

## 専門(多肢選択式)試験問題

### 注 意 事 項

1. 問題は **155 題(130 ページ)**あります。  
問題は必須問題 **20 題**(No. 1 ~ No.20)と選択問題 27 科目 135 題 (No.21 ~ No.155)に分かれています。選択問題については 4 ~ 6 科目 (20 ~ 30 題)を選択の上、そのうち**任意の 20 題**を解答し、必須問題と合計して **40 題**を解答してください。  
なお、選択問題については、20 題又は 6 科目を超えて解答しても超えた分については採点されません。また、同時に選択できない科目(裏表紙(2)に掲載)を同時に選択したときは、その中の一つの科目しか採点されません。
2. 答案用紙の解答欄のうち、「選択」の欄にはマークしないでください。
3. 科目別構成の詳細は、この問題集の**裏表紙**に掲載されていますので、解答開始までによく読んでおいてください。
4. 解答時間は **3 時間 30 分**です。
5. 下書き用紙はこの問題集の**中央部**にとじ込んであります。**試験官の指示**に従って、**試験開始後に**問題集から下書き用紙だけを慎重に**引きはがして**使用してください。なお、誤って問題集を破損しても、問題集の交換はできませんので注意してください。
6. この問題集で単位の明示されていない量については、全て国際単位系 (SI)を用いることとします。
7. この問題集は、本試験種目終了後に持ち帰りができます。
8. 本試験種目の途中で退室する場合は、退室時の問題集の持ち帰りはできませんが、希望する方には後ほど渡します。別途試験官の指示に従ってください。なお、試験時間中に、この問題集から**下書き用紙以外**を切り取ったり、問題を転記したりしないでください。
9. 下欄に受験番号等を記入してください。

第1次試験地	試験の区分	受験番号	氏 名
	工 学		

**指示があるまで中を開いてはいけません。**

No. 1～No. 20 は**必須問題(工学に関する基礎)**です。これらの問題について、**全てを解答**してください。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 1】  $\frac{x+y}{4} = \frac{y+z}{6} = \frac{z+x}{8} \neq 0$  のとき、 $\frac{y^2 - z^2}{y^2 + xy + zx - z^2}$  はいくらか。

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5

【No. 2】 3次方程式  $f(x) = x^3 - x^2 + 2ax^2 - 5ax + 3a = 0$  が2重解(三つの解のうち二つのみが等しくなる解)をもつような、定数  $a$  の取り得る値の総和はいくらか。

1. -2
2. -1
3. 0
4. 1
5. 2

【No. 3】  $O$  を原点とする  $xyz$  空間内に 3 点  $A(0, 0, 1)$ ,  $B(3, 0, 0)$ ,  $C(0, 4, 0)$  がある。点  $A$  から辺  $BC$  に下ろした垂線と  $BC$  との交点を  $H$  とし、 $\angle AHO = \theta$  とするとき、 $\tan \theta$  の値はいくらか。

1.  $\frac{1}{4}$

2.  $\frac{1}{3}$

3.  $\frac{5}{12}$

4.  $\frac{1}{2}$

5.  $\frac{7}{12}$

【No. 4】  $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{\sqrt{3x+4} - 4}{\sqrt{x} - 2}$  はいくらか。

1.  $\frac{6}{5}$

2.  $\frac{13}{10}$

3.  $\frac{7}{5}$

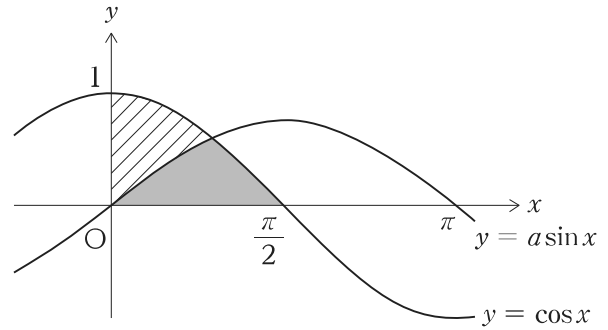
4.  $\frac{3}{2}$

5.  $\frac{8}{5}$

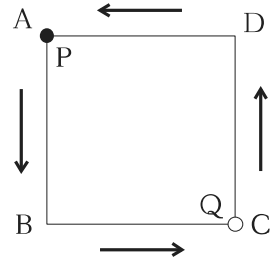
【No. 5】 図のように、曲線  $y = \cos x$  ( $0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$ )、 $x$  軸、 $y$  軸で囲まれた図形の面積を、曲線  $y = a \sin x$  ( $a > 0$ ) が 2 等分するとき、定数  $a$  の値はいくらか。

なお、 $\tan^2 \theta + 1 = \frac{1}{\cos^2 \theta}$  が成り立つことを用いてよい。

1.  $\frac{1}{2}$
2.  $\frac{2}{3}$
3.  $\frac{3}{4}$
4.  $\frac{4}{5}$
5. 1



【No. 6】 図のように、正方形 ABCD とその頂点から頂点へと移る動点 P, Q があり、最初はそれぞれ頂点 A, C にある。毎回、大小二つのサイコロを同時に投げて、P は、大きいサイコロの出た目が偶数のときは、矢印の向きに隣の頂点へ移動させるものとし、奇数のときは移動させないものとする。また、Q は、小さいサイコロの出た目が偶数のときは、矢印の向きに隣の頂点へ移動させるものとし、奇数のときは移動させないものとする。ただし、大小二つのサイコロの出た目が共に偶数のときは、P, Q は同時に移動させるものとする。



このサイコロ投げを 3 回繰り返したとき、各回のサイコロ投げによる移動後の P と Q のいる位置が一度も同じにならない確率はいくらか。

1.  $\frac{1}{2}$
2.  $\frac{9}{16}$
3.  $\frac{5}{8}$
4.  $\frac{11}{16}$
5.  $\frac{3}{4}$

【No. 7】 ある工事が完了するためには、10個の作業A～Jを行う必要があり、それぞれの作業の先行作業及び作業日数は表のとおりである。このとき、作業Iの余裕日数として最も妥当なのはどれか。

ただし、ある作業の先行作業とは、その作業を始めるに当たって事前に終わっていない作業である。また、ある作業の余裕日数とは、工事が最短で完了する日数に影響を与えることなく、その作業を遅らせることが可能な最大の日数である。

1. 1日
2. 2日
3. 3日
4. 4日
5. 5日

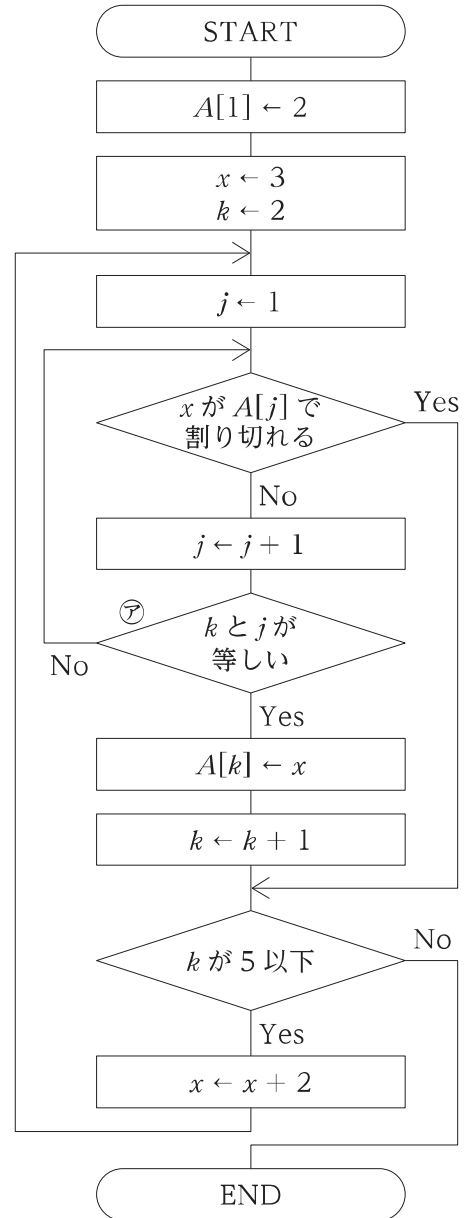
作業	先行作業	作業日数
A	なし	10
B	なし	5
C	A	5
D	A	2
E	B, D	10
F	B, D	15
G	B, D	5
H	C, E	3
I	G	8
J	F, H, I	10

【No. 8】 配列要素  $A[1], A[2], \dots, A[5]$  から成る配列  $A$  が定義されている。図は各配列要素に素数を一つずつ格納するフローチャートである。

このフローチャートでは、最小の素数である 2 を  $A[1]$  に格納し、2 より大きい奇数を昇順に、その奇数を既に  $A$  の配列要素に格納されている全ての素数で割り切れるか判定する。そして、割り切れるものがなければ素数とし、 $A$  の配列要素に格納していく。

このとき、㉞の判断が実行される回数はいくらか。

1. 10 回
2. 11 回
3. 12 回
4. 13 回
5. 14 回



【No. 9】 確率変数  $X$  の確率密度関数  $f(x)$  が

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{4}(2 - |x|) & (-2 \leq x \leq 2) \\ 0 & (x < -2, 2 < x) \end{cases}$$

と表されるとき、 $|X|$  が  $\alpha$  以上の値をとる確率  $P(|X| \geq \alpha)$  が

$$P(|X| \geq \alpha) = \frac{1}{16}$$

となる定数  $\alpha$  の値はいくらか。

ただし、 $\alpha \geq 0$  とする。

1.  $\frac{1}{2}$
2.  $\frac{3}{4}$
3. 1
4.  $\frac{5}{4}$
5.  $\frac{3}{2}$

【No. 10】 次の行列のうち、逆行列をもつもののみを全て挙げているのはどれか。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 4 & 9 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 8 & 9 & 4 \\ 7 & 6 & 5 \end{pmatrix}$$

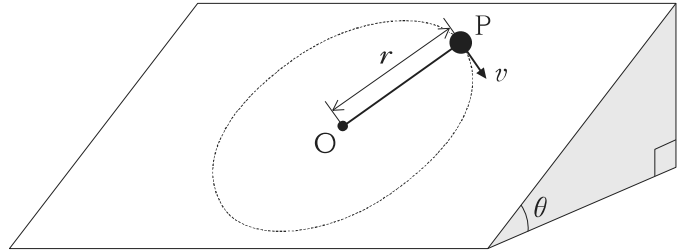
1.  $A$
2.  $A, C$
3.  $B$
4.  $B, C$
5.  $C$



【No. 11】 図のように、水平面と角  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) をなす滑らかな斜面があり、小球 P が一端についた長さ  $r$  の糸の他端を斜面上の点 O に取り付けた。斜面上で P に円運動をさせたとき、糸がたるまないための最高点における P の速さ  $v$  の最小値として最も妥当なのはどれか。

ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

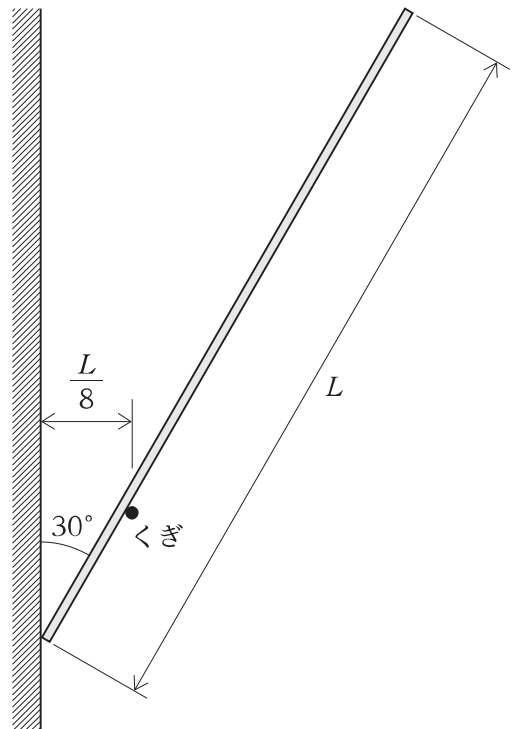
1.  $\frac{\sqrt{2gr \sin \theta}}{2}$
2.  $\sqrt{gr \sin \theta}$
3.  $\sqrt{2gr \sin \theta}$
4.  $\sqrt{gr} \sin \theta$
5.  $\sqrt{2gr} \sin \theta$



【No. 12】 図のように、長さ  $L$  の一様な細い棒の一端を鉛直の粗い壁につけ、壁から距離  $\frac{L}{8}$  だけ離れた滑らかな水平くぎに棒を立て掛けて静止させた。棒と壁のなす角が  $30^\circ$  であるとき、棒と壁の間の静止摩擦係数の最小値として最も妥当なのはどれか。

ただし、くぎの太さは無視できるものとする。

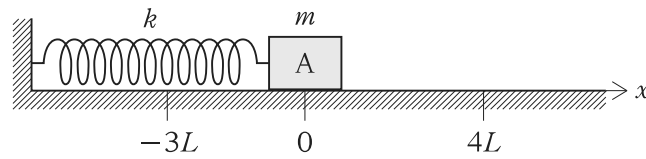
1.  $\frac{\sqrt{3}}{6}$
2.  $\frac{\sqrt{3}}{4}$
3.  $\frac{\sqrt{3}}{3}$
4.  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
5.  $\sqrt{3}$



【No. 13】 図のように、粗い水平な床面上にある質量  $m$  の小物体 A に、ばね定数  $k$  の軽いばねの一端を取り付け、ばねが床面と平行となるように、ばねの他端を壁に固定した。水平右向きに  $x$  軸の正の向きをとり、ばねが自然長のときの A の位置を原点  $x = 0$  とする。また、A と床の間の動摩擦係数を  $\mu'$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

A を  $x = 4L$  まで引っ張り、時刻  $t = 0$  で静かに放したところ、A は  $x$  軸の負の向きに動き始め、その後減速し、 $t = t_1$  のときに  $x = -3L$  において速さが 0 (ゼロ) となった。このとき、 $\mu'$  と  $t_1$  の組合せとして最も妥当なのはどれか。

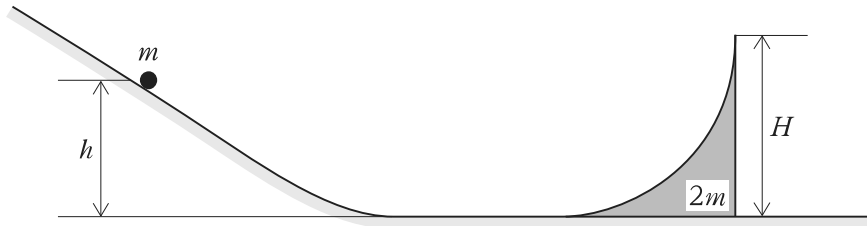
なお、 $t = 0$  から  $t = t_1$  に至るまでの運動を単振動とみなせることを用いてよい。



- |    | $\mu'$           | $t_1$                               |
|----|------------------|-------------------------------------|
| 1. | $\frac{kL}{2mg}$ | $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$  |
| 2. | $\frac{kL}{2mg}$ | $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$            |
| 3. | $\frac{kL}{2mg}$ | $\frac{3\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ |
| 4. | $\frac{kL}{mg}$  | $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$            |
| 5. | $\frac{kL}{mg}$  | $\frac{3\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ |

【No. 14】 図のように、質量  $2m$ 、高さ  $H$  で、上面が滑らかな曲面である台が、斜面と水平面から成る滑らかな床の水平面の上に置かれている。水平面の左側には斜面があり、斜面、水平面及び台の曲面は滑らかにつながっている。

水平面からの高さが  $h$  ( $h < H$ ) の斜面上において、質量  $m$  の小球を静かに放した。すると、小球が台の曲面上で最高点に達し、このとき、台は右方向へ運動していた。水平面から小球が達した最高点までの高さとして最も妥当なのはどれか。



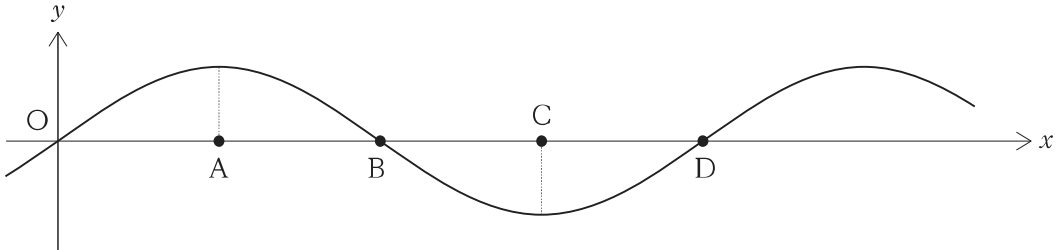
1.  $\frac{1}{4}h$
2.  $\frac{1}{3}h$
3.  $\frac{1}{2}h$
4.  $\frac{2}{3}h$
5.  $\frac{3}{4}h$

【No. 15】 熱力学に関する記述㉞、㉟、㊱のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉞ 気体の内部エネルギーの増加量は、気体に加えられた熱量と、気体が外部からされた仕事との和に等しい。
- ㉟ 2種類の理想気体において、気体の物質量、体積、温度がそれぞれ等しくても、気体1 mol当たりの質量が異なれば、気体の圧力は異なる。
- ㊱ 熱は、高温の物体から低温の物体に自然に移動するが、低温の物体から高温の物体に自然に移動することもある。

- 1. ㉞
- 2. ㉞、㉟
- 3. ㉞、㉟、㊱
- 4. ㉟、㊱
- 5. ㊱

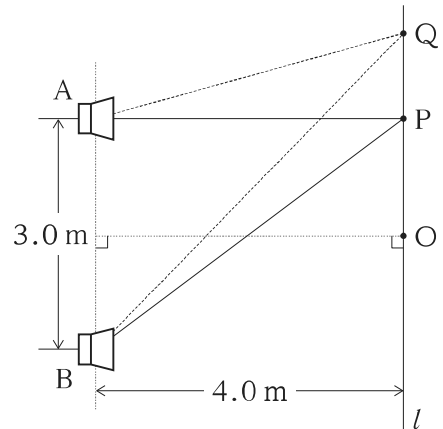
【No. 16】 図の曲線は、 $x$  軸の正の向きに進む縦波(疎密波)について、ある時刻における縦波による媒質の  $x$  軸の正の向きの変位を  $y$  軸の正の向きの変位に変換し、 $x$  軸の負の向きの変位を  $y$  軸の負の向きの変位に変換したものである。図中の点 A~D のうち、媒質が最も密な点と、媒質の速度の大きさが最大となる点の組合せとして最も妥当なのはどれか。



- |    | 最も密な点 | 速度の大きさが最大となる点 |
|----|-------|---------------|
| 1. | A     | B, D          |
| 2. | B     | A, C          |
| 3. | B     | B, D          |
| 4. | D     | A, C          |
| 5. | D     | B, D          |

【No. 17】 音の干渉に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図のように、3.0 m 離れた 2 点 A, B に置かれたスピーカーから、同じ振動数・振幅の音が出ている。A, B を通る直線に平行で、4.0 m 離れた直線  $l$  上を移動しながらこの音を観測したところ、A, B から等距離の点 O で音の大きさは極小となり、次に O から 1.5 m だけ移動した点 P で再び極小となった。



このとき、音の波長は  である。直線  $l$  上の任意の点 Q に対して、 $\triangle ABQ$  の各辺の長さ ( $\overline{AB}$ ,  $\overline{AQ}$ ,  $\overline{BQ}$ ) の間に  $|\overline{AQ} - \overline{BQ}| < \overline{AB}$  の関係が成り立つことを考慮すると、直線  $l$  上で音の大きさが極大となる点の数は  となる。」

- |    | ㉞     | ㉟   |
|----|-------|-----|
| 1. | 1.0 m | 4 個 |
| 2. | 1.0 m | 6 個 |
| 3. | 2.0 m | 2 個 |
| 4. | 2.0 m | 4 個 |
| 5. | 2.0 m | 6 個 |

【No. 18】 真空中において、図 I のように、平面 P に垂直に、十分に長い直線導体 A, B, C を距離  $r$  ずつ隔てて同一直線上に配置し、A, B, C にそれぞれ大きさ  $I, 2I, 3I$  の電流を同じ向きに流した。図 II は、図 I において X の方向から見た平面図である。このとき、B の単位長さあたりにはたらく力の合力の向きと大きさの組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、真空の透磁率を  $\mu_0$  とする。

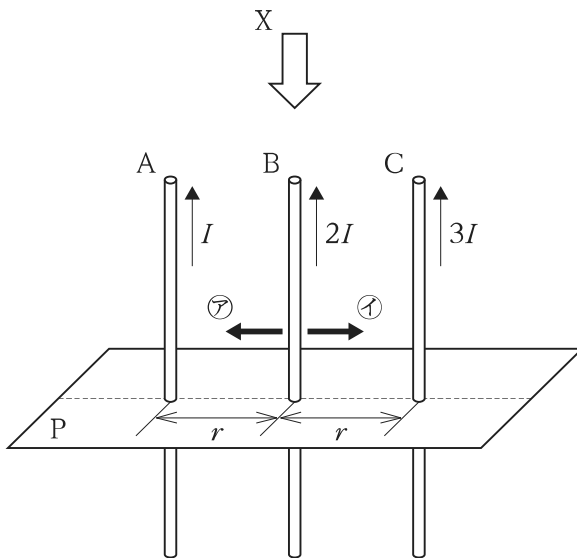


図 I

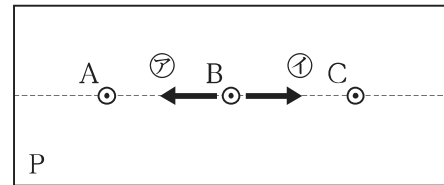


図 II

- |    | 向き | 大きさ                        |
|----|----|----------------------------|
| 1. | ⊗  | $\frac{\mu_0 I^2}{\pi r}$  |
| 2. | ⊗  | $2\frac{\mu_0 I^2}{\pi r}$ |
| 3. | ⊙  | $\frac{\mu_0 I^2}{\pi r}$  |
| 4. | ⊙  | $2\frac{\mu_0 I^2}{\pi r}$ |
| 5. | ⊙  | $3\frac{\mu_0 I^2}{\pi r}$ |

【No. 19】 図 I のように、抵抗値が  $2R$  及び  $R$  の抵抗とコンデンサ  $C$  を直流電源に接続した回路において、端子 A, B 間の電圧を  $E$  とする。

スイッチ  $S$  を開いて十分に時間が経過した状態から、図 II のように  $S$  を開閉したときの  $E$  の時間変化を模式的に表したグラフとして最も妥当なのはどれか。

