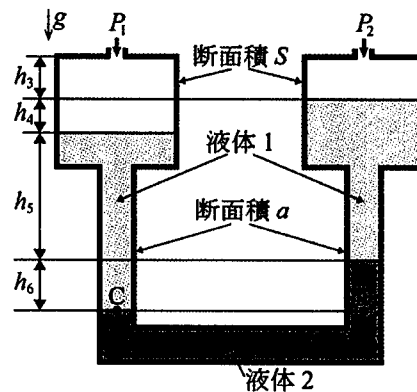


図 2

平成 27 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。

容積が温度によらず一定である 2 つの容器 A と B に、ある圧力の気体がそれぞれ入っている。これらの容器は外側を断熱壁で覆われ、外部との熱のやり取りはできないものとする。容積一定のこの条件下における容器 A と B の気体（容器を含む）の熱容量はそれぞれ C_A , C_B であり、その値は温度によらず一定とする。また、はじめの状態での容器 A と B のそれぞれの気体（容器を含む）の温度はそれぞれ T_A , T_B であったとする。

2 つの容器 A と B を接触させて、接触部分のみ断熱壁を取り外して容器 A と B の間で熱の授受が起こるようにし、熱平衡に達するまで放置した。この変化について、以下の問いに答えよ。ただし、 $T_A > T_B$ とする。

[1] 熱平衡に達したときの温度 T_{eq} を求めよ。

[2] 以下の文中の (X) に当てはまる適切な語句を 5 文字以内で記せ。

「この変化における容器 A の気体（容器を含む）のエントロピー変化 ΔS_A を求めたい。エントロピーは系の状態だけで一意的に決まり、過去の履歴や変化の経路に依存しない。このような物理量は (X) と呼ばれている。よって、エントロピー変化 ΔS_A を求める際には、容器 A と同温の熱源との可逆的な熱の授受により温度が T_A から T_{eq} に変化する可逆過程を考えて求めてよい。可逆変化においてエントロピーの微小変化は $dS = dQ/T$ で与えられることから、これを積分することにより、エントロピー変化 ΔS_A を求めることができる。」

[3] この変化における容器 A と B のそれぞれの気体（容器を含む）のエントロピーの変化 ΔS_A , ΔS_B を求めよ。ただし、熱平衡に達したときの温度 T_{eq} を用いてよい。

[4] 全エントロピー変化 $\Delta S (= \Delta S_A + \Delta S_B)$ が正となっていることを示せ。必要であれば、 $x \neq 0$ のとき $\ln(1+x) < x$ であることを用いてよい。

平成 2 7 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	
------	------------------	------	--

3 枚のうち 1

1

[1]

円筒座標系 (r, φ, z) の原点を O とし, $z \geq 0$ の空間について以下の問いに答えよ. ただし, 空間の誘電率は ϵ_0 とし, z 軸上の点 A の座標を $(0, 0, c)$ ($c \geq 0$) とする.

(1) 図 1-1 に示すように点 B に点電荷 $+Q$ [C] がある. 点 A において, この点電荷 $+Q$ [C] により生じる電界ベクトル \mathbf{E} の z 成分 E_z を求めよ.

(2) 図 1-2 に示すように, 原点 O を通る z 軸に垂直な平面において, 原点 O を中心とする半径 a [m] の円板状に電荷が一様に分布している. ただし, 面密度は β [C/m²] ($\beta > 0$) とし, この円板状電荷の厚さは無視できるものとする. このとき, 図中の微小領域 (面積 $dS = r dr d\varphi$) 内にある電荷が点 A に作る電界ベクトル $d\mathbf{E}$ の z 成分 dE_z を求めよ.

(3) (2) と同じ条件のとき, 円板状に分布する全電荷が点 A に作る電界ベクトル \mathbf{E} の z 成分 E_z を求めよ. ただし, 解答を導く過程も示せ.

(4) (2) と同じ条件のとき, 円板状に分布する全電荷が点 A に作る電位を V (電位の基準点は無限遠) とする. その V がもっとも高くなる c と, そのときの電位 V_{\max} を求めよ. ただし, 解答を導く過程も示せ.

