

## 基礎科目 2021 (R03) 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 次のうち、ユニバーサルデザインの特徴を備えた製品に関する記述として、最も不適切なものはどれか。

- ① 小売店の入り口のドアを、ショッピングカートやベビーカーを押していて手がふさがっている人でも通りやすいよう、自動ドアにした。
- ② 録音再生機器(オーディオプレーヤーなど)に、利用者がゆっくり聴きたい場合や速度を速めて聴きたい場合に対応できるよう、再生速度が変えられる機能を付けた。
- ③ 駅構内の施設を案内する表示に、視覚的な複雑さを軽減し素早く効果的に情報が伝えられるよう、ピクトグラム(図記号)を付けた。
- ④ 冷蔵庫の扉の取っ手を、子どもがいたずらしないよう、扉の上の方に付けた。
- ⑤ 電子機器の取扱説明書を、個々の利用者の能力や好みに合うよう、大きな文字で印刷したり、点字や音声・映像で提供したりした。

正解は④ ※過去、同じようなテーマの問題は何度も出題されています。

典型的なサービス問題です。ユニバーサルデザインの「誰でも使える、迷わない」というイメージを持っていれば楽勝ですね。

1-1-2 下図に示した、互いに独立な3個の要素が接続されたシステムA~Eを考える。3個の要素の信頼度はそれぞれ0.9、0.8、0.7である。各システムを信頼度が高い順に並べたものとして、最も適切なものはどれか。

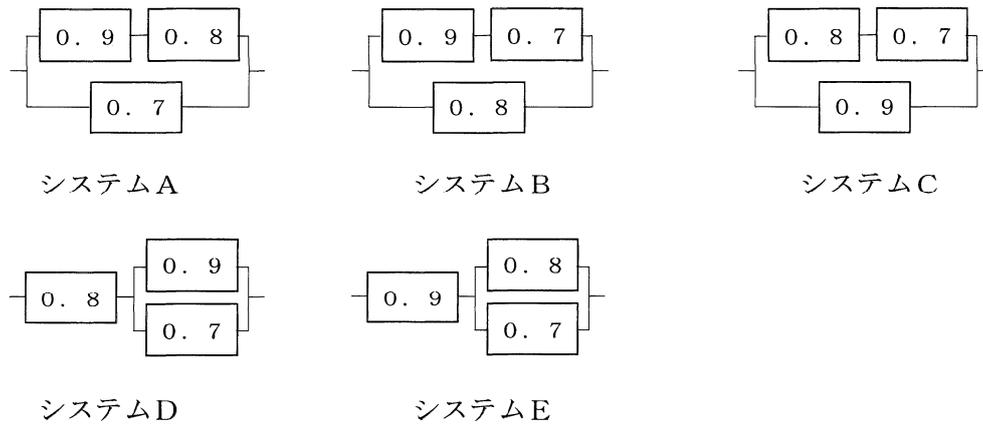


図 システム構成図と各要素の信頼度

- ① C > B > E > A > D
- ② C > B > A > E > D
- ③ C > E > B > D > A
- ④ E > D > A > B > C
- ⑤ E > D > C > B > A

正解は② ※過去の同じ問題の出題はありませんが、システム信頼性の問題は頻発しています。

システムA :  $1 - \{(1 - 0.9 \times 0.8) \times (1 - 0.7)\} = 0.916$

システムB :  $1 - \{(1 - 0.9 \times 0.7) \times (1 - 0.8)\} = 0.926$

システムC :  $1 - \{(1 - 0.8 \times 0.7) \times (1 - 0.9)\} = 0.956$

システムD :  $0.8 \times \{1 - (1 - 0.9) \times (1 - 0.7)\} = 0.776$

システムE :  $0.9 \times \{1 - (1 - 0.8) \times (1 - 0.7)\} = 0.846$

こように計算してもいいのですが、全体が並列であるA~Cのほうが直列であるD~Eより信頼性が高いのは間違いないのでDとEが最後の2つになる②が正しいことはすぐわかります。

1-1-3 設計や計画のプロジェクトを管理する方法として知られる、PDCA サイクルに関する次の (ア) ~ (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) P は、Plan の頭文字を取ったもので、プロジェクトの目標とそれを達成するためのプロセスを計画することである。
- (イ) D は、Do の頭文字を取ったもので、プロジェクトを実施することである。
- (ウ) C は、Change の頭文字を取ったもので、プロジェクトで変更される事項を列挙することである。
- (エ) A は、Adjust の頭文字を取ったもので、プロジェクトを調整することである。

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

正解は② ※過 PDCA サイクルに関する問題は H27 に類似問題が出ています。  
PDCA の C は「Check」(評価)、A は「Action」(改善) ですから誤りです。典型的なサービス問題といえます。

1-1-4 ある装置において、平均故障間隔(MTBF: Mean Time Between Failures) が A 時間、平均修復時間(MTTR: Mean Time To Repair) が B 時間のとき、この装置の定常アベイラビリティ (稼働率) の式として、最も適切なものはどれか。