ただし、時間間隔  $T$  は  $C$  の充放電に必要となる時間に対し十分に大きいものとする。

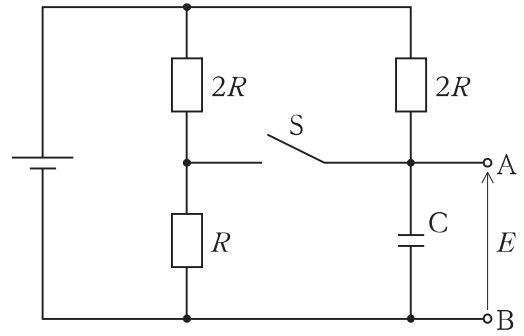


図 I

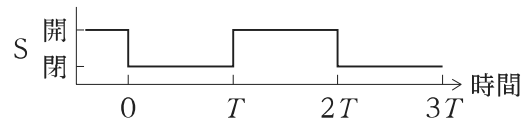
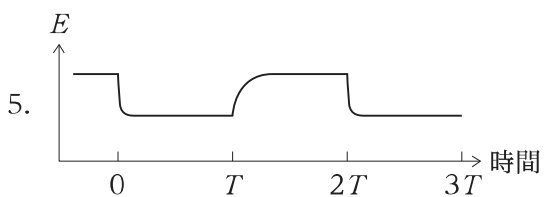
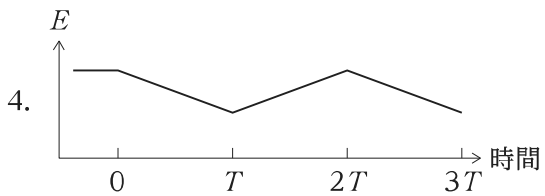
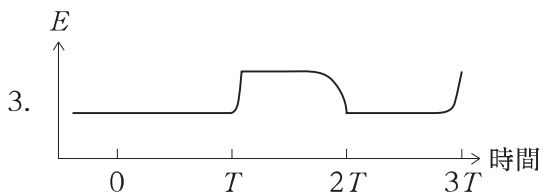
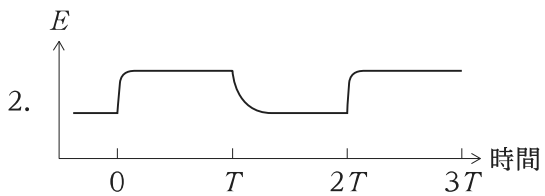
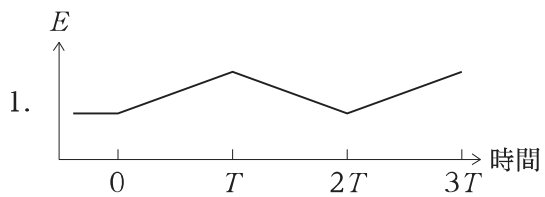


図 II

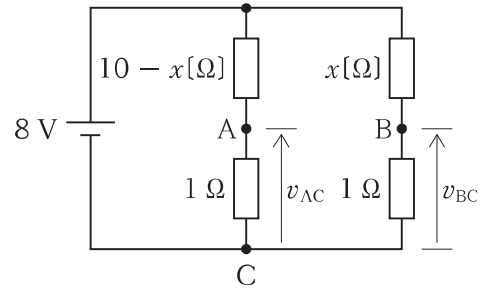




【No. 20】 図のような回路において、AC 間の電圧降下  $v_{AC}$  と BC 間の電圧降下  $v_{BC}$  の差が

$$v_{AC} - v_{BC} = 1 \text{ V}$$

であるとき、右上の抵抗の抵抗値  $x[\Omega]$  として最も妥当なのはどれか。



1. 1
2. 3
3. 5
4. 7
5. 9

No. 21～No. 155 は**選択問題**です。選択問題(科目 1～科目 27)のうちの**4～6**科目を選択してそのうちの**任意の 20 題**を解答してください。

この問題集の科目別構成の詳細は、この問題集の裏表紙に掲載されていますので、よく読んでください。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

No. 21～No. 25 は選択問題(科目 1. 技術論)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 21】 イギリス産業革命を推進した蒸気機関に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「熱機関として最初に実用化されたのは蒸気機関であり、用途は揚水であった。それが工場用の原動機に改良され、産業革命が推し進められていくことになる。

実用的な蒸気機関を最初に製造した一人は ㉞ である。㉞ はシリンダーとピストンを用いる蒸気機関を製造した。ボイラーからシリンダー内に導かれた水蒸気は、シリンダー内に吹き込まれる冷却水によって凝縮し、結果、シリンダー内は大気圧より小さくなり、大気圧がピストンを押し下げる。この原理から ㉞ 機関は大気圧機関とも呼ばれた。

㉞ 機関に改良を加え、工場用原動機へと汎用性を持たせ、産業革命に更なる推進力を与えたのが ㉟ と呼ばれる蒸気機関を発明した ㊱ である。㉟ は、シリンダーとピストンから得られる往復直線運動を遊星歯車機構と呼ばれる装置により回転運動に変換することで、蒸気機関は工場用原動機として普及し、機械制大工業の基盤が確立する。」

- | ㉞         | ㉟     | ㊱     |
|-----------|-------|-------|
| 1. カルノー   | 複動式機関 | ボールトン |
| 2. カルノー   | 複動式機関 | ワット   |
| 3. カルノー   | 単動式機関 | ボールトン |
| 4. ニューコメン | 単動式機関 | ワット   |
| 5. ニューコメン | 複動式機関 | ワット   |

【No. 22】 近代科学の成立に大きな役割を果たしたガリレオに関する記述㉗、㉘、㉙のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ ガリレオは、ばねの伸びはおもりにとはたらく重力に比例し、弾性力の大きさはばねの自然長からの伸びに比例する法則を、1678年に発表した。
- ㉘ ガリレオは、『レ・メカニケ』(Le Mecaniche)のなかで、テコ、輪軸、滑車、ネジなどの機器を使えば、小さな力で重いものを持ち上げることができるが、今日の物理学でいう「仕事」が保存されるという認識を示した。
- ㉙ ガリレオは、物体がある距離を落下する時間と、その距離と同じ長さの振り子が1/4周期する時間との比を計算と実験から求め、「落下距離は落下時間の二乗に比例する」といういわゆる「振り子の等時性の法則」を発見した。

1. ㉗
2. ㉗、㉘
3. ㉘
4. ㉘、㉙
5. ㉙

【No. 23】 科学技術の動向に関する記述㉞、㉟、㊱のうち、下線部が妥当なもののみを全て挙げて  
いるのはどれか。

- ㉞ ディープフェイクとは、動画の再生速度を調整したり、画像編集ソフトを用いて画像の必要な部分を切り取るなどの簡単な処理で動画や画像を作成する技術である。 広大なスタジオや専用の撮影・編集機材を用いなくても PC などの環境で動画などを作ることができるため、映画作成などにおいて貢献している。
- ㉟ 眞鍋淑郎らは、変動性の定量化・信頼性の高い地球温暖化予測を実現する地球気候の物理モデルについての研究により、2021 年にノーベル物理学賞を受賞している。眞鍋淑郎は、地球温暖化予測に関わる大気と海洋の動きを組み込んだ気候モデルの開発に世界で初めて成功した。
- ㊱ PaaS(Platform as a Service)とは、地域住民や旅行者一人一人のトリップ単位での移動ニーズに対応して、複数の公共交通機関やそれ以外の移動サービスを最適に組み合わせ検索・予約・決済を一括で行うサービスであり、目的地における交通以外のサービスなどの連携により、移動の利便性向上や地域の課題解決にも資する重要な手段となるものである。

1. ㉞
2. ㉞、㉟
3. ㉟
4. ㉟、㊱
5. ㊱

【No. 24】 現代社会においては個人、法人によらずあらゆる社会的主体がそれぞれに倫理観を求められる。倫理観に関する記述㉗、㉘、㉙のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ 地球温暖化や酸性雨、砂漠化などの地球環境問題が極めて深刻化し、世界規模での早急な対策の必要性が指摘され、1992年にリオデジャネイロで「国連環境開発会議(地球サミット)」が開催された。
- ㉘ 企業は、法令を遵守するだけでなく、環境保全など社会的責任を果たす場面や、地域活性化などの社会貢献を実践する場面においても、コンプライアンスが求められるようになった。
- ㉙ 不祥事が生じるのは、「所属する集団は失敗しないものとする」、「外部者を反対者とみなし、集団内で共有定型化する」、「異議を唱える見解が入るのを防ぎ、集団を守る」などの集合的知性がはたらくためである。

1. ㉗
2. ㉗、㉘
3. ㉗、㉙
4. ㉘
5. ㉙

【No. 25】 科学技術の倫理等に関する記述㉗～㉝のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 技術を適用する場面では、ヒューマンエラーが原因と思われる事故が発生した場合、問題点を把握する方法として m-SHEL モデルがある。m-SHEL とは、management, software, hardware, environment, liveware の頭文字をとったものである。
- ㉘ ISO9001 では、内部監査の実施を要求している。また、監査とは「監査基準が満たされている程度を判定するために、監査証拠を収集し、それを客観的に評価するための体系的で、独立し、文書化されたプロセス」と説明されている。
- ㉙ 情報技術の進展に伴い、企業には内部統制がより求められるようになった。内部統制は「業務の有効性と効率性」、「財務報告の信頼性」、「事業活動に関わる法令等の遵守」、「資産の保全」、「DX(デジタルトランスフォーメーション)の推進」を目的として行われるものである。
- ㉝ 製品を設計することや事業を計画することに、現状を踏まえるという保守性は必要ない。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉝
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉝
5. ㉙、㉝

No. 26～No. 30 は選択問題(科目2. 基礎化学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 26】 圧力  $P$ 、体積  $V$ 、温度  $T$  における物質質量  $n$  の理想気体について、次の二つの式で表される物理量  $A$  と  $B$  があるとする。

$$A = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P, \quad B = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

物理量  $A$  と  $B$  それぞれの圧力、体積及び温度に対する依存性の組合せとして最も妥当なのはどれか。

物理量 $A$	物理量 $B$
1. 圧力に反比例する	温度に反比例する
2. 圧力に反比例する	体積に比例し、圧力に反比例する
3. 温度に反比例する	圧力に反比例する
4. 体積に比例し、圧力に反比例する	圧力に反比例する
5. 体積に比例し、圧力に反比例する	温度に反比例する

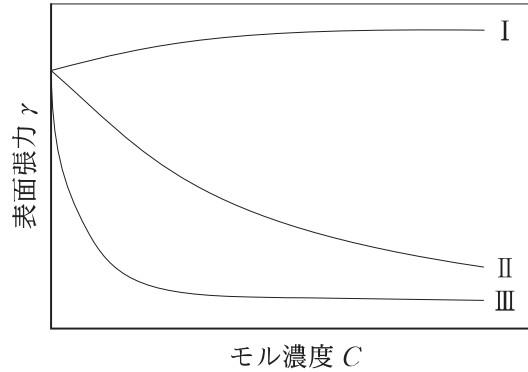


【No. 27】 表面張力の濃度依存性に関する次の記述の㊦、㊧に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「溶液の濃度を変えた場合の表面張力変化と溶質の界面への吸着量との関係は、次の Gibbs の吸着等温式で表される。

$$\Gamma = -\frac{1}{RT} \frac{d\gamma}{d \ln C}$$

ここで、 $\gamma$  は溶液の表面張力、 $C$  はモル濃度、 $R$  は気体定数、 $T$  は絶対温度、 $\Gamma$  は表面過剰量である。表面張力と各種溶質(NaCl, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH, CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>11</sub>OSO<sub>3</sub>Na)の水溶液濃度の関係は、図中の I、II、III の曲線のいずれかである。これらのうち、I の曲線をとる溶質は ㊦ であり、このとき  $\Gamma$  は ㊧ の値をとる。」



- |    | ㊦  |  | ㊧ |
|----|--|--|---|
| 1. | NaCl   |  | 正 |
| 2. | NaCl   |  | 負 |
| 3. | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> OSO <sub>3</sub> Na |  | 正 |
| 4. | CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> OSO <sub>3</sub> Na |  | 負 |
| 5. | CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH                                   |  | 正 |

【No. 28】 反応  $A \rightarrow B$  において、 $A$  の初期濃度  $[A]_0$  を変えて初期反応速度  $v_0$  を 3 回測定すると、次の表のような結果となった。

	$[A]_0 [\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}]$	$v_0 [\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}]$
測定 1 回目	$4.9 \times 10^{-1}$	$1.1 \times 10^{-5}$
測定 2 回目	$7.6 \times 10^{-1}$	$1.7 \times 10^{-5}$
測定 3 回目	1.2	$2.7 \times 10^{-5}$

この反応における  $A$  の半減期として最も妥当なのはどれか。

ただし、 $\log_e 2$  は 0.69 とする。

1. 1.6 h
2. 8.5 h
3. 12 h
4. 93 h
5. 510 h

【No. 29】 イオン結晶における静電的相互作用に関する次の記述の㉗、㉘、㉙に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「塩化ナトリウム(NaCl)について、静電的相互作用に基づくポテンシャルエネルギーの総和をイオン間の距離から考える。結晶格子中の1個の $\text{Na}^+$ を起点とし、このイオンから最も近い位置にあるイオンとの距離を $r$ とする。このとき、最も近い位置にあるイオンは6個ある。起点となる $\text{Na}^+$ から2番目に近い位置にあるイオンは ㉗  $r$ 離れた位置にある12個のイオンであり、その次に近い位置にあるイオンは ㉘  $r$ 離れた位置にある ㉙ 個のイオンである。

このように、イオン間の距離と、同じ距離にあるイオンの数を考慮していくと、 $\text{Na}^+$ が受ける静電的相互作用によるポテンシャルエネルギー $U$ は、電気素量 $e$ 、真空の誘電率 $\epsilon_0$ を用いて

$$U = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} \left( 6 - \frac{12}{\text{㉗}} + \frac{\text{㉙}}{\text{㉘}} \dots \right)$$

のように無限に続く級数で表される。なお、この式において電子雲や原子核同士の反発は考慮していない。」

	㉗	㉘	㉙
1.	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$	6
2.	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$	8
3.	$\sqrt{2}$	2	6
4.	$\sqrt{3}$	2	6
5.	$\sqrt{3}$	2	8

【No. 30】 スズと鉛に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「スズと鉛は、お互いにそれほど固溶せず、その合金は特に  が生じる組成において、単体のスズ及び単体の鉛の融点よりも低い 180℃ 程度で完全に熔融する。この特性を利用して、スズと鉛の合金はその毒性が問題となるまで、はんだとして多用されていた。また、スズと銅の合金である  は、融点が適度に低いため鑄造しやすく、古くから用いられている。スズと鉛は共に両性金属であるが、鉛は表面に  を形成するため希硫酸にはほとんど溶けず、鉛蓄電池の負極として使用される。」

- | ㉞     | ㉟  | ㊱      |
|-------|----|--------|
| 1. 共晶 | 青銅 | 硫酸鉛(Ⅱ) |
| 2. 共晶 | 青銅 | 酸化鉛(Ⅱ) |
| 3. 包晶 | 青銅 | 硫酸鉛(Ⅱ) |
| 4. 包晶 | 真鍮 | 硫酸鉛(Ⅱ) |
| 5. 包晶 | 真鍮 | 酸化鉛(Ⅱ) |

No. 31～No. 35 は選択問題(科目3. 工学基礎実験)です。  
 解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 31】 熱電対に関する記述㉠～㉥のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉠ 両端を接合した異種の金属や半導体の二つの接点に温度差を与えると熱起電力が発生する現象をゼーベック効果と呼ぶ。
- ㉡ 熱電対において二つの接点の温度差が同一であれば、熱起電力の大きさは導体の材質によらず一定である。
- ㉢ 0℃の氷水を基準接点として用いる場合、熱電対で0℃以下の温度を測定することができない。
- ㉣ 熱電対の基準接点には液体窒素の沸点など既知の安定した温度を選んでもよい。

1. ㉠、㉡
2. ㉠、㉢
3. ㉠、㉣
4. ㉡、㉢
5. ㉢、㉣

【No. 32】 ヤング率の測定に関する次の記述の㉠、㉡、㉢に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

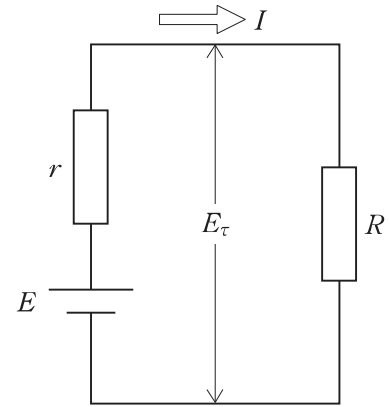
ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  とする。

「ヤング率は弾性体のある面に垂直に加えられた単位面積当たりの力(法線応力)と面の法線方向のひずみの間の比例係数で定義され、ヤング率の単位は Pa(又は ㉠)である。したがって、ヤング率 98 GPa、断面積  $1 \text{ mm}^2$ 、長さ 1 m の銅のワイヤーの長さ方向に 10 kg のおもりをぶら下げると ㉡ mm 伸びることになる。ヤング率は 2 点を支持した角棒に荷重を加えた際のたわみから計算で求めることもでき、この方法はユーイングの方法と呼ばれる。ユーイングの方法では、たわみが大きいほどヤング率は ㉢ なる。」

	㉠	㉡	㉢
1.	$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	0.1	大きく
2.	$\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	1	大きく
3.	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$	0.1	小さく
4.	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$	1	小さく
5.	$\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$	1	大きく

【No. 33】 図のように、起電力  $E$ 、内部抵抗  $r$  の乾電池の両極に抵抗  $R$  をつないだとき、流れた電流を  $I$ 、乾電池の端子の電位差を  $E_{\tau}$  とする。 $R$  が既知であれば、 $I$  が未知のままであっても、 $E$  と  $E_{\tau}$  を測定することで内部抵抗  $r$  を求めることができる。 $R$ 、 $r$ 、 $E$  及び  $E_{\tau}$  の間に成り立つ関係式として最も妥当なのはどれか。

1.  $r = R \left( \frac{E}{E_{\tau}} - 1 \right)$
2.  $r = R \left( \frac{E_{\tau}}{E} - 1 \right)$
3.  $r = R \frac{E}{E_{\tau}}$
4.  $r = R \frac{E_{\tau}}{E}$
5.  $r = R \left( \frac{E_{\tau}}{E} + 1 \right)$



【No. 34】 光電効果からプランク定数を求める実験に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「金属又は金属酸化物などの物質表面に光を当てると、その表面から電子が飛び出す。この現象を光電効果といい、飛び出した電子を光電子という。光電子の最高運動エネルギー  $E_m$  は、プランク定数  $h$ 、光の振動数  $\nu$ 、仕事関数  $W$  を用いて

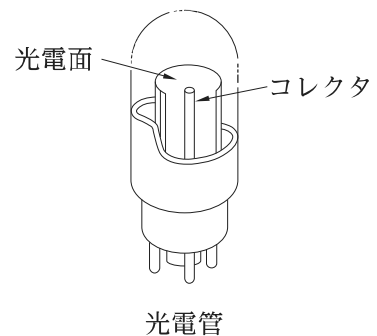
$$E_m = \boxed{\text{㉞}}$$

と書ける。

光電管を用いてプランク定数を決定する実験を考える。光電管は、高真空のガラス容器内に半円筒状の金属板の光電面とその中心にコレクタと呼ばれる電極を設置した構造となっている。光電面から放出された光電子はコレクタで収集される。光電面に単色光を当て、コレクタに流れる電流を測定する。コレクタに  $\boxed{\text{㉟}}$  を印加して、印加電圧の絶対値を 0 (ゼロ) から徐々に大きくしていき、コレクタ電流が 0 (ゼロ) になる電圧を求める。この電圧から  $E_m$  が決定される。同様のことを振動数の異なる二つ又はそれ以上の単色光で行い、それぞれの振動数について、 $E_m$  を決定する。その後、横軸に単色光の振動数  $\nu$ 、縦軸に  $E_m$  を取り、測定点をプロットする。この測定点から、最小二乗法により回帰直線を求める。この直線の  $\boxed{\text{㊱}}$  からプランク定数が決定される。

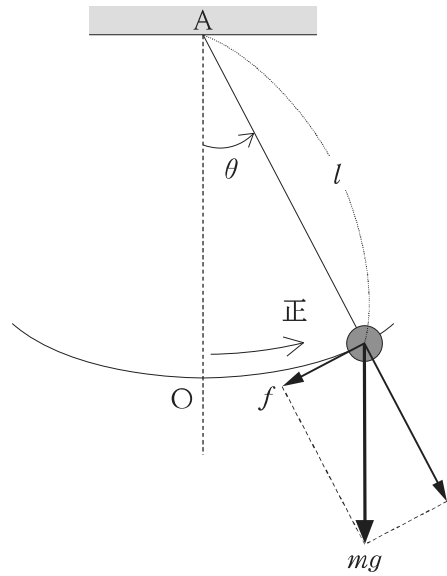
ここで、光電面物質及びコレクタ物質の導線に対する接触電位差は無視できるものとする。」

- | ㉞             | ㉟   | ㊱  |
|---------------|-----|----|
| 1. $h\nu - W$ | 正電圧 | 傾き |
| 2. $h\nu - W$ | 負電圧 | 傾き |
| 3. $h\nu - W$ | 負電圧 | 切片 |
| 4. $h\nu + W$ | 正電圧 | 切片 |
| 5. $h\nu + W$ | 負電圧 | 傾き |



【No. 35】 単振り子に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図のように天井の点 A に長さ  $l$  の軽い糸の端が固定され、この糸のもう一方の端に質量  $m$  のおもりがつけられている。点 A を中心とする半径  $l$  の円弧の上でのおもりの運動を考える。点 A の真下の点を原点 O とし、円弧に沿って図の矢印の向きを正として  $x$  軸を考える。なお、点 A、原点 O、及び  $x$  軸は同一の鉛直面内にあり、おもりはこの鉛直面内のみで運動するものとする。重力加速度の大きさを  $g$  とすると、このおもりの  $x$  軸方向の運動方程式は  $m \frac{d^2x}{dt^2} = \boxed{\text{㉞}}$  となる。ここで、角  $\theta$  が十分小さいとき、 $x = l\theta \approx l\sin\theta$  と近似でき、これを用いることで  $\frac{d^2x}{dt^2} = \boxed{\text{㉟}}$  が得られる。」



- | ㉞                    | ㉟               |
|----------------------|-----------------|
| 1. $-mg \cos \theta$ | $-\frac{g}{l}x$ |
| 2. $-mg \cos \theta$ | $-\frac{l}{g}x$ |
| 3. $-mg \sin \theta$ | $-\frac{g}{l}x$ |
| 4. $-mg \sin \theta$ | $-\frac{l}{g}x$ |
| 5. $-mg \tan \theta$ | $-\frac{l}{g}x$ |



No. 36～No. 40 は選択問題(科目 4. 情報基礎)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 36】 10進法で表された数

0.05, 0.1, 0.25, 0.5

のうち、2進法で有限小数になるものはいくつあるか。

1. 1個
2. 2個
3. 3個
4. 4個
5. この中にはない。

【No. 37】 J大学のD学部には50人の学生が在籍している。この学部<sub>に</sub>在籍している学生が、3種類<sub>の</sub>テストA, B, Cを受験した。次はテストA, B, Cの実施結果に関する記述である。

- ・ テストBを受験した学生、テストCを受験した学生はいずれも30人であった。
- ・ テストA, Bを両方受験したどの学生もテストCを受験していない。
- ・ テストAのみを受験した学生は15人である。
- ・ 全ての学生は、テストA, B, Cの少なくともいずれか一つは受験している。

テストB, Cを両方受験した学生の人数は何人か。

1. 5人
2. 10人
3. 15人
4. 20人
5. 25人

【No. 38】 ある地域の天気は単純マルコフ過程に従い、ある日の天気に対して翌日の天気は表に示す確率で現れるものとする。曇りの2日後に雨になる確率はいくらか。

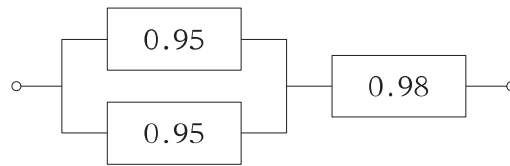
		翌日の天気		
		晴れ	曇り	雨
当日の天気	晴れ	0.7	0.2	0.1
	曇り	0.4	0.4	0.2
	雨	0.2	0.5	0.3

1. 0.14
2. 0.18
3. 0.20
4. 0.24
5. 0.60

【No. 39】 写像  $f(x) = x^2$  が全単射となる条件として正しいのは次のうちではどれか。

1.  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
2.  $f: \mathbb{R} \rightarrow [0, \infty)$
3.  $f: [0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$
4.  $f: [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$
5. 上記のいずれでも全単射にはならない。

