

基礎科目 2023 (R05) 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 鉄鋼とCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)の材料選定に関する次の記述の、[]に入るごくまたは数値の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。

一定の強度を保持しつつ軽量化を促進できれば、エネルギー消費あるいは輸送コストが改善される。このパラメータとして、[ア]で割った値で表す比強度がある。鉄鋼とCFRPを比較すると比強度が高いのは[イ]である。また、[イ]の比強度当たりの価格は、もう一方の材料の比強度当たりの価格の約[ウ]倍である。ただし、鉄鋼では、価格は60 [円/kg]、密度は7,900 [kg/m³]、強度は400 [MPa]であり、CFRPでは、価格は16,000 [円/kg]、密度は1,600 kg/m³、強度は2,000 [MPa]とする。

	ア	イ	ウ
① 強度を密度		CFRP	2
② 密度を強度		CFRP	10
③ 密度を強度		鉄鋼	2
④ 強度を密度		鉄鋼	2
⑤ 強度を密度		CFRP	10

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

(ア)は、「比強度」で強度なのでから常識的に強度が分子になります。

(イ)は、後段に強度と密度が出ていますからわかります。というか、常識感覚でわかります。

(ウ)は、安産レベルの計算を要します。比強度が鉄鋼は4/79、CFRPが20/16で、CFRP/鉄鋼が $20 \cdot 79/4/16 \doteq 25$ 、価格が $1600/6 \doteq 267$ ですから、 $267/25 \doteq 10$ です。

1-1-2 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。このような現象は [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 | 大 | 下回る | ねじれ | 共振 |
| ② | 小 | 越す | ねじれ | 座屈 |
| ③ | 大 | 越す | 曲げ | 共振 |
| ④ | 小 | 越す | 曲げ | 座屈 |
| ⑤ | 小 | 下回る | 曲げ | 共振 |

正解は④ ※R01 問題 1-1-4 とほぼ同じ問題です。
常識感覚のサービス問題です。

1-1-3 材料の機械的特性に関する次の記述の、[]に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものはどれか。

材料の機械的特性を調べるために引張試験を行う。特性を荷重と [ア] の線図で示す。材料に加える荷重を増加させると [ア] は一般的に増加する。荷重を取り除いたとき、完全に復元する性質を [イ] といい、き裂を生じたり分離はしないが、復元しない性質を [ウ] という。さらに荷重を増加させると、荷重は最大値をとり、材料はやがて破断する。この荷重の最大値は材料の強さを示す重要な値である。このときの公称応力を [エ] と呼ぶ。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|-----|----|----|------|
| ① | ひずみ | 弾性 | 延性 | 疲労限度 |
| ② | 伸び | 朔性 | 弾性 | 引張強さ |
| ③ | 伸び | 弾性 | 塑性 | 引張強さ |
| ④ | 伸び | 弾性 | 延性 | 疲労限度 |
| ⑤ | ひずみ | 延性 | 塑性 | 引張強さ |

正解は③ ※H29 問題 1-1-4 がほぼ同じ問題です。
工学の基礎知識問題です。弾性・塑性・破壊（極限）が正しく理解できていれば楽勝で、かなりのサービス問題といえます。

1-1-4 3個の同じ機能の構成要素中2個以上が正常に動作している場合に、系が正常に動作するように構成されているものを2/3多数決冗長系という。各構成要素の信頼度が0.7である場合に系の信頼度の含まれる範囲として、適切なものはどれか。ただし、各要素の故障は互いに独立とする。

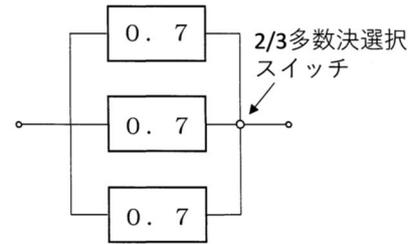


図 システム構成図と各要素の信頼度

- ① 0.9 以上 1.0 以下
- ② 0.85 以上 0.9 未満
- ③ 0.8 以上 0.85 未満
- ④ 0.75 以上 0.8 未満
- ⑤ 0.7 以上 0.75 未満

正解は④ ※過去の出題はありません。
 「2個以上」ですから2個もしくは3個が○であればOKです。
 ○○○ (3個とも正常動作) … $0.7 \times 0.7 \times 0.7 = 0.343$
 ○×○、○○×、×○まる (3個中2個正常動作) … $0.7 \times 0.3 \times 0.7 = 0.147 \times 3$ パターン=0.441
 合計して0.784なので④が該当
 数は少ないので、このようにして計算してしまうと手っ取り早くなります。

1-1-5 次の(ア)～(エ)の記述と、それが説明する用語の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 故障時に、安全を保つことができるシステムの性質
- (イ) 故障状態にあるか、又は故障が差し迫る場合に、その影響を受ける機能を、優先順位を付けて徐々に終了することができるシステムの性質
- (ウ) 人為的に不適切な行為、過失などが起こっても、システムの信頼性及び安全性を保持する性質
- (エ) 幾つかのフォールトが存在しても、機能し続けることができるシステムの能力

	ア	イ	ウ	エ
①	フェールセーフ	フェールソフト	フルプルーフ	フォールトトレランス
②	フェールセーフ	フェールソフト	フルプルーフ	フォールトマスキング
③	フェールソフト	フォールトトレランス	フルプルーフ	フォールトマスキング
④	フルプルーフ	フォールトトレランス	フェールソフト	フォールトマスキング
⑤	フルプルーフ	フェールセーフ	フェールソフト	フォールトトレランス

