

基礎科目 2024 (R06) 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)

I-1-1 ユニバーサルデザイン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。

障害を持つ人々があらゆる分野で差別を受けないようにするためや不便を取り除くため、自身も車椅子を利用する障害者であったロナルド・メイスが、それまでのバリアフリーなどの概念に代わって提唱したのがユニバーサルデザインである。ユニバーサルデザインの7つの原則は(1) 公平な利用、(2) 利用における(ア)、(3) (イ)で直感的な利用、(4) 認知できる情報、(5) 失敗に対する(ウ)さ、(6) 少ない(エ)な努力、(7) 接近や利用のためのサイズと空間、である。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|---|-----|----|----|-----|
| ① | 柔軟性 | 単純 | 寛大 | 身体的 |
| ② | 限定性 | 単純 | 厳格 | 精神的 |
| ③ | 柔軟性 | 単純 | 厳格 | 身体的 |
| ④ | 限定性 | 複雑 | 厳格 | 身体的 |
| ⑤ | 柔軟性 | 複雑 | 寛大 | 精神的 |

正解は① ※H26 I-1-1 とほとんど同じ問題です。

ユニバーサルデザインはロナルド・メイスが1990年に提唱した概念で、7つの原則がある。

- [1] 公平な利用
- [2] 利用における柔軟性
- [3] 単純で直感的な利用
- [4] 認知できる情報
- [5] 失敗に対する寛大さ
- [6] 少ない身体的な努力
- [7] 接近や利用のためのサイズと空間

(ア) 柔軟性、(イ) 単純、(ウ) 寛大、(エ) 身体的の語句が入る。よって正解は①

I-1-2 限界状態設計法は構造物に生じてはならない限界状態を設定し、その状態の発生に対する安全性を個々に照査するものである。限界状態は一般的に大きく分けて、終局限界状態、使用限界状態、疲労限界状態に分類できる。限界状態に関する次の(ア)～(ウ)の記述について、それぞれを表している限界状態の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 通常の供用又は耐久性に関する限界状態である。
- (イ) 荷重が繰り返し作用することによって生じる限界状態である。
- (ウ) 最大耐力に対応する限界状態である。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 使用限界状態 | 終局限界状態 | 疲労限界状態 |
| ② | 使用限界状態 | 疲労限界状態 | 終局限界状態 |
| ③ | 終局限界状態 | 疲労限界状態 | 使用限界状態 |
| ④ | 疲労限界状態 | 使用限界状態 | 終局限界状態 |
| ⑥ | 疲労限界状態 | 終局限界状態 | 使用限界状態 |

正解は② ※過去の出題例はありません。

鉄道構造物等の設計基準において、限界状態設計法が採用されており、終局限界状態、使用限界状態、疲労限界状態等の限界状態が設定されている。それぞれの定義は以下のとおりである。

使用限界状態：構造物または部材が過度の変形、変位、振動等を起こし、正常な使用ができなくなる状態。

疲労限界状態：構造物または部材が作用の繰り返しにより疲労損傷し、機能を失う状態。

終局限界状態：構造物または部材が破損したり、転倒、座屈、大変形等を起こし、機能や安定を失う状態

I-1-3 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。

断面が円形の等分布荷重を受ける片持ちりにおいて、最大曲げ応力は断面の円の直径の [ア] に [イ] し、最大たわみは断面の円の直径の [ウ]、[エ] する。

- | | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|---|-----|-----|-----|-----|
| ① | 3乗 | 反比例 | 4乗 | 反比例 |
| ② | 4乗 | 比例 | 4乗 | 反比例 |
| ③ | 4乗 | 反比例 | 3乗 | 反比例 |
| ④ | 4乗 | 比例 | 3乗 | 比例 |
| ⑤ | 3乗 | 反比例 | 4乗 | 比例 |

正解は① ※R4 I-1-5 とほとんど同じ問題です。

直径 d の円柱片持ち梁の断面係数 $Z = \pi d^3 / 32$ なので (ア) は 3 乗、直径が大きいほど曲がりにくいことは想像できると思うので、(イ) は反比例、たわみは円柱片持ち梁の断面二次モーメント $I = \pi d^4 / 64$ なので (ウ) は 4 乗となります。

I-1-4 速度伝達比が 30 で動力伝達効率がほぼ 100%で滑りのない歯車装置の記述として、最も適切なものはどれか。ただし、速度伝達比は、歯車装置の入力軸の角速度を出力軸の角速度で割った値とする。

- ① 入力軸が 1 回転する間に出力軸は 30 回転し、出力軸のトルクは入力軸のトルクとほぼ等しい。
- ② 入力軸が 30 回転する間に出力軸は 1 回転し、出力軸のトルクは入力軸のトルクとほぼ等しい。
- ③ 入力軸が 30 回転する間に出力軸は 1 回転し、出力軸のトルクは入力軸のトルクのほぼ 30 倍になる。
- ④ 入力軸が 1 回転する間に出力軸は 30 回転し、出力軸のトルクは入力軸のトルクのほぼ 30 倍になる。
- ⑤ 入力軸が 30 回転する間に出力軸は 1 回転し、出力軸のトルクは入力軸のトルクのほぼ 1/30 倍になる。

正解は③ ※過去の出題例はありません。

速度伝達比が 30 ですから、出力軸の歯数/入力軸の歯数=30 なので、入力軸が 1 回転すると出力軸は 1/30 回転します。そして速度伝達比とトルクは反比例の関係にありますから、出力軸のトルクは 30 倍になります。

I-1-5 ある工場で原料 A、B を用いて、製品 1、2 を生産し販売している。製品 1、2 は共通の製造ラインで生産されており、2 つを同時に生産することはできない。下表に示すように製品 1 を 1kg 生産するために原料 A、B はそれぞれ 1kg、3 kg 必要で、製品 2 を 1kg 生産するためには原料 A、B をそれぞれ 2kg、1 kg 必要とする。また、製品 1、2 を 1kg ずつ生産するために、生産ラインを 1 時間ずつ稼働させる必要がある。

原料 A、B の使用量、及び、生産ラインの稼働時間については、1 日当たりの上限があり、それぞれ 12kg、15kg、7 時間である。製品 1、2 の販売から得られる利益が、それぞれ 300 万円/kg、200 万円/kg のとき、全体の利益が最大となるように製品 1、2 の生産量を決定したい。1 日当たりの最大の利益として、最も適切なものはどれか。