【No. 40】 図のように構成要素が接続されたシステム全体の稼働率として最も妥当なのはどれか。  
ただし、囲みの中の数値はそれぞれのシステムの稼働率である。



1. 0.93000
2. 0.93100
3. 0.97755
4. 0.99805
5. 0.99995

No. 41～No. 45 は選択問題(科目5. 電磁気学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 41】 真空中において、半径  $a$  の球内部に電荷が一様に分布しており、その電荷の総量は  $Q$  である。このとき、球の中心からの距離  $r$  ( $r > 0$ ) の位置における電界の大きさや電位に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

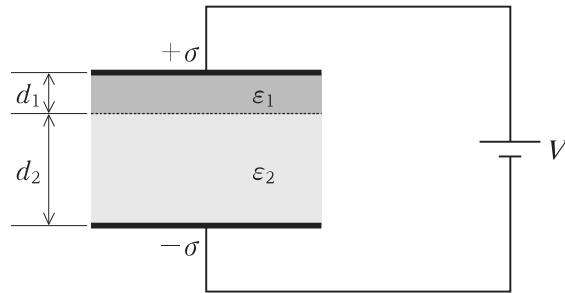
ただし、真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とし、無限遠の電位を 0 とする。

「 $r \leq a$  における電界の大きさは  である。 $r \leq a$  における電位は  である。」

- |    | ㉞                               | ㉟  |
|----|---------------------------------|--|
| 1. | 0                               | $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a}$               |
| 2. | 0                               | $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$               |
| 3. | $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$  | $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$               |
| 4. | $\frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 a^3}$ | $\frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a^3}(3a^2 - r^2)$ |
| 5. | $\frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 a^3}$ | $\frac{Q}{8\pi\epsilon_0 a^3}(a^2 - r^2)$  |

【No. 42】 図のように、平行平板コンデンサに  $V = 8.0 \text{ V}$  の電圧を加え、それぞれ、誘電率  $\epsilon_1 = 1.8 \times 10^{-11} \text{ F/m}$ 、厚さ  $d_1 = 1.2 \times 10^{-2} \text{ m}$  と誘電率  $\epsilon_2 = 3.6 \times 10^{-11} \text{ F/m}$ 、厚さ  $d_2 = 4.8 \times 10^{-2} \text{ m}$  である 2 種類の誘電体を、極板と平行になるよう、かつ、はみ出る部分がないように入れた。このとき、極板に分布している電荷の密度(真電荷密度)  $\sigma [\text{C/m}^2]$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、極板の面積は極板間隔に対して十分に大きく、電荷は極板全体で一様に分布しているものとする。

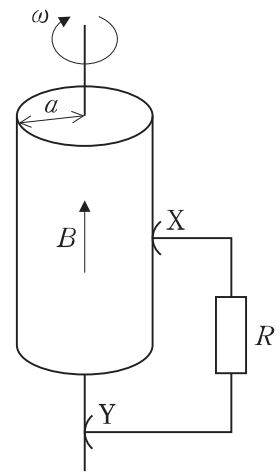


1.  $2.0 \times 10^{-9}$
2.  $4.0 \times 10^{-9}$
3.  $8.0 \times 10^{-9}$
4.  $2.0 \times 10^{-8}$
5.  $4.0 \times 10^{-8}$

【No. 43】 図のように、半径  $a$  の円柱状の棒磁石が、棒磁石内部の磁界と平行な中心軸のまわりに角速度  $\omega$  で回転している。ブラシ X, Y をそれぞれ中心軸及び棒磁石周辺に接触させ、X, Y 間に抵抗  $R$  をつないだときに流れる電流の大きさとして最も妥当なのはどれか。

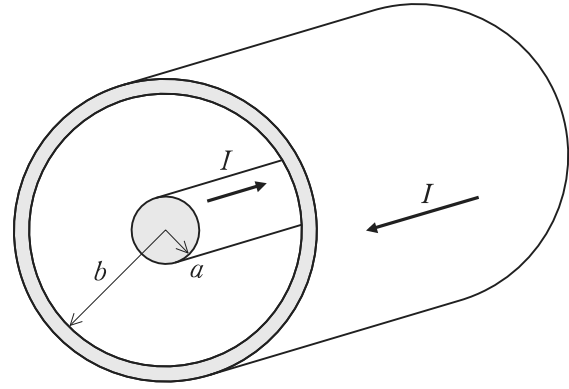
ただし、棒磁石内部には、磁束密度  $B$  の一様な磁界が存在するものとする。また、棒磁石の抵抗と中心軸の太さは無視するものとする。

1.  $\frac{\omega Ba^2}{2R}$
2.  $\frac{\omega Ba^2}{R}$
3.  $\frac{\pi\omega Ba^2}{2R}$
4.  $\frac{\pi\omega Ba^2}{R}$
5.  $\frac{2\pi\omega Ba}{R}$



【No. 44】 磁界に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図のような、内部導体の半径が  $a$ 、外部中空導体の内半径が  $b$  の無限に長い同軸円柱導体がある。内部導体には電流  $I$  が円柱軸方向に流れ、外部中空導体には、内部導体とは逆方向に、同じ大きさの電流  $I$  が流れている。このとき、円柱軸中心から距離  $r$  ( $a < r < b$ ) だけ離れた場所の磁界の大きさは



となる。また、このとき、同軸円柱導体単位長さ当たりの自己インダクタンスは

ただし、電流は、内部導体と外部中空導体とも軸方向に一樣に流れており、内部導体と外部中空導体の間は真空中で、真空の透磁率は  $\mu_0$  とする。また、外部中空導体の厚み及び導体の内部インダクタンスは無視するものとする。」

- | ㉞                        | ㉟                                      |
|--------------------------|--|
| 1. $\frac{I}{2\pi r}$    | $\frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{a}{b}$   |
| 2. $\frac{I}{2\pi r}$    | $\frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$   |
| 3. $\frac{Ir}{2\pi a^2}$ | $\frac{\mu_0 I}{4\pi a^2} (b^2 - a^2)$ |
| 4. $\frac{I}{2\pi}$      | $\frac{\mu_0}{2\pi} (a - b)$           |
| 5. $\frac{I}{2\pi}$      | $\frac{\mu_0}{2\pi} (b - a)$           |

【No. 45】  $106 \text{ W/m}^2$  のエネルギー流密度  $S$  をもって、真空中を伝搬する平面電磁波の電界及び磁界の強さの最大値の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、エネルギー流密度  $S[\text{W/m}^2]$  は、単位体積に含まれる電磁波のエネルギー  $U[\text{J/m}^3]$  と平面電磁波の伝搬速度  $v[\text{m/s}]$  の積で表され、 $U$  と  $v$  については、真空の誘電率と透磁率をそれぞれ  $\epsilon_0$ 、 $\mu_0$  とし、電界と磁界の強さの実効値をそれぞれ  $E$ 、 $H$  とすると、次の関係が成り立つとする。

$$U = \frac{1}{2}(\epsilon_0 E^2 + \mu_0 H^2)$$

$$\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2}\mu_0 H^2$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

また、 $\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} = 2.65 \times 10^{-3} \text{ A/V}$ 、 $\sqrt{2} = 1.41$  とする。

	電界の最大値[V/m]	磁界の最大値[A/m]
1.	0.530	200
2.	0.747	282
3.	200	0.530
4.	282	0.747
5.	400	1.06



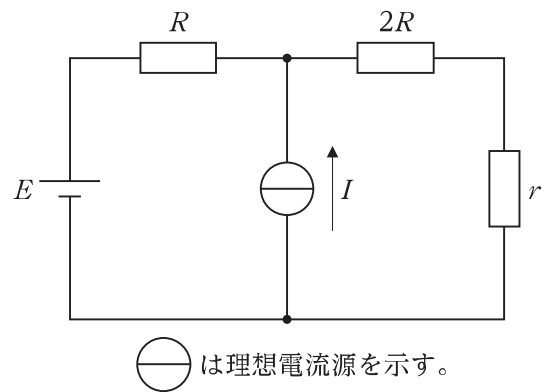
No. 46～No. 50 は選択問題(科目 6. 電気工学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 46】 図のような回路において、抵抗値  $r$  の抵抗で消費される電力  $P$  の大きさが最大となる  $r$  と、そのときの  $P$  の値の組合せとして最も妥当なのはどれか。

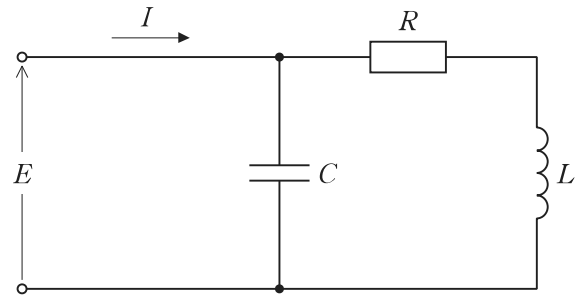
ただし、 $R > 0$  とする。

- | $r$     | $P$                       |
|---------|---------------------------|
| 1. $2R$ | $\frac{(E + RI)^2}{25R}$  |
| 2. $2R$ | $\frac{2(E + RI)^2}{25R}$ |
| 3. $3R$ | $\frac{(E + RI)^2}{24R}$  |
| 4. $3R$ | $\frac{(E + RI)^2}{12R}$  |
| 5. $3R$ | $\frac{(E + RI)^2}{6R}$   |



【No. 47】 図のような交流回路において、電圧  $E$  と電流  $I$  とが同相であるとき、電圧  $E$  の角周波数  $\omega$  として最も妥当なのはどれか。

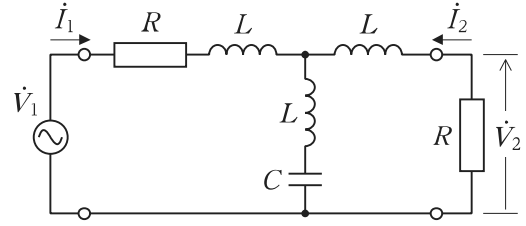
ただし、 $L > R^2C$  とする。



1.  $\frac{1}{\sqrt{LC}}$
2.  $\frac{1}{L} \sqrt{\frac{L}{C} - R^2}$
3.  $\frac{R}{\sqrt{L(L+C)}}$
4.  $\frac{1}{RL} \sqrt{\frac{L}{C} + 1}$
5.  $\frac{1}{\sqrt{L(L - R^2C)}}$

【No. 48】 図のような交流回路において、電流  $i_2$  及び電圧伝送比  $\frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_1}$  の組合せとして最も妥当なのはどれか。

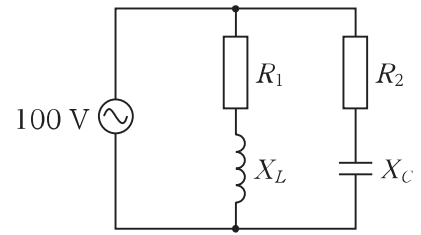
ただし、回路の素子のインピーダンスの大きさは  $R = 2 \Omega$ ,  $\omega L = 2 \Omega$ ,  $\frac{1}{\omega C} = 1 \Omega$ ,  $\omega$  は電源角周波数とする。また、 $\dot{V}_1$ ,  $\dot{V}_2$  は複素電圧、 $\dot{I}_1$ ,  $\dot{I}_2$  は複素電流を表しており、虚数単位は  $j$  とする。



- | $\dot{I}_2$                   | $\frac{\dot{V}_2}{\dot{V}_1}$ |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. $\frac{-3+j}{40}\dot{V}_1$ | $\frac{3-j}{40}$              |
| 2. $\frac{-3+j}{40}\dot{V}_1$ | $\frac{3-j}{20}$              |
| 3. $\frac{3-j}{40}\dot{V}_1$  | $\frac{-3+j}{20}$             |
| 4. $\frac{-2+j}{30}\dot{V}_1$ | $\frac{2-j}{15}$              |
| 5. $\frac{2-j}{30}\dot{V}_1$  | $\frac{2-j}{15}$              |

【No. 49】 図のような回路において、実効値 100 V の単相交流電圧源が供給する有効電力  $P$  [W] 及び力率の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、抵抗  $R_1 = 12.0 \Omega$ 、抵抗  $R_2 = 8.00 \Omega$ 、コイルのリアクタンス  $X_L = 16.0 \Omega$ 、コンデンサのリアクタンス  $X_C = 6.00 \Omega$  とする。



- |    | $P$  | 力率    |
|----|------|-------|
| 1. | 218  | 0.672 |
| 2. | 218  | 0.908 |
| 3. | 1100 | 0.740 |
| 4. | 1100 | 0.835 |
| 5. | 1100 | 0.984 |

【No. 50】 三相同期機に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「同期リアクタンスが  $X$  である極数が 4 の円筒形(非突極形)三相同期機があり、50 Hz の三相交流電源に接続されていて電動機として運転している。このとき、回転子の回転速度は ㉞ である。この回転速度における公称誘導起電力(無負荷誘導起電力ともいう。)を  $E$ 、三相交流電源の電圧を  $V$  とする。ただし、いずれの電圧も相電圧の実効値であるとする。損失及び電機子抵抗は 0 であるとすれば、 $E$  と  $V$  の位相差が  $\delta$  であるときの三相分の出力は ㉟ である。このとき、 $E$  は  $V$  に対して ㊱ である。」

㉞	㉟	㊱
1. $1500 \text{ min}^{-1}$	$\frac{3VE}{X} \sin \delta$	遅れ位相
2. $1500 \text{ min}^{-1}$	$\frac{3VE}{X} \sin \delta$	進み位相
3. $1500 \text{ min}^{-1}$	$\frac{3VE}{X} (1 - \cos \delta)$	遅れ位相
4. $3000 \text{ min}^{-1}$	$\frac{3VE}{X} \sin \delta$	遅れ位相
5. $3000 \text{ min}^{-1}$	$\frac{3VE}{X} (1 - \cos \delta)$	進み位相

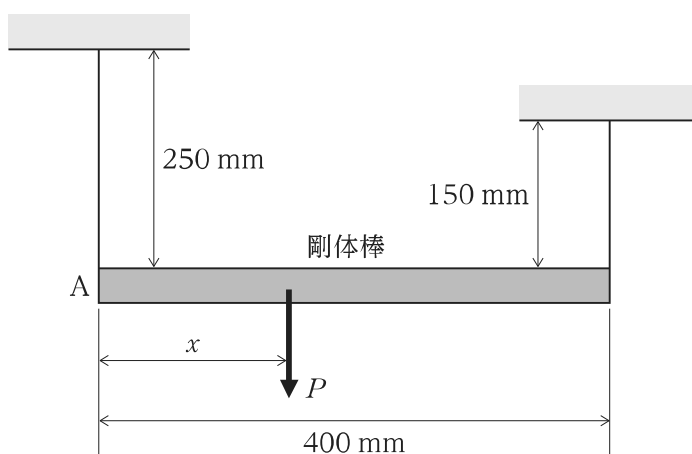
No. 51～No. 55 は選択問題(科目7. 材料力学[機械系])です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

なお、本科目の選択者は、科目9(構造力学(土木)・土木材料・土木施工)と科目12(構造力学(建築))のいずれも選択することはできません。

【No. 51】 図のように、長さ 400 mm の剛体棒が 2 本のワイヤで剛体壁から水平に吊されている。2 本のワイヤは同じ材料と同じ断面積で、長さはそれぞれ 250 mm, 150 mm である。これに荷重  $P$  を負荷しても剛体棒を水平に保つことができる負荷点について、負荷点と端点 A との距離  $x$  として最も妥当なのはどれか。

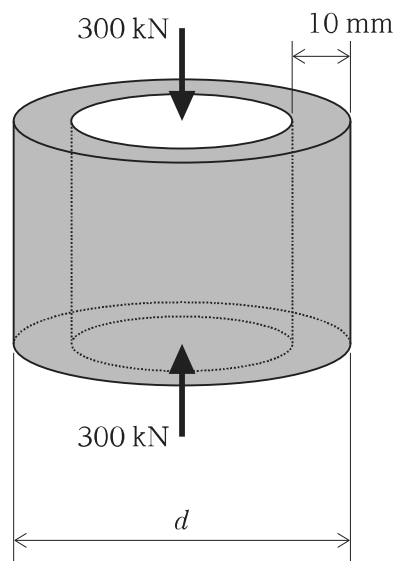
1. 150 mm
2. 200 mm
3. 250 mm
4. 300 mm
5. 350 mm



【No. 52】 図のように、厚さ 10 mm の中空鋳鉄製の短い円筒が、大きき 300 kN の軸荷重を支えている。この鋳鉄の圧縮強度を 400 MPa、安全率を 4 としたとき、この軸荷重を許容する最小の円筒直径  $d$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、円周率を 3 とする。

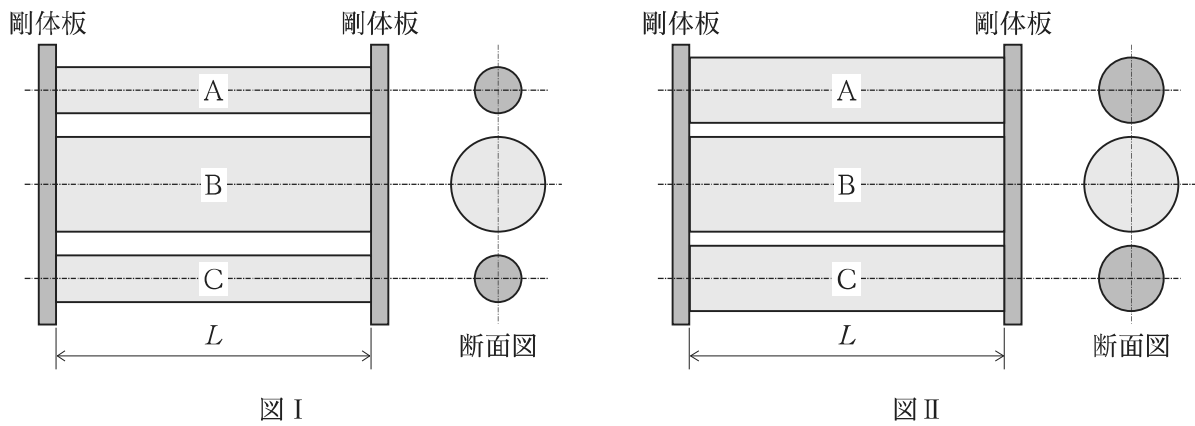
1. 35 mm
2. 70 mm
3. 110 mm
4. 160 mm
5. 210 mm



【No. 53】 図 I のように、長さ  $L$  の 3 本の円形断面の棒 A, B, C を配置し、両端に隙間なく、かつ、各棒の間に応力が生じないように剛体板を取り付けた。ただし、A と C の断面積  $S_1$ 、ヤング率  $E_1$ 、線膨張係数  $\alpha_1$  と、B の断面積  $S_2$ 、ヤング率  $E_2$ 、線膨張係数  $\alpha_2$  には、それぞれ  $S_1 = \frac{1}{4}S_2$ ,  $E_1 = \frac{1}{2}E_2$ ,  $\alpha_1 = 2\alpha_2$  の関係があった。

この状態から、全ての棒の温度を  $\Delta T$  だけ上昇させたとき、棒の伸びは  $\delta_1$  であった。

また、図 II のように、A と C の断面積を 2 倍に増やした場合、全ての棒の温度を  $\Delta T$  だけ上昇させたとき、棒の伸びは  $\delta_{II}$  であった。このとき、棒の伸びの比  $\frac{\delta_{II}}{\delta_1}$  として最も妥当なのはどれか。



1.  $\frac{10}{9}$
2.  $\frac{5}{4}$
3.  $\frac{4}{3}$
4.  $\frac{3}{2}$
5. 2

【No. 54】 図 I のように、梁が二つの点 A, C で自由に支えられ、支点間の点 B、自由端 D にそれぞれ集中荷重を受けている。このとき、この梁のせん断力図と曲げモーメント図の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、せん断力  $F$  と曲げモーメント  $M$  の符号は図 II のときを正とする。

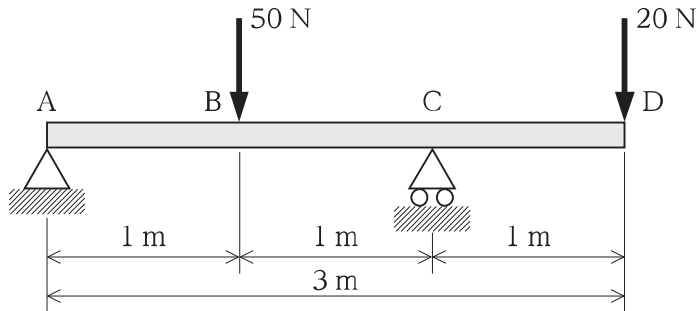


図 I

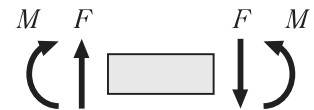
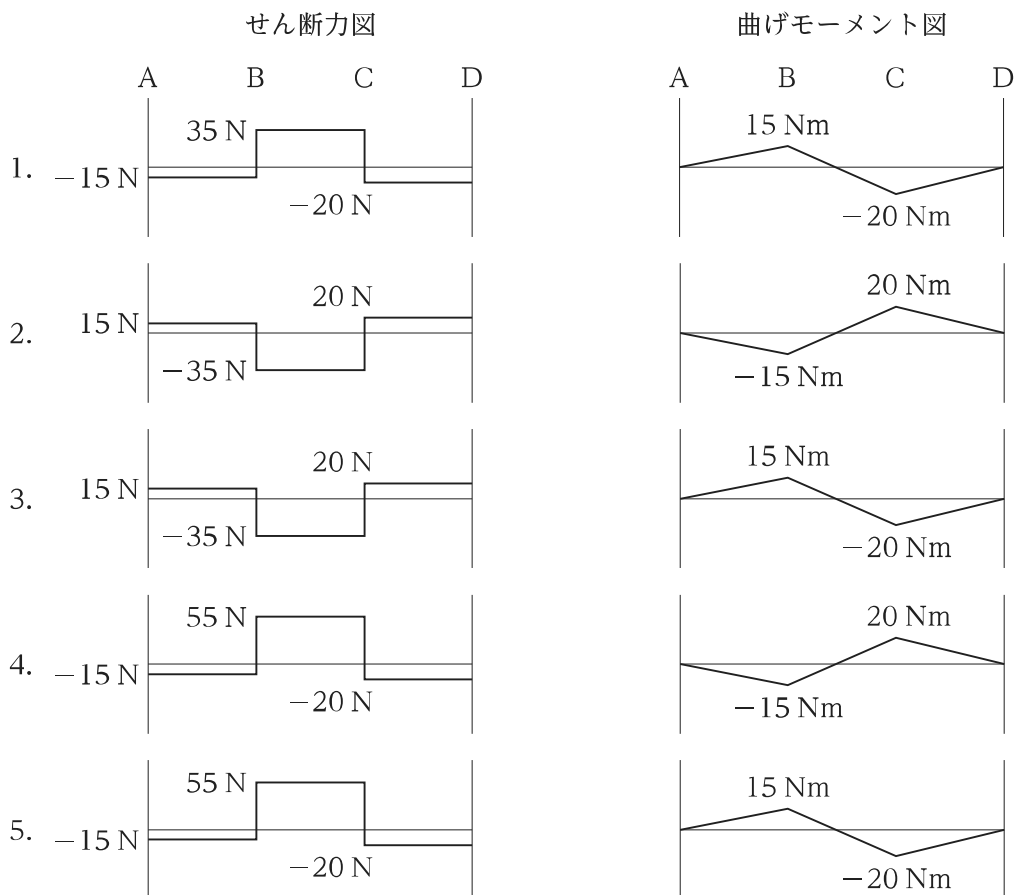