正解は① ※H22 問題 1-5-4 と類似問題です。(かつてシステム信頼性は第5群技術関連でした)
 これはもう知っているかどうかの勝負ですが、非常に基礎的な用語ですので、できれば知っておいてほしいところです。

1-1-6 2つのデータの関係を調べるとき、相関係数 r （ピアソンの積率相関係数）を計算することが多い。
次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 相関係数は、つねに $-1 < r < 1$ の範囲にある。
- ② 相関係数が 0 から 1 に近づくほど、散布図上において 2 つのデータは直線関係になる。
- ③ 相関係数が 0 であれば、2 つのデータは互いに独立である。
- ④ 回帰分析における決定係数は、相関係数の絶対値である。
- ⑤ 相関係数の絶対値の大きさに応じて、2 つのデータの間の因果関係は変わる。

正解は② ※過去の出題はありません。

①…×： $-1 \leq r \leq 1$ です。ちょっと微妙ですが…

③…×：相関性があるかどうかと独立であるかどうかは別問題です。

④…×：相関係数は 2 つの変数間の直線的相関を表す値ですが、決定係数はモデルの「当てはまりの良さ」を表す値なので、回帰モデルによって値が異なります。

⑤…×：因果関係は変わりません。その関係の確からしさが変わります。

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 次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 利用サービスによってはパスワードの定期的な変更を求められることがあるが、十分に複雑で使い回しのないパスワードを設定したうえで、パスワードの流出などの明らかに危険な事案がなければ、基本的にパスワードを変更する必要はない。
- ② PINコードとは4~6桁の数字からなるパスワードの一種であるが、総当たり攻撃で破られやすいので使うべきではない。
- ③ 指紋、虹彩、静脈などの本人の生体の一部を用いた生体認証は、個人に固有の情報が用いられているので、認証時に本人がいなければ、認証は成功しない。
- ④ 二段階認証であって一要素認証である場合と、一段階認証で二要素認証である場合、前者の方が後者より安全である。
- ⑤ 接続する古い無線LANアクセッサーであってもWEPをサポートしているのであれば、買い換えるまではそれを使えば安全である。

正解は① ※過去の出題はありませんが、セキュリティ関係の問題は頻出しています。

- ②…× : PINコードは端末内でのみ使うので外部から入力することはできません。
- ③…× : 本人がいなくても偽装する方法は少なからずあります。
- ④…× : 逆です。
- ⑤…× : WEPは脆弱なので安全とはいえません。

1-2-2 自然数 A, B に対して、 A を B で割った商を Q , 余りを R とすると、 A と B の公約数が B と R の公約数でもあり、逆に B と R の公約数は A と B の公約数である。ユークリッドの互除法は、このことを余りが 0 になるまで繰り返すことによって、 A と B の最大公約数を求める手法である。このアルゴリズムを次のような流れ図で表した。流れ図中の、(ア) ~ (ウ) に入る式又は記号の組合せとして、最も適切なものはどれか。

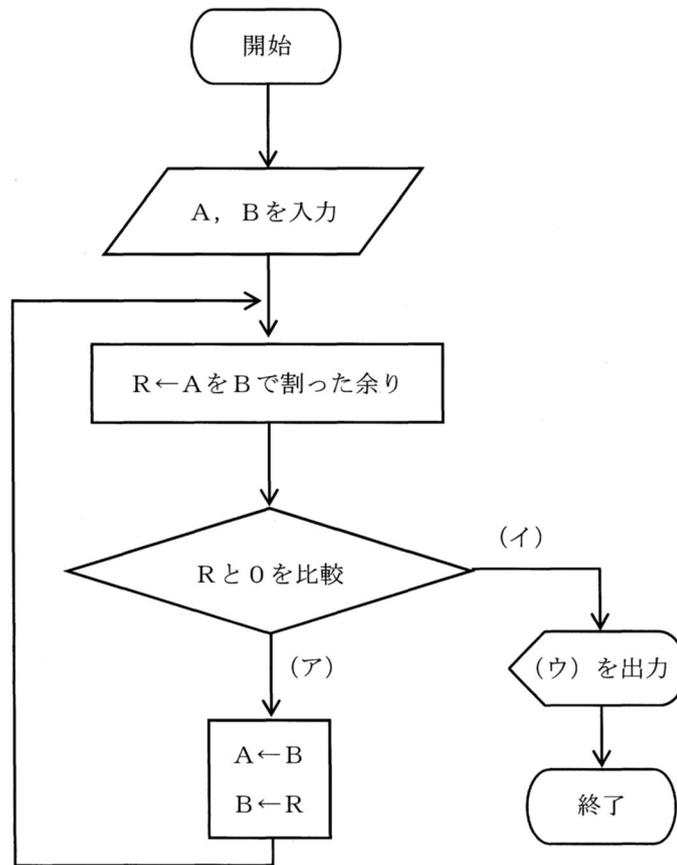


図 ユークリッド互除法の流れ図

- | ア | イ | ウ |
|--------------|------------|-----|
| ① $R=0$ | $R \neq 0$ | A |
| ② $R \neq 0$ | $R=0$ | A |
| ③ $R=0$ | $R \neq 0$ | B |
| ④ $R \neq 0$ | $R=0$ | B |
| ⑤ $R \neq 0$ | $R=0$ | R |

正解は④ ※H26 問題 1-2-2 と同じ問題です。

余りが 0 になるまで繰り返すことによって A と B の最大公約数を求める手法です。よって、アルゴリズムが継続する (ア) は $R \neq 0$ 、値を出力によりアルゴリズムが終了する (イ) は $R=0$ となります。除した数 B が最大公約数となります。よって (ウ) は B です。