表 製品の製造における原料の制約と生産ラインの稼働時間及び販売利益

	製品 1	製品 2	使用上限
原料 A [kg]	1	2	12
原料 B [kg]	3	1	15
ライン稼働時間 [時間]	1	1	7
利益 [万円/kg]	300	200	

- ① 1、200 万円
- ② 1、500 万円
- ③ 1、600 万円
- ④ 1、800 万円
- ⑤ 1、920 万円

正解は④ ※R2 I-1-4 と類似の問題です。

線形計画の典型的な問題です。

製品 1 を x 、製品 2 を y すると、

原料・ラインの使用上限から、以下の 3 連立方程式をたてます。

$$x + 2y \leq 12 \quad \dots \text{式①}$$

$$3x + y \leq 15 \quad \dots \text{式②}$$

$$x + y \leq 7 \quad \dots \text{式③}$$

式①と式②から、式①を 3 倍して

$$3x + 6y \leq 36 \quad \dots \text{式①'}$$

式①'－式②で $5y \leq 21 \therefore y \leq 4.2$ これを式②に当てはめて $3x + 4.2 \leq 15 \therefore x \leq 3.6$

しかし式③ ($x + y \leq 7$) に引っかかるので、 $y \leq 4$ 、 $x \leq 3$ とすれば、 $300 \times 3 + 200 \times 4 = 1,700$ 万円となります。ただしこれは選択肢にはありません。

次に式①と式③から、式①－式③で $y \leq 5$ が導けます。これを式③に当てはめて $x + 5 \leq 7 \therefore x \leq 2$ $x \leq 2$ 、 $y \leq 5$ なので、 $300 \times 2 + 200 \times 5 = 1,600$ 万円となります。

次に式②と式③から、式②－式③とすれば、 $2x \leq 8 \therefore x \leq 4$

これを式②に当てはめて $12 + y \leq 15 \therefore y \leq 3$

$x \leq 4$ 、 $y \leq 3$ なので、 $300 \times 4 + 200 \times 3 = 1,800$ 万円となります。

よって最大のものは 1、800 万円。

I-1-6 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。

独立に製造された軸 A1 と軸 A2 を長さ方向にすき間なく接続する。

軸 A1 の長さ と軸 A2 の長さがそれぞれ独立に

正規分布 $N(\mu_{A1}, \sigma_{A1}^2)$ 、正規分布 $N(\mu_{A2}, \sigma_{A2}^2)$

に従うとき、接続されたものの長さは正規分布 [ア] に従う。

また、独立に製造された軸 B1 と軸受 B2 のはめあいを考える。軸 B1 の外径と軸受 B2 の内径がそれぞれ独立に

正規分布 $N(\mu_{B1}, \sigma_{B1}^2)$ 、正規分布 $N(\mu_{B2}, \sigma_{B2}^2)$

に従うとき、このすき間寸法は正規分布 [イ] に従う。ただし、常に $\mu_{B2} > \mu_{B1}$ であるものとする。

- | | <u>ア</u> | <u>イ</u> |
|---|---|---|
| ① | $N(\mu_{A1} + \mu_{A2}, \sigma_{A1}^2 + \sigma_{A2}^2)$ | $N(\mu_{B2} + \mu_{B1}, \sigma_{B2}^2 + \sigma_{B1}^2)$ |
| ② | $N(\mu_{A1} + \mu_{A2}, \sigma_{A1}^2 + \sigma_{A2}^2)$ | $N(\mu_{B2} - \mu_{B1}, \sigma_{B2}^2 - \sigma_{B1}^2)$ |
| ③ | $N(\mu_{A1} + \mu_{A2}, \sigma_{A1}^2 + \sigma_{A2}^2)$ | $N(\mu_{B2} - \mu_{B1}, \sigma_{B2}^2 + \sigma_{B1}^2)$ |
| ④ | $N(\mu_{A1} + \mu_{A2}, \sigma_{A1}^2 - \sigma_{A2}^2)$ | $N(\mu_{B2} - \mu_{B1}, \sigma_{B2}^2 - \sigma_{B1}^2)$ |
| ⑤ | $N(\mu_{A1} + \mu_{A2}, \sigma_{A1}^2 - \sigma_{A2}^2)$ | $N(\mu_{B2} + \mu_{B1}, \sigma_{B2}^2 - \sigma_{B1}^2)$ |

正解は③ ※過去の出題例はありません。

軸同士の接続は、継ぎ合わせるのですから平均値は当然足し算になり、標準偏差も足し算になります。一方で軸と軸受けのはめあいは、平均値を相殺しますから引き算になり、標準偏差は足し算になります。

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）

I-2-1 10進数での「0.6」を2進数表現したものとして、最も適切なものはどれか。ただし、以下の2進数表現では、小数点以下16位までを示している。

- ① 0.1001100110011001
- ② 0.1011001100110011
- ③ 0.1100000000000000
- ④ 0.1100110011001100
- ⑤ 0.1110011001100110

正解は① ※同じ問題はありませんが、小数点以下の10進数の2進数変換問題はH27 1-2-2に出ています。10進数の0.6を2進数で表す問題です。小数の10進数を2進数に変換するには、変換したい10進数の少数部を少数部が0になるまで2倍します。小数部に2を掛けていくと求めることができます。

(1) $0.6 \times 2 = 1.2$
 (2) $0.2 \times 2 = 0.4$
 (3) $0.4 \times 2 = 0.8$
 (4) $0.8 \times 2 = 1.6$
 (5) $0.6 \times 2 = 1.2$

(5)式以降は(1)～(5)と同じ式が繰り返されます。よって、(1)～(4)式の整数部を並べると1001となり、0.6を2進数で表した数字は0.100110011001となります。

I-2-2 次の [] に当てはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

x、yを実数とする。

「 $x^2+y^2=0$ 」は「 $x=y=0$ 」であるための [ア]。

また、「 $x+y>2$ 」は「 $x>1$ 又は $y>1$ 」であるための [イ]。

- | | |
|--------------------|------------------|
| <u>ア</u> | <u>イ</u> |
| ① 必要十分条件である | 必要条件であるが十分条件ではない |
| ② 必要十分条件である | 十分条件であるが必要条件ではない |
| ③ 十分条件であるが必要条件ではない | 必要十分条件である |
| ④ 十分条件であるが必要条件ではない | 必要条件であるが十分条件ではない |
| ⑤ 必要条件であるが十分条件ではない | 十分条件であるが必要条件ではない |