- ①  $A / (A-B)$
- ②  $B / (A-B)$
- ③  $A / (A+B)$
- ④  $B / (A+B)$
- ⑤  $A/B$

正解は③ ※過去の出題はありません。  
アベイラビリティは  $MTBF / (MTBF + MTTR)$  で再出します。ですから正解は  $A / (A+B)$  ですが、故障間隔が長ければ長いほど稼働率は高いのですから分子が A であることはわかります。そして極端な話修理時間 B がゼロだったら故障しても一瞬で直るので稼働率は 100%つまり 1 になります。そう考えると正解は自ずと明らかになります。

1-1-5 構造設計に関する次の(ア)～(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。ただし、応力とは単位面積当たりの力を示す。

- (ア) 両端がヒンジで圧縮力を受ける細長い棒部材について、オイラー座屈に対する安全性を向上させるためには部材長を長くすることが有効である。
- (イ) 引張強度の異なる、2つの細長い棒部材を考える。幾何学的形状と縦弾性係数、境界条件が同一とすると、2つの棒部材の、オイラーの座屈荷重は等しい。
- (ウ) 許容応力とは、応力で表した基準強度に安全率を掛けたものである。
- (エ) 構造物は、設定された限界状態に対して設計される。考慮すべき限界状態は1つの構造物につき必ず1つである。

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

正解は⑤ ※過去の出題はありません。

ア：×…部材長を短くします。細い棒を両側から圧縮するのですから間隔でわかります。

ウ：×…基準強度を安全率で除したものです。安全率なのですから実際の強度より低くならなくては  
いかしいですね。

エ：×…限界状態は褶曲限界状態や使用限界状態など複数のものがあります。

1-1-6 製図法に関する次の(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) 対象物の投影法には、第一角法、第二角法、第三角法、第四角法、第五角法がある。
- (イ) 第三角法の場合は、平面図は正面図の上に、右側面図は正面図の右にというように、見る側と同じ側に描かれる。
- (ウ) 第一角法の場合は、平面図は正面図の上に、左側面図は正面図の右にというように、見る側とは反対の側に描かれる。
- (エ) 図面の描き方が、各会社や工場ごとに相違しては、いろいろ混乱が生じるため、日本では製図方式について国家規格を制定し、改訂を加えてきた。
- (オ) ISOは、イタリアの規格である。

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

正解は③ ※R02 問題 1-1-5 に類似問題が出ています。

ア：×…投影法は第一角法から第四角法までです。(ただし第二・第四角法は使われません)

ウ：×…平面図は正面図の下に描かれます。

オ：×…ISOは国際標準規格で、どこの国のものでもありません。

## 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 情報セキュリティと暗号技術に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 公開鍵暗号方式では、暗号化に公開鍵を使用し、復号に秘密鍵を使用する。
- ② 公開鍵基盤の仕組みでは、ユーザとその秘密鍵の結びつきを証明するため、第三者機関である認証局がそれらデータに対するデジタル署名を発行する。
- ③ スマートフォンがウイルスに感染したという報告はないため、スマートフォンにおけるウイルス対策は考えなくてもよい。
- ④ デジタル署名方式では、デジタル署名の生成には公開鍵を使用し、その検証には秘密鍵を使用する。
- ⑤ 現在、無線 LAN の利用においては、WEP(Wired Equivalent Privacy) 方式を利用することが推奨されている。

正解は① ※H27 問題 1-2-5 に類似問題が出ています。

- ②：×…認証局が発行するのは公開鍵の正当性を保証するデジタル証明書です。
- ③：×…スマホがウイルスに感染した例は多くあり対策が必要です。
- ④：×…秘密鍵と公開鍵が逆です。
- ⑤：×…WEP は暗号化手法としては比較的脆弱です。WPA、WPA2 を用いるべきです。

1-2-2 の論理式と等価な論理式はどれか。

$$X = \overline{\overline{A \cdot B}} + (A \cdot B)$$

ただし、論理式中の+は論理和、 $\cdot$ は論理積を表し、論理変数  $X$  に対して  $\overline{X}$  は  $X$  の否定を表す。2 変数の論理和の否定は各変数の否定の論理積に等しく、2 変数の論理積の否定は各変数の否定の論理和に等しい。また、論理変数  $X$  の否定の否定は論理変数  $X$  に等しい。

- ①  $X = (A + B) \cdot \overline{(A + B)}$
- ②  $X = (A + B) \cdot \overline{A + B}$
- ③  $X = (A \cdot B) \cdot \overline{A \cdot B}$
- ④  $X = (A \cdot B) \cdot \overline{A \cdot B}$
- ⑤  $X = (A + B) + \overline{A + B}$

正解は② ※H23 問題 1-2-3、H25 問題 1-2-3、H30 問題 1-2-4 と類似問題です。（計算式が少し違う）

「論理和の否定は各変数の否定の論理積に等しい」ので  $\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ 、「論理積の否定は各変数の否定の論理和に等しい」ので、 $\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$ 、「否定の否定は論理変数に等しい」ので  $\overline{\overline{A}} = A$ 。