(例) A, B の値を $A=8, B=12$ と仮定すると、
 $A \div B = 1$, 余り 4 , よって、 $R=4$
 $R \neq 0$ (ア) の時、 $R \rightarrow B$ なので、さらに 4 で除します。
 $4 \div 4 = 1 \cdots 0$ 最大公約数は $B=4$

1-2-3 国際書籍番号 ISBN-13 は 13 個の 0 から 9 の数字

$a_{13}, a_{12}, a_{11}, a_{10}, a_9, a_8, a_7, a_6, a_5, a_4, a_3, a_2, a_1$ を用いて $a_{13}a_{12}a_{11}a_{10}a_9a_8a_7a_6a_5a_4a_3a_2a_1$ のように表され、次の規則に従っている。

$$a_{13} + 3a_{12} + a_{11} + 3a_{10} + a_9 + 3a_8 + a_7 + 3a_6 + a_5 + 3a_4 + a_3 + 3a_2 + a_1 \equiv 0 \pmod{10}$$

ここに、ある書籍の ISBN-13 の番号が「978-4-103-34194-X」となっており、X と記された箇所が読めなくなっている。この X の値として、適切なものはどれか。

- ① 1 ② 3 ③ 5 ④ 7 ⑤ 9

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

$a_{13}=9, a_{12}=7, a_{11}=8, a_{10}=4, a_9=1, a_8=0, a_7=3, a_6=3, a_5=4, a_4=1, a_3=9, a_2=4$ であるから、 $a_{13} + 3a_{12} + a_{11} + 3a_{10} + a_9 + 3a_8 + a_7 + 3a_6 + a_5 + 3a_4 + a_3 + 3a_2 = 9 + 21 + 8 + 12 + 1 + 0 + 3 + 9 + 4 + 3 + 9 + 12 = 91$ なので、 $91 + X \equiv 0 \pmod{10}$ となる。 $91 + X$ と 0 は合同で、10 で割った余りが同じだということだから、 $0 \div 10$ は余り 0 だから $(91 + X) \div 10$ も余り 0。これに当てはまる選択肢は⑤の 9。
高校数学の合同式を覚えていれば簡単ですが、ちょっと時間はかかりますね。

1-2-4 情報圧縮（データ圧縮）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① データ圧縮では、情報源に関する知識（記号の生起確率など）が必要であり、情報源の知識がない場合はデータ圧縮することはできない。
- ② 可逆圧縮には限界があり、どのような方式であっても、その限界を超えて圧縮することはできない。
- ③ 復号化によって元の情報に完全には戻らず、情報の欠落を伴う圧縮は非可逆圧縮と呼ばれ、音声や映像等の圧縮に使われることが多い。
- ④ 復号化によって元の情報を完全に復号でき、情報の欠落がない圧縮は可逆圧縮と呼ばれテキストデータ等の圧縮に使われることが多い。
- ⑤ 静止画に対する代表的な圧縮方式として JPEG があり、動画に対する代表的な圧縮方式として MPEG がある。

正解は① R2 問題 1-2-1 とほとんど同じ問題です。

情報源に関する知識がなくてもデータ圧縮はすることができます。

1-2-5 2つの単一ビット a,b に対する排他的論理和演算 $a \oplus b$ 及び論理積演算 $a \cdot b$ に対して、2つの n ビット列 $A=a_1a_2 \cdots a_n$, $B=b_1b_2 \cdots b_n$ の排他的論理和演算 $A \oplus B$ 及び論理積演算 $A \cdot B$ は下記で定義される。

$$A \oplus B = (a_1 \oplus b_1) (a_2 \oplus b_2) \cdots (a_n \oplus b_n)$$

$$A \cdot B = (a_1 \cdot b_1) (a_2 \cdot b_2) \cdots (a_n \cdot b_n)$$

例えば

$$1010 \oplus 0110 = 1100$$

$$1010 \cdot 0110 = 0010$$

である。ここで2つの8ビット列

$$A = 01011101$$

$$B = 10101101$$

に対して、下記演算によって得られるビット列 C として、適切なものはどれか。

$$C = (((A \oplus B) \oplus B) \oplus A) \cdot A$$

- ① 00000000
- ② 11111111
- ③ 10101101
- ④ 01011101
- ⑤ 11110000

正解は① ※過去に出題はありませんが、論理式の問題は頻出しています。

類似問題 H28 問題 1-2-2,R2 問題 1-2-2 ,R3 問題 1-2-2

排他的論理和演算 $A \oplus B$ では、n ビット列 a_n と b_n の片方が 1 の場合に 1 となります。

論理積演算 $A \cdot B$ では、n ビット列 a_n と b_n の両方も 1 の場合に 1 となります。

$$\text{よって、} A \oplus B = 11110000$$

$$((A \oplus B) \oplus B) = 01011101$$

$$((A \oplus B) \oplus B) \oplus A = 00000000$$

$$(((A \oplus B) \oplus B) \oplus A) \cdot A = 00000000$$

正解は①

I-2-6 全体集合 V と、その部分集合 A, B, C がある。部分集合 A, B, C 及びその積集合の元の個数は以下のとおりである。

A の元 : 300 個

B の元 : 180 個

C の元 : 120 個

$A \cap B$ の元 : 60 個

$A \cap C$ の元 : 40 個

$B \cap C$ の元 : 20 個

$A \cap B \cap C$ の元 : 10 個

$\overline{(A \cup B \cup C)}$ の元の個数が 400 のとき、全体集合 V の元の個数として、適切なものはどれか。

ただし、 $X \cap Y$ は X と Y の積集合、 $X \cup Y$ は X と Y の和集合、 \bar{X} は X の補集合とする。

- ① 600 ② 720 ③ 730 ④ 890 ⑤ 1000

正解は④ ※H30 問題 1-2-6 が類似問題です。

解 1)

$$\begin{aligned} nV &= n(\overline{A \cup B \cup C}) + n(A \cup B \cup C) - (n(A \cap B) + n(A \cap C) + n(B \cap C)) + n(A \cap B \cap C) \\ &= 400 + 600 - (60 + 40 + 20) + 10 = 890 \end{aligned}$$