図 II





【No. 55】 180 kW の動力を 1000 rpm で伝える軸について、この材料の許容せん断応力が 9.6 MPa、せん断弾性係数(横弾性係数)が 60 GPa のとき、必要な直径と比ねじり角の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、軸は金属製で直径が一定の単純な丸棒であり、円周率を 3 とする。また、直径  $d$  の丸棒断面の極断面係数を  $\frac{3d^3}{16}$ 、断面二次極モーメントを  $\frac{3d^4}{32}$  とする。

	直径	比ねじり角
1.	0.1 m	$1.6 \times 10^{-3}$ rad/m
2.	0.1 m	$3.2 \times 10^{-3}$ rad/m
3.	0.1 m	$6.4 \times 10^{-3}$ rad/m
4.	0.2 m	$3.2 \times 10^{-3}$ rad/m
5.	0.2 m	$6.4 \times 10^{-3}$ rad/m

No. 56～No. 60 は選択問題(科目 8. 流体力学[機械系])です。

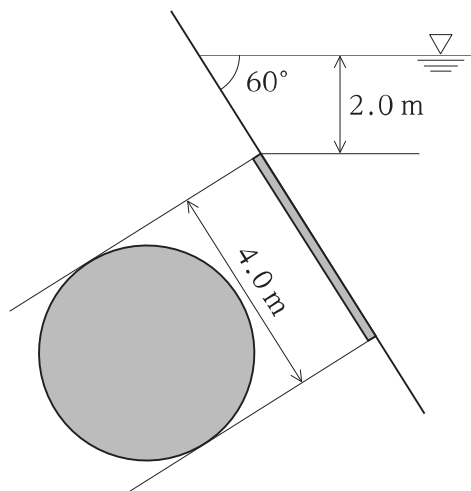
解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

なお、本科目の選択者は、科目 10(土質力学・水理学)を選択することはできません。

【No. 56】 図のように、水平面に対して  $60^\circ$  傾いた状態で水をせき止めている平面壁がある。この平面壁において、水面から 2.0 m の深さに位置する直径 4.0 m の円形領域が水から受ける全圧力として最も妥当なのはどれか。

ただし、水の密度を  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを  $10 \text{ m/s}^2$ 、円周率を 3.14、 $\sqrt{3} = 1.73$  とする。また、図の奥行き長さは十分あり、大気圧は無視できるものとする。

1.  $3.8 \times 10^5 \text{ N}$
2.  $4.7 \times 10^5 \text{ N}$
3.  $5.4 \times 10^5 \text{ N}$
4.  $9.4 \times 10^5 \text{ N}$
5.  $1.9 \times 10^6 \text{ N}$



【No. 57】 物体 X が液体 Y に浮かんだ状態で静止している。液体 Y の液面より上に出ている物体 X の体積が  $25 \text{ m}^3$  であるとき、物体 X 全体の体積として最も妥当なのはどれか。

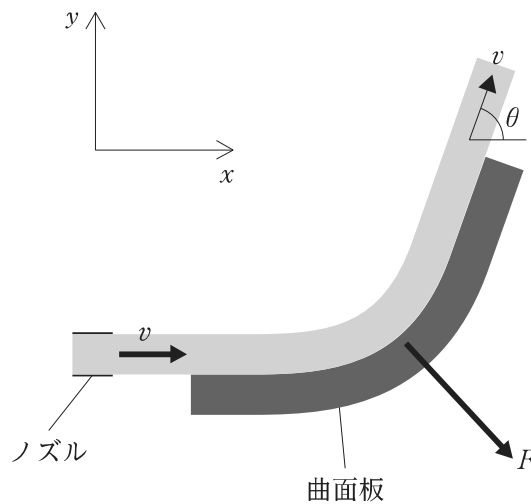
ただし、物体 X の比重を 0.95、液体 Y の比重を 1.2、水の密度を  $1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさを  $10 \text{ m/s}^2$  とする。

1.  $70 \text{ m}^3$
2.  $80 \text{ m}^3$
3.  $95 \text{ m}^3$
4.  $105 \text{ m}^3$
5.  $120 \text{ m}^3$

【No. 58】 流体が壁面に及ぼす力に関する次の記述の㉠、㉡、㉢に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図のように、固定された曲面板(ただし、図は  $xy$  平面による断面)に、ノズルから噴出された流体が平均流速  $v$  で  $x$  軸と平行となる方向に流入し、 $x$  軸から角度  $\theta$  だけ傾斜した方向に平均流速  $v$  で流出している。流体の密度を  $\rho$ 、流体の体積流量を  $Q$  としたとき、曲面板に作用する流体の力  $F$  の  $x$  方向成分の大きさは  となり、 $y$  方向成分の大きさは  となる。よって、 $F$  の大きさは  となる。

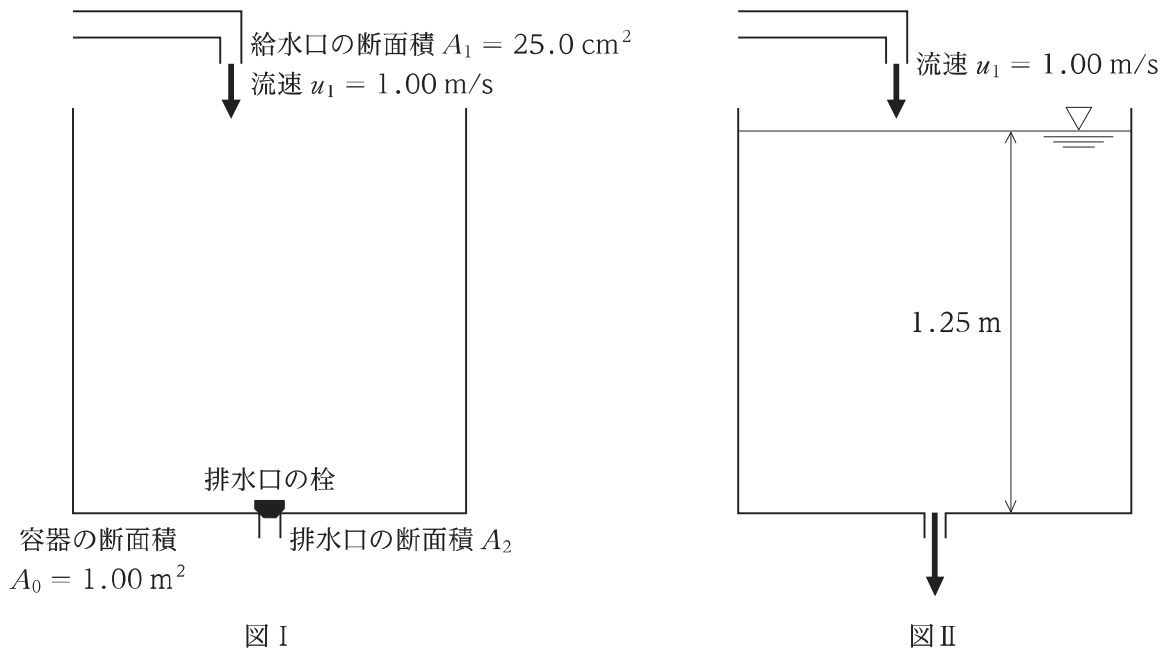
ただし、噴出された流体は、非粘性非圧縮性であり、流れに及ぼす重力や摩擦による損失は無視できるものとする。また、 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$  とする。」



- | ㉠                             | ㉡                     | ㉢                                  |
|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 1. $\rho Qv(1 - \cos \theta)$ | $\rho Qv \sin \theta$ | $\rho Qv\sqrt{2(1 - \cos \theta)}$ |
| 2. $\rho Qv(1 - \cos \theta)$ | $\rho Qv \sin \theta$ | $\rho Qv\sqrt{2(1 + \cos \theta)}$ |
| 3. $\rho Qv(1 - \sin \theta)$ | $\rho Qv \cos \theta$ | $\rho Qv\sqrt{2(1 - \sin \theta)}$ |
| 4. $\rho Qv(1 - \sin \theta)$ | $\rho Qv \cos \theta$ | $\rho Qv\sqrt{2(1 + \sin \theta)}$ |
| 5. $\rho Qv(1 + \sin \theta)$ | $\rho Qv \cos \theta$ | $\rho Qv\sqrt{2(1 + \sin \theta)}$ |

【No. 59】 図 I のように、一定断面積( $A_0 = 1.00 \text{ m}^2$ )の空の容器が水平に置いてあり、容器の底にある排水口は栓で完全に閉じてある。その中に断面積  $A_1 = 25.0 \text{ cm}^2$  の給水口から流速  $u_1 = 1.00 \text{ m/s}$  の水を静かに入れたとき、水位が  $1.25 \text{ m}$  に達するまでにかかった時間を  $T$  秒とする。また、 $T$  秒後に、図 II のように、給水口から流速  $u_1 = 1.00 \text{ m/s}$  の水を静かに入れたままの状態、栓を静かに外して水を流出させ始めたが、容器の水位は  $1.25 \text{ m}$  のままで一定に保たれている。このとき、 $T$  と排水口の断面積  $A_2$  の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、重力加速度の大きさを  $10.0 \text{ m/s}^2$  とし、摩擦損失は無視でき、水面と排水口から流出する水にはそれぞれ大気圧が作用するものとする。



- |    | $T$                | $A_2$               |
|----|--------------------|---------------------|
| 1. | $5.00 \times 10^2$ | $5.00 \text{ cm}^2$ |
| 2. | $5.00 \times 10^2$ | $7.00 \text{ cm}^2$ |
| 3. | $5.00 \times 10^2$ | $25.0 \text{ cm}^2$ |
| 4. | $5.00 \times 10^3$ | $1.00 \text{ cm}^2$ |
| 5. | $5.00 \times 10^3$ | $5.00 \text{ cm}^2$ |

【No. 60】一定断面積の管内で形成される垂直衝撃波を、衝撃波が相対的に静止するような移動座標系で見る。このとき、衝撃波の上流と下流における気体の圧力、密度、温度、マッハ数をそれぞれ  $p$ ,  $\rho$ ,  $T$ ,  $M$  とすると、次の関係式が成り立つ。

なお、添え字の 1 と 2 はそれぞれ垂直衝撃波の上流と下流の気体の状態を表し、比熱比  $\gamma$  は  $\gamma > 1$  の定数とする。

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{2\gamma M_1^2 - (\gamma - 1)}{\gamma + 1}$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} \cdot \frac{p_2}{p_1} + 1}{\frac{p_2}{p_1} + \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{\frac{p_2}{p_1} + \frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}}{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} + \frac{p_2}{p_1}}$$

また、熱力学第二法則より、垂直衝撃波の上流に比べ下流の方がエントロピーが増加し、圧力は垂直衝撃波の上流に比べ下流の方が大きくなる。

この流れに関する記述㉞、㉟、㊱のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉞ 垂直衝撃波の上流は常に超音速流れである。
- ㉟ 密度は垂直衝撃波の上流に比べ下流の方が大きい、圧力比  $\frac{p_2}{p_1}$  がどれだけ大きくなっても密度比  $\frac{\rho_2}{\rho_1}$  はある有限の値を超えない。
- ㊱ 温度は垂直衝撃波の上流に比べ下流の方が低い。

1. ㉞
2. ㉞、㉟
3. ㉞、㉟、㊱
4. ㉟
5. ㉟、㊱

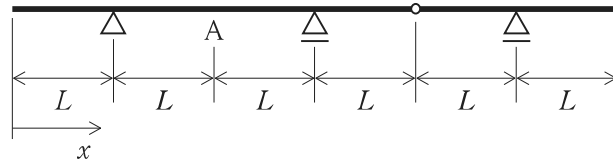
No. 61～No. 65 は選択問題(科目9. 構造力学(土木)・土木材料・土木施工)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

なお、本科目の選択者は、科目7(材料力学[機械系])と科目12(構造力学(建築))のいずれも選択することはできません。

【No. 61】 図のように、長さ $6L$ の Gerber 梁において、 $x = 2L$ の点を A 点とする。このとき、A 点の曲げモーメントの絶対値が最大になる荷重を図示したものととして妥当なのは次のうちどれか。

ただし、梁の自重は無視できるものとし、選択肢の図において、等分布荷重の大きさは全て等しいものとする。



- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

【No. 62】 図 I のような、全長に等分布荷重  $q$  を受ける長さ  $2L$  の梁の  $x = L$  における曲げモーメントとして最も妥当なのはどれか。

なお、図 II のような、全長に等分布荷重  $q$  を受ける長さ  $2L$  の単純梁の  $x = L$  におけるたわみは  $\frac{5qL^4}{24EI}$ 、図 III のような、長さ  $2L$  の単純梁の  $x = L$  に鉛直下向きの集中荷重  $P$  が作用するときの載荷点におけるたわみは  $\frac{PL^3}{6EI}$  である。ここで、たわみは鉛直下向きを正とする。

ただし、図 I、図 II、図 III の断面は一様であり、曲げ剛性は等しく  $EI$  とし、回転支点から水平右向きに  $x$  軸をとる。また、梁の自重は無視できるものとし、曲げモーメントは図 IV に表すように梁が下に凸に変形する向きを正とする。

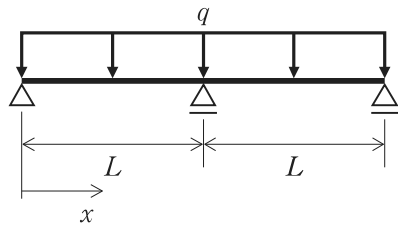


図 I

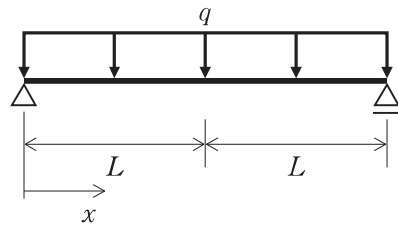


図 II

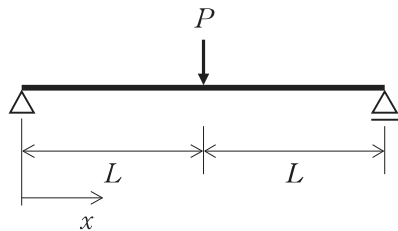


図 III



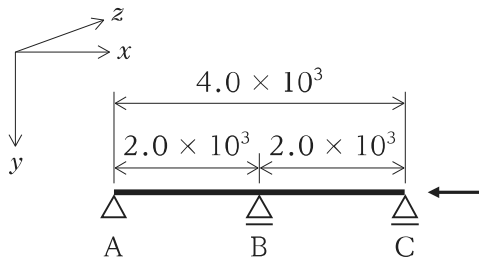
図 IV

1.  $-\frac{3qL^2}{8}$
2.  $-\frac{qL^2}{8}$
3. 0
4.  $\frac{qL^2}{8}$
5.  $\frac{3qL^2}{8}$

【No. 63】 図 I のように、長さ  $4.0 \times 10^3$  mm の 3 点で支持されている部材 AC に軸圧縮が作用している。AC の軸方向を  $x$  軸として図のように直交座標系を定義する。AC の Young 率  $E$  は  $2.0 \times 10^5$  N/mm<sup>2</sup> であり、断面は図 II のような幅が 80 mm、高さが 30 mm の一様な長方形断面である。AC が、 $z$  方向に変位しないとされたとき、AC の座屈荷重として最も妥当なのはどれか。

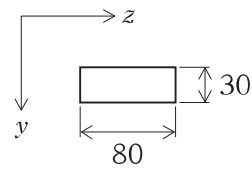
ただし、部材の断面は一様であり、部材の自重は無視できるものとする。また、 $\pi^2$  は 10 と近似するものとする。

なお、Euler 座屈荷重は  $L_e$  を有効座屈長、 $I$  を断面二次モーメントとしたとき、 $\frac{\pi^2 EI}{L_e^2}$  であることを用いてよい。



(単位：mm)

図 I



(単位：mm)

図 II

1. 23 kN
2. 45 kN
3. 90 kN
4. 160 kN
5. 640 kN



【No. 64】 混和材料に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 混和材料は、コンクリートの性質を改善するためにセメント、水、骨材以外にコンクリートに加える材料である。混和材料のうち、減水剤や流動化剤などの混和剤は、コンクリート全体に占める割合が配合設計などで考慮しなければならない程度に大きいものである。一方、膨張材やシリカフェームなどの混和材は、コンクリート全体に占める割合が配合設計などで無視できる程度に小さいものである。
- ㉘ フライアッシュは、石炭火力発電所で粉炭の燃焼後に出る灰分を集めて粉末にしたものである。フライアッシュを混和材として使用すると流動性が良くなり、長期強度が大きくなる。
- ㉙ 高炉スラグ微粉末は、製鉄所で高炉から出るスラグに水を吹きかけて砕き、さらに粉末にしたものである。高炉スラグ微粉末を混和材として使用すると水和熱の発生を抑制し、長期強度が大きくなる。
- ㉞ AE 剤は、コンクリート中に多数の微細な独立気泡を形成させる混和剤であり、形成された独立気泡のことをエントラップドエアと呼ぶ。AE 剤を混和剤として使用すると流動性が良くなるが、凍害に対しての抵抗性が低くなる。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉞
5. ㉙、㉞

【No. 65】 原位置試験のうち、概略調査などの各種調査方法に関する記述㉗～㉝のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ サウンディングとは、ボーリング孔を利用したり、あるいは直接地表からロッド先端に取り付けた抵抗体を地中に挿入し、貫入や回転引抜きなどを行うときの抵抗値から、原位置の土層状態やその力学的性質を推定する調査である。
- ㉘ コーン貫入試験(CPT)では、土質試料のサンプリングを行って目視で土質種別を判別する。
- ㉙ 標準貫入試験では、打撃回数のほか、サンプラーの先端抵抗力と周面摩擦及び間隙水圧も測定する。
- ㉝ 標準貫入試験はボーリングと併用して実施される。得られた結果は、各深さでの土層の相対的な強さとともに土質名と層厚、地下水位などの情報をまとめて土質柱状図として示される。

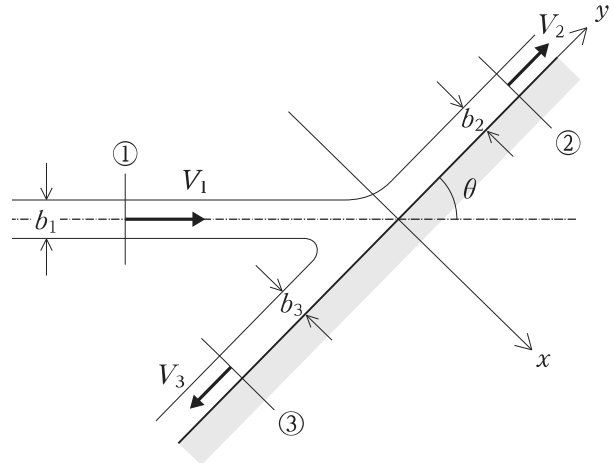
1. ㉗、㉙
2. ㉗、㉝
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉝
5. ㉙、㉝

No. 66～No. 70 は選択問題(科目 10. 土質力学・水理学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

なお、本科目の選択者は、科目 8 (流体力学[機械系])を同時に選択することはできません。

【No. 66】 図のように、断面①において断面積が  $b_1$  (厚さ  $b_1 \times$  単位奥行) で、流速  $V_1$  の噴流が、水平面からの角度  $\theta$  ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) で固定された平板に衝突し、平板に沿った方向に分岐した。ここで、平板と直角方向に  $x$  軸を、平板に沿う方向に  $y$  軸を定義する。 $y$  軸上の断面②、③において、分岐した噴流の流速がそれぞれ  $V_2$ ,  $V_3$ 、厚さがそれぞれ  $b_2$ ,  $b_3$  であった。このとき、平板が受ける単位奥行当たりの力の大きさ  $F$  と、分岐した噴流の厚さ  $b_2$ ,  $b_3$  の組合せとして最も妥当なのはどれか。

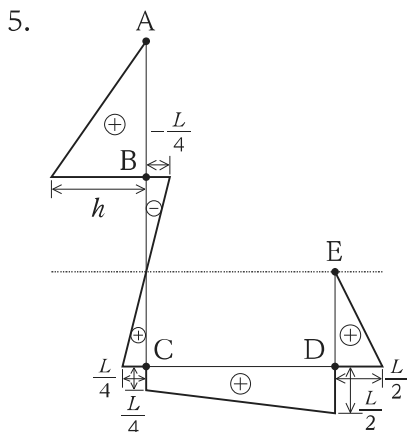
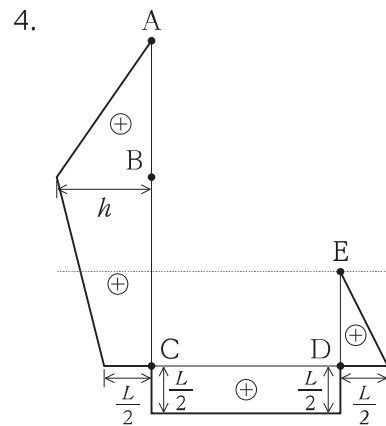
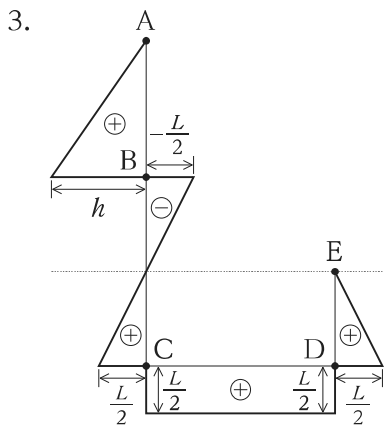
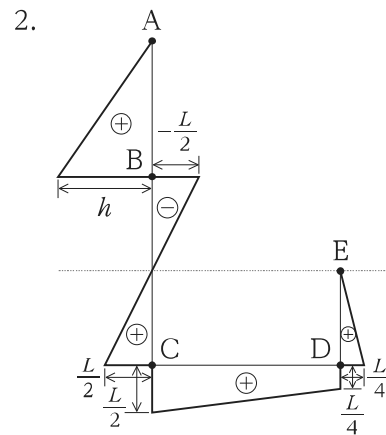
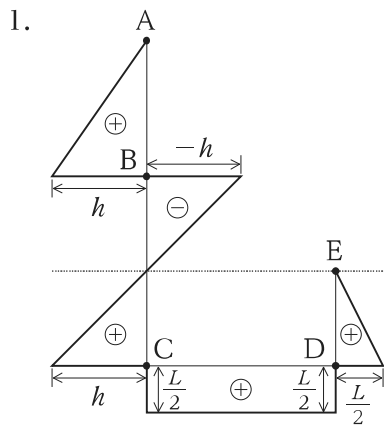
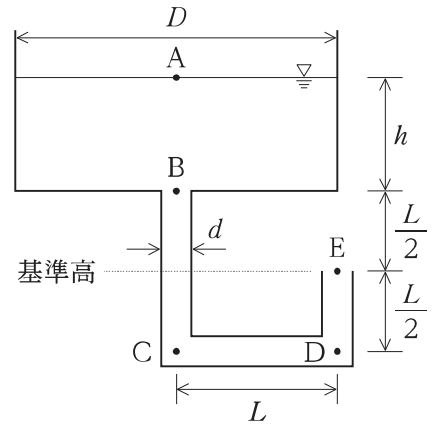


ただし、流体は非粘性であり、密度を  $\rho$  とし、噴流は  $xy$  平面上にあるものとする。また、流れのエネルギー損失、重力の影響は無視できるものとする。

