

基礎科目 2019 (R01) 問題・正解と解説

I 1群～5群の全ての問題群からそれぞれ3問題、計15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

1群 設計・計画に関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

1-1-1 最適化問題に関する次の(ア)から(エ)の記述について、それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 線形計画問題とは、目的関数が実数の決定変数の線形式として表現できる数理計画問題であり、制約条件が線形式であるか否かは問わない。
- (イ) 決定変数が2変数の線形計画問題の解法として、図解法を適用することができる。この方法は2つの決定変数からなる直交する座標軸上に、制約条件により示される(実行)可能領域、及び目的関数の等高線を描き、最適解を図解的に求める方法である。
- (ウ) 制約条件付きの非線形計画問題のうち凸計画問題については、任意の局所的最適解が大域的最適解になるといった性質を持つ。
- (エ) 決定変数が離散的な整数値である最適化問題を整数計画問題という。整数計画問題では最適解を求めることが難しい問題も多く、問題の規模が大きい場合は遺伝的アルゴリズムなどのヒューリスティックな方法により近似解を求めることがある。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 誤 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 誤 | 正 | 正 | 正 |

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

線形計画問題とは、最適化問題において、目的関数が線型関数で、なおかつ線型関数の等式と不等式で制約条件が記述できる問題ですから、(ア)は正しくありません。他はすべて正しい記述です。

1-1-2 ある問屋が取り扱っている製品 A の在庫管理の問題を考える。製品 A の 1 年間の総需要は d [単位] と分かっており、需要は時間的に一定、すなわち、製品 A の在庫量は一定量ずつ減少していく。この問屋は在庫量がゼロになった時点で発注し、1 回当たりの発注量 q [単位] (ただし $q \leq d$) が時間遅れなく即座に納入されると仮定する。このとき、年間の発注回数は d/q [回]、平均在庫量は $q/2$ [単位] となる。1 回当たりの発注費用は発注量 q [単位] には無関係で k [円]、製品 A の平均在庫量 1 単位当たりの年間在庫維持費用 (倉庫費用、保険料、保守費用、税金、利息など) を h [円/単位] とする。

年間総費用 $C(q)$ [円] は 1 回当たりの発注量 q [単位] の関数で、年間総発注費用と年間在庫維持費用の和で表すものとする。このとき年間総費用 $C(q)$ [円] を最小とする発注量を求める。なお、製品 A の購入費は需要 d [単位] には比例するが、1 回当たりの発注量 q [単位] とは関係がないので、ここでは無視する。

$k = 20,000$ [円]、 $d = 1,350$ [単位]、 $h = 15,000$ [円/単位] とするとき、年間総費用を最小とする 1 回当たりの発注量 q [単位] として最も適切なものはどれか。

- ① 50 単位 ② 60 単位 ③ 70 単位 ④ 80 単位 ⑤ 90 単位

正解は② ※過去の出題はありません。

まずはこの問題文から算出式を立てられるかどうかの勝負ですね。そこに時間がかかるので、こういった問題はできるだけ選択しないほうがいいでしょう。

発注費用は、発注回数が d/q で、1 回あたり k 円かかるので、年間では $d/q \times k$ 円。また在庫維持費用は、平均在庫 $q/2$ に対して h 円かかるので、 $q/2 \times h$ 円。トータルはこの合計なので、 $d/q \times k + q/2 \times h$ 円
 $= d \times k/q + h/2 \times q = 1,350 \times 20,000 \div q + 15,000/2 \times q = 27,000,000 \div q + 7,500 \times q$ 。計算しやすいように 1,000 で割って、 $27,000 \div q + 7.4q$ 。ここまで計算したら、あとは当てはめ計算をしたほうが手っ取り早い。

①の場合、 $q = 50$ を代入すれば、 $27,000 \div 50 + 7.4 \times 50 = 540 + 375 = 915$ 。以下同様に、②は $450 + 450 = 900$ 、③は $386 + 525 = 911$ 、④は $338 + 600 = 938$ 、⑤は $300 + 675 = 975$ 。よって②が最小。

1-1-3 設計者が製作図を作成する際の基本事項に関する次の (ア) ~ (オ) の記述について、それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 工業製品の高度化、精密化に伴い、製品の各部品にも高い精度や互換性が要求されてきた。そのため最近では形状の幾何学的な公差の指示が不要となってきた。
 (イ) 寸法記入は製作工程上に便利であるようにするとともに、作業現場で計算しなくても寸法が求められるようにする。
 (ウ) 限界ゲージとは、できあがった品物が図面に指示された公差内にあるかどうかを検査するゲージのことをいう。
 (エ) 図面は投影法において第二角法あるいは第三角法で描かれる。
 (オ) 図面の細目事項は、表題欄、部品欄、あるいは図面明細表に記入される。

- ア イ ウ エ オ
 ① 誤 誤 誤 正 正
 ② 誤 正 正 正 誤
 ③ 正 誤 正 誤 正
 ④ 正 正 誤 正 誤
 ⑤ 誤 正 正 誤 正

正解は⑤ ※2017 (平成 29) 年度問題 1-1-5 とほぼ同じ問題 (選択肢③が異なるだけ) です。

まずは感覚的に考えてみましょう。感覚的に「そんなことはないだろう」と誰もが思うのは (ア) でしょう。これが誤としている選択肢は①②⑤です。次に (イ) をみると、納得できる内容が書かれています。したがって②⑤に絞れます。そうすると②と⑤の違いは (エ) と (オ) ですが、(オ) は納得できる内容が書かれています。ということで、確信は持てなくても絞り込めると思います。