解 2)

左図のベン図を使って求める。

A の元 : ①+②+④+⑤=300 個

B の元 : ②+③+⑤+⑥=180 個

C の元 : ④+⑤+⑥+⑦=120 個

$(A \cap B)$ の元 : ②+⑤=60 個

$(A \cap C)$ の元 : ④+⑤=40 個

$(B \cap C)$ の元 : ⑤+⑥=20 個

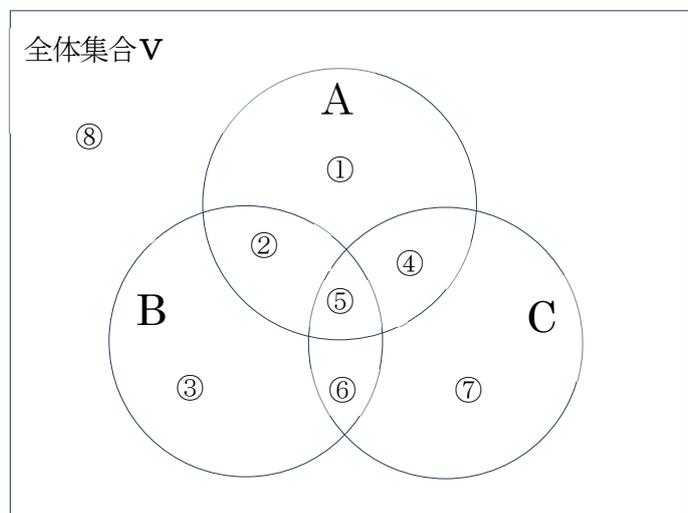
$A \cap B \cap C$ の元 : ⑤=10 個

$\overline{(A \cup B \cup C)}$ の元 : ⑧=400 個

下の 4 式より、②=50、④=30、⑥=10

これにより上の 3 式から、①=210、③=110、⑦=70

$$\begin{aligned} nV &= ①+②+③+④+⑤+⑥+⑦+⑧ \\ &= 210+50+110+30+10+10+70+400 \\ &= 890 \quad (\text{個}) \end{aligned}$$



3群解析に関するもの（全6問題から3問題を選択解答）

I-3-1 行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ b & c & 1 \end{pmatrix}$ の逆行列として、適切なものはどれか。

① $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -a & 1 & 0 \\ ac+b & -c & 1 \end{pmatrix}$

② $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ ac-b & c & 1 \end{pmatrix}$

③ $\begin{pmatrix} 1 & c & b \\ 0 & 1 & a \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

④ $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -a & 1 & 0 \\ ac-b & -c & 1 \end{pmatrix}$

⑤ $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ ac+b & c & 1 \end{pmatrix}$

正解は④ ※H30 問題 1-3-3 と同じ問題です。（選択肢が違うだけ）

逆行列の問題は過去に時々出ています。他にも H22 問題 1-3-1, H25 問題 1-3-4

単位行列 $E^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdots (1)$

A の逆行列 A^{-1} とすると、 $E^{-1} = A \cdot A^{-1}$

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ y_1 & y_2 & y_3 \\ z_1 & z_2 & z_3 \end{pmatrix} \text{ とすると、} A \cdot A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ a & 1 & 0 \\ b & c & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \\ y_1 & y_2 & y_3 \\ z_1 & z_2 & z_3 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} x_1+0+0 & x_2+0+0 & x_3+0+0 \\ ax_1+y_1+0 & ax_2+y_2+0 & ax_3+y_3+0 \\ bx_1+cy_1+z_1 & bx_2+cy_2+z_2 & bx_3+cy_3+z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdots (2)$$

(1)、(2) より、 A^{-1} 行列の 1 行目は、 $x_1=1$ 、 $x_2=0$ 、 $x_3=0$

(2) の 2 行目の 1 列目は、 $ax_1+y_1+0=0 \rightarrow y_1=-a$

求める逆行列 A^{-1} について、1 行目が 1、0、0、2 行目第 1 列が $-a$ となる選択肢は、選択肢①又は選択肢④である。①と④の選択肢をみると、第 3 行目第 1 列の値が異なるので、第 3 行目第 1 列の値 z_1 を求める。

(1) (2) 式から、 z_1 について

$$bx_1+cy_1+z_1=0$$

$$x_1=1, y_1=-a \text{ より、} b-ac+z_1=0$$

$$z_1=ac-b$$

よって正解は④

I-3-2 重積分

$$\iint_R x \, dx dy$$

の値は、次のどれか。ただし、領域 R を $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq \sqrt{1-x^2}$ とする。