正解は② ※過去の出題例はありません。

必要十分条件と必要条件、十分条件の定義は以下のとおりです。

(1) 必要十分条件
 2つの条件p、qにおいて、「 $p \Rightarrow q$ 」、「 $q \Rightarrow p$ 」がともに真であるとき、
 pはqであるための必要十分条件である。
 qはpであるための必要十分条件である。

(2) 必要条件、十分条件
 2つの条件p、qにおいて「 $p \Rightarrow q$ 」が真であるとき、
 qはpであるための必要条件である。
 pはqであるための十分条件である。

x、yは実数なので「 $x^2+y^2=0$ 」 \Rightarrow 「 $x=y=0$ 」、「 $x=y=0$ 」 \Rightarrow 「 $x^2+y^2=0$ 」はともに真です。よって必要十分条件です。

「 $x+y>2$ 」 \Rightarrow 「 $x>1$ 又は $y>1$ 」は真であるが（例えばxを2、yも2とすると両式は成り立つ）、「 $x>1$ 又は $y>1$ 」 \Rightarrow 「 $x+y>2$ 」は真ではない（例えばxが1.5、yが0のとき $x+y=1.5$ となり右式は成り立たない。）

I-2-3 IP ネットワークの経路制御に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ノードがパケットを受信したとき、次にどのノードに転送するかは、ルーティングプロトコルによって作成されたルーティングテーブルを参照して決定される。経路ノードで同様の動作を繰り返すことにより、IP パケットは宛先ノードまで転送される。
- ② ルーティングプロトコルは、リンク状態型と距離ベクトル型に大きく分類される。どちらのタイプのルーティングプロトコルにおいても、ノードはネットワークトポロジを把握して経路を決定する。
- ③ リンク状態型ルーティングプロトコルでは、リンクの距離等の情報をネットワーク内に広告し、各ノードが、最短経路計算に基づいてルーティングテーブルを作成する。
- ④ 距離ベクトル型ルーティングプロトコルでは、宛先ノードと各ノード間の距離情報がネットワーク内を伝搬し、各ノードが最短距離となる次ホップノードを決定し、ルーティングテーブルを作成する。
- ⑤ 代表的なリンク状態型ルーティングプロトコルとして OSPF や IS-IS などがある。一方、代表的な距離ベクトル型ルーティングプロトコルとして RIP などがある。

正解は② ※過去の出題例はありません。

ルーティングプロトコルは、リンク状態型と距離ベクトル型に大きく分類されます。

リンク状態型は、ルータがネットワーク全体の接続状態を理解して経路制御表を作成する方法です。ノードはネットワークトポロジを把握して経路を決定します。

I-2-4 データをネットワークで伝送する場合には、ノイズ等の原因で一部のビットが反転する伝送誤りが発生する可能性がある。伝送誤りを検出するために、データの末尾に 1 ビットの符号を付加して伝送する方法を考える。付加するビットの値は、元のデータの中の値が「1」のビットの数が偶数であれば「0」、奇数であれば「1」とする。例えば、元のデータが「1010100」という 7 ビットであるとき、値が「1」のビットは 3 個で奇数である。よって付加するビットは「1」であり、「10101001」という 8 ビットを伝送する。この伝送誤りの検出に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① データの中の 1 ビットが反転したことを検出するためには、元のデータは 8 ビット以下でなければならない。
- ② データの中の 1 ビットが反転したことを検出するためには、元のデータは 2 ビット以上でなければならない。
- ③ 8 ビットのデータの中の 1 ビットが反転した場合には、どのビットが反転したかを特定できる。
- ④ データによっては付加するビットの値を決められないことがある。
- ⑤ データの中の 2 ビットが反転した場合には、伝送誤りを検出できない。

正解は⑤ ※H28 I-2-5 H19 I-2-2 とほとんど同じ問題です。

ここで取り上げられているビット付加による伝送誤り検出方法は「パリティチェック」と言われるもので、1 であるビット数の偶数・奇数情報を載せて最後に書き込む 1 ビットのことをパリティビットといいます。実際の伝送では、受け側はパリティビット以外のビット（情報本体）を調べて値が 1 であるビットを数え、これをパリティビットと照合します。合致しなければデータ伝送にエラーがあったと判断し、送り側に再送を要求します。誤り検出としてはもっともポピュラーな方法で、コンピュータ内部の回路間データ転送、通信回線を使ったコンピュータ同士の通信に幅広く利用されています。

- ①：×誤り 8 ビット以下である必要はない。
- ②：×誤り 1 ビット以上であれば良い。
- ③：×誤り どのビットが反転したかまでは特定できない。
- ④：×誤り 付加するビットの値を決めることができる。
- ⑤：○正しい。

I-2-5 拡張ユークリッド互除法の計算アルゴリズムについて説明した次の記述の () に入る値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

自然数 a、b に対して、その最大公約数を記号 gcd(a,b) で表す。ここでは、ユークリッド互除法と行列の計算によって、 $ax+by=\text{gcd}(a,b)$ を満たす整数 x、y を計算するアルゴリズムを a=104, b=65 の例を使って説明する。まず、ユークリッド互除法で割り算を繰り返し、次の式を得る。

$$\begin{aligned} 104 \div 65 &= 1 \text{ 余り } 39 \text{ (1)} \\ 65 \div 39 &= 1 \text{ 余り } 26 \text{ (2)} \\ 39 \div 26 &= 1 \text{ 余り } 13 \text{ (3)} \\ 26 \div 13 &= 2 \text{ 余り } 0 \end{aligned}$$

したがって、 $\text{gcd}(104, 65) = (\text{ア})$ である。

式 (1) は行列を使って $\begin{pmatrix} 65 \\ 39 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 104 \\ 65 \end{pmatrix}$

式 (2) は行列を使って $\begin{pmatrix} 39 \\ 26 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 65 \\ 39 \end{pmatrix}$

式 (3) は行列を使って $\begin{pmatrix} 26 \\ 13 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 39 \\ 26 \end{pmatrix}$ と書けるので、

これらの式をまとめて、 $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}^3 = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ \text{イ} & \text{ウ} \end{pmatrix}$ であることに注意すれば、

$104 \times \text{イ} + 65 \times \text{ウ} = \text{ア}$ となって gcd(a, b) が得られる。

- | | | | |
|---|----------|----------|----------|
| | <u>ア</u> | <u>イ</u> | <u>ウ</u> |
| ① | 5 | 2 | -3 |
| ② | 5 | -3 | 5 |
| ③ | 8 | 3 | -3 |
| ④ | 13 | 2 | -3 |
| ⑤ | 13 | -3 | 5 |