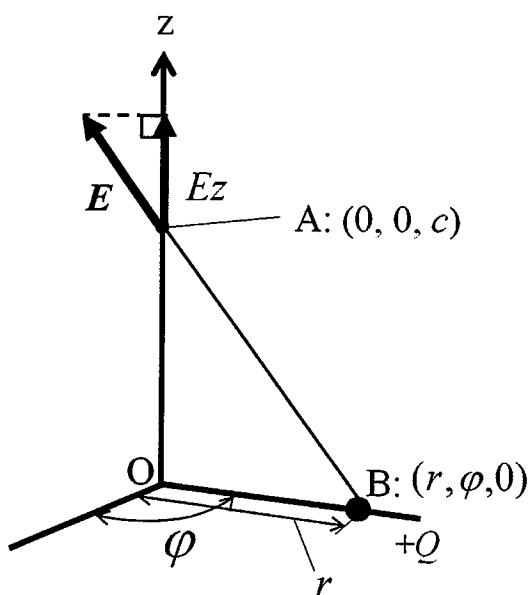


図 1-1

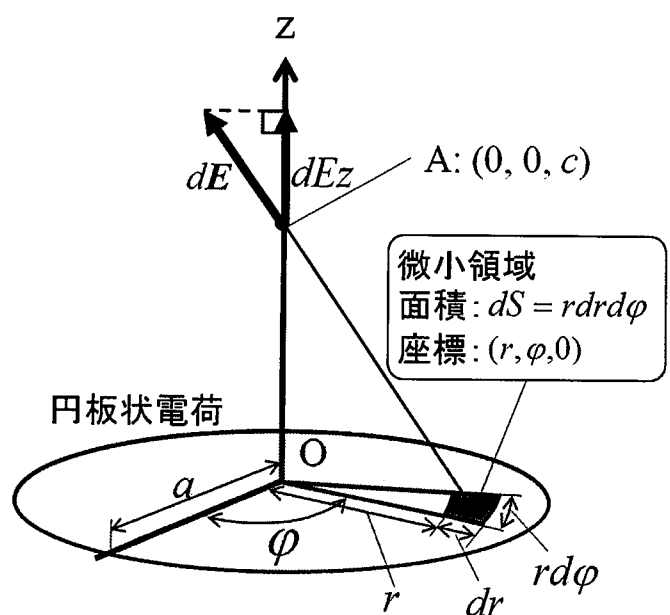


図 1-2

平成 27 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)
------	------------------

3枚のうち2

1 のつづき

[2]

x - y の 2 次元平面を考える. 図 1-3, 1-4, 1-5 に示すように導線 1 は無限に長く十分細い直線状の導体で, y 軸上にある. 導線 1 には定常電流 I が y 軸の正の向きに流れているとする. また, 導線 2 は図 1-4, 1-5 に示す $DE = EF = a$ [m] の長さを持つ直角二等辺三角形 DEF で, 辺 DE は y 軸に平行であり, 点 F は点 D, E と比べて y 軸より遠方に位置し, 導線 2 は $x > 0$ の領域にあるとする. さらに, 導線 2 には抵抗 R がついており, 抵抗 R の空間的な大きさは無視できるほどに小さいとする. また, 導線 1 と 2 は同一平面に存在し, いずれの導線も太さと電気抵抗は無視できるとし, 空間の透磁率は μ_0 とする. このとき, 以下の問いに答えよ.

(1) 図 1-3 に示すように, 導線 1 のみが存在する状況を考える. 導線 1 から距離 d [m] 離れた点を C とする. 点 C における磁界の大きさ $|H|$ を求めよ.

(2) 次に, 図 1-4 に示すように, 導線 1 と導線 2 が存在する場合を考える. ここで, 導線 2 の辺 DE と導線 1 の距離は d [m] である. このとき, 導線 2 の閉路を貫く磁束の大きさ $|\Phi|$ を求めよ. ただし, 解答を導く過程も示せ.

(3) 図 1-5 に示すように, 導線 1 と導線 2 が存在する場合を考える. ここで, 導線 2 は導線 1 から一定の速さ v [m/s] ($v > 0$) で x 軸に平行かつ正の向きに移動しているとする. 時刻 $t = 0$ において辺 DE と導線 1 の距離が d [m] 離れているとすると, 時刻 t [s] ($t > 0$) では, 辺 DE と導線 1 の距離は $d + vt$ [m] となる. このとき, 時刻 t ($t > 0$) において起電力により抵抗 R の両端に生じる電圧の大きさ $|V|$ を求めよ. ただし, 解答を導く過程も示せ.