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

正解は② ※重積分の出題は少ないですが、過去に出題されています。類似問題 H28 I-3-4

$$0 \leq y \leq \sqrt{1-x^2} \text{ より } y^2 = 1-x^2$$

$$x^2 + y^2 = 1$$

問題分より、を $0 \leq x \leq 1$

よって求める値は半径1の円の右図の色塗りの部分です。

極座標変換を用いると良い。

$$x = r \cos \theta, y = r \sin \theta \text{ とすると、}$$

$$D: 0 \leq r \leq 1, 0 \leq \theta \leq \pi/2$$

$$\iint_R x \, dx dy$$

$$= \int_0^{\pi/2} \int_0^1 r \cos \theta \cdot r \, dr d\theta$$

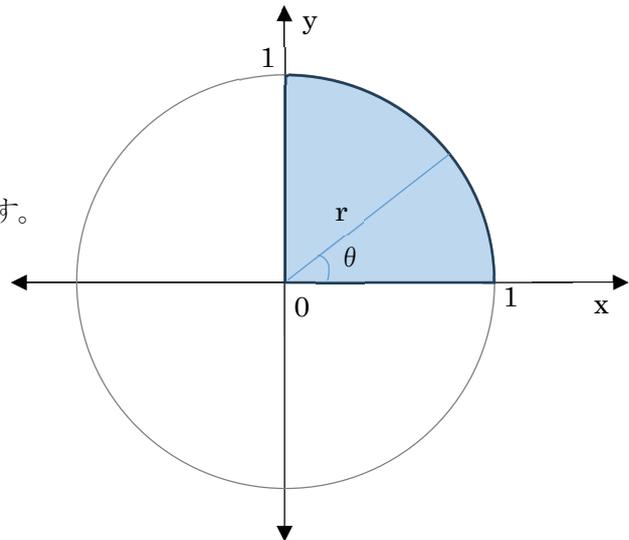
$$= \int_0^{\pi/2} \cos \theta \, d\theta \int_0^1 r \times r \, dr$$

$$= \int_0^{\pi/2} \cos \theta \, d\theta \times \int_0^1 r^2 \, dr$$

$$\int_0^{\pi/2} \cos \theta \, d\theta = \sin \theta + C \text{ より、}$$

$$\text{与式} = (\sin(\pi/2) - 0) \times [1/3 r^3]_0^1$$

$$= 1/3$$



1-3-3 数値解析に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 複数の式が数学的に等価である場合は、どの式を用いて計算しても結果は等しくなる。
- ② 絶対値に近い2数の加減算では有効桁数が失われる桁落ち誤差を生じることがある。
- ③ 絶対値の極端に離れる2数の加減算では情報が失われる情報落ちが生じることがある。
- ④ 連立方程式の解は、係数行列の逆行列を必ずしも計算しなくても求めることができる。
- ⑤ 有限要素法において要素分割を細かくすると一般的に近似誤差は小さくなる。

正解は①

※過去に出題はありません。数値解析に関する問題は時々出ています。

R4I-3-3,R2 I-3-3,H26 I-3-2,H27 I-3-3

複数の式が数学的に等価である場合でも、異なる式を用いて計算した結果が等しくなるとは必ずしもいえません。

1-3-4 長さ 2.4 [m]、断面積 1.2×10^2 [mm²]の線形弾性体からなる棒の上端を固定し、下端を 2.0 [kN] の力で軸方向下向きに引っ張ったとき、この棒に生じる伸びの値はどれか。ただし、この線形弾性体のヤング率は 2.0×10^2 [GPa] とする。なお、自重による影響は考慮しないものとする。

- ① 0.010 [mm]
- ② 0.020 [mm]
- ③ 0.050 [mm]
- ④ 0.10 [mm]
- ⑤ 0.20 [mm]

正解は⑤ ※応力、部材の伸びに関する問題は頻出しています。R4I-3-4, R3 I-3-4, R1 I-3-5,R1 I-3-6

ヤング率 E について

$$E = 2.0 \times 10^2 \text{ [GPa]} = 2.0 \times 10^2 \times 10^9 \text{ [Pa]}$$

応力 σ は、ひずみ ϵ 、ヤング率 E から、

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

また、応力 σ は、荷重 F と断面積 A から次式で表されます。

$$\sigma = F / A$$

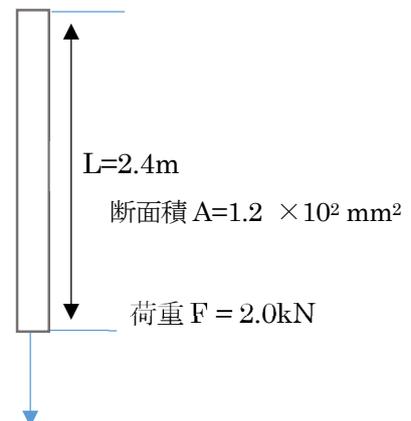
棒に生じる伸び ΔL はひずみ ϵ を用いて次式で表されます。

$$\epsilon = \Delta L / L$$

以上より、応力 σ について、

$$F/A = E \cdot (\Delta L / L)$$

$$\Delta L = (F \cdot L / E \cdot A) = \frac{2.0 \times 10^3 \times 2.4}{200 \times 10^9 \times 120 \times 10^{-6}} = 0.2 \times 10^{-3} = 0.2 \text{ mm}$$



I-3-5 モータと動力伝達効率が1の(トルク損失のない)変速機から構成される理想的な回転軸系を考える。変速機の入力軸に慣性モーメント I [kg·m] の円盤が取り付けられている。この円盤を時間 T [s] の間に角速度 ω_1 [rad/s] から ω_2 [rad/s] ($\omega_1 > \omega_2$) に一定の角加速度 $(\omega_2 - \omega_1)/T$ で増速するために必要なモータ出力軸のトルク τ [Nm] として、適切なものはどれか。ただし、モータ出力軸と変速機の慣性モーメントは無視できるものとし、変速機の入力軸の回転速度と出力軸の回転速度の比を $1:1/n$ ($n > 1$) とする。