正解は④ ※R1 再試験 I-2-2 が類似問題です。

(3)式の次の徐式 ($26 \div 13 = 2 \dots 0$) から、割る整数 13 が最大公約数となるため、(ア) について、 $\text{gcd}(104, 65) = 13$ である。

問題文より、

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}^3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}$$

よって (イ) は 2、(ウ) は -3 となる。正解は④

1-2-6 暗号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 ハッシュ関数は、任意長の文字列を一定の長さに圧縮する関数であり、多くの実用的な応用では出力サイズが固定された特定のハッシュ関数を用いるが、理論的に安全性を定義するためにはセキュリティパラメータに関する漸近的な性質として表す必要がある。
- ② 量子計算機に対しても安全と思われる公開鍵暗号を、ポスト量子暗号と呼ぶ。ポスト量子暗号の有力な候補として格子暗号や誤り訂正符号の問題に基づく暗号、多変数多項式の問題に基づく暗号などが挙げられる。
- ③ デジタル署名（電子署名）では、正しいデジタル署名を作成できるのは署名者本人だけであり、正しい署名者が作成したデジタル署名の正当性は、誰でも検証できる必要がある。
- ④ 単純にパスワードや定まった認証情報を検証者に送るような方法で利用者の正当性を示そうとすると、リプレイ攻撃により容易に成りすましが出来る。そのような攻撃を無効にするために多要素認証方式が広く使われている。多要素認証方式には公開鍵系の方式と共通鍵系の方式がある。
- ⑤ ブロックチェーンにおける重要な技術として、（非対話）ゼロ知識証明が挙げられる。ゼロ知識証明を用いると、例えば「X株買って、従来Y株保有していたが、現在はZ株保有している」という場合に、X、Y、Zを秘匿しながら $Z=Y+X$ という関係が成り立つ（正当に取引が行われている）ことを証明できる。

正解は④ ※過去の出題例はありません。

多要素認証とは、認証の3要素である「知識情報」、「所持情報」、「生体情報」のうち、2つ以上を組み合わせることを指します。

3群 解析に関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

I-3-1 変数 f, g と変数 x, y の間には、

$$f=f(x, y)$$

$$g=g(x, y)$$

の関係があるとする。このとき、関数 $u(f, g)$ の f, g による偏微分と x, y による偏微分は次式によって関連付けられる。

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} \\ \frac{\partial u}{\partial y} \end{bmatrix} = [J] \begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial f} \\ \frac{\partial u}{\partial g} \end{bmatrix}$$

ここで $[J]$ はヤコビ行列と呼ばれ、ここでは 2×2 の行列となる。 $[J]$ として、最も適切なものはどれか。

① $\begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial f} & \frac{\partial y}{\partial f} \\ \frac{\partial x}{\partial g} & \frac{\partial y}{\partial g} \end{bmatrix}$ ② $\begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \\ \frac{\partial g}{\partial x} & \frac{\partial g}{\partial y} \end{bmatrix}$ ③ $\begin{bmatrix} \frac{\partial u}{\partial f} & \frac{\partial u}{\partial g} \\ \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial y} \end{bmatrix}$ ④ $\begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial g}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} & \frac{\partial g}{\partial y} \end{bmatrix}$ ⑤ $\begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial f} & \frac{\partial x}{\partial g} \\ \frac{\partial y}{\partial f} & \frac{\partial y}{\partial g} \end{bmatrix}$

正解は④ ※H21 I-3-5、R1 I-3-2 と同じ問題で、変数名が替えてあるだけです。
解説省略。

I-3-2 3次元空間に原点を始点とする2つのベクトル a, b があり、 b の大きさ $|b|$ は1である。 a の終点から、 b が定める直線への垂線を表すベクトルとして、最も適切なものはどれか。なお、 $a \cdot b$ は a と b の内積、 $a \times b$ は a と b の外積を表す。

① $a \times b$ ② $(b \cdot a)b - a$ ③ $b - a$ ④ $(b \cdot a)b$ ⑤ $a \times b - a$

正解は② ※過去の出題例はありません。

ベクトル b が定める直線上の任意の点は、スカラー t を用いて tb と表せます。

a の終点からこの直線に下ろした垂線の足となる点を p とすると、 p は t_0b と書くことができます。

ベクトル $a - p$ は直線に垂直になり、 $a - t_0b$ は b に垂直ですから、内積はゼロになります。

$$(a - t_0b) \cdot b = 0 \quad \therefore a \cdot b - t_0(b \cdot b) = 0$$

ここで、 b は単位ベクトルなので、 $b \cdot b = |b|^2 = 1^2 = 1$ です。

$$\therefore a \cdot b - t_0 = 0 \quad \therefore t_0 = a \cdot b$$

垂線の足のベクトル p は t_0b なので、

$$p = (a \cdot b)b$$

求めるのは a の終点から b が定める直線への垂線を表すベクトル、つまりベクトル a の終点から垂線の足 p へのベクトル $p - a$ ですから、 $p - a = (a \cdot b)b - a$ になります。

I-3-3 下図は、ニュートン・ラフソン法（ニュートン法）を用いて非線形方程式 $f(x) = 0$ の近似解を得るためのフローチャートを示している。図中の（ア）及び（イ）に入れる処理の組合せとして、最も適切なものはどれか。