これを組み合わせると②になります。

1-2-3 通信回線を用いてデータを伝送する際に必要となる時間を伝送時間と呼び、伝送時間を求めるには、次の計算式を用いる。

$$\text{伝送時間} = \text{データ量} / (\text{回線速度} \times \text{回線利用率})$$

ここで、回線速度は通信回線が1秒間に送ることができるデータ量で、回線利用率は回線容量のうちの実際のデータが伝送できる割合を表す。

データ量 5G バイトのデータを2分の1に圧縮し、回線速度が 200Mbps、回線利用率が 70%である通信回線を用いて伝送する場合の伝送時間に最も近い値はどれか。ただし、1G バイト=10<sup>9</sup>バイトとし、bps は回線速度の単位で、1Mbps は1秒間に伝送できるデータ量が 10<sup>6</sup>ビットであることを表す。

- ① 286 秒    ② 143 秒    ③ 100 秒    ④ 18 秒    ⑤ 13 秒

正解は② ※過去の出題はありませんが、伝送時間の問題は比較的頻出しています。

データ量は 5G を 1/2 に圧縮しているので  $5 \times 10^9 \times 0.5 = 25 \times 10^8$  バイト。回線速度は  $200 \times 10^6$  ビットで利用率が 70%なので  $200 \times 10^6 \times 0.7 = 140 \times 10^6$  ビット。ここで 1 バイト=8 ビットなので、伝送時間は  $25 \times 10^8 \times 8 / (140 \times 10^6) = 200 \times 10^2 \div 140 \approx 142.9$ 。

1-2-4 西暦年号は次の(ア)若しくは(イ)のいずれかの条件を満たすときにうるう年として判定し、いずれにも当てはまらない場合はうるう年でないと判定する。

(ア) 西暦年号が4で割り切れるが100で割り切れない。

(イ) 西暦年号が400で割り切れる。

うるう年か否かの判定を表現している決定表として、最も適切なものはどれか。

なお、決定表の条件部での”Y”は条件が真、”N”は条件が偽であることを表し、”—”は条件の真偽に関係ない又は論理的に起こりえないことを表す。動作部での”X”は条件が全て満たされたときその行で指定した動作の実行を表し、”—”は動作を実行しないことを表す。

①

条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	X	X	X
	うるう年でないと判定する	X	—	—	—

②

条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	X	—	X
	うるう年でないと判定する	X	—	X	—

③

条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	—	X	X
	うるう年でないと判定する	X	X	—	—

④

条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	X	—	—
	うるう年でないと判定する	X	—	X	X

⑤

条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	—	—	X
	うるう年でないと判定する	X	X	X	—

正解は② ※H29 問題 1-2-4 とほぼ同じ問題です。(選択肢②と③が入れ替えてあるだけ)

まず「西暦年号が4で割り切れる」がNであればうるう年ではない。ここは全選択肢が同じ。

次に「西暦年号が100で割り切れる」は、Yであればまだ400で割り切れるかどうか確かめないとはいけないので判定はできない一方で、Nであればうるう年が確定する(動作部上段にX)。ここで①②④に絞られる。

最後に「西暦年号が400で割り切れる」は、Yならうるう年、Nならうるう年ではないので、条件部がYなら動作部は上段にX、条件部Nなら動作部下段にX。これを満たすのは②。

1-2-5 演算式において、 $+$ 、 $-$ 、 $\times$ 、 $\div$ などの演算子を、演算の対象であるAやBなどの演算数の間に書く「 $A+B$ 」のような記法を中置記法と呼ぶ。また、「 $AB+$ 」のように演算数の後に演算子を書く記法を逆ポーランド表記法と呼ぶ。中置記法で書かれる式「 $(A+B)\times(C-D)$ 」を下図のような構文木で表し、これを深さ優先順で、「左部分木、右部分木、節」の順に走査すると得られる「 $AB+CD-\times$ 」は、この式の逆ポーランド表記法となっている。

中置記法で「 $(A+B\div C)\times(D-F)$ 」と書かれた式を逆ポーランド表記法で表したとき、最も適切なものはどれか。

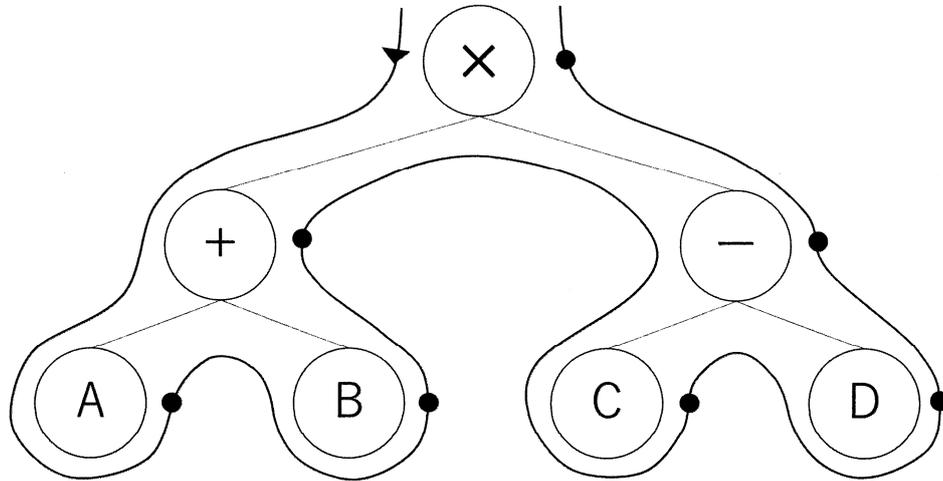


図  $(A+B)\times(C-D)$  を表す構文木。矢印の方向に走査し、ノードを上位に向かって走査するとき(●で示す)に記号を書き出す。

- ①  $ABC\div+DF-\times$
- ②  $AB+C\div DF-\times$
- ③  $ABC\div+D\times F-$
- ④  $\times+A\div BC--DF$
- ⑤  $AB+C\div D\times F-$