1-1-4 材料の強度に関する次の記述の、[] に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

下図に示すように、真直ぐな細い針金を水平面に垂直に固定し、上端に圧縮荷重が加えられた場合を考える。荷重がきわめて [ア] ならば針金は真直ぐな形のまま純圧縮を受けるが、荷重がある限界値を [イ] と真直ぐな変形様式は不安定となり、[ウ] 形式の変形を生じ、横にたわみはじめる。この種の現象は [エ] と呼ばれる。

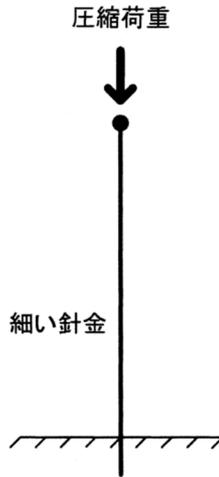


図 上端に圧縮荷重を加えた場合の水平面に垂直に固定した細い針金

- | | | | | |
|---|---|-----|-----|----|
| | ア | イ | ウ | エ |
| ① | 小 | 下回る | ねじれ | 座屈 |
| ② | 大 | 下回る | ねじれ | 共振 |
| ③ | 小 | 越す | ねじれ | 共振 |
| ④ | 大 | 越す | 曲げ | 共振 |
| ⑤ | 小 | 越す | 曲げ | 座屈 |

正解は⑤ ※過去の出題はありません。
土木系の人にはサービス問題です（イ～エが常識感覚でわかるはずですが、それ以外の人にも感覚的にわかると思います。

1-1-5 ある銀行に1台のATMがあり、このATMを利用するために到着する利用者の数は1時間当たり平均40人のポアソン分布に従う。また、このATMでの1人当たりの処理に要する時間は平均40秒の指数分布に従う。このとき、利用者がATMに並んでから処理が終了するまで系内に滞在する時間の平均値として最も近い値はどれか。

$$\begin{aligned} \text{トラフィック密度 (利用率)} &= \text{到着率} \div \text{サービス率} \\ \text{平均系内列長} &= \text{トラフィック密度} \div (1 - \text{トラフィック密度}) \\ \text{平均系内滞在時間} &= \text{平均系内列長} \div \text{到着率} \end{aligned}$$

- ①68秒 ②72秒 ③85秒 ④90秒 ⑤100秒

正解は② ※2017 (平成 29) 年度 1-1-1 と同じ問題ですが、求める値や用語が異なります。
1人当たり処理時間が40秒なので、1分あたり $60/40=1.5$ 人がサービス率となります。
利用率 = 到着率 ÷ サービス率 = $(40 \text{ 人}/60 \text{ 分} = 2/3 \text{ 人/分}) \div 1.5 \text{ 人/分} = 1/2.25 \approx 0.44$
平均系内列長 = 利用率 ÷ (1 - 利用率) = $0.44 \div (1 - 0.44) = 0.44 \div 0.56 \approx 0.79$
平均系内滞在時間 = 平均系内列長 ÷ 到着率 = $0.79 \div 2/3 \text{ 人/分} = 1.19 \text{ 分/人} \approx 71.4 \text{ 秒/人}$
最も近いのは②です。暗算ではちょっときついで電卓がほしいところです。

1-1-6 次の(ア)～(ウ)の説明が対応する語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

(ア) ある一変数関数 $f(x)$ が $x=0$ の近傍において何回でも微分可能であり、適当な条件の下で以下の式

$$f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(0)}{k!} x^k$$

が与えられる。

(イ) ネイピア数(自然対数の底)を e 、円周率を π 、虚数単位(-1 の平方根)を i とする。このとき

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

の関係が与えられる。

(ウ) 関数 $f(x)$ と $g(x)$ が、 c を端点とする开区間において微分可能で $\lim f(x) = \lim g(x) = 0$ あるいは $\lim f(x) = \lim g(x) = \infty$ のいずれかが満たされるとする。このとき、 $f(x)$ 、 $g(x)$ の1階微分を $f'(x)$ 、 $g'(x)$ として、 $g'(x) \neq 0$ の場合に、 $\lim f(x) / \lim g(x) = L$ が存在すれば、 $\lim f'(x) / \lim g'(x) = L$ である。

※ 「lim」は実際の問題文では「 $\lim_{x \rightarrow c}$ 」

ア	イ	ウ
① ロピタルの定理	オイラーの等式	フーリエ級数
② マクローリン展開	フーリエ級数	オイラーの等式
③ マクローリン展開	オイラーの等式	ロピタルの定理
④ フーリエ級数	ロピタルの定理	マクローリン展開
⑤ フーリエ級数	マクローリン展開	ロピタルの定理

正解は③ ※過去の出題はありません。

これはもう知識の問題ですので、知らなければいくら考えてもわかりません。説明は省略します。

2群 情報・論理に関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

1-2-1 基数変換に関する次の記述の、[] に入る表記の組合せとして、最も適切なものはどれか。

私たちの日常生活では主に10進数で数表現するが、コンピュータで数表現する場合、「0」と「1」の数字で表す2進数や、「0」から「9」までの数字と「A」から「F」までの英字を使って表す16進数などが用いられる。10進数、2進数、16進数は相互に変換できる。例えば10進数の15.75は、2進数では $(1111.11)_2$ 、16進数では $(F.C)_{16}$ である。同様に10進数の11.5を2進数で表すと[ア]、16進数で表すと[イ]である。