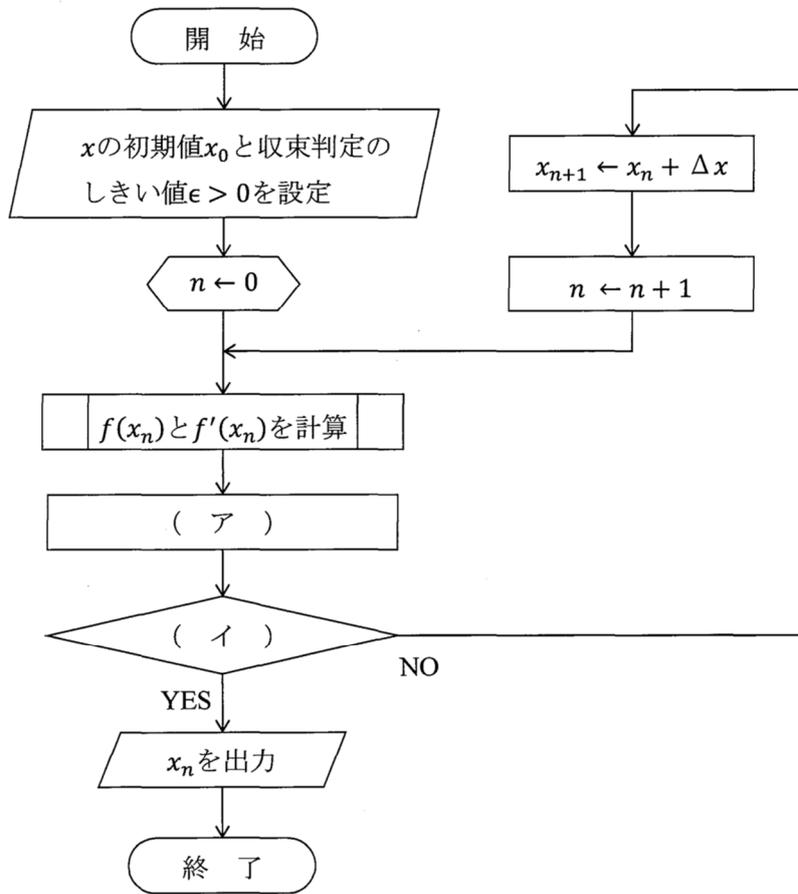


図 ニュートン-ラフソン法（ニュートン法）のフローチャート

- | ア | イ |
|---|-------------------------|
| ① $\Delta x \leftarrow -f(x_n) \cdot f'(x_n)$ | $ \Delta x < \epsilon$ |
| ② $\Delta x \leftarrow -f'(x_n)/f(x_n)$ | $ \Delta x > \epsilon$ |
| ③ $\Delta x \leftarrow -f'(x_n)/f(x_n)$ | $ \Delta x < \epsilon$ |
| ④ $\Delta x \leftarrow -f(x_n)/f'(x_n)$ | $ \Delta x > \epsilon$ |
| ⑤ $\Delta x \leftarrow -f(x_n)/f'(x_n)$ | $ \Delta x < \epsilon$ |

正解は⑤ ※H30 I-3-4 と同じ問題です。

ニュートン法は $f(x)/f'(x)$ で算出しますから、④⑤のいずれかが正解になります。

しきい値 ϵ に対して収束判定をしますので、しきい値より Δx が小さければ収束と見なします。

よって $|\Delta x| < \epsilon$ で判定。

I-3-4 下図に示す支持条件の異なる3種類の柱 (a)、(b)、(c)を考える。すべての柱の材料・断面・長さ
 は同じである。柱 (a)、(b)、(c)が図に矢印で示す軸方向荷重を受けるときの座屈荷重をそれぞれ P_a 、
 P_b 、 P_c としたとき、それらの大小関係として、最も適切なものはどれか。

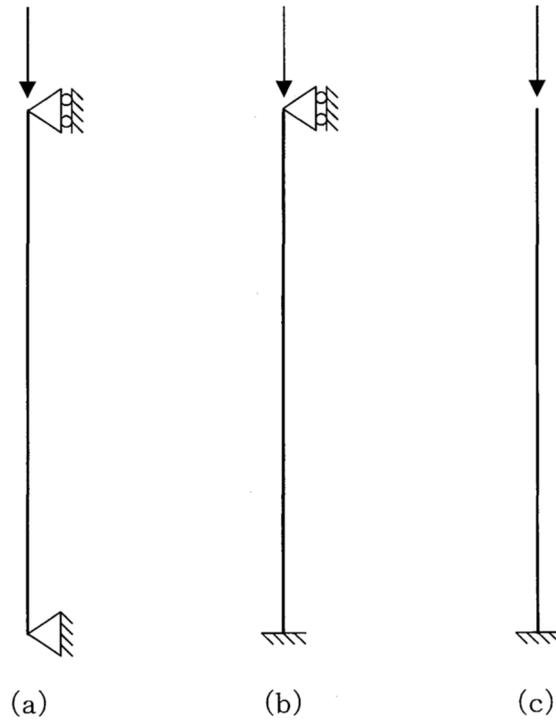


図 支持条件の異なる柱

- ① $P_a > P_b > P_c$
- ② $P_a > P_c > P_b$
- ③ $P_b > P_a > P_c$
- ④ $P_b > P_c > P_a$
- ⑤ $P_c > P_a > P_b$

正解は③ ※過去の出題例はありません。

オイラーの公式で座屈荷重 $P_k = (\pi^2 \cdot E \cdot I) / (kL)^2$

E は材料のヤング率 (弾性率)、 I は柱の断面二次モーメント、 L は柱の長さで、これらは一定です。

そして k が固定条件係数で、両端固定の場合は 0.5、両端ピン (回転可能) で 1.0、片持ち (一端固定、一端自由) で 2.0 となります。つまり k は (a) で 1.0、(b) で 2.0、(c) で 0.5 となります。

よって $P_b > P_a > P_c$ 。

I-3-5 下図に示すように、2つのばねと1つの質点からなるばね質点系 a、b、c がある。図中のばねのばね定数はすべて同じ k であり、また、図中の質点の質量はすべて同じ m である。最小の固有振動数を有するばね質点系として、最も適切なものはどれか。