(4) (3) と同じ条件のとき, 導線 2 において起電力により生じた電流は, $D \rightarrow E \rightarrow F$, または $D \rightarrow F \rightarrow E$ のどちらの向きに流れるかを答えよ. さらに, $t \rightarrow \infty$ としたときの抵抗 R の両端に生じる電圧の大きさ $|V_\infty|$ を求めよ.

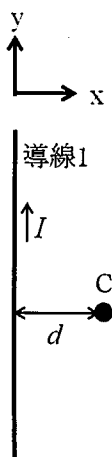


図 1-3

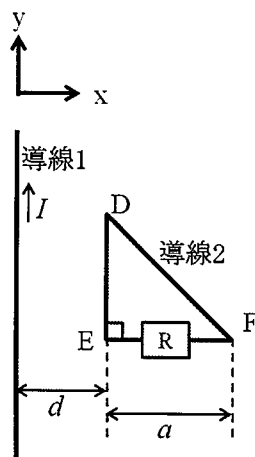


図 1-4

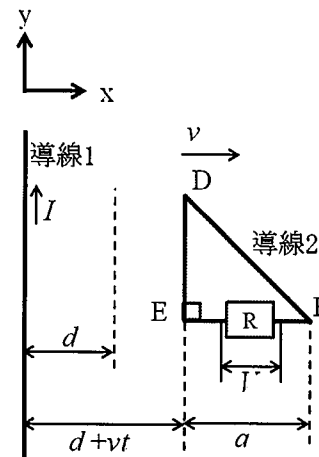


図 1-5

平成 27 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)
------	------------------

3枚のうち3

2

以下の問いに答えよ。ただし、 $0 \leq \theta_1 < 2\pi$, $0 \leq \theta_2 < 2\pi$, j は虚数単位とする。

- [1] 抵抗値が R の抵抗, インダクタンスが L のコイル, および正弦波交流電源 $E_1 (=|E_1|e^{j\theta_1}$, 角周波数 ω) からなる図 2-1 の回路において, 抵抗 R に流れる電流 I_R を, ω , R , L , $|E_1|$, θ_1 を用いて表せ。ここで, 電源 E_1 と電流 I_R は図中に示す向きを正とし, $|E_1|$ は電圧の実効値を表す。
- [2] 図 2-1 の回路において, コイルの両端の電圧 V_L を, ω , R , L , $|E_1|$, θ_1 を用いて表せ。ここで, 電源 E_1 と電圧 V_L は図中に示す向きを正とする。
- [3] 抵抗値が R の抵抗, インダクタンスが L のコイル, および正弦波交流電源 $E_1 (=|E_1|e^{j\theta_1}$, 角周波数 ω) と正弦波交流電源 $E_2 (=|E_2|e^{j\theta_2}$, 角周波数 ω) からなる図 2-2 の回路において, 抵抗 R に流れる電流 I_R を, ω , R , L , $|E_1|$, $|E_2|$, θ_1 , θ_2 を用いて表せ。ここで, 電源 E_1, E_2 と電流 I_R は図中に示す向きを正とし, $|E_1|$ と $|E_2|$ は電圧の実効値を表す。
- [4] 図 2-2 の回路において, コイルの両端の電圧 V_L を, ω , R , L , $|E_1|$, $|E_2|$, θ_1 , θ_2 を用いて表せ。ここで, 電源 E_1, E_2 と電圧 V_L は図中に示す向きを正とする。
- [5] 図 2-2 の回路において, 抵抗 R によって消費される有効電力 P を, ω , R , L , $|E_1|$, $|E_2|$, θ_1 , θ_2 を用いて表せ。
- [6] [5] で求めた有効電力 P を, $\theta_1 = 0$ の条件下で最小にする θ_2 を求めよ。また, そのときの有効電力を, ω , R , L , $|E_1|$, $|E_2|$ を用いて表せ。ただし, 解答を導く過程も示せ。
- [7] 図 2-2 の回路において, コイルにおける皮相電力 P_a を, ω , R , L , $|E_1|$, $|E_2|$, θ_1 , θ_2 を用いて表せ。
- [8] [7] で求めた皮相電力 P_a を, $\theta_1 = 0$ の条件下で最大にする θ_2 を求めよ。また, そのときの皮相電力を, ω , R , L , $|E_1|$, $|E_2|$ を用いて表せ。ただし, 解答を導く過程も示せ。
- [9] 図 2-2 の回路において $\theta_1 = 0$ としたとき, 電流 I_R と電源 E_1 が同相になった。そのときの $|E_1|$ を, ω , R , L , $|E_2|$, θ_2 を用いて表せ。ただし, 解答を導く過程も示せ。