正解は① ※H30 問題 1-2-5 とほぼ同じ問題ですが、中置記法の式が異なります。

たとえ逆ポーランド記法を知らなくても、問題文の説明が理解できればすぐに解けます。 $(A+B\div C)\times(D-F)$  の  $A+B\div C$  部分は「BをCで割り、それをAと足す」のですから  $ABC\div+$  になり、 $D-F$  部分は「DからFを引く」のですから  $DF-$  となります。そして最後にそれらを掛け合わせるのですから最後に「 $\times$ 」が来ます。

1-2-6 アルゴリズムの計算量は漸近的記法（オーダ表記）により表される場合が多い。漸近的記法に関する次の（ア）～（エ）の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。ただし、正の整数全体からなる集合を定義域とし、非負実数全体からなる集合を値域とする関数  $f$ 、 $g$  に対して、 $f(n) = O(g(n))$  とは、すべての整数  $n \geq n_0$  に対して  $f(n) \leq c \cdot g(n)$  であるような正の整数  $c$  と  $n_0$  が存在するときをいう。

(ア)  $5n^3 + 1 = O(n^3)$

(イ)  $n \log_2 n = O(n^{1.5})$

(ウ)  $n^3 3^n = O(4^n)$

(エ)  $2^{2n} = O(10^{n^{100}})$

ア イ ウ エ

① 正 誤 誤 誤

② 正 正 誤 正

③ 正 正 正 誤

④ 正 誤 正 誤

⑤ 誤 誤 誤 正

正解は③ ※過去の出題はありません。

オーダ表記ですからべき部分に注目するといいいでしょう。

ア：○…べき部分が同じオーダーなので式は成り立ちます。

イ：○… $\log$  の底が 2 ですから  $n \cdot \log n$  と同じオーダーとなり、 $n^{1.5}$  のほうが大きいので式は成り立ちます。

ウ：○… $3^n$  と  $4^n$  は同じオーダーですから式は成り立ちます。

エ： $\times \dots 2^n$  とに比べて  $10^{100}$  が比較にならないほど大きいので式は成り立ちません。

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  $V = (V_x, V_y, V_z) = (y+z, x^2+y^2+z^2, z+2y)$  の点  $(2, 3, 1)$  での回転  $\text{rot}V = \left(\frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z}\right)i + \left(\frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x}\right)j + \left(\frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y}\right)k$  として、最も適切なものはどれか。ただし、 $i, j, k$  はそれぞれ  $x, y, z$  軸方向の単位ベクトルである。

- ① 7      ② (0,6,1)      ③ 4      ④ (0,1,3)      ⑤ (4,14,7)

正解は④ ※過去の出題はありません。

$V_x = y+z, V_y = x^2+y^2+z^2, V_z = z+2y$  なので、 $\frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z} = 2 - 2z, \frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x} = 1 - 0 = 1, \frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} = 2x - 1$  で、これらが  $xyz$  軸方向の回転となるので、 $x=2, y=3, z=1$  を代入すれば、 $2 - 2z = 2 - 2 = 0, 2x - 1 = 2 \times 2 - 1 = 3$  で、 $(0, 1, 3)$  となります。

1-3-2 3次関数  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$  があり、 $a, b, c, d$  は任意の実数とする。

積分  $\int_{-1}^1 f(x) dx$  として恒等的に正しいものはどれか。

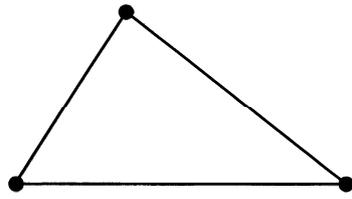
- ①  $2f(0)$   
 ②  $f\left(-\sqrt{\frac{1}{3}}\right) + f\left(\sqrt{\frac{1}{3}}\right)$   
 ③  $f(-1) + f(1)$   
 ④  $\frac{f\left(-\sqrt{\frac{3}{5}}\right)}{2} + \frac{8f(0)}{9} + \frac{f\left(\sqrt{\frac{3}{5}}\right)}{2}$   
 ⑤  $\frac{f(-1)}{2} + f(0) + \frac{f(1)}{2}$

正解は② ※過去の出題はありません。

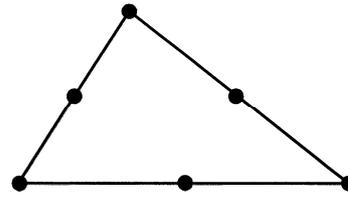
$\int_{-1}^1 f(x) dx = [ax^4/4 + bx^3/3 + cx^2/2 + dx]_{-1}^1 = (a/4 + b/3 + c/2 + dy + z) - (a/4 - b/3 + c/2 - d) = 2b/3 + 2d$ 。