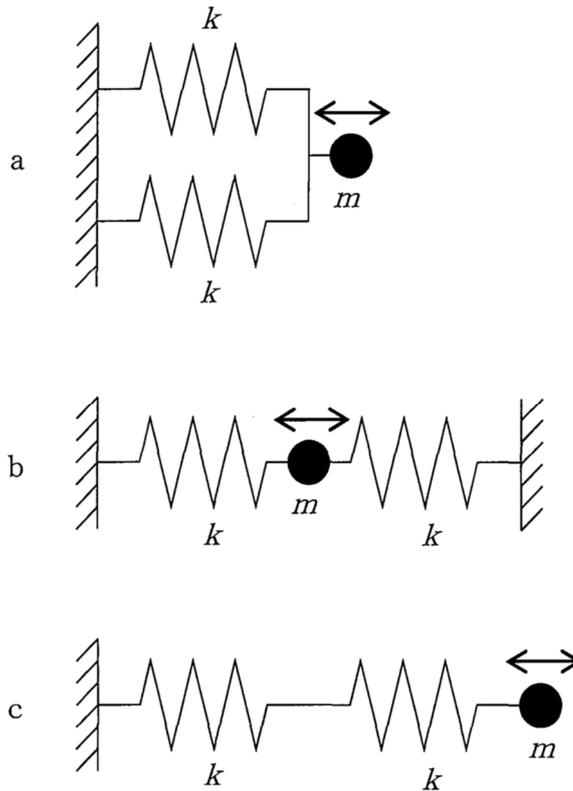


図3 種類のばね質点系

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ aとb ⑤ bとc

正解は③ ※H24 I-3-2、H26 I-3-5 とほとんど同じ問題です。

(a) 合計ばね定数 $k+k=2k$

(b) 合計ばね定数 $k+k=2k$

(c) 合計ばね定数 $1/k+1/k=2/k$

固有振動数は $\sqrt{k/m}$ に比例するので、合計ばね定数が最も小さい系 c の固有振動数が最小となる。

よって正解は③。感覚的にわかると思います。

I-3-6 下図の回路において、各抵抗器の抵抗値は 1Ω である。a、b間の合成抵抗値として、最も適切なものはどれか。なお、図中の「●」は接続点を示している。ただし、抵抗器以外の導線及び接続部分で付加的な抵抗は存在しないものとする。

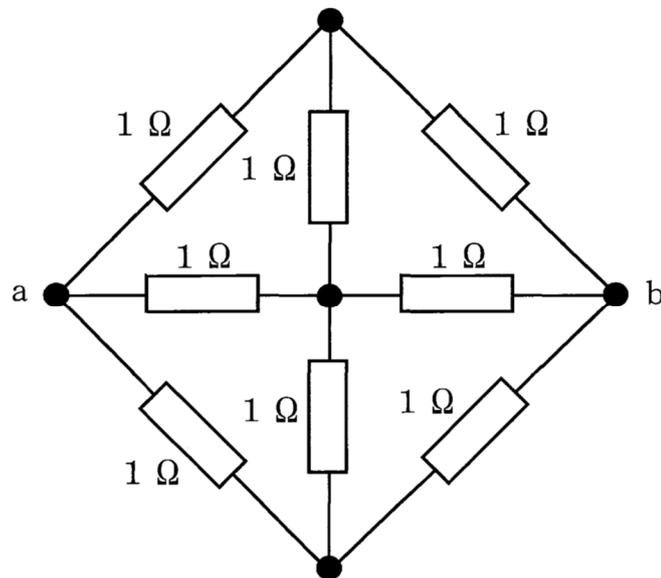


図 回路図

- ① $4/3\Omega$ ② 1Ω ③ $2/3\Omega$ ④ $1/3\Omega$ ⑤ $1/6\Omega$

正解は③ ※過去の出題例はありません。

合成抵抗値は次の式で算出されます。

直列接続： $R=R_1+R_2+R_3+\dots$ (各抵抗値を全て足し合わせる)

並列接続： $1/R=1/R_1+1/R_2+1/R_3+\dots$ (各抵抗値の逆数の和を求め、その逆数を取る)

a から b へは 2Ω の経路が 3 つありますから、

$1/R=1/2+1/2+1/2=3/2$ この逆数なので $2/3\Omega$ 。

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）

I-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。
（イ）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。
（ウ）同濃度のハロゲン化水素の水溶液に含まれる水素イオンの濃度は、高いものから HF、HCl、HBr、HI の順である。
（エ）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。

- ① ア、イ ② ア、ウ ③ イ、ウ ④ イ、エ ⑤ ウ、エ

正解は① ※R1 I-4-1 とほぼ同じ問題です。

（ア）、（イ）が正しい。

（ア）○：電気陰性度は原子番号の小さい元素ほど大きい。

（イ）○：酸化力も原子番号の小さい元素ほど大きい。

（ウ）×：水素イオンの濃度は高いものから HI > HBr > HCl > HF
フッ化水素 HF のみ弱酸、その他は強酸である。

（エ）×：基本的にハロゲン化水素の沸点は分子量に比例する。フッ化水素は水素結合を形成するため、分子量の割に沸点が高い。

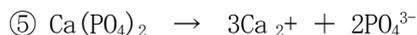
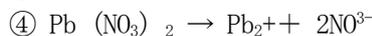
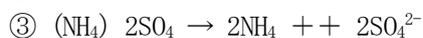
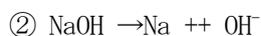
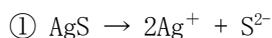
ハロゲン化水素の沸点は高いものから HF > HCl > HBr > HI

I-4-2 2価の多原子イオンを含む化合物として、最も適切なものはどれか。

- ① 硫化銀
② 水酸化ナトリウム
③ 硫酸アンモニウム
④ 硝酸鉛(Ⅱ)
⑤ リン酸カルシウム

正解は③ ※過去の出題例はありません。

化学式で表すと



よって正解は、2価の多原子イオンを含む化合物は③の硫酸イオン (SO_4^{2-}) のみとなります。

I-4-3 材料の結晶構造に関する次の記述の、[] して、最も適切なものはどれか。

結晶は、単位構造の並進操作によって空間全体を埋めつくした構造を持っている。室温・大気圧下において、単体物質の結晶構造は、Fe や Na では [ア] 構造、Al や Cu では [イ] 構造、Ti や Zn では [ウ] 構造である。単位構造の中に属している原子の数は、[ア] 構造では [エ] 個、[イ] 構造では 4 個、[ウ] 構造では 2 個である。

	ア	イ	ウ	エ
① 面心立方	六方最密充填	体心立方	4	
② 面心立方	体心立方	六方最密充填	2	
③ 体心立方	面心立方	六方最密充填	2	
④ 体心立方	六方最密充填	面心立方	4	
⑤ 六方最密充填	面心立方	体心立方	3	

正解は③ ※H29 I-4-3 と同じ問題です。

Fe や Na では体心立方構造、Al や Cu では面心立方構造、Ti や Zn では六方最密充填構造です。体心立方構造では、単位構造の中に属している原子の数は 2 個となります。

I-4-4 材料に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① クロムの含有率が 10%未満の鉄系合金はステンレス鋼ではない。
- ② 比強度は、単位密度当たりの引張強度を表した数値であり、ヤング率を密度で除して求められる。
- ③ 室温において、純銅、純鉄、純金の電気抵抗率には、純銅<純金<純鉄の関係が成立する。
- ④ ダイヤモンドは硬度が高く熱膨張率が小さいため、切削工具の素材として用いられる。
- ⑤ 水素の吸収によって金属材料の物性が変化する現象を水素脆化と呼ぶ。