- ① $(1011.1)_2$ $(B.8)_{16}$
- ② $(1011.0)_2$ $(C.8)_{16}$
- ③ $(1011.1)_2$ $(B.5)_{16}$
- ④ $(1011.0)_2$ $(B.8)_{16}$
- ⑤ $(1011.1)_2$ $(C.5)_{16}$

正解は① ※過去の出題はありません。

10進数を2進数にするときは、2のべき乗 ($2^0=1$ 、 $2^1=2$ 、 $2^2=4$ 、 $2^3=8$ 、 $2^4=16$ 、 $2^5=32$ 、 $2^6=64$ 、 $2^7=128$ 、 $2^8=256$ 、 $2^9=512$ 、 $2^{10}=1024$) の組み合わせに分解します。小数点以下があるときは、これも2のべき乗 ($2^{-1}=1/2=0.5$ 、 $2^{-2}=1/2^2=1/4=0.25$ 、 $2^{-3}=1/2^3=1/8=0.125\cdots$) に分解します。

11.5より小さい範囲で最大の2のべき乗は $2^3=8$ です。そして $11.5-8=3.5$ です。つまり $11.5=2^3+3.5$ となります。

次に余りの3.5より小さい範囲で最大の2のべき乗は $2^1=2$ です。そして $3.5=2+1.5$ です。そして1.5は $1+0.5=2^0+2^{-1}$ となりますから、 $11.5=2^3+2^1+2^0+2^{-1}$ となります。

つまり、 2^3 、 2^1 、 2^0 、 2^{-1} の桁にそれぞれ1が入っていることになり、

2^3	2^2	2^1	2^0	.	2^{-1}
1	0	1	1	.	1

というようになります。そして各桁の数値(1か0)を並べた、1011.1が答えになります。

次に10進数の16進数換算ですが、これも同じように考えればいいでしょう。

$16^0=1$ 、 $16^1=16$ 、 $16^2=256$ で、11.5は 16^1 より小さいですから、1桁の数値になります。16進数では10進数の10をA、11をB、12をCと表しますから、11.5の整数部分11はBとなります。そして0.5は $1/2$ のことですから、16の $1/2$ で8になります。よって $B+0.8=B.8$ となります。

1-2-2 二分探索木とは、各頂点に1つのキーが置かれた二分木であり、任意の頂点 v について次の条件を満たす。

- (1) v の左部分木の頂点に置かれた全てのキーが、 v のキーより小さい。
- (2) v の右部分木の頂点に置かれた全てのキーが、 v のキーより大きい。

以下では空の二分探索木に、8、12、5、3、10、7、6の順に相異なるキーを登録する場合を考える。最初のキー8は二分探索木の根に登録する。次のキー12は根の8より大きいので右部分木の頂点に登録する。次のキー5は根の8より小さいので左部分木の頂点に登録する。続くキー3は根の8より小さいので左部分木の頂点5に分岐して大小を比較する。比較するとキー3は5よりも小さいので、頂点5の左部分木の頂点に登録する。以降同様に全てのキーを登録すると下図に示す二分探索木を得る。

キーの集合が同じであっても、登録するキーの順番によって二分探索木が変わることもある。下図と同じ二分探索木を与えるキーの順番として、最も適切なものはどれか。

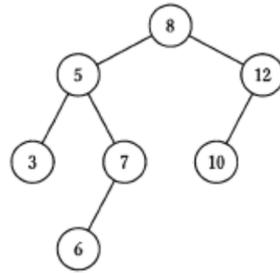


図 二分探索木

- ① 8, 5, 7, 12, 3, 10, 6
- ② 8, 5, 7, 10, 3, 12, 6
- ③ 8, 5, 6, 12, 3, 10, 7
- ④ 8, 5, 3, 10, 7, 12, 6
- ⑤ 8, 5, 3, 12, 6, 10, 7

正解は① ※過去の出題はありません。

「8より大きいもの」(つまり根の右側に登録される)と「8より小さいもの」(根の左側に登録される)の「出てくる順序」が同じであれば、図と同じ二分探索木になります。8より大きいものは12→10の順に出てきますし、小さいものは5→3→7→6の順に出てきます。この順序が保たれているのが①です。「つまりはどういうことなのか」を理解できれば即座に解けます。

1-2-3 表 1 は、文書 A～文書 F 中に含まれる単語とその単語の発生回数を示。ここでは問題を簡単にするため、各文書には単語 1、単語 2、単語 3 の 3 種類の単語のみが出現するものとする。各文書の特性を、出現する単語の発生回数を要素とするベクトルで表現する。文書 A の特性を表すベクトルは $\vec{A} = (7, 3, 2)$ となる。また、ベクトル \vec{A} のノルムは、 $\|\vec{A}\|_2 = \sqrt{7^2 + 3^2 + 2^2} = \sqrt{62}$ と計算できる。

2 つの文書 X と文書 Y 間の距離を (式 1) により算出すると定義する。2 つの文書の類似度が高ければ、距離の値は 0 に近づく。文書 A に最も類似する文書はどれか。

表 1 文書と単語の発生回数

	文書A	文書B	文書C	文書D	文書E	文書F
単語 1	7	2	70	21	1	7
単語 2	3	3	3	9	2	30
単語 3	2	0	2	6	3	20

$$\text{文書 X と文書 Y の距離} = 1 - \frac{\vec{X} \cdot \vec{Y}}{\|\vec{X}\|_2 \|\vec{Y}\|_2} \quad (\text{式 1})$$