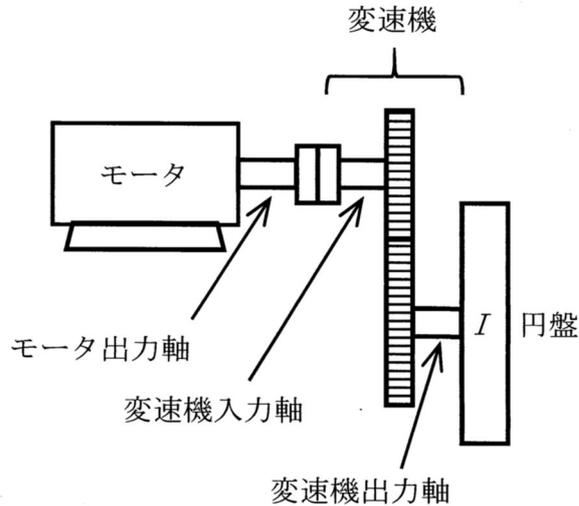


図 モータ、変速機、円盤から構成される回転軸系

- ① $\tau = (1/n^2) \times I \times (\omega_2 - \omega_1) / T$
- ② $\tau = (1/n) \times I \times (\omega_2 - \omega_1) / T$
- ③ $\tau = I \times (\omega_2 - \omega_1) / T$
- ④ $\tau = n \times I \times (\omega_2 - \omega_1) / T$
- ⑤ $\tau = n^2 \times I \times (\omega_2 - \omega_1) / T$

正解は② R4I-3-5 の問題に変速機が加わったものです。

角加速度に慣性モーメントを乗じて $\tau = I(\omega_2 - \omega_1)/T$ 。1:1/n の変速機に出力軸の回転速度が 1/n 倍になるので、トルクも 1/n 倍。よって $1/n \times I(\omega_2 - \omega_1)/T$

I-3-6 長さが L , 抵抗が r の導線を複数本接続して, 下図に示すような 3 種類の回路(a), (b), (c) を作製した。
 (a), (b), (c) の各回路における AB 間の合成抵抗の大きさをそれぞれ R_a, R_b, R_c とするとき, R_a, R_b, R_c の大小関係として, 適切なものはどれか。ただし, 導線の接続部分で付加的な抵抗は存在しないものとする。

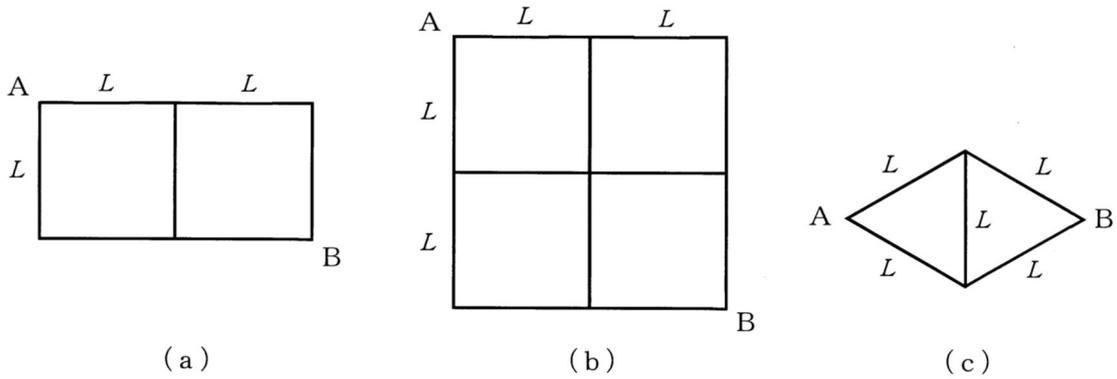


図 回路図

- ① $R_a < R_b < R_c$
- ② $R_a < R_c < R_b$
- ③ $R_c < R_a < R_b$
- ④ $R_c < R_b < R_a$
- ⑤ $R_b < R_a < R_c$

正解は③ ※H29 問題 1-3-4 とほとんど同じ問題です。
 単純に最短距離で考えればいいでしょう。a は $3L$, b は $4L$, c は $3L$ ですから, $R_c < R_a < R_b$ です。

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 原子に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。ただし、いずれの元素も電荷がない状態とする。

- ① ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ と ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ の中性子の数は等しい。
- ② ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ と ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ の中性子の数は等しい。
- ③ ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ と ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ の電子の数は等しい。
- ④ ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ と ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ は互いに同位体である。
- ⑤ ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ と ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ は互いに同素体である。

正解は③ ※H28 問題 1-4-2 とほとんど同じ問題です。類似問題 R3 I-4-1

①×：質量数＝（陽子の数）＋（中性子の数）

原子番号と陽子の数は同一なので、Ca と Ar の陽子の数はそれぞれ 20、18 です。

Ca と Ar の中性子の数は異なります。

②×：質量数が 35 と 37 なので、中性子の数は異なります。

③○：正しい。

④×：同位体とは同じ原子で質量数が異なるものです。

⑤×：同素体とは同じ元素から構成される単体で化学的性質が異なるものです。

1-4-2 コロイドに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① コロイド溶液に少量の電解質を加えると、疎水コロイドの粒子が集合して沈殿する現象を凝析という。
- ② 半透膜を用いてコロイド粒子と小さい分子を分離する操作を透析という。
- ③ コロイド溶液に強い光線をあてたとき、光の通路が明るく見える現象をチンダル現象という。
- ④ コロイド溶液に直流電圧をかけたとき、電荷をもったコロイド粒子が移動する現象を電気泳動という。
- ⑤ 流動性のない固体状態のコロイドをゾルという。