選択肢を  $f(x)$  に代入して  $2b/3 + 2d$  になるのは選択肢②。

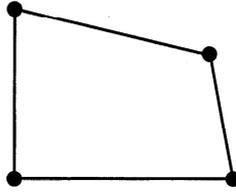
1-3-3 線形弾性体の2次元有限要素解析に利用される(ア)～(ウ)の要素のうち、要素内でひずみが一定であるものはどれか。



(ア) 3節点三角形要素



(イ) 6節点三角形要素



(ウ) 4節点アイソパラメトリック四辺形要素

図 2次元解析に利用される有限要素

- ① (ア)    ② (イ)    ③ (ウ)    ④ (ア) と (イ)    ⑤ (ア) と (ウ)

正解は① ※過去の出題はありません。

(イ) と (ウ) はひずみが要素内で線形変化します。

1-3-4 下図に示すように断面積  $0.1\text{m}^2$ 、長さ  $2.0\text{m}$  の線形弾性体の棒の両端が固定壁に固定されている。この線形弾性体の縦弾性係数を  $2.0 \times 10^3\text{MPa}$ 、線膨張率を  $1.0 \times 10^{-4}\text{K}^{-1}$  とする。最初に棒の温度は一様に  $10^\circ\text{C}$  で棒の応力はゼロであった。その後、棒の温度が一様に  $30^\circ\text{C}$  となったときに棒に生じる応力として、最も適切なものはどれか。

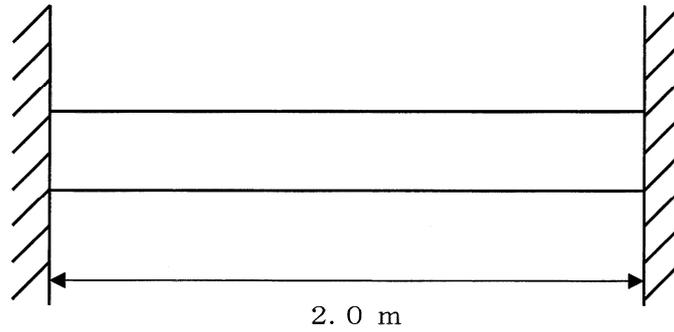


図 両端を固定された線形弾性体の棒

- ①  $2.0\text{MPa}$  の引張応力
- ②  $4.0\text{MPa}$  の引張応力
- ③  $4.0\text{MPa}$  の圧縮応力
- ④  $8.0\text{MPa}$  の引張応力
- ⑤  $8.0\text{MPa}$  の圧縮応力

正解は③ ※過去の出題はありません。

温度上昇が  $20^\circ\text{C}$  なので線膨張率より  $1.0 \times 10^{-4} \times 20 = 2 \times 10^{-3}$ 。縦弾性係数より、 $2.0 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 4$ 。伸びているので圧縮応力となります。

1-3-5 上端が固定されてつり下げられたばね定数  $K$  のばねがある。このばねの下端に質量  $m$  の質点がつり下げられ、平衡位置（つり下げられた質点が静止しているときの位置、すなわち、つり合い位置）を中心に振幅  $a$  で調和振動（単振動）している。質点が最も下の位置にきたとき、ばねに蓄えられているエネルギーとして、最も適切なものはどれか。ただし、重力加速度を  $g$  とする。

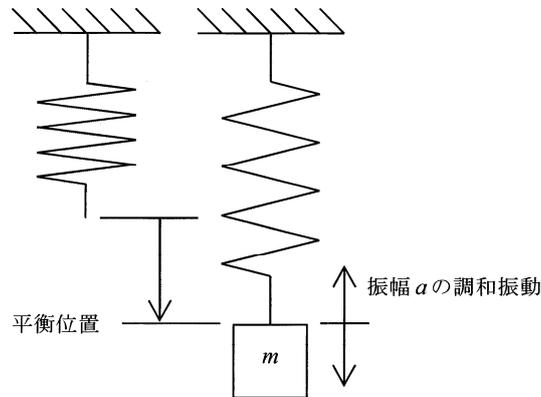


図 上端が固定されたばねがつり下げられている状態と  
そのばねに質量  $m$  の質点がつり下げられた状態

- ① 0    ②  $1/2ka^2$     ③  $1/2ka^2 - mga$     ④  $1/2k(mg/k+a)^2$     ⑤  $1/2ka^2 + mga$

正解は④ ※過去の出題はありません。

質点がついた時の平衡位置までの距離は、フックの法則  $mg = kh$  を変形して  $h = mg/k$  です。さらに振幅  $a$  だけ下がっているのです。ばねの位置エネルギーは  $E = k(h+a)^2/2$  です。 $h = mg/k$  なので  $E = k(mg/k + a)^2/2$  より④となります。