(式 1) において、 $\vec{X} = (x_1, x_2, x_3)$ 、 $\vec{Y} = (y_1, y_2, y_3)$ であれば、

$$\vec{X} \cdot \vec{Y} = x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3, \quad \|\vec{X}\|_2 = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}, \quad \|\vec{Y}\|_2 = \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2}$$

- ① 文書 B ② 文書 C ③ 文書 D ④ 文書 E ⑤ 文書 F

正解は③ ※過去の出題はありません。

式 1 が「ゼロに近づく」のですから、 $\frac{\vec{X} \cdot \vec{Y}}{\|\vec{X}\|_2 \|\vec{Y}\|_2}$ が 1 に近いということになります。ということは、

$\vec{X} \cdot \vec{Y} \cong \|\vec{X}\|_2 \|\vec{Y}\|_2$ ということです。すなわち、

$$x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3 \cong \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2} \times \sqrt{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2} \text{ ということですね。}$$

ということは、 $x_1 : x_2 : x_3 \cong y_1 : y_2 : y_3$ であればいいということになります。つまり文書 A と同じものを探すのですから、単語 1 : 単語 2 : 単語 3 が 7 : 3 : 2 になっているものです。文書 D はちょうど文書 A の各単語を 3 倍したものです。

1-2-4 次の表現形式で表現することができる数値として、最も不適切なものはどれか。

数値 ::= 整数 | 小数 | 整数 小数

小数 ::= 小数点 数字列

整数 ::= 数字列 | 符号 数字列

数字列 ::= 数字 | 数字列 数字

符号 ::= + | -

小数点 ::= .

数字 ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

ただし、上記表現形式において、::=は定義を表し、|は OR を示す。

- ① 19.1 ② .52 ③ -.37 ④ 4.35 ⑤ -125

正解は③ ※過去の出題はありませんが、2017（平成 29）年度問題 1-2-5 が類似問題です。

構文図系の問題です。ポイントは符号で、「符号」は整数の定義には含まれますが、小数の定義には含まれません。そして数値の定義は「整数 小数」すなわち整数の後に小数が来ます。ですから符号→小数と並んでいる「-.37」はあり得ません。（これがもし「-0.37」なら OK です）

1-2-5 次の記述の、[] に入る値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

同じ長さの2つのビット列に対して、対応する位置のビットが異なっている箇所数をそれらのハミング距離と呼ぶ。ビット列「0101011」と「0110000」のハミング距離は、表1のように考えると4であり、ビット列「1110001」と「0001110」のハミング距離は[ア]である。4ビットの情報ビット列「X1 X2 X3 X4」に対して、「X5 X6 X7」を $X5 = X2 + X3 + X4 \pmod{2}$ 、 $X6 = X1 + X3 + X4 \pmod{2}$ 、 $X7 = X1 + X2 + X4 \pmod{2}$ ($\pmod{2}$ は整数を2で割った余りを表す) と置き、これらを付加したビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を考えると、任意の2つのビット列のハミング距離が3以上であることが知られている。このビット列「X1 X2 X3 X4 X5 X6 X7」を送信し通信を行ったときに、通信過程で高々1ビットしか通信の誤りが起こらないという仮定の下で、受信ビット列が「0100110」であったとき、表2のように考えると「1100110」が送信ビット列であることがわかる。同じ仮定の下で、受信ビット列が「1001010」であったとき、送信ビット列は[イ]であることがわかる。

表1 ハミング距離の計算

1つめのビット列	0	1	0	1	0	1	1
2つめのビット列	0	1	1	0	0	0	0
異なるビット位置と個数計算			1	2			3

表2 受信ビット列が「0100110」の場合

受信ビット列の正誤	送信ビット列							⇒	X1,X2,X3,X4に対応する付加ビット列		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7		$X2 + X3 + X4 \pmod{2}$	$X1 + X3 + X4 \pmod{2}$	$X1 + X2 + X4 \pmod{2}$
全て正しい	0	1	0	0	1	1	0		1	0	1
X1のみ誤り	1	1	0	0	同上			一致	1	1	0
X2のみ誤り	0	0	0	0	同上				0	0	0
X3のみ誤り	0	1	1	0	同上				0	1	1
X4のみ誤り	0	1	0	1	同上				0	1	0
X5のみ誤り	0	1	0	0	0	1	0		1	0	1
X6のみ誤り		同上			1	0	0			同上	
X7のみ誤り		同上			1	1	1			同上	

- ア イ
- ① 5 「1001010」
 - ② 5 「0001010」
 - ③ 5 「1101010」
 - ④ 7 「1001010」
 - ⑤ 7 「1011010」

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

ビット列「1110001」と「0001110」のハミング距離は表1で考えると、

1つめのビット列	1	1	1	0	0	0	1
2つめのビット列	0	0	0	1	1	1	0
異なるビット位置と個数計算	1	2	3	4	5	6	7

となり（このようなことをしなくてもわかりますが）、ハミング数は7です。まあつまり一つも同じものがないわけですね。これで正解は④か⑤のいずれかになります。④は受信ビットと送信ビットが一致し、⑤は3ビットのみ誤りになります。したがって表2よりX5は送信ビットと受信ビットで一致しますから0でなければなりません。X5 = X2 + X3 + X4 mod 2でありX2は④でも⑤でも0、4ビット目が1ですから、④だとX2 + X3 + X4 = 0 + 0 + 1 = 1で、これを2で割った余りは1ですからX5 = 1となり、一致しません。⑤だとX2 + X3 + X4 = 0 + 1 + 1 = 2で、2で割った余りが0で一致します。