正解は⑤※過去に出題はありません。

流動性のある固体状態のコロイドをゾルといい、流動性のない固体状態のコロイドはゲルと呼ばれます。

1-4-3 金属材料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。

常温での固体の純鉄(Fe)の結晶構造は(ア)構造であり、 α -Feと呼ばれ、磁性は(イ)を示す。その他、常温で(ウ)を示す金属として(エ)がある。純鉄をある温度まで加熱すると、 γ -Feへ相変態し、それに伴い(エ)する。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|------|-----|------|----|
| ① | 体心立方 | 強磁性 | コバルト | 膨張 |
| ② | 面心立方 | 強磁性 | クロム | 膨張 |
| ③ | 体心立方 | 強磁性 | コバルト | 収縮 |
| ④ | 面心立方 | 常磁性 | クロム | 収縮 |
| ⑤ | 体心立方 | 常磁性 | コバルト | 膨張 |

正解は③※過去の出題はありませんが、金属材料に関する問題は頻出しています。

R4 I-4-3、R3I-4-4、R2 I-4-4、R1 I-4-3 等

常温常圧の鉄は α -Fe (フェライト) と呼ばれ、体心立方構造であり強磁性体です。加熱すると γ -Fe へ変化し収縮します。常温で強磁性を示す金属は鉄の他、コバルト、ニッケル、ガドリニウムなど種類が限られます。

1-4-4 金属材料の腐食に関する次の記述のうち、適切なものはどれか。

- ① アルミニウムは表面に酸化物皮膜を形成することで不働態化する。
- ② 耐食性のよいステンレス鋼は、鉄に銅を 5%以上含有させた合金鋼と定義される。
- ③ 腐食の速度は、材料の使用環境温度には依存しない。
- ④ 腐食は、局所的に生じることはなく、全体で均一に生じる。
- ⑤ 腐食とは、力学的作用によって表面が逐次減量する現象である。

正解は①※H30 問題 1-4-3 と選択肢がほとんど同じ問題です。

- ① ○ : 正しい。
- ② × : ステンレスは鉄にクロムを 10.5%以上含有させた合金鋼です。
- ③ × : 腐食の速度は、使用環境温度に依存します。
- ④ × : 腐食は局所的に生じることがあります。
- ⑤ × : 腐食とは、金属がそれを取り囲む環境の物質と化学的あるいは電気化学的に反応して、表面から消耗する、あるいは金属以外の物質に変わることによって金属が失われていく現象です。

1-4-5 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。

タンパク質は(ア)が(イ)結合によって連結した高分子化合物であり、生体内で様々な働きをしている。タンパク質を主成分とする(ウ)は、生体内の化学反応を促進させる生体触媒であり、アミラーゼは(エ)を加水分解する。

ア イ ウ エ

- ① グルコース イオン 酵素 デンプン
- ② グルコース ペプチド 抗体 セルロース
- ③ アミノ酸 ペプチド 酵素 デンプン
- ④ アミノ酸 ペプチド 抗体 セルロース
- ⑤ アミノ酸 イオン 酵素 デンプン

正解は③ タンパク質やアミノ酸、酵素に関する問題は頻出しています。

R4 I-4-5、R3 I-4-5、R1 I-4-6、H30 I-4-6 等

タンパク質はアミノ酸がペプチド結合した高分子化合物です。アミラーゼは酵素の一つであり、デンプンを加水分解します。

I-4-6 PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) 法は、細胞や血液サンプルから DNA を高感度で増幅することができるため、遺伝子診断や微生物検査、動物や植物の系統調査等に用いられている。PCR 法は通常、(1)DNA の熱変性、(2)プライマーのアニーリング、(3)伸長反応の 3 段階からなっている。PCR 法に関する記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① アニーリング温度を上げすぎると、1 本鎖 DNA に対するプライマーの非特異的なアニーリングが起こりやすくなる。
- ② 伸長反応の時間は増幅したい配列の長さによって変える必要があり、増幅したい配列が長くなるにつれて伸長反応時間は短くする。
- ③ PCR 法により増幅した DNA には、プライマーの塩基配列は含まれない。
- ④ 耐熱性の低い DNA ポリメラーゼが、PCR 法に適している。
- ⑤ DNA の熱変性では、2 本鎖 DNA の水素結合を切断して 1 本鎖 DNA に解離させるために加熱を行う。

正解は⑤ ※PCR 法に関する問題は時々出ています。R2 I-4-6、H24 I-4-5、

- ① × : アニーリング温度が高いほど特異性は高くなります。
- ② × : 増幅したい配列が長くなるにつれて伸長反応時間は長くします。増幅鎖長が 1kb 以上の場合は、1kb に付き 1 分の割合で長くします。
- ③ × : PCR 法により増幅した DNA にはプライマーの塩基配列が含まれます
- ④ × : 耐熱性の高い DNA ポリメラーゼが PCR 法に適しています。
- ⑤ ○ : 正しい。

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）

I-5-1 生物多様性国家戦略2023-2030に記載された、日本における生物多様性に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 我が国に生息・生育する生物種は固有種の比率が高いことが特徴で、爬虫類の約6割、両生類の約8割が固有種となっている。
- ② 高度経済成長期以降、急速で規模の大きな開発・改変によって、自然性の高い森林、草原、農地、湿原、干潟等の規模や質が著しく縮小したが、近年では大規模な開発・改変による生物多様性への圧力は低下している。
- ③ 里地里山は、奥山自然地域と都市地域との中間に位置し、生物多様性保全上重要な地域であるが、農地、水路・ため池、農用林などの利用拡大等により、里地里山を構成する野生生物の生息・生育地が減少した。
- ④ 国外や国内の他の地域から導入された生物が、地域固有の生物相や生態系を改変し、在来種に大きな影響を与えている。
- ⑤ 温暖な気候に生育するタケ類の分布の北上や、南方系チョウ類の個体数増加及び分布域の北上が確認されている。