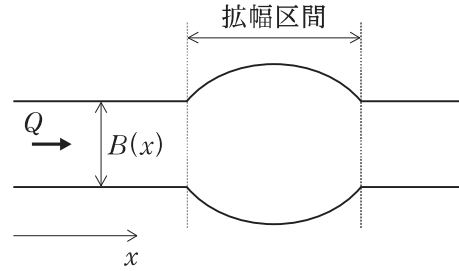
- | $F$                               | $b_2$                             | $b_3$                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. $\rho V_1^2 b_1 \sin^2 \theta$ | $\frac{1 + \cos \theta}{2} b_1$   | $\frac{1 - \cos \theta}{2} b_1$   |
| 2. $\rho V_1^2 b_1 \sin^2 \theta$ | $\frac{1 + \cos^2 \theta}{2} b_1$ | $\frac{1 - \cos^2 \theta}{2} b_1$ |
| 3. $\rho V_1^2 b_1 \sin \theta$   | $\frac{1 + \cos \theta}{2} b_1$   | $\frac{1 - \cos \theta}{2} b_1$   |
| 4. $\rho V_1^2 b_1 \sin \theta$   | $\frac{1 + \cos \theta}{2} b_1$   | $\frac{1 - \cos^2 \theta}{2} b_1$ |
| 5. $\rho V_1^2 b_1 \sin \theta$   | $\frac{1 + \cos^2 \theta}{2} b_1$ | $\frac{1 - \cos^2 \theta}{2} b_1$ |

【No. 67】 図のように、内径  $D$  の円筒水槽に接続された内径  $d$  ( $d \ll D$ ) の円管より水が放流されている。円筒水槽には水が連続的に供給され、水位  $h$  が一定に保たれている。このとき、円筒水槽及び円管内の圧力水頭の分布として最も妥当なのはどれか。

ただし、エネルギー損失は無視でき、円管の内径は一定とする。また、選択肢の図において、点線は基準高を表し、+、- は圧力水頭の正負を表す。



【No. 68】 図は、水路幅  $B$  が流下方向に変化する水平水路の平面図を示している。この水路に一定流量  $Q$  が流れており、拡幅区間での水面形を考える。このとき、次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。



ただし、流れのエネルギー損失は無視できるものとする。

「この流れの比エネルギー  $E$  は、水深  $h$ 、単位幅流量  $q$ 、重力加速度の大きさ  $g$  を用いて、式①と表される。

$$E = h + \frac{q^2}{2gh^2} \quad \dots\dots①$$

この水路幅変化は局所的であり、 $E$  は流下方向  $x$  に保存されるとすると、流下方向への比エネルギーの変化  $\frac{dE}{dx}$  はフルード数  $F_r$  を用いて、式②と表される。

$$\frac{dE}{dx} = (1 - F_r^2) \frac{dh}{dx} + \boxed{\text{㉞}} \frac{h}{q} \cdot \frac{dq}{dx} = 0 \quad \dots\dots②$$

一方、連続式より、流下方向への  $q$  の変化は、水路幅変化  $\frac{dB}{dx}$  を用いて、式③と表される。

$$\frac{dq}{dx} = -\frac{Q}{B^2} \cdot \frac{dB}{dx} \quad \dots\dots③$$

式②、③より、流下方向への水深変化は、式④と表される。

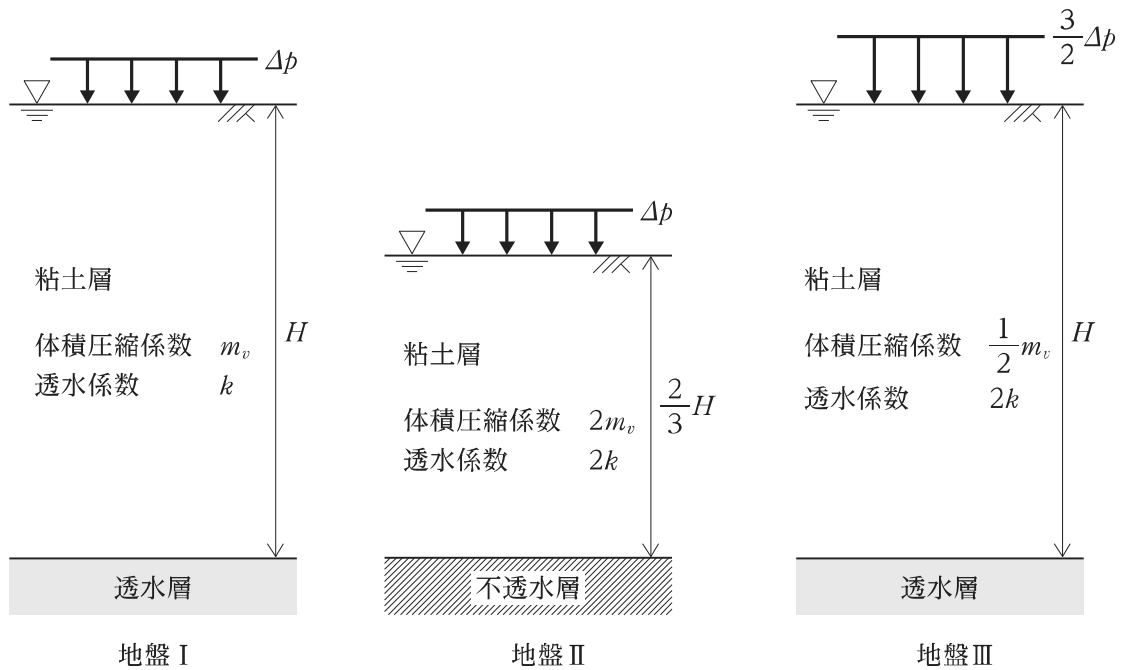
$$\frac{dh}{dx} = \boxed{\text{㉟}} \cdot \frac{dB}{dx} \quad \dots\dots④$$

式④より、例えば、全区間で流れが常流の場合、拡幅区間ではそれ以外の区間よりも水深が  $\boxed{\text{㊱}}$  ことがわかる。」

- |    | ㉞       | ㉟   | ㊱   |
|----|---------|---|-----|
| 1. | $F_r$   | $\frac{F_r^2}{F_r^2 - 1} \cdot \frac{h}{B}$ | 小さい |
| 2. | $F_r$   | $\frac{F_r^2}{1 - F_r^2} \cdot \frac{h}{B}$ | 大きい |
| 3. | $F_r^2$ | $\frac{F_r^2 - 1}{F_r^2} \cdot \frac{h}{B}$ | 小さい |
| 4. | $F_r^2$ | $\frac{F_r^2}{F_r^2 - 1} \cdot \frac{h}{B}$ | 小さい |
| 5. | $F_r^2$ | $\frac{F_r^2}{1 - F_r^2} \cdot \frac{h}{B}$ | 大きい |

【No. 69】 図のような三つの地盤条件において、一様な載荷重の大きさ、粘土層の厚さ、体積圧縮係数、透水係数がそれぞれ、地盤Ⅰは  $\Delta p$ ,  $H$ ,  $m_v$ ,  $k$  であり、地盤Ⅱは  $\Delta p$ ,  $\frac{2}{3}H$ ,  $2m_v$ ,  $2k$  であり、地盤Ⅲは  $\frac{3}{2}\Delta p$ ,  $H$ ,  $\frac{1}{2}m_v$ ,  $2k$  である。また、地盤Ⅰと地盤Ⅲの下の層は透水層であり、地盤Ⅱの下の層は不透水層である。このとき、地盤Ⅰ, Ⅱ, Ⅲのうち、圧密沈下量が最大となるものと、圧密度 90% に到達する時間(圧密時間)が最小となるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、圧密現象は Terzaghi の一次元圧密理論に従うものとする。



圧密沈下量が最大

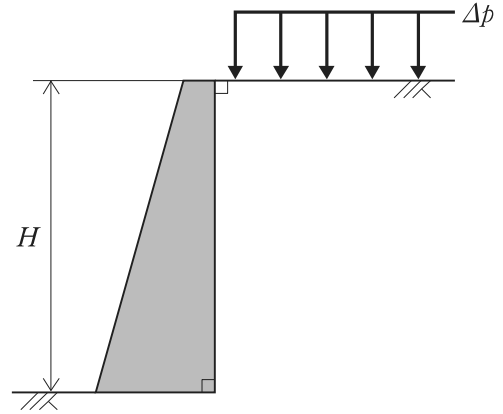
1. 地盤Ⅰ
2. 地盤Ⅰ
3. 地盤Ⅱ
4. 地盤Ⅱ
5. 地盤Ⅲ

圧密時間が最小

- 地盤Ⅱ
- 地盤Ⅲ
- 地盤Ⅱ
- 地盤Ⅲ
- 地盤Ⅰ

【No. 70】 図のように、地表面が水平で、壁体背面が鉛直である高さ  $H$  の重力式擁壁がある。主働土圧状態であるとき、土圧係数  $K_a$ 、この擁壁の単位奥行き(1.0 m)当たりにはたらく Rankine の主働土圧  $P_a$  及び擁壁底面からの作用位置  $x$  の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、背面土の粘着力はなく、背面土の単位体積重量を  $\gamma_t$ 、背面土の内部摩擦角を  $\phi$ 、背面土の地表面に一様にかかる載荷重の大きさを  $\Delta p$  とし、Rankine 土圧論が適用できるものとする。



$K_a$	$P_a$	$x$
1. $\tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$	$K_a\Delta p H + \frac{1}{2}K_a\gamma_t H^2$	$\frac{H}{3} \cdot \frac{\gamma_t H + 3\Delta p}{\gamma_t H + 2\Delta p}$
2. $\tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$	$K_a\Delta p H + \frac{1}{2}K_a\gamma_t H^2$	$\frac{H}{6} \cdot \frac{3\gamma_t H + 4\Delta p}{\gamma_t H + 2\Delta p}$
3. $\tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$	$\Delta p H + \frac{1}{2}K_a\gamma_t H^2$	$\frac{H}{3} \cdot \frac{K_a\gamma_t H + 3\Delta p}{K_a\gamma_t H + 2\Delta p}$
4. $\tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$	$K_a\Delta p H + \frac{1}{2}K_a\gamma_t H^2$	$\frac{H}{3} \cdot \frac{\gamma_t H + 3\Delta p}{\gamma_t H + 2\Delta p}$
5. $\tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$	$\Delta p H + \frac{1}{2}K_a\gamma_t H^2$	$\frac{H}{3} \cdot \frac{K_a\gamma_t H + 3\Delta p}{K_a\gamma_t H + 2\Delta p}$

No. 71～No. 75 は選択問題(科目 11. 環境工学(土木)・衛生工学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 71】 我が国の上水道に関する記述㉔、㉕、㉖のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉔ 水道水質基準を補完する項目として定められている水質管理目標設定項目は、毒性評価が定まらないことや、浄水中の存在量が不明などの理由から水質基準項目に分類できない項目であり、今後、必要な情報・知見の収集に努めていくべきものと位置付けられている。
- ㉕ 急速ろ過方式は、緩速ろ過方式に比較して狭い面積で大量の水を処理でき、我が国では急速ろ過方式を採用している浄水場が多い。
- ㉖ オゾン処理は、塩素よりも強い酸化力を利用し、異臭味や色度の除去、消毒副生成物の低減を目的として行われ、その消毒効果には塩素のような残留性が期待できる。

1. ㉔、㉕
2. ㉔、㉖
3. ㉕
4. ㉕、㉖
5. ㉖



【No. 72】 我が国の下水道に関する記述㉗～㉝のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 分流式下水道は、汚水と雨水は別々の管路系統で排除され、汚水は全て処理場に送られて処理されることから、分流式下水道に水質保全上の問題はない。
- ㉘ 管渠内の流速は、下水中の沈殿物が堆積しない最小流速と、管渠が破損しない程度の最大流速の範囲内で設定される。
- ㉙ 生物学的硝化脱窒法は、硝化反応によって亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素をアンモニア性窒素に変換した後、脱窒反応によってアンモニア性窒素を窒素ガスに変換して窒素を除去する方法である。
- ㉝ 汚泥焼却は、通常は補助燃料を必要とする。しかし、運転経費に補助燃料が占める割合が大きいため、脱水効率を上げたり、乾燥工程を設けたりするなどして、補助燃料の使用量をできるだけ少なくなるように検討する。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉝
5. ㉙、㉝

【No. 73】 我が国の水環境に関する記述㉗、㉘、㉙のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ 有機汚濁の代表的な水質指標である化学的酸素要求量(COD)は、水中の有機物質が一定条件の下で、酸化剤により分解されるのに要する酸素量である。
- ㉘ 河川の自浄作用には、水中の微生物による生物学的分解、吸着・沈殿、希釈の三つの因子が関係しているが、このうち生物学的分解は見かけの自浄作用と呼ばれ、吸着・沈殿及び希釈は真の自浄作用と呼ばれる。
- ㉙ 河川、湖沼、港湾、沿岸海域及び灌漑用水路などの公共用水域の水質の測定は、環境基本法の規定に基づき実施されている。

1. ㉗
2. ㉗、㉘
3. ㉘
4. ㉘、㉙
5. ㉙

【No. 74】 地球温暖化対策に関する記述㉗、㉘、㉙のうち、下線部が妥当なもののみを全て挙げて  
いるのはどれか。

- ㉗ 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、2021年8月から2022年4月にかけて順次公表した作業部会報告書において、「人間の影響が大气、海洋及び陸域を温暖化させてきたことは疑う余地がない」ことなどを公表した。
- ㉘ 特定フロン、ハロン、臭化メチルなどの化学物質によるオゾン層の破壊により、地上に到達する有害な紫外線が増加し、皮膚ガンや白内障などの健康被害の発生や、植物の生育の阻害などを引き起こす懸念がある。また、オゾン層破壊物質の多くは温室効果ガスでもあり、フロン類の排出抑制対策は、地球温暖化対策の観点からも重要である。
- ㉙ 1997年に京都市で開催された国連気候変動枠組条約第3回締約国会議で採択された京都議定書は、先進国だけでなく発展途上国に対しても法的拘束力のある温室効果ガス削減の数値目標を設定し、目標達成の補足的な仕組みとして、他国での削減を目標達成に活用できる京都メカニズムについて定めている。

1. ㉗
2. ㉗、㉘
3. ㉗、㉘、㉙
4. ㉗、㉙
5. ㉘、㉙



(下書き用紙)



(下書き用紙)

【No. 75】 環境アセスメントに関する記述㉗～㉞のうち、下線部が妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 環境アセスメントとは、土地の形状の変更、工作物の新設その他これらに類する事業を行う者が、その事業を実施する前に環境に及ぼす影響について自ら調査、予測又は評価を実施し、その結果に基づいて、その事業に環境配慮を組み込む仕組みをいう。
- ㉘ 我が国の環境アセスメント制度においては、評価に係る基本的な考え方として、事業者により実行可能な範囲内で環境影響が回避又は低減がなされているものであるか否かではなく、環境基準などの基準達成がなされているか否かという観点に重点が置かれており、ベスト追求型ではなく基準達成型とされている。
- ㉙ 我が国の環境アセスメント制度は、事業の許認可権者が、事業の審査に当たり、環境アセスメントの手続の中で環境影響評価書やこの評価書に対して述べられた意見に基づき、対象事業が環境の保全について適正な配慮がなされたものであるかどうかを審査し、許認可などを拒否したり、条件を付けたりすることができる。
- ㉞ 我が国の環境アセスメント制度は、必ず環境アセスメント手続を実施する第1種事業と、個別の事業や地域の違いを踏まえて環境アセスメントの実施の必要性を個別に判断する第2種事業に分けられている。第2種事業について、環境アセスメントの実施の必要性を個別に判断するふり分けの手続を「スコーピング」という。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉞
5. ㉙、㉞

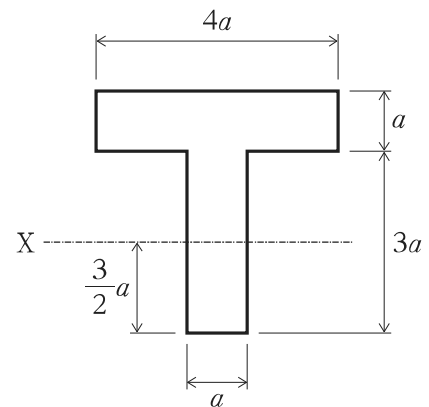
No. 76～No. 80 は選択問題(科目 12. 構造力学(建築))です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

なお、本科目の選択者は、科目 7 (材料力学[機械系])と科目 9 (構造力学(土木)・土木材料・土木施工)のいずれも選択することはできません。

【No. 76】 図のような T 形断面の X 軸に関する断面 2 次モーメントとして最も妥当なのはどれか。

1.  $\frac{31}{12}a^4$
2.  $\frac{47}{12}a^4$
3.  $\frac{67}{12}a^4$
4.  $\frac{175}{12}a^4$
5.  $\frac{223}{12}a^4$





【No. 77】 図 I ~ IV のように、単純梁及び張り出し梁に対して、等分布荷重、集中荷重及び外力のモーメントが作用している場合を考える。図 I ~ IV の梁の支点間に生ずる最大せん断力の絶対値をそれぞれ  $Q_I$ ,  $Q_{II}$ ,  $Q_{III}$ ,  $Q_{IV}$  とするとき、 $Q_I = Q_{II} = Q_{III} = Q_{IV}$  となる  $x$  [m],  $y$  [m],  $z$  [m] の組合せとして最も妥当なのは次のうちではどれか。

ただし、部材の自重は無視するものとする。

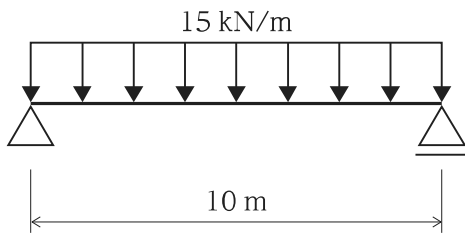


図 I

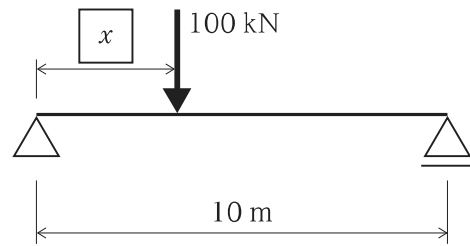


図 II

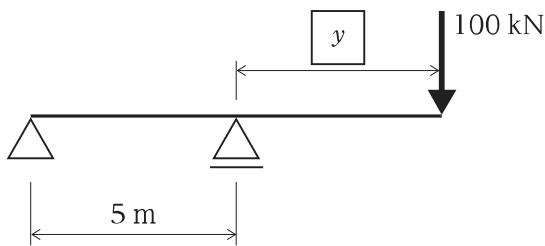


図 III

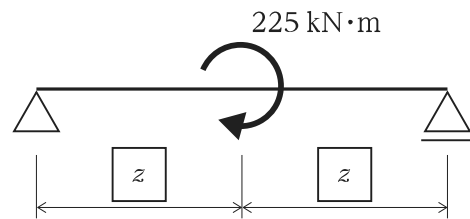


図 IV

- |    | $x$            | $y$            | $z$           |
|----|----------------|----------------|---------------|
| 1. | $\frac{5}{2}$  | $\frac{15}{4}$ | $\frac{3}{2}$ |
| 2. | $\frac{5}{2}$  | $\frac{15}{4}$ | 3             |
| 3. | $\frac{5}{2}$  | 5              | $\frac{3}{2}$ |
| 4. | $\frac{10}{3}$ | $\frac{15}{4}$ | $\frac{3}{2}$ |
| 5. | $\frac{10}{3}$ | 5              | 3             |

【No. 78】 図のように、曲げ剛性  $EI$  の片持ち梁に等分布荷重  $w$  が作用している。A 点のたわみ角  $\theta_A$  の絶対値として最も妥当なのはどれか。

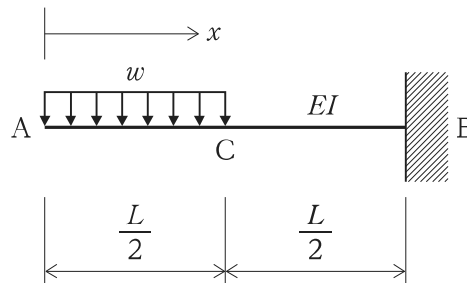
ただし、片持ち梁は曲げ変形のみ生ずる弾性部材であり、部材の自重は無視するものとする。

なお、A 点から水平右向きに  $x$  軸をとり、 $x$  におけるたわみを  $v(x)$ 、たわみ角を  $\theta(x)$ 、曲げモーメントを  $M(x)$  とすると、次式が成り立つことを用いてよい。

$$\frac{d^2v(x)}{dx^2} = -\frac{M(x)}{EI}$$

$$\theta(x) = \frac{dv(x)}{dx}$$

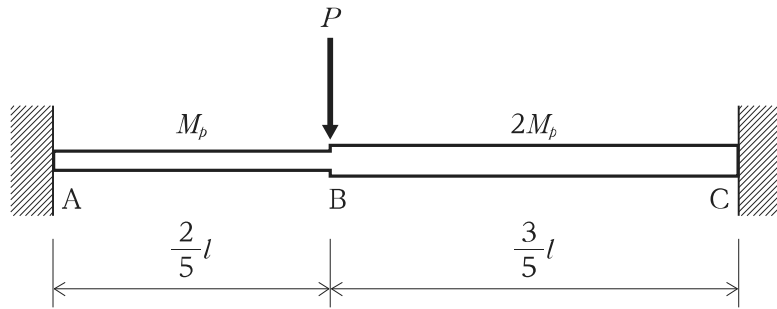
また、連続の条件から、AC の右端のたわみ角と CB の左端のたわみ角は等しくなることを用いてよい。



1.  $\frac{wL^4}{8EI}$
2.  $\frac{wL^4}{384EI}$
3.  $\frac{wL^3}{6EI}$
4.  $\frac{7wL^3}{48EI}$
5.  $\frac{wL^3}{24EI}$

【No. 79】 図のような AB の全塑性モーメントが  $M_p$ 、BC の全塑性モーメントが  $2M_p$  である両端固定の梁の B 点に、下向きの集中荷重  $P$  が作用している。 $P$  を増大させて、A 点、B 点、C 点に塑性ヒンジが形成され、 $P = P_u$  となったとき、崩壊機構が形成されたとすると、崩壊荷重  $P_u$  の大きさとして最も妥当なのはどれか。

ただし、部材の自重と伸縮は無視するものとする。



1.  $\frac{5M_p}{l}$
2.  $\frac{10M_p}{l}$
3.  $\frac{25M_p}{3l}$
4.  $\frac{35M_p}{3l}$
5.  $\frac{25M_p}{2l}$

【No. 80】 図 I のような、頂部にそれぞれ質量が  $m$ ,  $2m$ ,  $2m$  の集中質量を持ち、剛性が  $k$ ,  $k$ ,  $3k$  の棒 A, B, C があり、固有周期はそれぞれ  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  である。それぞれの棒の脚部に図 II のような加速度応答スペクトルを持つ地震動が入力されたときの、棒に生ずる応答せん断力  $Q_A$ ,  $Q_B$ ,  $Q_C$  と応答変位  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $X_C$  のそれぞれの大小関係の組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、 $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  は図 II の  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  のいずれかに対応し、応答は水平方向で弾性範囲内とする。