1-2-6 スタックとは、次に取り出されるデータ要素が最も新しく記憶されたものであるようなデータ構造で、後入れ先出しとも呼ばれている。スタックに対する基本操作を次のように定義する。

- ・「PUSH n」 スタックに整数データ n を挿入する。
- ・「POP」 スタックから整数データを取り出す。

空のスタックに対し、次の操作を行った。

PUSH 1、PUSH 2、PUSH 3、PUSH 4、POP、POP、PUSH 5、POP、POP

このとき、最後に取り出される整数データとして、最も適切なものはどれか。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

正解は② ※2014（平成 26）年度問題 1-2-4 と同じですが操作の内容を変えてあります。

「PUSH 1」で空のスタックに 1 が挿入されたのでスタックは「1」。「PUSH 2」で 2 を新たに挿入するのでスタックは「12」。さらに「PUSH 3」で「123」、「PUSH 4」で「1234」。次に「POP」で「次に取りだされるデータ要素が最も新しく記憶されたものである」から「1234」の最新の 4 が取り出され、残りは「123」。そしてもう一度「POP」で 3 が取り出され残りは「12」、「PUSH 5」で「125」。そのあと「POP」で「12」。よって最後の「POP」で取り出されるのは「12」の右端の数字で 2 となります。

3群 解析に関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

1-3-1 3次元直交座標系 (x, y, z) におけるベクトル

$$V = (V_x, V_y, V_z) = (\sin(z+y+z), \cos(x+y+z), z)$$

の $(x, y, z) = (2\pi, 0, 0)$ における発散 $\operatorname{div} V = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$ の値として、最も適切なものはどれか。

- ① -2 ② -1 ③ 0 ④ 1 ⑤ 2

正解は⑤ ※2011（平成23）年度問題 1-3-5 と同じ。（選択肢の順序が変えてあるだけ）
解説省略。

1-3-2 座標 (x, y) と変数 r, s の間には、次の関係があるとする。

$$x = g(r, s)$$

$$y = h(r, s)$$

このとき、関数 $z = f(x, y)$ の x, y による偏微分と r, s による偏微分は、次式によって関連付けられる。

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial z}{\partial r} \\ \frac{\partial z}{\partial s} \end{bmatrix} = [J] \begin{bmatrix} \frac{\partial z}{\partial x} \\ \frac{\partial z}{\partial y} \end{bmatrix}$$

ここに $[J]$ はヤコビ行列と呼ばれる2行2列の行列である。 $[J]$ の行列式として、最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{\partial x}{\partial r} \frac{\partial x}{\partial s} + \frac{\partial y}{\partial r} \frac{\partial y}{\partial s}$
② $\frac{\partial x}{\partial r} \frac{\partial x}{\partial s} - \frac{\partial y}{\partial r} \frac{\partial y}{\partial s}$
③ $\frac{\partial y}{\partial r} \frac{\partial y}{\partial s} - \frac{\partial x}{\partial r} \frac{\partial x}{\partial s}$
④ $\frac{\partial y}{\partial r} \frac{\partial y}{\partial s} + \frac{\partial x}{\partial r} \frac{\partial x}{\partial s}$
⑤ $\frac{\partial x}{\partial r} \frac{\partial y}{\partial s} - \frac{\partial y}{\partial r} \frac{\partial x}{\partial s}$

正解は⑤ ※2012（平成24）年度問題 1-3-3 と同じ問題で、変数名が変えてあるだけです。
解説省略。

1-3-3 物体が粘性のある流体中を低速で落下運動するとき、物体はその速度に比例する抵抗力を受けるとする。そのとき物体の速度を v 、物体の質量を m 、重力加速度を g 、抵抗力の比例定数を k 、時間を t とすると、次の方程式が得られる。

$$m \frac{dv}{dt} = mg - kv$$

ただし m, g, k は正の定数である。物体の初速度がどんな値でも、十分時間が経つと一定の速度に近づく。この速度として最も適切なものはどれか。

- ① $\frac{mg}{k}$ ② $\frac{2mg}{k}$ ③ $\frac{\sqrt{mg}}{k}$ ④ $\sqrt{\frac{mg}{k}}$ ⑤ $\sqrt{\frac{2mg}{k}}$

正解は①
 ※過去の出題はありません。
 解説省略。

1-3-4 ヤング率 E 、ポアソン比 ν の等方性線形弾性体がある。直交座標系において、この弾性体に働く垂直応力の 3 成分を $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}, \sigma_{zz}$ とし、それによって生じる垂直ひずみの 3 成分を $\epsilon_{xx}, \epsilon_{yy}, \epsilon_{zz}$ とする。いかなる組合せの垂直応力が働いてもこの弾性体の体積が変化しないとすると、この弾性体のポアソン比 ν として、最も適切な値はどれか。

ただし、ひずみは微小であり、体積変化を表す体積ひずみ ϵ は、3 成分の垂直ひずみの和 ($\epsilon_{xx} + \epsilon_{yy} + \epsilon_{zz}$) として与えられるものとする。また、例えば垂直応力 σ_{xx} によって生じる垂直ひずみは、 $\epsilon_{xx} = \sigma_{xx}/E$ 、 $\epsilon_{yy} = \epsilon_{zz} = -\nu \sigma_{xx}/E$ で与えられるものとする。