1-3-6 1-3-6 下図に示すように、厚さが一定で半径  $a$ 、面密度  $p$  の一様な四分円の板がある。重心の座標として、最も適切なものはどれか。

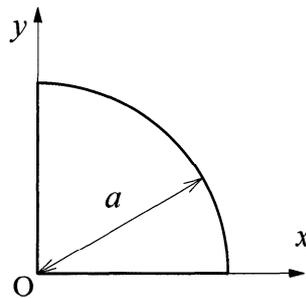


図 四分円の板

- ①  $\left(\frac{\sqrt{3}a}{4}, \frac{\sqrt{3}a}{4}\right)$     ②  $\left(\frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right)$     ③  $\left(\frac{a}{\sqrt{2}}, \frac{a}{\sqrt{2}}\right)$     ④  $\left(\frac{3a}{4\pi}, \frac{3a}{4\pi}\right)$     ⑤  $\left(\frac{4a}{3\pi}, \frac{4a}{3\pi}\right)$

正解は⑤ ※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 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） 質量数が異なるので、化学的性質も異なる。
- （イ） 陽子の数は等しいが、電子の数は異なる。
- （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の中には、放射線を出して別の元素に変化するものがある。
- （オ） 放射線を出す同位体は、年代測定などに利用されている。

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

正解は③ ※R01 問題 1-4-2 とほぼ同じ（選択肢の順序が入れ替わり、一部内容が少し変化）です。  
ア：×…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。  
イ：×…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。

1-4-2 次の化学反応のうち、酸化還元反応でないものはどれか。

- ①  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- ②  $\text{NaClO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- ③  $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
- ④  $2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$
- ⑤  $\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

正解は④ ※過去の出題はありません。  
酸化還元反応であるということは、酸化数に変化しますが、④のみ変化していません。

1-4-3 金属の変形に関する次の記述について、[ ]に入る語句及び数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

金属が比較的小さい引張応力を受ける場合、応力 ( $\sigma$ ) とひずみ ( $\epsilon$ ) は次の式で表される比例関係にある。

$$\sigma = E \epsilon$$

これは [ ア ] の法則として知られており、比例定数 E を [ イ ] という。常温での [ イ ] はマグネシウムでは [ ウ ] GPa、タングステンでは [ エ ] GPa である。温度が高くなると [ イ ] は、[ オ ] なる。

※応力とは単位面積当たりの力を示す。

	ア	イ	ウ	エ	オ
① フック		ヤング率	45	407	大きく
② フック		ヤング率	45	407	小さく
③ フック		ポアソン比	407	45	小さく
④ プラッグ		ポアソン比	407	45	大きく
⑤ プラッグ		ヤング率	407	45	小さく

正解は② ※H26 問題 1-4-3 と問題文は同じで、選択肢が少し変えてあるだけです。

ブラッグの法則は X 線の回折・反射についての物理法則です。ポアソン比は引張方向のひずみと引張方向に垂直なひずみの比です。ヤング率 (弾性係数などともいいます) が大きいほど曲がりにくい物質であることを示しています。そして温度が高くなると E は小さく変形しやすくなります。感覚でかなり絞り込めると思います。

1-4-4 鉄の製錬に関する次の記述の、[ ]に入る語句および数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

地殻中に存在する元素を存在比(wt%) の大きい順に並べると、鉄は、酸素、ケイ素、[ ア ] について 4 番目となる。鉄の製錬は、鉄鉱石( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、石灰石、コークスを主要な原料として [ イ ] で行われる。

[ イ ] において、鉄鉱石をコークスで [ ウ ] することにより銑鉄(Fe) を得ることができる。この方法で銑鉄を 1000kg 製造するのに必要な鉄鉱石は、最低 [ エ ] kg である。ただし、酸素及び鉄の原子量は 16 及び 56 とし、鉄鉱石及び銑鉄中に不純物を含まないものとして計算すること。

	ア	イ	ウ	エ
① アルミニウム		高炉	還元	1429
② アルミニウム		電炉	還元	2857
③ アルミニウム		高炉	酸化	2857
④ 銅		電炉	酸化	2857
⑤ 銅		高炉	還元	1429

正解は① ※過去の出題はありません。

アは、岩石の基本がケイ酸 (ケイ素+酸素) とアルミナ (アルミ+酸素) であるためですが、銅とアルミでどちらが多いかはなんとなくわからないかと思えます。そして鉄の精錬は高炉で行ないません。昔から精錬技術があったことから電炉ではないことはわかりそうなものです。そして酸化鉄を鉄にするのですから還元ですね。この段階で①しか残っていません。

1-4-5 アミノ酸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。

一部の特殊なものを除き、天然のタンパク質を加水分解して得られるアミノ酸は20種類である。アミノ酸の $\alpha$ -炭素原子には、アミノ基と[ ア ]、そしてアミノ酸の種類によって異なる側鎖(R基)が結合している。R基に脂肪族炭化水素鎖や芳香族炭化水素鎖を持つイソロイシンやフェニルアラニンは[ イ ]性アミノ酸である。システインやメチオニンのR基には[ ウ ]が含まれており、そのためタンパク質中では2個のシステイン側鎖の間に共有結合ができることがある。