正解は② ※過去の出題例はありません。

比強度は、 $\text{比強度 (S)} = \text{引張強度 (N/mm}^2) / \text{密度 (g/cm}^3)$ で表わされます。ヤング率を密度で除したものではありません。

I-4-5 DNA に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① DNA の塩基は、アデニン、シトシン、グアニン、ウラシルである。
- ② 互いに逆平行に並ぶ 2 本の DNA 鎖を結び付けているのは、塩基間の水素結合である。
- ③ DNA ポリメラーゼによる新生鎖の合成では、鋳型となる一本鎖 DNA が必要であり、新生鎖は合成により 5' から 3' 方向に伸長する。
- ④ DNA の塩基はすべて二重らせん構造の内側にあり、糖とリン酸よりなる主鎖は外側に出ている。
- ⑤ 脊椎動物の細胞では、DNA のメチル化は遺伝子発現パターンを子孫細胞に引き継ぐ機構となる。

正解は① ※過去の出題例はありません。

①×：誤り DNA の塩基はアデニン (A)、チミン (T)、グアニン (G)、チミン (C) である。ウラシルは RNA に含まれる塩基である。

1-4-6 タンパク質の性質に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① フェニルアラニン、ロイシン、バリンなどの非極性アミノ酸の側鎖は、タンパク質の表面に分布していることが多い。
- ② タンパク質を構成するアミノ酸は、ほとんどがD体である。
- ③ タンパク質は、20種類のアミノ酸がペプチド結合という非共有結合によって結合した高分子である。
- ④ タンパク質のアミノ酸配列は、核酸の塩基配列によって規定される。
- ⑤ タンパク質の安定性には、静電相互作用、水素結合、疎水性相互作用、ジスルフィド結合などの非共有結合が重要である。

正解は④ ※H30 I-4-6 と選択肢4つまで同じです。(同じ選択肢4つはすべて間違った内容です)

- ① ×：非極性アミノ酸の側鎖は疎水性であり、水性環境を避けてタンパク質の中心部に埋まる。
- ② ×：アミノ酸にはL体（左手型）とD体（右手型）がある。タンパク質を構成するアミノ酸は、そのほとんどがL体である。
- ③ ×：タンパク質は共有結合によって結合した高分子である。
- ④ ○：正しい。タンパク質のアミノ酸配列は、核酸の塩基配列によって規定される。
- ⑤ ×：タンパク質の構造は、非共有結合による相互作用によって安定化される。その因子は、静電的相互作用、水素結合、イオン結合、疎水性相互作用、金属イオン等である。選択肢⑤のジスルフィド結合は「S-S結合」とよばれ、共有結合である。

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 環境問題に関連する条約や議定書について、名称（略称）と概要の組合せとして、最も不適切なものはどれか。

	名称（略称）	概 要
①	ラムサール条約	国際的に重要な森林及びその動植物の保全
②	ワシントン条約	絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引を規制することによって、当該種を保護
③	モントリオール議定書	オゾン層破壊物質を特定し、その消費・生産等を規制
④	バーゼル条約	有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制
⑤	名古屋議定書	遺伝資源の取得の機会の提供及び提供された遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分

正解は① ※過去の出題例はありません。

ラムサール条約の正式名称は「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」湿地保全に関する条約です。

I-5-2 下図は、2020年度における産業廃棄物の処理の流れを概算値で表したものである。排出量 374 百万トンの 78%強に当たる 293 百万トンが、中間処理されて減量化されたのち、再生利用若しくは最終処分されている。残る 22%弱は直接再生利用されるか直接最終処分されている。次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