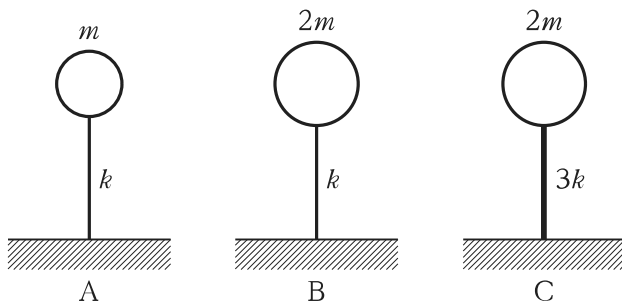


図 I

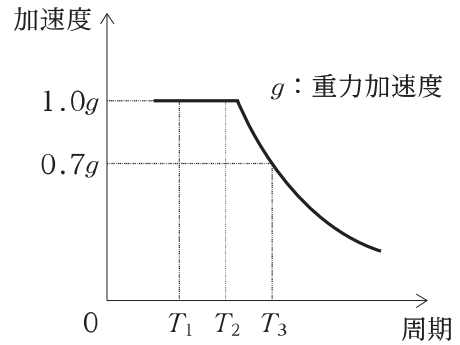


図 II

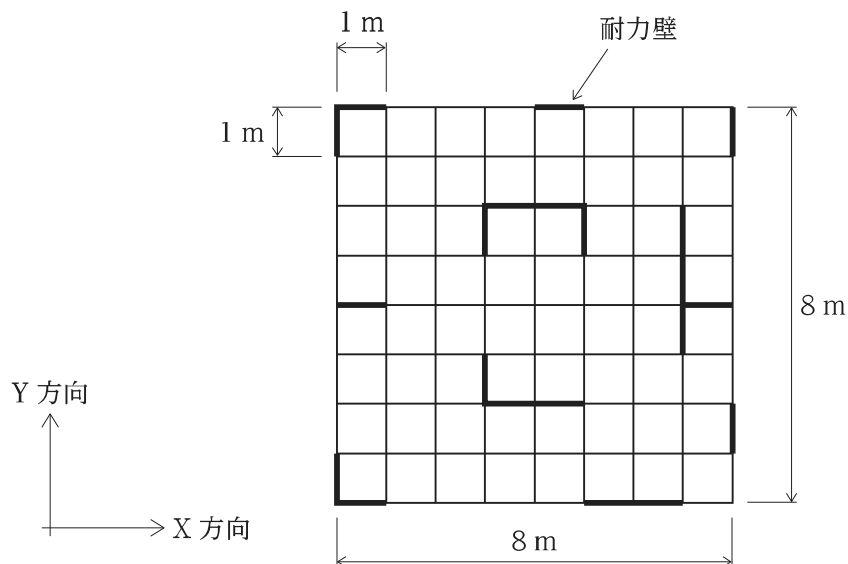
- | 応答せん断力               | 応答変位              |
|----------------------|-------------------|
| 1. $Q_A < Q_B = Q_C$ | $X_C < X_A < X_B$ |
| 2. $Q_A < Q_B < Q_C$ | $X_B < X_A < X_C$ |
| 3. $Q_A < Q_B < Q_C$ | $X_C < X_A < X_B$ |
| 4. $Q_A < Q_C < Q_B$ | $X_A < X_C < X_B$ |
| 5. $Q_A < Q_C < Q_B$ | $X_C < X_A < X_B$ |

No. 81～No. 85 は選択問題(科目 13. 建築構造・建築材料・建築施工)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 81】 図に示す平面図を有する木造軸組工法による平家建て建築物に対して、建築基準法令における木造建築物の「構造耐力上必要な軸組等」について考える。図中の太線は長さ 1 m の耐力壁を表しており、その壁倍率は 1.0 である。地震力を考える際に階の床面積に乗ずる数値が  $15 \text{ cm/m}^2$  であるとき、記述㉑～㉕のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉑ 地震力に対する必要な軸組長さは、9.6 m である。
- ㉒ Y 方向の左側側端部分の壁量充足率は、1.0 を超えている。
- ㉓ Y 方向の右側側端部分の壁量充足率は、1.0 を超えている。
- ㉔ Y 方向の壁率比は、0.5 である。



1. ㉑、㉒
2. ㉑、㉓
3. ㉑、㉔
4. ㉒、㉓
5. ㉒、㉔

【No. 82】 我が国の建築基準法令における荷重及び外力に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 鉄骨造建築物の構造特性係数  $D_s$  は、柱や梁の幅厚比が大きい部材が多いほど、小さな値を与えることができる。
- ㉘ 建築物のある層に作用する地震層せん断力は、その層のみの重量に、その層の地震層せん断力係数  $C_i$  を乗じて計算する。
- ㉙ 平均風速の高さ方向の分布を表す係数  $E_r$  は、高さが同じ場合、都市計画区域内の都市化が極めて著しい区域より、都市計画区域外の極めて平坦で障害物がない区域の方が大きい。
- ㉞ 多雪区域における建築物の設計用地震力の計算に用いる積雪荷重の大きさは、短期の積雪荷重の 0.35 倍の数値とする。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉗、㉞
4. ㉘、㉙
5. ㉙、㉞

【No. 83】 建築材料の強度及びヤング係数に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 普通コンクリートのヤング係数は、圧縮強度が大きいほど大きな値となる。
- ㉘ 鋼材のヤング係数は、引張強度が大きいほど大きな値となる。
- ㉙ 木材の曲げヤング係数は、圧縮強度にかかわらず一定である。
- ㉞ 鋼材のヤング係数(A)、普通コンクリートのヤング係数(B)、木材の曲げヤング係数(C)の大小関係は、 $A > B > C$  である。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉗、㉞
4. ㉘、㉙
5. ㉘、㉞

【No. 84】 我が国における内外装材料等に関する記述㉠～㉥のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉠ セラミックタイルは、JISにおいて吸水率によって分類され、一般に、外装材には吸水率の大きいタイルが用いられる。
- ㉡ アルミニウム板は、軽量で加工性が良く、外装材として広く用いられるが、異種金属との接触で腐食しやすいことに注意する必要がある。
- ㉢ ロックウール化粧吸音板は、プラスターボードとも呼ばれ、防火性・防腐性に優れ、天井や壁の仕上げ材だけでなく、これらの下地材としても多く用いられている。
- ㉣ 左官材料としてのモルタルは、数回に分けて塗られ、一般に、下地に近い層ほどセメント量を多くした富調合とする。

1. ㉠、㉡
2. ㉠、㉢
3. ㉡、㉣
4. ㉡、㉣
5. ㉢、㉣

【No. 85】 建築施工に係る各種試験に関する記述㉦～㉩のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉦ コンクリートの圧縮強度試験のための供試体用のコンクリートは、打込み日ごと、打込み工区ごとに打込み量  $150 \text{ m}^3$  とその端数量ごとに採取し、1回の試験に3個の供試体を作製する。
- ㉧ スランプ試験では、スランプコーンを引き抜いた後の、フレッシュコンクリートの底面からの高さをスランプ値として測定する。
- ㉨ 鉄骨の溶接部分における超音波探傷試験は、超音波の反射波を利用して鉄骨表面の欠陥の有無を調べる非破壊検査である。
- ㉩ 平板載荷試験は、基礎が載る地盤に載荷板を設置し、これに荷重をかけて沈下量を測定して地盤の耐力や支持力の推定を行うものである。

1. ㉦、㉧
2. ㉦、㉨
3. ㉦、㉩
4. ㉧、㉩
5. ㉨、㉩

No. 86～No. 90 は選択問題(科目 14. 計測工学・制御工学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 86】 任意の物理量  $Q$  の次元  $\dim Q$  は、国際単位系の七つの基本量である時間、長さ、質量、電流、温度、物質質量及び光度の次元を用いて組み立てることができる。これらをそれぞれ  $T, L, M, I, \Theta, N$  及び  $J$  と表現し、 $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta$  及び  $\eta$  を定数としたとき、次式が成り立つ。

$$\dim Q = T^\alpha L^\beta M^\gamma I^\delta \Theta^\varepsilon N^\zeta J^\eta$$

ここで、全ての次元の指数が 0 (ゼロ) である物理量は無次元量と呼ばれる。次の物理量①～⑧のうち、無次元量のみを挙げているのはどれか。

- ① 弾性係数
- ② 微細構造定数
- ③ 磁化率
- ④ 透磁率
- ⑤ 比重
- ⑥ 比誘電率
- ⑦ レイノルズ数
- ⑧ 屈折率
- ⑨ 比熱

1. ①、②、③
2. ①、③、⑨
3. ②、⑤、⑧
4. ③、④、⑧
5. ⑤、⑥、⑨



【No. 87】 振り子の長さを  $l$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とすると、その周期  $T$  は  $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  で与えられる。重力加速度の大きさ  $g$  を求めるために、振り子の長さ  $l$  と周期  $T$  を測定した。この測定における  $l$  と  $T$  の標準不確かさをそれぞれ  $u(l)$ 、 $u(T)$  とすると、これらの相対標準不確かさは  $\frac{u(l)}{l} = 0.50\%$ 、 $\frac{u(T)}{T} = 0.60\%$  だった。この測定から求められる  $g$  の相対標準不確かさ  $\frac{u(g)}{g}$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、 $l$  と  $T$  の測定は互いに独立したものであり、それらに相関はないものとする。また、 $u(g)$  を  $g$  の標準不確かさとする。

1. 0.78 %
2. 1.0 %
3. 1.1 %
4. 1.3 %
5. 1.7 %

【No. 88】 次の時間関数  $f(t)$  のラプラス変換として最も妥当なのはどれか。

ただし、 $s$  はラプラス演算子とし、 $a$  は任意の定数とする。

$$f(t) = \begin{cases} \sin(3(t+a)) & (t \geq 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases}$$

1.  $\frac{3 \cos(3a) + \sin(3a)s}{s^2 + 9}$

2.  $\frac{3 \cos(3a) - \sin(3a)s}{s^2 + 9}$

3.  $\frac{\cos(3a) + \sin(3a)s}{s^2 + 9}$

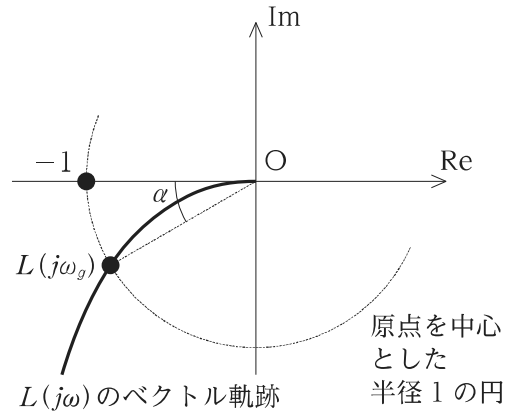
4.  $\frac{3}{s^2 + 9} e^{as}$

5.  $\frac{3}{s^2 + 9} e^{-as}$

【No. 89】 一巡伝達関数  $L(s)$  が安定であるとし、この位相余裕を  $\alpha = 30^\circ$  とする。このときのゲイン交差角周波数  $\omega_g$  ( $|L(j\omega_g)| = 1$  となる角周波数) における伝達関数  $T(s) = \frac{L(s)}{1 + L(s)}$  のゲイン  $|T(j\omega_g)|$  として最も妥当なのはどれか。

ここで、 $j$  は虚数単位とし、 $L(j\omega)$  のベクトル軌跡における  $\alpha$  と  $\omega_g$  の関係は図のとおりである。

1.  $\frac{1}{2}$
2.  $\frac{1}{\sqrt{2 + \sqrt{3}}}$
3. 1
4.  $\frac{1}{\sqrt{2 - \sqrt{3}}}$
5.  $\frac{1}{2 - \sqrt{3}}$



【No. 90】 図 I のブロック線図を図 II のように等価変換したとき、図 II の  $H_1$  と  $H_2$  の組合せとして最も妥当なのはどれか。

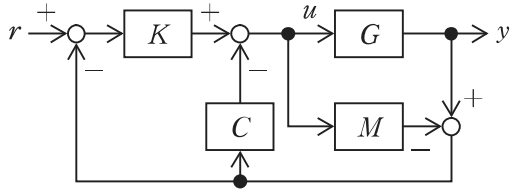


図 I

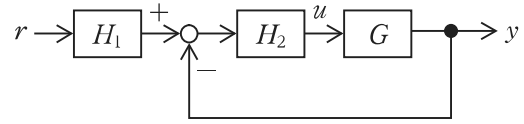


図 II

- |    | $H_1$             | $H_2$                        |
|----|-------------------|------------------------------|
| 1. | 1                 | $\frac{K}{1 - MC}$           |
| 2. | 1                 | $\frac{C + K}{1 - M(C + K)}$ |
| 3. | $\frac{C}{C + K}$ | $\frac{C + K}{1 - M(C + K)}$ |
| 4. | $\frac{K}{C + K}$ | $\frac{C + K}{1 - M(C + K)}$ |
| 5. | $\frac{K}{C + K}$ | $\frac{C + K}{1 + M(C + K)}$ |

No. 91～No. 95は選択問題(科目15. 電子工学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 91】 シリコン半導体のドーピングに関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

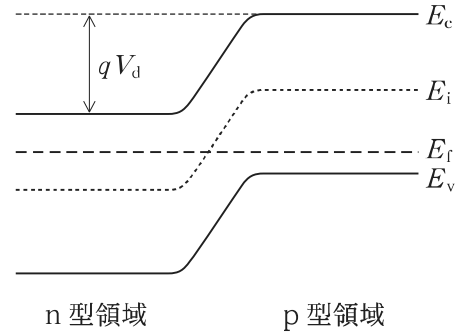
「純粋なシリコン半導体結晶にアルミニウムを添加すると、正孔が増大して抵抗率は著しく

㉞ する。この半導体を ㉟ 半導体、添加した元素を不純物と呼ぶ。

不純物密度が  $3.0 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  の ㉟ シリコン半導体を作製した。正孔の密度が不純物密度と等しく、シリコンの真性キャリア密度を  $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  とすると、電子の密度は ㊱  $\text{ cm}^{-3}$  となる。」

- | ㉞     | ㉟  | ㊱                 |
|-------|----|-------------------|
| 1. 減少 | p型 | $2.0 \times 10^5$ |
| 2. 減少 | p型 | $7.5 \times 10^4$ |
| 3. 減少 | n型 | $2.0 \times 10^5$ |
| 4. 増加 | p型 | $7.5 \times 10^4$ |
| 5. 増加 | n型 | $7.5 \times 10^4$ |

【No. 92】 図は、pn接合のエネルギーバンド図を表している。 $E_c$ は伝導帯下端のエネルギー準位、 $E_i$ は真性フェルミ準位、 $E_f$ はフェルミ準位、 $E_v$ は価電子帯上端のエネルギー準位である。p型領域のアクセプター濃度 $N_a$ は $3.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、n型領域のドナー濃度 $N_d$ は $1.5 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ であるとき、拡散電位 $V_d$ として最も妥当なのはどれか。



ただし、p型半導体のフェルミ準位 $E_f(p)$ 及びn型半導体のフェルミ準位 $E_f(n)$ は、次式で与えられるものとする。

$$E_f(p) = E_i - kT \ln \frac{N_a}{n_i}$$

$$E_f(n) = E_i + kT \ln \frac{N_d}{n_i}$$

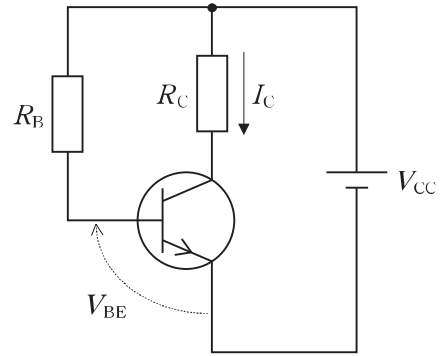
ここで、ボルツマン定数 $k$ は $1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ 、温度 $T$ は $300 \text{ K}$ 、真性キャリア密度 $n_i$ は $1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 、電気素量 $q$ は $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ である。また、 $\ln 2 = 0.69$ 、 $\ln 10 = 2.30$ とする。

1. 0.44 V
2. 0.60 V
3. 0.67 V
4. 0.75 V
5. 0.80 V

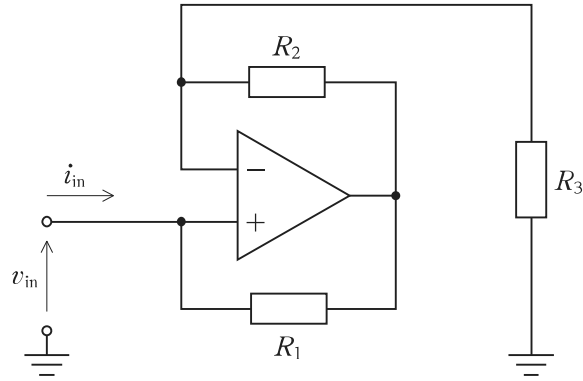
【No. 93】 図は、トランジスタを用いた固定バイアス回路である。トランジスタの直流電流増幅率  $h_{FE}$  が  $1.5 \times 10^2$ 、電源電圧  $V_{CC}$  が 10 V、 $V_{BE}$  が 0.60 V、抵抗  $R_B$  の抵抗値が  $4.7 \times 10^2 \Omega$  であるとき、コレクタ電流の大きさ  $I_C$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、コレクタ遮断電流は無視するものとする。

1. 0.13 mA
2. 20 mA
3. 3.0 A
4. 13 A
5. 20 A



【No. 94】 図のような演算増幅器と抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  を用いた回路において、回路の入力インピーダンス  $\frac{v_{in}}{i_{in}}$  は、抵抗  $R_3$  の何倍になるか。  
 ただし、演算増幅器は理想的なものとする。



1.  $-\frac{R_1}{R_2}$  倍
2.  $-\frac{R_2}{R_1}$  倍
3.  $1 - \frac{R_1}{R_2}$  倍
4.  $\frac{R_1}{R_2}$  倍
5.  $\frac{R_2}{R_1}$  倍



【No. 95】 図 I、図 II のような pMOS トランジスタと nMOS トランジスタとを用いた CMOS 論理回路において、出力  $X$ 、 $Y$  を入力  $A$ 、 $B$  の論理式で表したものの組合せとして最も妥当なのは次のうちではどれか。

ただし、電源電圧  $V_{dd}$  は正の電圧である。

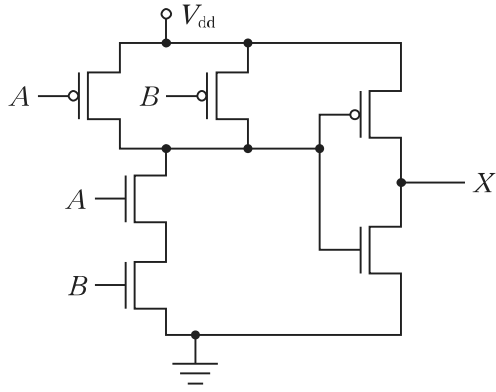


図 I

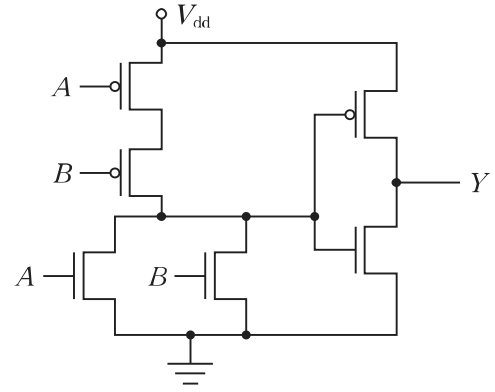


図 II

- |    | $X$                    | $Y$                    |
|----|------------------------|------------------------|
| 1. | $A + B$                | $A \cdot B$            |
| 2. | $\overline{A + B}$     | $\overline{A \cdot B}$ |
| 3. | $A \cdot B$            | $A + B$                |
| 4. | $A \cdot B$            | $\overline{A + B}$     |
| 5. | $\overline{A \cdot B}$ | $\overline{A + B}$     |

No. 96～No. 100 は選択問題(科目 16. 通信工学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 96】 デジタル通信に関する次の記述の㉞～㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「無線通信の変調波は、一般に次式で表される。

$$s(t) = A \cos(2\pi f_c t + \theta)$$

ここで、 $A$  は振幅、 $f_c$  は搬送波周波数、 $\theta$  は位相である。いま、デジタル変調方式として PSK を用いる場合、 の多値数が  $M$  のとき、1 シンボル当たり  bit 伝送できる。一方、デジタル変調方式として ASK を用いる場合、 の多値数が  $M$  のとき、1 シンボル当たり  bit 伝送できる。PSK と ASK のどちらの場合も、 $M = 2$  から  $M = 8$  にすると、1 シンボル当たりのビット数は  倍になる。」

	㉞	㉟	㊱	㊲
1.	$A$	$M$	$\theta$	3
2.	$A$	$\log_2 M$	$\theta$	4
3.	$\theta$	$M$	$A$	4
4.	$\theta$	$\log_2 M$	$A$	3
5.	$f_c$	$\log_2 M$	$A$	4

【No. 97】 ダイポールアンテナに関する次の記述の㉞～㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「ダイポールアンテナは、等価的に、抵抗、コンデンサ、コイルが直列接続された直列回路とみなすことができる。このコンデンサの静電容量を  $C_a$ 、コイルのインダクタンスを  $L_a$  とすると、このアンテナの直列共振周波数  $f_0$  は、次のようになる。

$$f_0 = \boxed{\text{㉞}}$$

この  $f_0$  をアンテナの固有周波数といい、このときの波長を固有波長という。このアンテナにコイルを直列に挿入すると、共振周波数は固有周波数より  $\boxed{\text{㉟}}$  なるため、固有波長よりも  $\boxed{\text{㉟}}$  波長に共振させることができる。このような目的で用いるコイルを、 $\boxed{\text{㉟}}$  コイルという。」

	㉞	㉟	㊱	㊲
1.	$\frac{1}{2\pi\sqrt{L_a C_a}}$	低く	長い	延長
2.	$\frac{1}{2\pi\sqrt{L_a C_a}}$	低く	短い	短縮
3.	$\frac{1}{2\pi\sqrt{L_a C_a}}$	高く	短い	短縮
4.	$2\pi\sqrt{L_a C_a}$	低く	長い	短縮
5.	$2\pi\sqrt{L_a C_a}$	高く	短い	延長

【No. 98】 OFDMに関する次の記述の㉗～㉚に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「OFDMでは、 対策としてガードインターバルが用いられる。いま、ガードインターバル長を有効 OFDM シンボル長の 10 % である 800 ns とする。このとき、有効 OFDM シンボル長は   $\mu\text{s}$ 、搬送波の周波数間隔は  kHz となる。また、ビットレートが 20 Mbps のとき、1 OFDM シンボル当たりのビット数は  bit となる。」