正解は③ ※過去に出題はありませんが、類似問題は時々出ています。R2 I-5-2,H28 I-5-2,H22 I-5-3

農地、水路・ため池、農用林などの利用減少等により、里地里山を構成する野生生物の生息・生育地が減少しています。

I-5-2 大気汚染物質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 二酸化硫黄は、硫黄分を含む石炭や石油などの燃焼によって生じ、呼吸器疾患や酸性雨の原因となる。
- ② 二酸化窒素は、物質の燃焼時に発生する一酸化窒素が、大気中で酸化されて生成される物質で、呼吸器疾患の原因となる。
- ③ 一酸化炭素は、有機物の不完全燃焼によって発生し、血液中のヘモグロビンと結合することで酸素運搬機能を阻害する。
- ④ 光化学オキシダントは、工場や自動車から排出される窒素酸化物や揮発性有機化合物などが、太陽光により光化学反応を起こして生成される酸化性物質の総称である。
- ⑤ PM2.5は、粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の浮遊粒子状物質のうち、肺胞に最も付着しやすい粒径 $2.5\mu\text{m}$ 付近の大きさを有するものである。

正解は⑤ H26 問題 1-5-1 とほとんど同じ問題です。大気汚染物質に関する問題も時々出ています。R1 I-5-1

PM2.5は粒子の大きさが $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子です。

1-5-3 日本のエネルギーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 日本の太陽光発電導入量、太陽電池の国内出荷量に占める国内生産品の割合は、いずれも 2009 年度以降 2020 年度まで毎年拡大している。
- ② 2020 年度の日本の原油輸入の中東依存度は 90%を上回り、諸外国と比べて高い水準にあり、特に輸入量が多い上位 2 か国はサウジアラビアとアラブ首長国連邦である。
- ③ 2020 年度の日本に対する LNG の輸入供給源は、中東以外の地域が 80%以上を占めており、特に 2012 年度から豪州が最大の LNG 輸入先となっている。
- ④ 2020 年末時点での日本の風力発電の導入量は 4 百万 kW を上回り、再エネの中でも相対的にコストの低い風力発電の導入を推進するため、電力会社の系統受入容量の拡大などの対策が行われている。
- ⑤ 環境適合性に優れ、安定的な発電が可能なベースロード電源である地熱発電は、日本が世界第 3 位の資源量を有する電源として注目を集めている。

正解は① エネルギー情勢に関する問題は頻出しています。R4 I-5-3, R3 I-5-3, R2 I-5-4, R1 I-5-3

2009 年度以降、太陽光発電導入量は毎年拡大していますが、太陽電池の国内出荷量に占める国内生産品は 2009 年度から低下し 2020 年度は 16%です。

(参考資料)

令和 3 年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書 2022) 経済産業省 HP

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2022/html/2-1-3.html>

1-5-4 天然ガスは、日本まで輸送する際に容積を小さくするため、液化天然ガス(LNG, Liquefied Natural Gas) の形で運ばれている。0 [°C], 1 気圧の天然ガスを液化すると体積は何分の 1 になるか、次のうち最も近い値はどれか。

なお、天然ガスは全てメタン(CH₄) で構成される理想気体とし、LNG の密度は温度によらず 425 [kg/m³] で一定とする。

- ① 1/400
- ② 1/600
- ③ 1/800
- ④ 1/1000
- ⑤ 1/1200

正解は② ※H23 問題 1-5-3 と同じ問題です。

CH₄ の分子量は 16 (1mol、22.4L あたりの重さが 16g)

LNG の密度 425kg/m³ から 1L 当たりの重さは 425g

よって、1mol の LNG の体積は 16 / 425

1mol の天然ガスについて

(気体の体積) / (LNG の体積) = 22.4 / (16 / 425) = 595 ≒ 600

I-5-5 労働者や消費者の安全に関連する次の(ア)～(オ)の日本の出来事を年代の古い順から並べたものとして、適切なものはどれか。

- (ア) 職場における労働者の安全と健康の確保などを図るために、労働安全衛生法が制定された。
- (イ) 製造物の欠陥による被害者の保護を図るために、製造物責任法が制定された。
- (ウ) 年少者や女子の労働時間制限などを図るために、工場法が制定された。
- (エ) 健全なる産業の振興と労働者の幸福増進などを図るために、第1回の全国安全週間が実施された。
- (オ) 工業標準化法(現在の産業標準化法)が制定され、日本工業規格(JIS, 現在の日本産業規格)が定められることになった。

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

正解は① 過去に出題はありません。

- (ウ) 1911年 工場法制定
- (エ) 1928年 全国安全週間
- (オ) 1949年 工業標準化法
- (ア) 1972年 労働安全衛生法の制定
- (イ) 1994年公布、1995年施行 製造物責任法

I-5-6 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、不適切なものはどれか。

- ① 望遠鏡が発明されたのちに土星の環が確認された。
- ② 量子力学が誕生したのちにトランジスタが発明された。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ ウイルスが発見されたのちにワクチン接種が始まった。

正解は⑤ ※R01 問題 I-5-5 と同じ問題です。(選択肢の順序が異なるだけ)

- ①望遠鏡の原型は16世紀にでき、1608年にハンス・リッペルハイが実用的な望遠鏡の特許を申請したことが普及の契機とされます。土星の環はガリレオ・ガリレイにより1610年に確認されています。
- ②量子力学の誕生は1925年、トランジスタの発明は1947年です。
- ③電磁波の発見はヘルツにより1887年、レーダー開発は1933年からです。
- ④1938年に核分裂の発見(ハーン、マイトナー)、原子力発電の利用は1951年からです。
- ⑤ワクチン接種はエドワード・ジェンナーが牛痘を用いたのが始まりで1796年です。
ウイルス発見の1898年よりも前です。