- ① 1/6 ② 1/4 ③ 1/3 ④ 1/2 ⑤ 1

正解は④
 ※過去の出題はありません。
 解説省略。

1-3-5 下図に示すように、左端を固定された長さ l 、断面積 A の棒が右端に荷重 P を受けている。この棒のヤング率を E としたとき、棒全体に蓄えられるひずみエネルギーはどのように表示されるか。次のうち、最も適切なものはどれか。

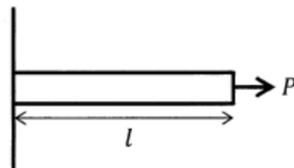


図 荷重を受けている棒

- ① Pl ② Pl/E ③ P^2/A ④ $P^2l/2EA$ ⑤ $P^2/2EA^2$

正解は④ ※2005 (平成 17) 年度問題 1-3-5 と同じ問題で、選択肢の順序が変わっているだけです。
 荷重 P がかかったときのひずみが P/E なので、変位は Pl/E 。横軸変位・縦軸荷重のグラフを書くと、蓄えられたエネルギーは直角三角形で表されるので、 $Pl/E \times P \div 2 = P^2l/2EA$ 。

1-3-6 下図に示すように長さ l 、質量 M の一様な細長い棒の一端を支点とする剛体振り子がある。重力加速度を g 、振り子の角度を θ 、支点周りの剛体の慣性モーメントを I とする。剛体振り子が微小振動するときの運動方程式は

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -Mg \frac{l}{2} \theta$$

となる。これより角振動数は

$$\omega = \sqrt{\frac{Mgl}{2I}}$$

となる。この剛体振り子の周期として、最も適切なものはどれか。

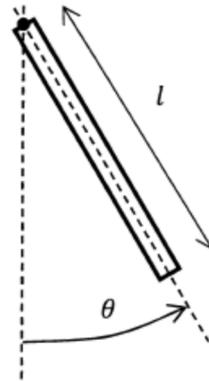


図 剛体振り子

- ① $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{3l}{2g}}$ ③ $2\pi\sqrt{\frac{2l}{3g}}$ ④ $2\pi\sqrt{\frac{2g}{3l}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{3g}{2l}}$

正解は③

※過去の出題はありません。

解説省略。

4群 材料・化学・バイオに関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

1-4-1 ハロゲンに関する次の（ア）～（エ）の記述について、正しいものの組合せとして、最も適切なものはどれか。

- （ア）ハロゲン化水素の水溶液の酸としての強さは、強いものから HF、HCl、HBr、HI の順である。
（イ）ハロゲン原子の電気陰性度は、大きいものから F、Cl、Br、I の順である。
（ウ）ハロゲン化水素の沸点は、高いものから HF、HCl、HBr、HI の順である。
（エ）ハロゲン分子の酸化力は、強いものから F₂、Cl₂、Br₂、I₂ の順である。

- ① ア、イ ② ア、ウ ③ イ、ウ ④ イ、エ ⑤ ウ、エ

正解は④ ※2009（平成21）年度の問題1-4-1と同じ（選択肢の順序が変わっているだけ）
単純知識問題にて解説省略。

1-4-2 同位体に関する次の（ア）～（オ）の記述について、それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- （ア）陽子の数は等しいが、電子の数は異なる。
（イ）質量数が異なるので、化学的性質も異なる。
（ウ）原子核中に含まれる中性子の数が異なる。
（エ）放射線を出す同位体は、医療、遺跡の年代測定などに利用されている。
（オ）放射線を出す同位体は、放射線を出して別の原子に変わるものがある。

- | | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|---|---|---|---|---|
| ① | 正 | 正 | 誤 | 誤 | 誤 |
| ② | 正 | 正 | 正 | 正 | 誤 |
| ③ | 誤 | 誤 | 正 | 誤 | 誤 |
| ④ | 誤 | 正 | 誤 | 正 | 正 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 | 正 | 正 |

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

- （ア）…×：陽子も電子も同じで、中性子の数が異なるものを同位体といいます。
（イ）…×：同一元素の同位体においては、電子状態が同じであるため化学的性質は同等です。

1-4-3 質量分率がアルミニウム 95.5 [%]、銅 4.50 [%] の合金組成を物質質量分率で示す場合、アルミニウムの物質質量分率 [%] 及び銅の物質質量分率 [%] の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、アルミニウム及び銅の原子量は、27.0 及び 63.5 である。

- | | アルミニウム | 銅 |
|---|--------|------|
| ① | 95.0 | 4.96 |
| ② | 96.0 | 3.96 |
| ③ | 97.0 | 2.96 |
| ④ | 98.0 | 1.96 |
| ⑤ | 99.0 | 0.96 |

正解は④ ※2015（平成27）年度の問題1-4-3とほぼ同じ内容です。（数値が変えてあります）
 $95.5/27.0 + 4.5/63.5 = 3.608$ 。 $95.5/27.0 \div 3.608 = 0.980 = 98.0\%$ 。 $4.5/63.5 \div 3.608 = 0.0196 = 1.96\%$ 。

1-4-4 物質に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 炭酸ナトリウムはハーパー・ボッシュ法により製造され、ガラスの原料として使われている。
- ② 黄リンは淡黄色の固体で毒性が少ないが、空気中では自然発火するので水中に保管する。
- ③ 酸化チタン (IV) の中には光触媒としてはたらきを顕著に示すものがあり、抗菌剤や防汚剤として使われている。
- ④ グラファイトは炭素の同素体の1つで、きわめて硬い結晶であり、電気伝導性は悪い。
- ⑤ 鉛は鉛蓄電池の正極、酸化鉛 (II) はガラスの原料として使われている。