	ア	イ	ウ
①	カルボキシ基	疎水	硫黄(S)
②	ヒドロキシ基	疎水	硫黄(S)
③	カルボキシ基	親水	硫黄(S)
④	カルボキシ基	親水	窒素(N)
⑤	ヒドロキシ基	親水	窒素(N)

正解は① ※H29 問題 1-4-5 と類似の問題です。

これはこういうことだというだけの知識問題ですので解説は省略します。

1-4-6 DNAの構造的な変化によって生じる突然変異を遺伝子突然変異という。遺伝子突然変異では、1つの塩基の変化でも形質発現に影響を及ぼすことが多く、置換、挿入、欠失などの種類がある。遺伝子突然変異に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 1塩基の置換により遺伝子の途中のコドンが終止コドンになると、タンパク質の合成がそこで終了するため、正常なタンパク質の合成ができなくなる。この遺伝子突然変異を中立突然変異という。
- ② 遺伝子に1塩基の挿入が起こると、その後のコドンの読み枠がずれるフレームシフトが起こるので、アミノ酸配列が大きく変わる可能性が高い。
- ③ 鎌状赤血球貧血症は、1塩基の欠失により赤血球中のヘモグロビンの1つのアミノ酸がグルタミン酸からバリンに置換されたために生じた遺伝子突然変異である。
- ④ 高等動植物において突然変異による形質が潜性(劣性)であった場合、突然変異による形質が発現するためには、2本の相同染色体上の特定遺伝子の片方に変異が起こればよい。
- ⑤ 遺伝子突然変異はX線や紫外線、あるいは化学物質などの外界からの影響では起こりにくい。

正解は② ※過去の出題はありません。

①：×…記述は終始変異あるいはナンセンス突然変異です。

③：×…欠失ではなく置換です。

④：×…相同染色体→非同相染色体です。

⑤：×…記述のような影響による突然変異があります。

## 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 気候変動に対する様々な主体における取組に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① REIOO は、企業が自らの事業の使用電力を100%再生可能エネルギーで賄うことを目指す国際的なイニシアティブであり、2020年時点で日本を含めて各国の企業が参加している。
- ② 温室効果ガスであるフロン類については、オゾン層保護の観点から特定フロンから代替フロンへの転換が進められてきており、地球温暖化対策としても十分な効果を発揮している。
- ③ 各国の中央銀行総裁及び財務大臣からなる金融安定理事会の作業部会である気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)は、投資家等に適切な投資判断を促すため気候関連財務情報の開示を企業等へ促すことを目的としており、2020年時点において日本国内でも200以上の機関が賛同を表明している。
- ④ 2050年までに温室効果ガス又は二酸化炭素の排出量を実質ゼロを目指すことを目指す旨を表明した地方自治体が増えており、これらの自治体を日本政府は「ゼロカーボンシティ」と位置付けている。
- ⑤ ZEH（ゼッチ）及びZEH-M（ゼッチ・マンション）とは、建物外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現したうえで、再生可能エネルギーを導入することにより、一次エネルギー消費量の収支をゼロとすることを旨とした戸建住宅やマンション等の集合住宅のことであり、政府はこれらの新築・改修を支援している。

正解は② ※過去の出題例はありません。

代替フロンであるハイドロフルオロカーボンは、オゾン層破壊はない一方でかなり強い温暖化ガスなので削減が求められています。

1-5-2 環境保全のための対策技術に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ごみ焼却施設におけるダイオキシン類対策においては、炉内の温度管理や滞留時間確保等による完全燃焼、及びダイオキシン類の再合成を防ぐために排ガスを200℃以下に急冷するなど有効である。
- ② 屋上緑化や壁面緑化は、建物表面温度の上昇を抑えることで気温上昇を抑制するとともに、居室内への熱の侵入を低減し、空調エネルギー消費を削減することができる。
- ③ 産業廃棄物の管理型処分場では、環境保全対策として遮水工や浸出水処理設備を設けることなどが義務付けられている。
- ④ 掘削せずに土壌の汚染物質を除去する「原位置浄化」技術には化学的作用や生物学的作用等を用いた様々な技術があるが、実際に土壌汚染対策法に基づいて実施された対策措置においては掘削除去の実績が多い状況である。
- ⑤ 下水処理の工程は一次処理から三次処理に分類できるが、活性汚泥法などによる生物処理は一般的に一次処理に分類される。

正解は⑤ ※H25 問題 1-5-4 に類似問題（選択肢がかなり共通）があります。

一次処理は糞尿が混入した汚水中の固形物を沈殿やふるいなどで物理的に除去する過程です。

二次処理は活性汚泥処理などによる有機物除去で、処理水は放流します。

三次処理は高度処理で、窒素やリンなどを科学的・物理的・生物学的手法で除去します。

したがって選択肢の記述は一次処理ではなく二次処理です。

1-5-3 エネルギー情勢に関する次の記述の、[ ]に入る数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