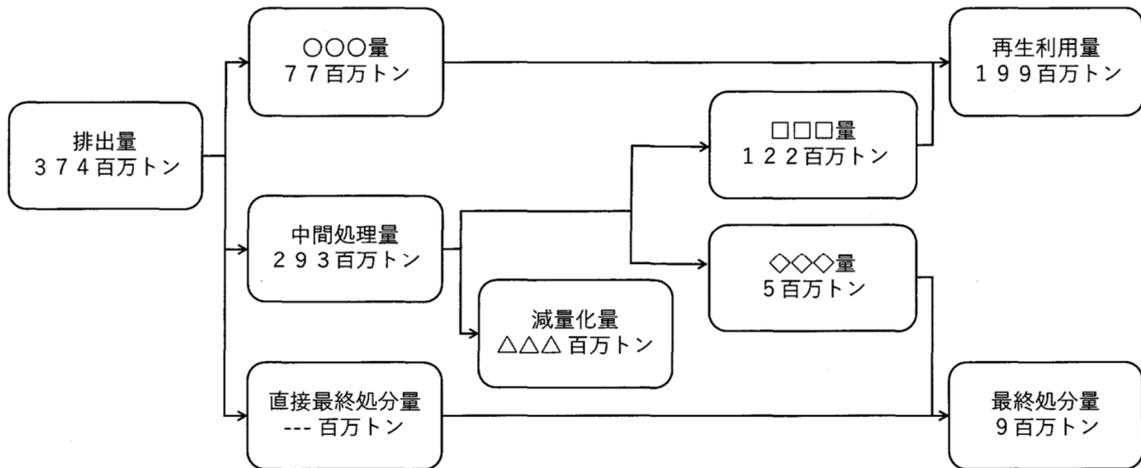


図 産業廃棄物の処理の流れ（2020年度）

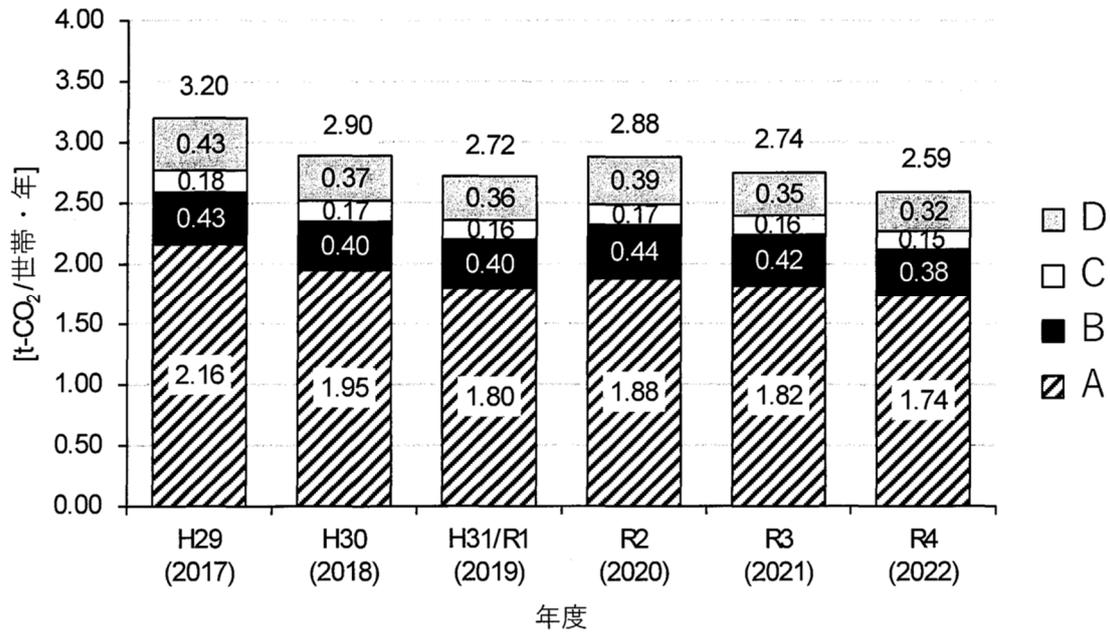
出典：令和5年版環境・循環型社会・生物多様性白書を一部改変

- ① 直接再生利用された量は 77 百万トンで、再生利用量のおよそ 40%である。
- ② 中間処理後に再生利用された量は 122 百万トンで、中間処理量のおよそ 40%である。
- ③ 中間処理により減量化された量は 166 百万トンで、排出量のおよそ 45%である。
- ④ 直接最終処分された量は 4 百万トンで、排出量のおよそ 1%である。
- ⑤ 再生利用量は排出量のおよそ 20%で、最終処分量のおよそ 22 倍である。

正解は⑤ ※過去の出題例はありません。

図から再生利用量は 199 百万トン、排出量は 374 百万トン、最終処分量は 9 百万トンです。
よって、再生利用量は排出量の 53%となる $(199/374 \approx 0.53)$ 。最終処分量は排出量の 22 倍である $(排出量/最終処分量=199/9 \approx 22)$ となります。

I-5-3 下の図は、全国での世帯当たり年間エネルギー種別CO2 排出量の推移を示している。A～Dに該当するエネルギーの組合せとして、適切なものはどれか。ただし、全国での世帯当たり年間エネルギー種別CO2 排出量は、環境省令和4年度家庭部門のCO2 排出実態統計調査（確報値）（令和6年3月）によるものとする。



- | A | B | C | D |
|--------|------|-------|-------|
| ① 電気 | 都市ガス | 灯油 | LP ガス |
| ② 電気 | 都市ガス | LP ガス | 灯油 |
| ③ 都市ガス | 電気 | LP ガス | 灯油 |
| ④ 都市ガス | 電気 | 灯油 | LP ガス |
| ⑤ 灯油 | 電気 | 都市ガス | LP ガス |

正解は② ※過去の出題例はありません。

家庭でのCO2 排出量としては電気が最も多く、次いで都市ガス、灯油、LP ガスの順です。

家庭でのCO2 排出量が最も大きいものは電気なので選択肢は①か②に絞られます。家庭におけるCO2 排出量について、灯油の方がLP ガスよりも多いことをイメージできれば選択肢②を選ぶことができます。

I-5-4 政府の総合エネルギー統計(2022年度)において、我が国の一次エネルギー供給量に占める再生可能エネルギー(水力を除く)、水力発電(揚水除く)、未活用エネルギーの合計値の比率として、最も適切なものはどれか。ただし、未活用エネルギーとは、廃棄物エネルギー利用、廃棄エネルギー回収など、エネルギー源が一旦使用された後、通常は廃棄、放散される部分を有効に活用するエネルギー源である。

- ① 0.5% ② 2% ③ 7% ④ 14% ⑤ 28%

正解は④ ※過去の出題例はありません。

「政府の総合エネルギー統計(2022年度)」から、エネルギー供給量に占める割合は以下のとおりです。
再生可能エネルギー(水力を除く) 7.5%、水力発電(揚水除く) : 3.6%、未活用エネルギー : 2.9%
よって合計値は③14%

参考資料：令和4年度(2022年度)エネルギー需給実績 経済産業省 HP

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/gaiyou2022fykaku.pdf

I-5-5 18世紀後半からイギリスで産業革命を引き起こす原動力となり、現代工業化社会の基盤を形成したのは、自動織機や蒸気機関などの新技術だった。これら産業革命期の技術発展に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 一見革命的に見える新技術も、多くは既存の技術をもとにして改良を積み重ねることで達成されたものである。
② 新技術のアイデアには、からくり人形や自動人形などの娯楽製品から転用されたものもある。
③ 新技術の開発は、そのほとんどがヨーロッパ各地の大学研究者によって主導され、産学協同の格好の例となっている。
④ 新技術の発展により、手工業的な作業場は機械で重装備された大工場に置き換えられていった。
⑤ 新技術は生産効率を高めたが、反面で安い労働力を求める産業資本の成長を促し、工場での長時間労働や児童労働などの社会問題化を招いた。

正解は③ ※H29 I-5-5 と同じ問題です。

産業革命期の産学協同は、特定の個人間の協力関係、非公式な知識交流の場、そして一部の大学における実践的な研究活動を通じて行われました。

1-5-6 次の (ア) ~ (オ) の科学史・技術史上の著名な業績を、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) ダニエル・ベルヌーイが流体力学に関する「ベルヌーイの定理」を発表した。
- (イ) アントワーヌ・ラヴォワジエが燃焼を酸素の作用とする一般的な燃焼理論を発表した。
- (ウ) チャールズ・ダーウィンが生物進化についての著書『種の起源』を出版した。
- (エ) アルフレッド・ヴェーゲナーが地球の大陸移動説を発表した。
- (オ) ジョージ・スティーヴンソンが実用的な蒸気機関車であるロケット号を製作した。

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

正解は② ※科学業績に関する問題は頻出しています。ダーウィンやヴェーゲナーは出題例があります。

- (ア) ベルヌーイの定理の発表：1738年
- (イ) アントワーヌ・ラヴォワジエが燃焼を酸素の作用とする一般的な燃焼理論を発表：1777年
- (ウ) ダーウィン 種の起源を出版：1859年
- (エ) アルフレッド・ヴェーゲナーが地球の大陸移動説を発表：1912年
- (オ) ジョージ・スティーヴンソンの蒸気機関車ロケット号製作：1829年