正解は③ ※過去の出題はありません。

- ①のハーパー・ボッシュ法はアンモニア生成法です。
- ②は、後半は正しいですが、黄リンは猛毒です。(内服すると数時間で死亡します)
- ④は、ダイヤモンドの記述と思われます。グラファイトは硬度1で軟らかく、電導性があります。
- ⑤は、鉛蓄電池の正極に用いるのは二酸化鉛です。

1-4-5 DNAの変性に関する次の記述の、[]に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

DNA二重らせんの2本の鎖は、相補的塩基対間の[ア]によって形成されているが、熱や強アルカリで処理をすると、変性して一本鎖になる。しかし、それぞれの鎖の基本構造を形成している[イ]間の[ウ]は壊れない。DNA分子の半分が変性する温度を融解温度といい、グアニンと[エ]の含量が多いほど高くなる。熱変性したDNAをゆっくり冷却すると、再び二重らせん構造に戻る。

	ア	イ	ウ	エ
①	ジスルフィド結合	グルコース	水素結合	ウラシル
②	ジスルフィド結合	ヌクレオチド	ホスホジエステル結合	シトシン
③	水素結合	グルコース	ジスルフィド結合	ウラシル
④	水素結合	ヌクレオチド	ホスホジエステル結合	シトシン
⑤	ホスホジエステル結合	ヌクレオチド	ジスルフィド結合	シトシン

正解は④ ※2016(平成28)年度問題1-4-6と同じで、選択肢の順序と一部内容が変わっているだけ。単純知識なので解説省略。

1-4-6 タンパク質に関する次の記述の、[]に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

タンパク質を構成するアミノ酸は[ア]種類あり、アミノ酸の性質は、[イ]の構造や物理化学的性質によって決まる。タンパク質に含まれるそれぞれのアミノ酸は、隣接するアミノ酸と[ウ]をしている。タンパク質には、等電点と呼ばれる正味の電荷が0となるpHがあるが、タンパク質が等電点よりも高いpHの水溶液中に存在すると、タンパク質は[エ]に帯電する

	ア	イ	ウ	エ
①	15	側鎖	ペプチド結合	正
②	15	アミノ基	エステル結合	負
③	20	側鎖	ペプチド結合	負
④	20	側鎖	エステル結合	正
⑤	20	アミノ基	ペプチド結合	正

正解は③ ※過去の出題はありませんが、参考になる出題はいくつかあります。

タンパク質のアミノ酸が20種類で、ペプチド結合していることを知っていれば解けます。

5 群 環境・エネルギー・技術に関するもの（全 6 問題から 3 問題を選択解答）

1-5-1 大気汚染に関する次の記述の、[] に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

我が国では、1960 年代から 1980 年代にかけて工場から大量の [ア] 等が排出され、工業地帯など工場が集中する地域を中心として著しい大気汚染が発生しました。その対策として、大気汚染防止法の制定（1968 年）、大気環境基準の設定（1969 年より順次）、大気汚染物質の排出規制、全国的な大気汚染モニタリングの実施等の結果、[ア] と一酸化炭素による汚染は大幅に改善されました。

1970 年代後半からは大都市地域を中心とした都市・生活型の大気汚染が問題となりました。その発生源は、工場・事業場のほか年々増加していた自動車であり、特にディーゼル車から排出される [イ] や [ウ] の対策が重要な課題となり、より一層の対策の実施や国民の理解と協力が求められました。

現在においても、[イ] や炭化水素が反応を起こして発生する [エ] の環境基準達成率は低いレベルとなっており、対策が求められています。

	ア	イ	ウ	エ
①	硫黄酸化物	光化学オキシダント	浮遊粒子状物質	二酸化炭素
②	窒素酸化物	光化学オキシダント	二酸化炭素	浮遊粒子状物質
③	硫黄酸化物	窒素酸化物	浮遊粒子状物質	光化学オキシダント
④	窒素酸化物	硫黄酸化物	二酸化炭素	光化学オキシダント
⑤	硫黄酸化物	窒素酸化物	浮遊粒子状物質	二酸化炭素

正解は③ ※過去の出題例はありません。

環境基準の達成度が低い大気汚染項目といえば光化学オキシダントであるということを知っていれば、ウが二酸化炭素のはずがないということから、正解は比較的容易に絞り込めると思います。

1-5-2 環境保全、環境管理に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 我が国が提案し実施している二国間オフセット・クレジット制度とは、途上国への優れた低炭素技術等の普及や対策実施を通じ、実現した温室効果ガスの排出削減・吸収への我が国の貢献を定量的に評価し、我が国の削減目標の達成に活用する制度である。
- ② 地球温暖化防止に向けた対策は大きく緩和策と適応策に分けられるが、適応策は地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出を削減して地球温暖化の進行を食い止め、大気中の温室効果ガス濃度を安定させる対策のことをいう。
- ③ カーボンフットプリントとは、食品や日用品等について、原料調達から製造・流通・販売・使用・廃棄の全過程を通じて排出される温室効果ガス量を二酸化炭素に換算し、「見える化」したものである。
- ④ 製品に関するライフサイクルアセスメントとは、資源の採取から製造・使用・廃棄・輸送など全ての段階を通して環境影響を定量的、客観的に評価する手法をいう。
- ⑤ 環境基本法に基づく環境基準とは、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準をいう。