日本の総発電電力量のうち、水力を除く再生可能エネルギーの占める割合は年々増加し、2018年度時点で約 [ ア ] %である。特に、太陽光発電の導入量が近年着実に増加しているが、その理由の1つとして、そのシステム費用の低下が挙げられる。実際、国内に設置された事業用太陽光発電のシステム費用はすべての規模で毎年低下傾向にあり、10kW以上の平均値(単純平均)は、2012年の約42万円/kWから2020年には約 [ イ ] 万円/kWまで低下している。一方、太陽光発電や風力発電の出力は、天候等の気象環境に依存する。例えば、風力発電で利用する風のエネルギーは、風速の [ ウ ] 乗に比例する。

- |   | ア  | イ  | ウ |
|---|----|----|---|
| ① | 9  | 25 | 3 |
| ② | 14 | 25 | 3 |
| ③ | 14 | 15 | 3 |
| ④ | 9  | 25 | 2 |
| ⑤ | 14 | 15 | 2 |

正解は① ※過去の出題はありません。

これはもう、こういうことを知っているかどうかですね。ちなみに風エネルギーPは、 $P=1/2 \rho AV^3$  ( $\rho$ : 空気密度、A: 受風面積、V: 風速) で得られます。

1-5-4 IEAの資料による2018年の一次エネルギー供給量に関する次の記述の、[ ]に入る国名の組合せとして、最も適切なものはどれか。

各国の1人当たりの一次エネルギー供給量(以下、「1人当たり供給量」と略称)を石油換算トンで表す。1石油換算トンは約42GJ(ギガジュール)に相当する。世界平均の1人当たり供給量は1.9トンである。中国の1人当たり供給量は、世界平均をやや上回り、2.3トンである。[ ア ]の1人当たり供給量は、6トン以上である。[ イ ]の1人当たり供給量は、5トンから6トンの間にある。[ ウ ]の1人当たり供給量は、3トンから4トンの間にある。

- |   | ア         | イ         | ウ         |
|---|-----------|-----------|-----------|
| ① | アメリカ及びカナダ | ドイツ及び日本   | 韓国及びロシア   |
| ② | アメリカ及びカナダ | 韓国及びロシア   | ドイツ及び日本   |
| ③ | ドイツ及び日本   | アメリカ及びカナダ | 韓国及びロシア   |
| ④ | 韓国及びロシア   | ドイツ及び日本   | アメリカ及びカナダ |
| ⑤ | 韓国及びロシア   | アメリカ及びカナダ | ドイツ及び日本   |

正解は② ※H27問題1-5-4にほぼ同じ問題があります。統計資料が新しくなっているだけです。

ア>イ>ウなので、最もエネルギーを潤沢に使っていきそうなアメリカがアということはわかると思います。あとはドイツ及び日本を経済規模に着目してイとするか、環境対策に着目してウとするかですが、韓国とロシアは5~6トン、ドイツと日本は3.5~4トンです。少なくとも2択には簡単に絞り込めると思います。

1-5-5 次の(ア)～(オ)の、社会に大きな影響を与えた科学技術の成果を、年代の古い順から並べたものとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) フリッツ・ハーバーによるアンモニアの工業的合成の基礎の確立
- (イ) オットー・ハーンによる原子核分裂の発見
- (ウ) アレクサンダー・グラハム・ベルによる電話の発明
- (エ) ハイน์リッヒ・ルドルフ・ヘルツによる電磁波の存在の実験的な確認
- (オ) ジェームズ・ワットによる蒸気機関の改良

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

正解は④ ※H30 問題 1-5-5 とほぼ同じ問題です。(選択肢の順序が変わっているだけ)

アは1908年～1915年ごろ、イは1938年、ウは1876年、エは1888年、オは1776～1794年ごろです。知っているかどうかという問題ではありますが、対象科学技術から、オが一番古いことは感覚的にわかると思いますので、この時点で④か⑤に絞り込めます。次にウとエのどちらが古いかですが、これも感覚的にわかるのではないのでしょうか。

1-5-6 日本の科学技術基本計画は、1995年に制定された科学技術基本法(現、科学技術・イノベーション基本法)に基づいて一定期間ごとに策定され、日本の科学技術政策を方向づけてきた。次の(ア)～(オ)は、科学技術基本計画の第1期から第5期までのそれぞれの期の特徴的な施策を1つずつ選んで順不同で記したものである。これらを第1期から第5期までの年代の古い順から並べたものとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) ヒトに関するクローン技術や遺伝子組換え食品等を例として、科学技術が及ぼす「倫理的・法的・社会的課題」への責任ある取組の推進が明示された。
- (イ) 「社会のための、社会の中の科学技術」という観点に立つことの必要性が明示され、科学技術と社会との双方向のコミュニケーションを確立していくための条件整備などが図られた。
- (ウ) 「ポストドクター等1万人支援計画」が推進された。
- (エ) 世界に先駆けた「超スマート社会」の実現に向けた取組が「Society5.0」として推進された。
- (オ) 目指すべき国の姿として、東日本大震災からの復興と再生が掲げられた。

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

正解は④ ※過去に出題はありません。

エとオを比較すると、明らかにエが新しいので、4番目がオで5番目がエだということはすぐわかります。これで②か④に絞り込めます。あとはイとウのどちらが古いかですが、これはちょっと難しいかもしれません。ただ少なくとも2択までは簡単に絞り込めると思います。