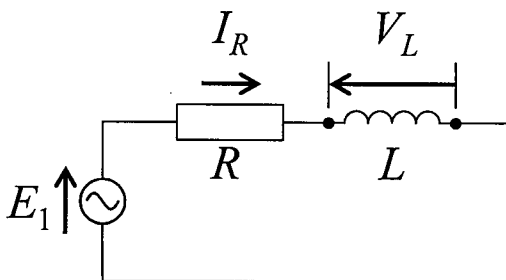


図 2-1

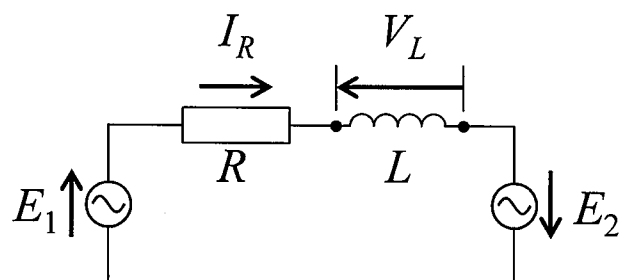


図 2-2

平成 27 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	
------	-----------------	------	--

5 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〕～〔3〕の問いに答えよ。ただし、答だけでよい。

〔1〕以下の数について、符号つき 2 進表現を 10 進表現に、10 進表現を符号つき 2 進表現に変換せよ。ただし、符号つき 2 進表現は 8 bit の 2 の補数表現とする。

(1) $10011100_2 = \boxed{}_{10}$

(2) $81_{10} = \boxed{}_2$

(3) $-81_{10} = \boxed{}_2$

〔2〕以下の計算をせよ。ただし、すべての数は符号つき 8 bit (2 の補数表現) とする。

(1) $2A_{16} - 3B_{16} = \boxed{}_{16}$

(2) $CF_{16} + ED_{16} = \boxed{}_{16}$

〔3〕以下のそれぞれの式が任意の 8 bit 列 S に対して成り立つように、空欄に 8 bit 列 を入れよ。ただし、OR、AND、NOT、XOR はそれぞれビットごとの論理和、論理積、否定、排他的論理和である。

(1) $\text{NOT}((S \text{ OR } 00110101) \text{ OR } 01010011) = (\text{NOT}(S)) \text{ AND } \boxed{}$

(2) $\text{NOT}(S \text{ XOR } 00110101) \text{ XOR } 01010011 = S \text{ XOR } \boxed{}$

平成 27 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)
------	-----------------

5 枚のうち 2

2

配列の $a[0], a[1], \dots, a[n-1]$ に整数が格納されており、 $a[0] \leq a[1] \leq \dots \leq a[n-1]$ が成り立っているとする。引数として整数 v を受け取り、以下のルールにしたがって整数を返す関数 bs を言語 C で書け。ただし、任意の $n \geq 2$ に対して、関数 bs が行う比較演算の回数は $\log_2 n$ の定数倍以下になるようにすること。

- 要素 $a[0], a[1], \dots, a[n-1]$ のうちに整数 v が含まれていない場合は、 -99 を返す。
- 要素 $a[0], a[1], \dots, a[n-1]$ のうちに整数 v が 1 個だけ含まれている場合は、その添字を返す。
- 要素 $a[0], a[1], \dots, a[n-1]$ のうちに整数 v が複数個含まれている場合は、そのうち最も小さな添字を返す。

平成 27 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)
------	-----------------

5 枚のうち 3

3

次の〔1〕、〔2〕の問いに答えよ。ただし、答だけでよい。

〔1〕 4 つの変数 X_1, X_2, X_3, X_4 を入力として受け取り、4 桁の 2 進数 $X_1 X_2 X_3 X_4$ が素数であれば 0、そうでなければ 1 となる信号 Y を出力する回路を考える（最小の素数は 2 であり、0 と 1 は素数ではないことに注意せよ）。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 真理値表を作成せよ。
- (2) 真理値表から、解答用紙の表に従ってカルノー図を作成せよ。
- (3) カルノー図から導かれる論理式を 4 項の論理和で示し、AND-OR 回路を記述せよ。
回路は AND、OR、NOT のシンボルを定義した上で記述すること。