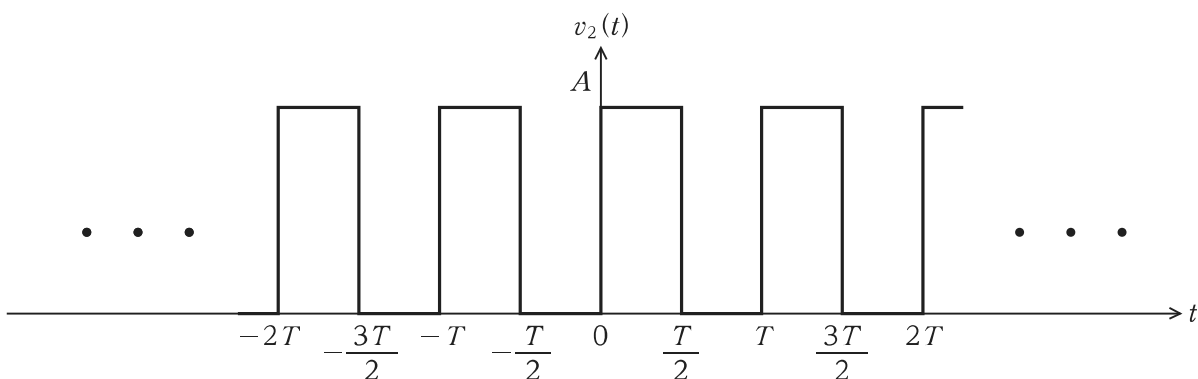
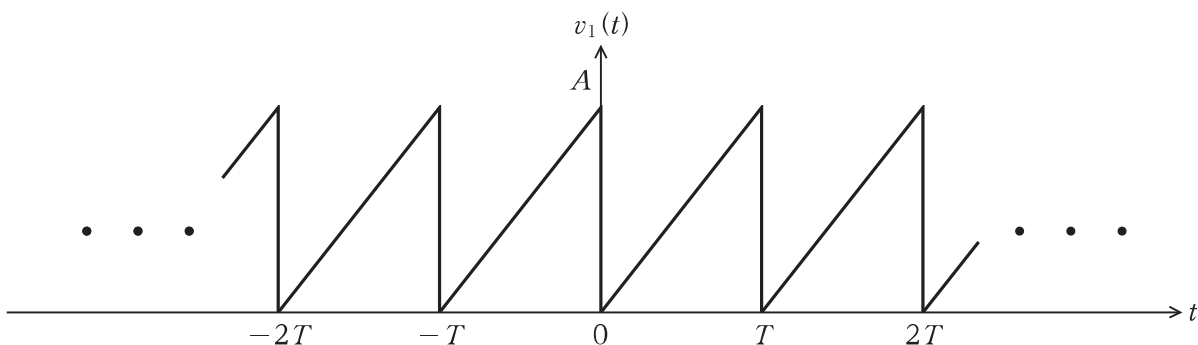
	㉗	㉘	㉙	㉚
1. 遅延波		0.08	125	160
2. 遅延波		8.0	12.5	160
3. 遅延波		8.0	125	176
4. 雑音		0.08	125	160
5. 雑音		8.0	12.5	176

【No. 99】 相互相関関数に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図のような二つの周期波形  $v_1(t)$ ,  $v_2(t)$  の相互相関関数  $R_{12}(\tau)$  は基本周期区間において、

㉞ と表され、周期 ㉟ で繰り返される周期関数となる。

なお、 $R_{12}(\tau)$  の計算に当たっての積分区間は  $0 \leq t \leq T$  とする。」



- | ㉞   | ㉟             |
|---|---------------|
| 1. $R_{12}(\tau) = A^2 \left( \frac{ \tau }{T} + \frac{1}{4} \right),  \tau  \leq \frac{T}{2}$  | $\frac{T}{2}$ |
| 2. $R_{12}(\tau) = A^2 \left( \frac{ \tau }{T} + \frac{1}{4} \right),  \tau  \leq \frac{T}{2}$  | $T$           |
| 3. $R_{12}(\tau) = A^2 \left( \frac{ \tau }{2T} + \frac{1}{8} \right),  \tau  \leq \frac{T}{2}$ | $\frac{T}{2}$ |
| 4. $R_{12}(\tau) = A^2 \left( \frac{ \tau }{2T} + \frac{1}{8} \right),  \tau  \leq \frac{T}{2}$ | $T$           |
| 5. $R_{12}(\tau) = A^2 \left( \frac{ \tau }{2T} + \frac{1}{8} \right),  \tau  \leq \frac{T}{2}$ | $2T$          |

【No. 100】 生起確率がそれぞれ 0.30, 0.30, 0.20, 0.15, 0.05 の 5 個の通報がある。これを次の表に示す A~E の符号により情報源符号化した。このとき、A~E のうち、一意復号と瞬時復号が可能であり、かつ、平均符号長が最短となるものとして最も妥当なのはどれか。

符号 \ 生起確率	0.30	0.30	0.20	0.15	0.05
A	0	1	10	01	11
B	01	10	11	00	111
C	0	10	110	1110	1111
D	00	01	10	110	1110
E	00	10	11	100	1101

1. A
2. B
3. C
4. D
5. E

No. 101～No. 105 は選択問題(科目 17. 機械力学)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 101】 図のように、内側の面が滑らかな頂角  $2\theta$  の円すいを頂点を下にして鉛直に立てる。質点が円すいの内側に沿って、高さ  $h$ 、一定の速さ  $v$  で等速円運動しているとき、 $v$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

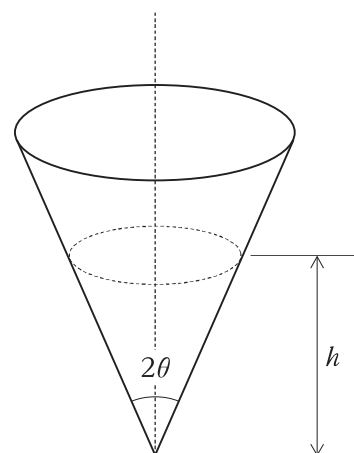
1.  $\sqrt{gh}$

2.  $\sqrt{\frac{gh}{\tan \theta}}$

3.  $\sqrt{\frac{gh}{\tan 2\theta}}$

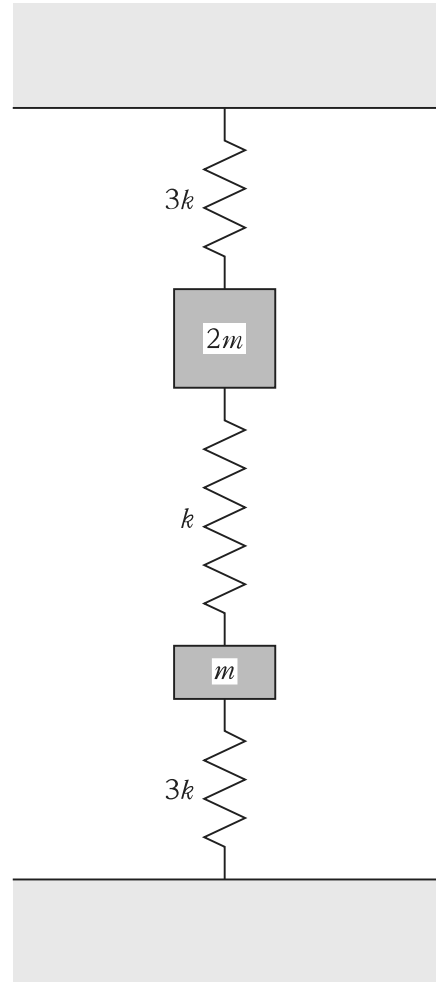
4.  $\sqrt{\frac{gh}{\cos \theta}}$

5.  $\sqrt{\frac{gh}{\cos 2\theta}}$



【No. 102】 図のような質量  $m$ ,  $2m$  の物体が、ばね定数  $k$ ,  $3k$  のばねを介して支持されている系について、自由振動における固有角振動数  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  の二乗の値の組合せとして最も妥当なのはどれか。  
ただし、 $\omega_1^2 > \omega_2^2$  とし、重力の影響は無視できるものとする。

- |    | $\omega_1^2$                                       | $\omega_2^2$                                       |
|----|--|--|
| 1. | $\left(3 + \frac{\sqrt{6}}{4}\right) \frac{k}{m}$  | $\left(3 - \frac{\sqrt{6}}{4}\right) \frac{k}{m}$  |
| 2. | $\left(3 + \frac{\sqrt{6}}{2}\right) \frac{k}{m}$  | $\left(3 - \frac{\sqrt{6}}{2}\right) \frac{k}{m}$  |
| 3. | $(3 + \sqrt{5}) \frac{k}{m}$                       | $(3 - \sqrt{5}) \frac{k}{m}$                       |
| 4. | $\left(6 + \frac{\sqrt{22}}{2}\right) \frac{k}{m}$ | $\left(6 - \frac{\sqrt{22}}{2}\right) \frac{k}{m}$ |
| 5. | $(6 + \sqrt{6}) \frac{k}{m}$                       | $(6 - \sqrt{6}) \frac{k}{m}$                       |

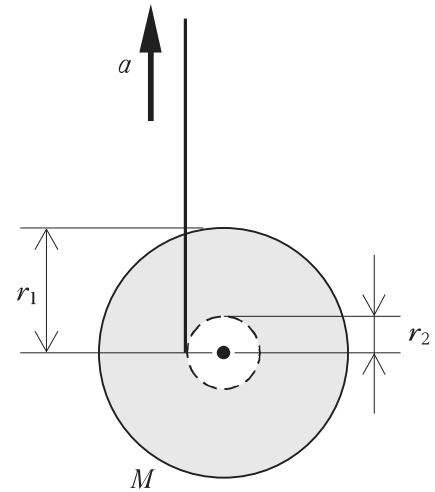




【No. 103】 図のように、質量  $M$ 、半径  $r_1$  の円板形状のヨーヨーがあり、ヨーヨー内部の半径  $r_2 (= \frac{1}{4}r_1)$  の軸まわりに糸を巻きつけて、糸の端を加速度  $a$  で鉛直上向きに持ち上げたところ、ヨーヨーの中心は一定の位置に静止した。このとき、 $a$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、糸と軸の間に滑りはなく、ヨーヨーの回転軸まわりの慣性モーメントを  $I = \frac{1}{2}Mr_1^2$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

1.  $\frac{1}{8}g$
2.  $\frac{1}{4}g$
3.  $\frac{3}{8}g$
4.  $4g$
5.  $8g$



【No. 104】 図 I のような質量  $M$  の剛体が、点  $O$  を通る水平軸のまわりで微小振動しており、この剛体の重心  $G$  は点  $O$  から距離  $a$  だけ離れている。また、剛体の重心  $G$  まわりの慣性モーメントは  $Mk^2$  で表され、 $k$  は回転半径である。このとき、図 I の剛体の運動の振動周期が、図 II の高さ  $3a$  の水平面内で等速円運動をする質量  $m$  の質点の円すい振り子の周期と一致する場合の  $k$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、剛体にはたらく空気の抵抗は無視できるものとし、微小角  $\theta$  は、 $\theta \approx \sin \theta$  と近似できるものとする。また、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

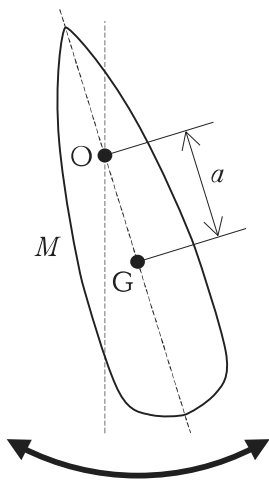


図 I

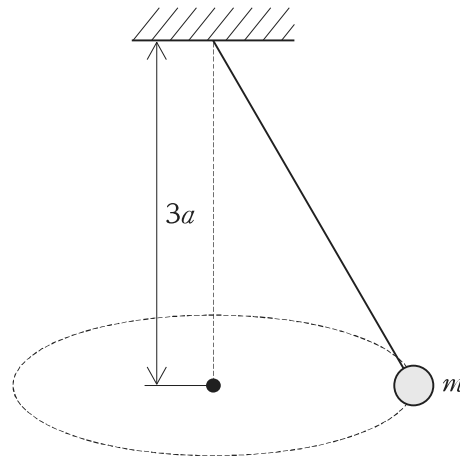


図 II

1.  $\frac{\sqrt{3}}{3}a$
2.  $\frac{\sqrt{2}}{2}a$
3.  $a$
4.  $\sqrt{2}a$
5.  $\sqrt{3}a$

No.105の問題は、問題の条件に誤りがあることが判明したため、当該問題については、「正答なし」として採点対象から除外されました。

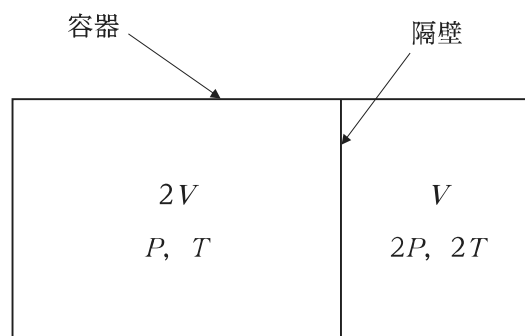
No. 106～No. 110 は選択問題(科目 18. 熱力学・熱機関[機械系])です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 106】 単位時間あたりにする仕事を表す動力の単位である[W]を、質量の単位である[kg]、長さの単位である[m]、時間の単位である[s]を用いて表したものとして最も妥当なのはどれか。

1.  $(\text{kg}\cdot\text{m})/\text{s}$
2.  $(\text{kg}\cdot\text{m})/\text{s}^2$
3.  $(\text{kg}\cdot\text{m}^2)/\text{s}^2$
4.  $(\text{kg}\cdot\text{m}^2)/\text{s}^3$
5.  $(\text{kg}\cdot\text{m}^3)/\text{s}^3$

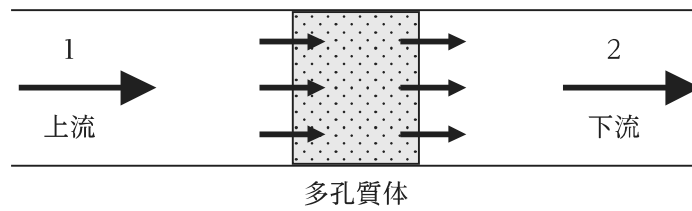
【No. 107】 図のように、体積  $3V$  の断熱容器の内部が、薄い隔壁によって体積  $2V$  と体積  $V$  の二つの空間に仕切られている。それぞれの空間には、同じ理想気体が封入されており、初期状態では、体積  $2V$  の空間は圧力  $P$ 、温度  $T$  であり、体積  $V$  の空間は圧力  $2P$ 、温度  $2T$  である。ここで、隔壁を取り除き、十分に時間が経過し、平衡状態となったとき、容器内の温度として最も妥当なのはどれか。



1.  $T$
2.  $\frac{4}{3}T$
3.  $\frac{3}{2}T$
4.  $\frac{5}{3}T$
5.  $2T$

【No. 108】 小さい孔が無数に開けられたものを多孔質体という。図のように、流路中に設けられた多孔質体を気体が通過すると、圧力が流れ方向に低下する。このような現象を絞り過程という。定常流れの絞り過程において、多孔質体の前後における気体の比エンタルピー  $h$ 、比エントロピー  $s$  の関係を表す組合せとして最も妥当なのはどれか。

ただし、気体の状態は多孔質体の上流を添え字 1、多孔質体の下流を添え字 2 で表す。また、気体は理想気体とし、外部と熱及び仕事の授受はなく、多孔質体の前後における気体の運動エネルギー及び位置エネルギーの変化は無視できるものとする。



- |    | 比エンタルピー     | 比エントロピー     |
|----|-------------|-------------|
| 1. | $h_1 > h_2$ | $s_1 = s_2$ |
| 2. | $h_1 > h_2$ | $s_1 < s_2$ |
| 3. | $h_1 = h_2$ | $s_1 > s_2$ |
| 4. | $h_1 = h_2$ | $s_1 = s_2$ |
| 5. | $h_1 = h_2$ | $s_1 < s_2$ |

【No. 109】 圧力 101.3 kPa の下で、温度 100 °C の液体の水 1 kg を加熱したところ、水は蒸発を始め、0.4 kg の飽和水と 0.6 kg の飽和蒸気になった。この湿り蒸気の乾き度と比エンタルピーの組合せとして最も妥当なのはどれか。

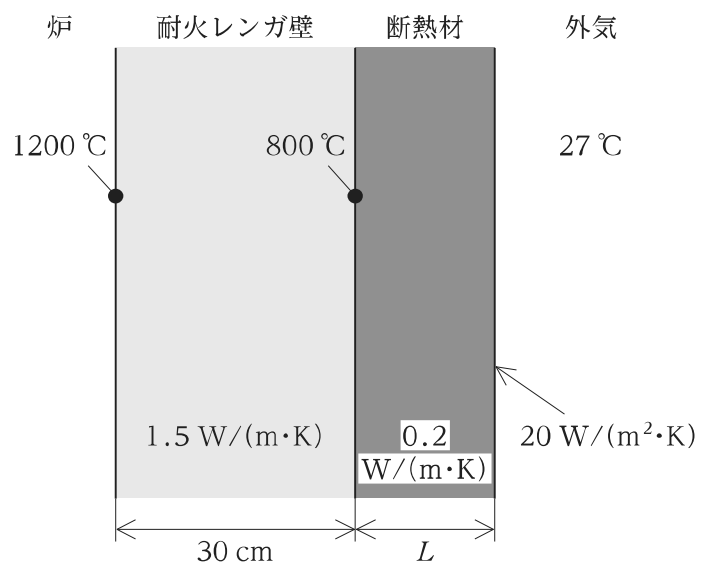
ただし、圧力 101.3 kPa における温度 100 °C の飽和水と飽和蒸気の比エンタルピーをそれぞれ 419 kJ/kg, 2676 kJ/kg とする。

	乾き度	比エンタルピー
1.	0.4	1322 kJ/kg
2.	0.4	1773 kJ/kg
3.	0.6	1322 kJ/kg
4.	0.6	1773 kJ/kg
5.	1.5	1773 kJ/kg

【No. 110】 図のような厚さ 30 cm、熱伝導率 1.5 W/(m・K) の耐火レンガ壁を有する炉の外側に、熱伝導率が 0.2 W/(m・K) の断熱材を設置する場合を考える。いま、定常状態下において炉内壁温度は 1200 °C、耐火レンガ壁と断熱材との接触面の温度は 800 °C、外気温度は 27 °C、外気と断熱材の間の熱伝達率は 20 W/(m<sup>2</sup>・K) である。このとき、設置した断熱材の厚さ  $L$  として最も妥当なのはどれか。

ただし、耐火レンガ壁及び断熱材を無限平板とみなせるものとする。また、耐火レンガ壁と断熱材との接触面における熱抵抗は無視できるものとする。

1. 1 cm
2. 3 cm
3. 5 cm
4. 7 cm
5. 9 cm



No. 111～No. 115 は選択問題(科目 19. 土木計画)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 111】 土木計画に用いられる統計的分析手法に関する記述㉞、㉟、㊱のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉞ 統計的検定において、棄却されることを前提とした仮説を帰無仮説といい、それが棄却されたときに採用する仮説を対立仮説という。
- ㉟ ある目的変量の値に変動をもたらす要因が複数あり、それらが目的変量の変動にどの程度寄与するかを統計的に分析し、主要な要因を抽出する手法を判別分析という。
- ㊱ 回帰分析において、標本観測値と推計値の差を残差といい、残差の二乗和を最小化する手法を最小二乗法という。

1. ㉞
2. ㉞、㉟
3. ㉞、㊱
4. ㉟、㊱
5. ㊱

【No. 112】 我が国の都市計画に関する記述㉞～㉠のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉞ 都市計画区域は、一体の都市として総合的に整備し、開発し、及び保全する必要がある区域として指定されるが、必要があるときは、当該市町村の区域外にわたり、指定されることがある。
- ㉟ 都市計画は、都道府県が決定するものと市町村が決定するものがあり、都道府県都市計画審議会又は市町村都市計画審議会の審議を経て決定される。ただし、2以上の都府県の区域にわたる都市計画区域に係る都市計画は、国土交通大臣及び市町村が定めることとなっている。
- ㊱ 都市計画区域内で用途地域の指定がない区域で建築物を建築する場合、開発許可の対象となるものでなければ、建築規制は適用されない。
- ㉠ 土地区画整理事業を実施するに当たっては、事業実施前と実施後で、個人が所有する宅地の面積は変化しないように行われなければならない。

1. ㉞、㉟
2. ㉞、㉠
3. ㉟、㊱
4. ㉟、㉠
5. ㊱、㉠

【No. 113】 我が国の都市交通に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ パーソントリップ調査は、人の移動に着目して、移動の目的、利用交通手段、時間などを調査するものであるが、個人情報保護の観点から、移動の起終点については調査しない。
- ㉘ 交通需要予測手法の一つである四段階推計法においては、一人一人の交通行動をゾーンの単位で集計し予測を行うことによって、交通需要を予測する。
- ㉙ 道路には、自動車専用道路、主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路、区画道路などの段階構成があるが、階層が大きく異なる道路を直接連結させることは避けるべきである。
- ㉞ 道路の横断構成については道路構造令により規定されており、設計交通量が決定されれば、幅員は一意に定まる。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉞
5. ㉙、㉞

【No. 114】 我が国の河川計画及び河川管理施設の構造に関する記述㉗、㉘、㉙のうち、下線部が妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ 河川整備計画においては、長期的な観点から、基本高水、計画高水流量配分を定めることとされている。
- ㉘ 堤防の構造については、河川管理施設等構造令において、材質、高さ、天端幅、法勾配などの基本的事項が定められている。
- ㉙ 流出解析には様々な手法があるが、河川や流域の特性、実績洪水の再現性などの精度や労力も踏まえ、大河川では合理式法、中小河川では貯留関数法がよく用いられる。

1. ㉗
2. ㉗、㉘
3. ㉘
4. ㉘、㉙
5. ㉙



【No. 115】 海岸工学・港湾工学に関する記述㉔、㉕、㉖のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉔ 突堤は、汀線から沖の方向に突き出す形状の海岸構造物であり、海岸侵食による地形変化を防ぐものである。
- ㉕ 外海に開いた湾内水面の振動現象を副振動といい、局所的な大気圧変動などによって湾内の固有周期に近い長周期波が侵入すると発生する。
- ㉖ 洋上風力発電は、陸上風力発電に比べて風況が良好であるため設備利用率が高いなどの利点があり、カーボンニュートラル実現の手段として期待されている。洋上風力発電の導入適地としては、送電線などの電気設備が充実している港湾区域があるが、海域の管理や利用調整の仕組みが整備されていないという課題がある。

1. ㉔
2. ㉔、㉕
3. ㉕
4. ㉕、㉖
5. ㉖

No. 116～No. 120 は選択問題(科目 20. 建築計画・建築法規・建築設備)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 116】 省エネルギーに係る設計手法に関する記述㉗～㉝のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ ナイトパーズは、外気温度の低い夜間に建物内部に外気を導入し、建築躯体を冷却することにより、屋間の室温上昇を防止し、冷房負荷の低減を図るシステムである。
- ㉘ ブラインドは、窓の屋外側に設けるより屋内側に設ける方が、日射熱の遮蔽効果は高い。
- ㉙ エアフローウィンドウは、2枚のガラスの間に設けたブラインドに日射熱を吸収させ、窓枠下部から室内空気を吸引して窓上部から排気することで、窓面付近の熱負荷を低減させるシステムである。
- ㉝ ライトシェルフは、窓の内外に取り付ける水平材で、直射日光を遮ると同時に、均斉度を下げる効果がある。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉝
5. ㉙、㉝

【No. 117】 電気設備に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「電気設備容量が大きい建築物には高圧(低圧の電圧を超え、㉞以下)又は特別高圧(㉞を超えるもの)で電気が供給される。これらの電気は、受変電設備において一般的に使用される 100 V や 200 V に降圧され、受変電設備側から順に、㉟を経由して、コンセントや照明設備などに供給される。必要な箇所には、配線の絶縁が破れて、機器や人体などを通じて大地に電流が流れるのを防ぐため、㊱が設けられる。」

㉞	㉟	㊱
1. 700 V	配電盤、幹線、分電盤、分岐回路	過電流遮断機
2. 700 V	分電盤、分岐回路、配電盤、幹線	漏電遮断機
3. 7000 V	配電盤、幹線、分電盤、分岐回路	過電流遮断機
4. 7000 V	配電盤、幹線、分電盤、分岐回路	漏電遮断機
5. 7000 V	分電盤、分岐回路、配電盤、幹線	過電流遮断機