正解は② ※2013（平成 25）年度問題 1-5-3 とおおむね同じ問題（選択肢を少し変えただけ）です。

記述は適応策ではなく緩和策です。適応策は、温暖化の結果発生する事象（気候変動やその結果としての異常降雨など）への対応策です。

1-5-3 2015年7月に経済産業省が決定した「長期エネルギー需給見通し」に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 2030年度の電源構成に関して、総発電電力量に占める原子力発電の比率は20-22%程度である。
- ② 2030年度の電源構成に関して、総発電電力量に占める再生可能エネルギーの比率は22-24%程度である。
- ③ 2030年度の電源構成に関して、総発電電力量に占める石油火力発電の比率は25-27%程度である。
- ④ 徹底的な省エネルギーを進めることにより、大幅なエネルギー効率の改善を見込む。これにより、2013年度に比べて2030年度の最終エネルギー消費量の低下を見込む。
- ⑤ エネルギーの安定供給に関連して、2030年度のエネルギー自給率は、東日本大震災前を上回る水準(25%程度)を目指す。ただし、再生可能エネルギー及び原子力発電を、それぞれ国産エネルギー及び準国産エネルギーとして、エネルギー自給率に含める。

正解は③ ※2016(平成28)年度1-5-4とほぼ同じ(選択肢を逆順に並び替えた程度の変化)です。石油は3%程度です。常識的にわかるのではないのでしょうか。

1-5-4 総合エネルギー統計によれば、2017年度の我が国における一次エネルギー国内供給は20,095PJであり、その内訳は、石炭5,044PJ、石油7,831PJ、天然ガス・都市ガス4,696PJ、原子力279PJ、水力710PJ、再生可能エネルギー(水力を除く)938PJ、未活用エネルギー596PJである。ただし、石油の非エネルギー利用分の約1,600PJを含む。2017年度の我が国のエネルギー起源二酸化炭素(CO₂)排出量に最も近い値はどれか。ただし、エネルギー起源二酸化炭素(CO₂)排出量は、燃料の燃焼で発生・排出されるCO₂であり、非エネルギー利用由来分を含めない。炭素排出係数は、石炭24t-C/TJ、石油19t-C/TJ、天然ガス・都市ガス14t-C/TJとする。t-Cは炭素換算トン(Cの原子量12)、t-CO₂はCO₂換算トン(CO₂の分子量44)である。P(ペタ)は10の15乗、T(テラ)は10の12乗、M(メガ)は10の6乗の接頭辞である。

- ① 100 Mt-CO₂
- ② 300 Mt-CO₂
- ③ 500 Mt-CO₂
- ④ 1,100 Mt-CO₂
- ⑤ 1,600 Mt-CO₂

正解は④ ※過去の出題例はありません。

(石炭) $5,044PJ \times 24t-C/TJ = 5,044 \times 10^{15} / 10^{12} \times 24 = 5,044 \times 24 \times 10^3 = 121,056 \times 10^3 \approx 121 \times 10^6$

(石油) 石炭と同様に、 $(7,811 - 1,600) \times 19 \times 10^{15} / 10^{12} = 6,211 \times 19 \times 10^3 = 118,389 \times 10^3 \approx 118 \times 10^6$

(天然ガス) $4,696 \times 14 \times 10^{15} / 10^{12} = 65,744 \times 10^3 \approx 66 \times 10^6$

※原子力、水力、再生可能エネルギー、実活用エネルギーはCO₂排出量ゼロ。

合計すると $(121 + 118 + 66) \times 10^6 = 305 \times 10^6 t-C = 305Mt-C$ 。

これをt-CO₂に換算するので、分子量比で $305 \times 44 / 12 = 1118.3Mt-CO_2$ 。最も近いのは④。

1-5-5 科学と技術の関わりは多様であり、科学的な発見の刺激により技術的な応用がもたらされることもあれば、革新的な技術が科学的な発見を可能にすることもある。こうした関係についての次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 原子核分裂が発見されたのちに原子力発電の利用が始まった。
- ② ウィルスが発見されたのちに種痘が始まった。
- ③ 望遠鏡が発明されたのちに土星の環が確認された。
- ④ 量子力学が誕生したのちにトランジスターが発明された。
- ⑤ 電磁波の存在が確認されたのちにレーダーが開発された。

正解は② ※科学技術成果を古い順次並べる問題はよく出ますが、この問題は過去には出ていません。ウィルスの発見は 1892 年ですが、種痘は古代から行われていました。安全な種痘が開始されたのは 1792 年とされています。

1-5-6 特許法と知的財産基本法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 特許法において、発明とは、自然法則を利用した技術的思想の創作のうち高度のものをいう。
- ② 特許法は、発明の保護と利用を図ることで、発明を奨励し、産業の発達に寄与することを目的とする法律である。
- ③ 知的財産基本法において、知的財産には、商標、商号その他事業活動に用いられる商品又は役務を表示するものも含まれる。
- ④ 知的財産基本法は、知的財産の創造、保護及び活用に関し、基本理念及びその実現を図るために基本となる事項を定めたものである。
- ⑤ 知的財産基本法によれば、国は、知的財産の創造、保護及び活用に関する施策を策定し、実施する責務を有しない。

正解は⑤ ※2015（平成 27）年度問題 1-5-5 とほぼ同じですが、選択肢の内容が変わっています。「実施する責務を有する」が正しい条文になります。