〔2〕 0 と 1 からなるビット列を入力し、1 が偶数回入力、または 0 が 3 の倍数回入力されたら 1 を、それ以外の入力のときは 0 を出力する回路を考える。

たとえば、左から順に「001010110011」という入力列を与えると、
「000110010101」を出力する。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 次の出力列を得るような、入力列の一例を示せ。
出力列: 0010011001
- (2) この回路をミーラー型の状態遷移図として表せ。
なお、遷移する矢印には、入力/出力 を記述すること。

平成 27 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)
------	-----------------

5 枚のうち 4

4

x 軸上にビル 1、ビル 2、...、ビル n が建っており、その座標はそれぞれ整数 x_1, x_2, \dots, x_n (ただし $x_1 < x_2 < \dots < x_n$) である。同じ x 軸上に携帯電話用のアンテナを何本か設置し、どのビルも少なくとも 1 本のアンテナから距離 R (R は正の整数) 以内に入るようにしたい。ただし、アンテナはビルと同一の座標上に置くことも可能であるとする。

アンテナは 1 本ごとに費用がかかるので、アンテナを置く座標をうまく選び、なるべくアンテナの本数を少なくしたい。

このとき、次の [1]、[2] の問いに答えよ。

ただし、 $P \setminus Q$ は集合 P の中から集合 Q に属する要素を取り除いて得られる集合を表す。

[1] 以下のアルゴリズムでは、アンテナの本数を最小にできるとは限らない。アンテナの本数が最小にならないような例をあげよ。

1. $X_0 := \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ および $i := 1$ とする。
2. 距離 R 以内に「 X_{i-1} に属する座標」を最も多く含むような座標を探し、それを a_i とする
(そのような座標が複数存在すれば、そのうちの一つを a_i とする)。
座標 a_i にアンテナを 1 本置き、 $X_i := X_{i-1} \setminus \{x : |x - a_i| \leq R\}$ とする。
3. X_i が空集合なら終了。そうでなければ、 i を 1 増やしステップ 2 に戻る。

[2] 以下のアルゴリズムは、アンテナの本数を最小にすることを説明せよ。

1. $X_0 := \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ および $i := 1$ とする。
2. X_{i-1} に属する座標のうち、最も小さなものを x' とし、 $a_i := x' + R$ とする。
座標 a_i にアンテナを 1 本置き、 $X_i := X_{i-1} \setminus \{x : |x - a_i| \leq R\}$ とする。
3. X_i が空集合なら終了。そうでなければ、 i を 1 増やしステップ 2 に戻る。

平成 27 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)
------	-----------------

5 枚のうち 5

5

仮想記憶を備えたコンピュータに関して、次の〔1〕～〔4〕の問いに答えよ。

〔1〕 次の用語を簡潔に説明せよ。

- (1) ページテーブル
- (2) メモリ管理ユニット (MMU)
- (3) トランスレーション・ルックアサイド・バッファ (TLB)

〔2〕 ページサイズ 4 KB、仮想アドレスおよび物理アドレスともに 32 bit 幅のシステムを考える。
このとき、以下のそれぞれの値はいくらか (答だけでよい)。

- (1) アドレス空間の大きさ
- (2) ページのオフセットのビット幅
- (3) 仮想ページの総数

〔3〕 単純化のため、OS が仮想ページを全部で 3 ページだけ管理している状況を想定する。
ページ置換アルゴリズムとして、

- (1) FIFO (First-In First-Out)
- (2) LRU (Least Recently Used)

のそれぞれを用いた場合について、以下に示す順序のメモリアクセスに対してページフォールト
が起こる回数を求めよ (答だけでよい)。

アクセスするページ番号の順： 1, 2, 3, 4, 3, 1, 2, 3, 1

〔4〕 ページサイズは経験的に 4 KB がよいとされているが、プロセッサによっては 2 MB など大きな
ページサイズもサポートしている。ページサイズの大小における利害得失を簡潔に述べよ。