【No. 118】 建築基準法令に関する記述㉞～㉟のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉞ 文化財保護法の規定によって国宝として指定された建築物は、建築基準法令の規定を全て適用しない。
- ㉟ 非常災害があった場合において、非常災害区域等内、かつ、防火地域以外の地域においては、災害により破損した建築物の応急の修繕でその災害が発生した日から 1 月以内にその工事に着手するものについては、建築基準法令の規定を全て適用しない。
- ㊱ 工事を施工するために現場に設ける事務所は、建築基準法令の規定を全て適用しない。
- ㊲ 国際的な規模の競技会の用に供することにより 1 年を超えて使用する特別の必要がある仮設興行場で、特定行政庁が、安全上、防火上及び衛生上支障がなく、かつ、公益上やむを得ないと認める場合においては、建築基準法令の規定を全て適用しない。

- 1. ㉞、㉟
- 2. ㉞、㊱
- 3. ㉟、㊱
- 4. ㉟、㊲
- 5. ㊱、㊲

【No. 119】 公共建築物として地域で設置される建築物の計画に関する記述㉗～㉕のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 図書館の書庫の消火設備として、密集した本棚の隅々まで一斉に消火できるようスプリンクラーヘッドを設置した。
- ㉘ 小学校の職員室について、教職員が集中して業務が行えるよう、職員室から屋外運動場やアプローチ部分が見えない静かな場所に配置した。
- ㉙ 高齢者福祉施設において、廊下に2段の手すりを設ける際、床面から手すりの最上端の高さを80 cmとした。
- ㉕ 市内の公共施設に、腹部へ人工肛門や人工膀胱の排泄口を造設している人が利用できるオストメイト用設備を有するトイレを設置した。

1. ㉗、㉙
2. ㉗、㉕
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉕
5. ㉙、㉕

【No. 120】 建築計画における色彩に関する記述㉗～㉕のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 色を表す体系として用いられるマンセル表色系は、色を「色相 輝度/彩度」で表記したものである。
- ㉘ 光源の出す光の色を、これと等しい光色を出す黒体の絶対温度によって表したものを色温度といい、赤みを帯びた光は色温度が低く、青みを帯びた光は色温度が高い。
- ㉙ 博物館において、展示室内に差し込む直射日光から展示物を保護するためにガラスケースは薄く青みがかったものを使用した。
- ㉕ 病院の放射線治療室の扉に、JISで定める安全色を用いた赤紫色の標識をつけた。

1. ㉗、㉙
2. ㉗、㉕
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉕
5. ㉙、㉕

No. 121～No. 125 は選択問題(科目 21. 建築史・都市計画)です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 121】 近代に活躍した建築家に関する記述㉗～㉝のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ ジョサイア・コンドルはイギリスから来日し、工部大学校(現在の東京大学工学部)で教鞭<sup>べん</sup>をとった。また、鹿鳴館やニコライ堂を設計した。
- ㉘ 辰野金吾は「日本近代建築の父」と呼ばれ、日本における最初の洋風事務所建築である三菱一号館や日本銀行本店を設計した。
- ㉙ 片山東熊は宮内省で宮廷建築に携わり、迎賓館赤坂離宮(旧東宮御所)や京都国立博物館(旧帝国京都博物館)を設計した。
- ㉝ アントニン・レーモンドは東京ゴルフクラブハウスや東京女子大学チャペルのほか、建築理念として提唱したピロティを駆使した国立西洋美術館を設計した。

1. ㉗、㉙
2. ㉗、㉝
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉝
5. ㉙、㉝

【No. 122】 我が国の住宅行政に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 空家等対策の推進に関する特別措置法に基づく特定空家等の土地については、市町村長から必要な措置をとるよう勧告が行われた段階で固定資産税等の住宅用地特例の対象となり、税負担が軽減される。
- ㉘ 「住生活基本計画(全国計画)」(令和3年3月閣議決定)において、住宅・市街地の耐震性を向上させることが基本的な施策の一つとして挙げられており、耐震基準(昭和56年基準)が求める耐震性を有しない住宅ストックを令和12年度までにおおむね解消するという成果指標が定められている。
- ㉙ 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、建築物分野での省エネ対策を加速させるため、省エネ基準適合の義務付けの対象範囲を、一定規模以上の非住宅から原則全ての新築住宅・非住宅に拡大することを盛り込んだ法律の改正が令和4年に行われた。
- ㉞ 住宅確保要配慮者に対する賃貸住宅の供給の促進に関する法律に基づく住宅確保要配慮者円滑入居賃貸住宅(セーフティネット住宅)は、住宅確保要配慮者の入居を義務付ける賃貸住宅であるが、都道府県知事への登録に当たっては入居を義務付ける住宅確保要配慮者の範囲を限定することができる。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉗、㉞
4. ㉘、㉙
5. ㉙、㉞

【No. 123】 我が国の防災に関連する区域指定に関する表の記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

	指定区域の名称	指定の根拠となる法律	指定する者
㉗	土砂災害特別警戒区域	土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律	都道府県知事
㉘	災害危険区域	建築基準法	地方公共団体
㉙	浸水被害防止区域	水防法	都道府県知事
㉞	津波災害特別警戒区域	津波防災地域づくりに関する法律	地方公共団体

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉙
3. ㉗、㉞
4. ㉘、㉙
5. ㉘、㉞

【No. 124】 我が国のまちづくりや都市計画に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉗ 建築協定は、原則として建築協定区域内の土地の所有者等の全員の合意により締結されるが、当該建築協定に合意した土地について、新たに所有者等となった者に対しても、その効力がある。
- ㉘ 防災集団移転促進事業は、東日本大震災の発生を契機に、被災地の復興まちづくりを行うために創設された制度であり、自然災害が発生した地域を対象としているため、事前の防災対策には活用することはできない。
- ㉙ 東京駅丸の内駅舎(東京都千代田区)の保存・復原に当たっては、特例容積率適用地区制度を活用して、周辺建築物に未利用容積の移転を行った。
- ㉞ 13種類の用途地域のうち、良好な住居の環境を保護するために定める四つの住居専用地域では、住宅以外の用途の建築物は建築することができない。

1. ㉗、㉙
2. ㉗、㉞
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉞
5. ㉙、㉞

【No. 125】 我が国の都市計画制度に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ 都市計画は、基本的に都道府県と市町村が決定権限を分担し、都道府県が都市計画区域を対象に定める都市計画区域マスタープランと、市町村が定める市町村マスタープランの2層構造になっている。
- ㉘ 1969年に制定された都市再開発法によって位置付けられた市街地再開発事業は、地区内の土地・建物に関する従前の権利を、計画の施設建築敷地及び施設建築物の床の権利に変換する。
- ㉙ 1980年に都市計画法が改正され、導入された地区計画制度には、都心周辺部等の住商併存地域における住宅の立地誘導を図るため、住宅を設けた場合に容積率制限の緩和を行う街並み誘導型地区計画の制度がある。
- ㉞ 2008年に施行された地域における歴史的風致の維持及び向上に関する法律(歴史まちづくり法)では、市町村は、国が策定した基本方針に基づき、歴史的風致維持向上計画の認定を申請できる。計画が認定されることにより、補助事業の国費率の嵩上げや補助対象の拡大が可能となる。

1. ㉗、㉘
2. ㉗、㉘、㉞
3. ㉗、㉙
4. ㉗、㉙、㉞
5. ㉘、㉙、㉞



No. 126～No. 130 は選択問題(科目 22. 材料工学(材料科学))です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

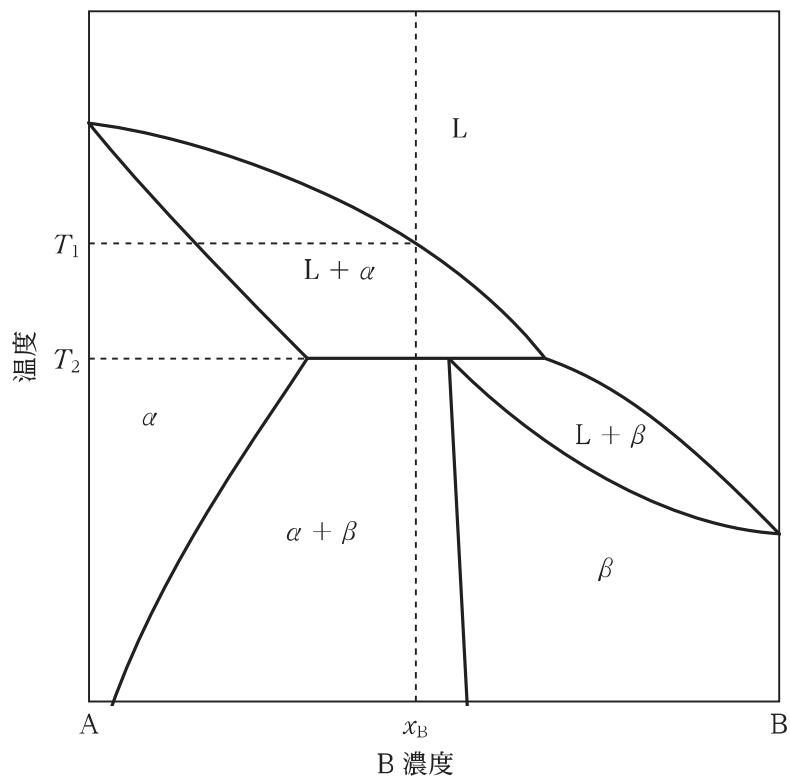
【No. 126】 無機化合物の結晶構造に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「セン亜鉛鉱(ZnS)型構造において、陰イオンは立方最密充填構造をとり、陰イオンからなる四面体の間隙の  を陽イオンが占める。また、ブラベー格子は  であり、対称要素として  $a$  軸に平行な 4 回  軸がある。」

- | ㉞     | ㉟      | ㊱  |
|-------|--------|----|
| 1. 全て | 面心立方格子 | 回転 |
| 2. 全て | 体心立方格子 | 回反 |
| 3. 半分 | 面心立方格子 | 回転 |
| 4. 半分 | 面心立方格子 | 回反 |
| 5. 半分 | 体心立方格子 | 回転 |

【No. 127】 図に示す大気圧下の A-B 二元系状態図(相図)において、B 濃度  $x_B$  の合金を液相(L)单相状態から大気圧下で平衡冷却した場合に生じる組織変化に関する記述㉞、㉟、㊱のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉞ 温度  $T_1$  に達すると  $\alpha$  相が晶出する。さらに冷却が進み、温度  $T_2$  に達すると  $L \rightarrow \alpha + \beta$  の反応式で示される共晶反応が生じる。
- ㉟ 液相と  $\alpha$  相と  $\beta$  相の三つの相が共存する場合、一定圧力下では自由度が 0 となる。そのため、三つの相が共存する平衡状態は  $T_2$  以外の温度では存在しない。
- ㊱  $T_2$  より低い温度では、冷却に伴い  $\alpha$  相の割合が減少し、 $\beta$  相の割合が増加する。



1. ㉞
2. ㉞、㉟
3. ㉟
4. ㉟、㊱
5. ㊱

【No. 128】 固体中の原子の拡散に関する記述㉞～㉟のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉞ 面心立方構造内の置換型原子の拡散に必要な活性化エネルギーは、空孔形成エネルギーと置換型原子の移動に必要なエネルギーの和で表される。
- ㉟ 非定常状態での拡散に適用される Fick の第二法則  $\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial C}{\partial x} \right)$  は、溶質原子濃度  $C$  の時間変化  $\frac{\partial C}{\partial t}$  と  $x$  方向の濃度勾配  $\frac{\partial C}{\partial x}$  を関係付けており、拡散係数  $D$  は(長さ)(時間)<sup>-1</sup> の次元をもつ。
- ㊱ 表面拡散や粒界拡散などの高速拡散は、同じ温度における体拡散よりも大きな拡散係数を持ち、その影響は高温ほど顕著になる。
- ㊲ Cu-30%Zn 合金(黄銅)と純銅を接触させて加熱すると、次第に黄銅中に Cu 原子が、純銅中に Zn 原子が拡散したが、同時に黄銅中に多数のポイド(カーケンドールポイド)が観察された。

1. ㉞、㉟
2. ㉞、㊱
3. ㉞、㊲
4. ㉟、㊲
5. ㊱、㊲

【No. 129】 鑄造金属のマクロ組織形態に関する次の記述の㉞～㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「金属の凝固では温度勾配等に応じて結晶成長挙動が変化し、鑄物は部位により異なる組織形態を有する。鑄物の表面近傍には凝固開始時の過冷により形成された ㉞ な等軸形状を有する ㉟ が存在する。㉟ に隣接した鑄物内側では、鑄物中心に向かって伸長した ㊱ がある。さらに、内側の鑄物中心領域には ㊲ が存在する場合もある。」

- |    | ㉞  | ㉟   | ㊱   | ㊲   |
|----|----|-----|-----|-----|
| 1. | 微細 | チル晶 | 柱状晶 | 等軸晶 |
| 2. | 微細 | 初晶  | 柱状晶 | チル晶 |
| 3. | 微細 | 初晶  | 偏晶  | 等軸晶 |
| 4. | 粗大 | チル晶 | 偏晶  | 等軸晶 |
| 5. | 粗大 | 初晶  | 柱状晶 | チル晶 |

【No. 130】 固体と光の相互作用に関する記述㉞～㉟のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉞ 半導体にバンドギャップより大きな光のエネルギーを与えると伝導電子や正孔を生成し、電気抵抗率が低下する。
- ㉟ 銀が金属光沢のある灰色(銀白色)であるのに対し、金や銅が金属光沢のある黄色や赤色に色づいて見えるのは、金や銅の方が銀よりも青や緑の可視光を吸収しやすいからである。
- ㊱ コランダム構造をもつアルミナ単結晶に、 $\text{Cr}^{3+}$  を不純物として微量含ませると赤く着色する。これは不純物元素である  $\text{Cr}^{3+}$  が赤い光を吸収するためである。
- ㊲ イオン結晶の赤外吸収の吸収極大波長は、構成元素が軽いほど長波長側にシフトする。

1. ㉞、㉟
2. ㉞、㊱
3. ㉞、㊲
4. ㉟、㊱
5. ㊱、㊲

No. 131～No. 135 は選択問題(科目 23. 材料工学(金属材料・無機材料))です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

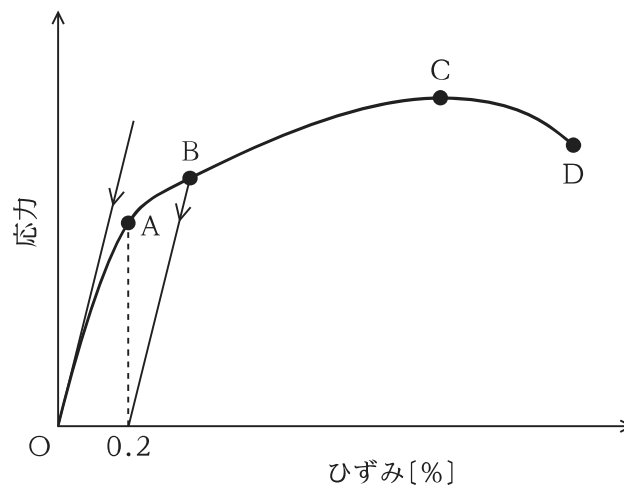
【No. 131】 材料の機械特性に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「固体材料に力を加えて変形させたとき、力を除去しても元の形状に戻らない変形を  変形と呼ぶ。金属材料では転位と呼ばれる  の欠陥が応力に応じて移動することで、この変形が起こる。セラミックスは、一般に大きな力を加えると脆性破壊を起こすが、高温で力を加え保持すると  変形を起こす。構造用セラミックスの作製では、焼結性の改善のために焼結助剤が用いられることがある。この焼結助剤は、焼結時に結晶粒界にガラス相を形成することがあり、このガラス相は高温におけるセラミックスの曲げ強度を  させる。」

- |       | ㉞  | ㉟  | ㊱ |
|-------|----|----|---|
| 1. 塑性 | 線状 | 増加 |   |
| 2. 塑性 | 線状 | 低下 |   |
| 3. 塑性 | 点状 | 増加 |   |
| 4. 弾性 | 点状 | 低下 |   |
| 5. 弾性 | 点状 | 増加 |   |

【No. 132】 金属材料の機械的性質に関する次の記述の㉞～㉡に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図は金属材料の引張試験を行った際に得られる公称応力－公称ひずみ曲線の模式図である。図のように明確な降伏点を持たない曲線は、㉞ に多く見られる。明確な降伏点が存在しない場合、0.2% 塑性ひずみに対応する ㉠ 点の応力(0.2% 耐力)で降伏応力を定義することがよく行われる。降伏後、変形量の増加とともに応力が増加する現象を ㉡ という。材料に負荷を加え続けると最大応力に到達後、破断に至る。材料の引張強さは ㉢ 点の応力で定義されることが一般的である。」



- |    | ㉞      | ㉠ | ㉡    | ㉢ |
|----|--------|---|------|---|
| 1. | 軟鋼     | A | 加工硬化 | C |
| 2. | 軟鋼     | B | 固溶硬化 | D |
| 3. | アルミニウム | A | 加工硬化 | D |
| 4. | アルミニウム | B | 加工硬化 | C |
| 5. | アルミニウム | B | 固溶硬化 | D |

【No. 133】 材料の破壊に関する次の記述の㉞～㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

- ・現実のセラミックスの引張強さは原子同士の結合の強さから予測される理論強度よりはるかに小さい。これは材料中に  ㉞  が存在することが主な理由である。
- ・破壊力学の進歩のきっかけとなった米国のリバティ船の破壊は溶接部の  ㉟  が原因とされている。
- ・線形破壊力学において、き裂先端近傍の変位は三つの基本的な変形様式の和として与えられる。三つの変形様式はそれぞれモード I, II, III変形と呼ばれるが、このうち、モード II 変形は  ㉟  型の変形を指す。
- ・応力拡大係数の SI 単位は  ㉟  で与えられる。

	㉞	㉟	㉟	㉟
1.	欠陥	低温脆性	面内せん断	$\text{Pa}\cdot\text{m}^{\frac{1}{2}}$
2.	欠陥	低温脆性	開口	$\text{Pa}\cdot\text{m}^{\frac{1}{2}}$
3.	欠陥	高温疲労	面内せん断	$\text{Pa}\cdot\text{m}$
4.	共有結合	低温脆性	面内せん断	$\text{Pa}\cdot\text{m}$
5.	共有結合	高温疲労	開口	$\text{Pa}\cdot\text{m}$

【No. 134】 鉄鋼材料に関する記述㉠～㉥のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉠ 面心立方構造の八面体格子間位置の大きさは、体心立方構造の八面体格子間位置の大きさよりも小さいため、 $\gamma$ -Fe 中の炭素の固溶度は、 $\alpha$ -Fe 中の炭素の固溶度よりも小さくなる。
- ㉡ 純鉄を加熱すると 911 °C で同素変態し、体積は約 8 % 膨張する。
- ㉢ オーステナイト単相化処理した共析鋼を種々の温度に急冷し、そのままその温度に保った際に得られるパーライトの層間隔は、共析温度とその温度の差で表される過冷度の逆数に比例する。
- ㉣ 鉄-炭素二元系状態図の中には、安定相である黒鉛と準安定相であるセメンタイトが同時に描かれたものがあり、鑄鉄の凝固組織を説明する際には、温度域ごとに二つの状態図を使い分ける場合がある。

1. ㉠、㉡
2. ㉠、㉢
3. ㉠、㉣
4. ㉡、㉣
5. ㉢、㉣

【No. 135】 誘電体に関する記述㉠～㉥のうち、妥当なもののみを挙げているのはどれか。

- ㉠ 誘電率は、誘電体が電界の作用を受けて誘電分極を生じたときの分極と電界の比である。
- ㉡ 強誘電体とは、誘電率が高い物質のことである。
- ㉢ 強誘電体単結晶に電場を印加すると結晶が歪む。
- ㉣ 焦電体は、赤外線センサーとして利用されている。

1. ㉠、㉡
2. ㉠、㉢
3. ㉠、㉣
4. ㉡、㉣
5. ㉢、㉣



No. 136～No. 140 は選択問題(科目 24. 原子力工学(原子核・放射線))です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 136】 放射線と物質の相互作用に関する記述㉗～㉞のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉗ 光電効果は、光子と軌道電子との相互作用の一つである。
- ㉘ コンプトン効果により発生する反跳電子のエネルギーは、光子が入射方向に対して 180 度後方へ散乱されるときに最小となる。
- ㉙  $\alpha$  線と物質が相互作用した場合、 $\alpha$  線の進路に沿った比電離の変化はブラッグ曲線を示す。
- ㉞ チェレンコフ光とは、荷電粒子が物質中をその物質中の光速よりも速い速度で進むときに放射される光である。

1. ㉗、㉙、㉞
2. ㉗、㉞
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉙、㉞
5. ㉙、㉞

【No. 137】 単一の放射性同位元素を含む放射性物質が、放射能 10 TBq から 1 年後に 5 TBq に減衰した。この 5 TBq の放射性物質が 1 TBq に減衰するのはおよそ何年後か。

ただし、 $\ln 2 = 0.693$ 、 $\ln 5 = 1.61$  とする。

1. 2.0 年
2. 2.3 年
3. 2.5 年
4. 2.7 年
5. 3.0 年

【No. 138】 放射線被ばくによる急性致死に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「動物が大線量を短時間で全身被ばくした後、比較的短期間に急性致死が起こることがある。その起こり方は被ばく線量によって異なり、被ばく線量が低い方から順に、㉞、消化管死、㉟、分子死と分類される。また、被ばく後の平均生存期間は、一般的に、被ばく線量が㊱。」

- |          | ㉞     | ㉟         | ㊱ |
|----------|-------|-----------|---|
| 1. 骨髄死   | 中枢神経死 | 低いほど長い    |   |
| 2. 骨髄死   | 中枢神経死 | 低いほど短い    |   |
| 3. 中枢神経死 | 骨髄死   | 低くても変わらない |   |
| 4. 中枢神経死 | 骨髄死   | 低いほど長い    |   |
| 5. 中枢神経死 | 骨髄死   | 低いほど短い    |   |

【No. 139】 液体シンチレーションカウンタに関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「放射線検出器の一種である液体シンチレーションカウンタでは、液体シンチレータとしてトルエンやキシレンなどの溶媒に PPO(2 phenyl-5 diphenyl oxazole)などの蛍光物質を溶質として溶かしたものがよく用いられる。測定試料をこの液体シンチレータに混ぜ込むと、試料に含まれる放射性核種から放出される放射線のエネルギーでシンチレーション光が生じ、これを測定することで放射能濃度を調べることができる。長所としては、㉞ エネルギーのβ線を放出する㉟ など、飛程の㊱ 放射線の計測に適していることが挙げられる。」

- |      | ㉞                            | ㉟  | ㊱ |
|------|------------------------------|----|---|
| 1. 高 | $^3\text{H}$ (トリチウム)         | 短い |   |
| 2. 高 | $^{137}\text{Cs}$ (セシウム 137) | 長い |   |
| 3. 低 | $^3\text{H}$ (トリチウム)         | 短い |   |
| 4. 低 | $^{137}\text{Cs}$ (セシウム 137) | 長い |   |
| 5. 低 | $^{137}\text{Cs}$ (セシウム 137) | 短い |   |

【No. 140】 核融合炉システムのエネルギーバランスに関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「核融合炉システムの核融合反応出力密度を  $P_f$ 、損失パワー密度を  $P_l$ 、加熱入力パワー密度を  $P_h$  と定義する。核融合炉システムは定常に動作しているとき、エネルギー収支の平衡状態が達成されるので、㉞ である。

核融合エネルギーで発電して得た電力で加熱したときのパワー帰還率を  $\eta = \frac{P_h}{P_f + P_l}$  と定義したとき、特に  $\eta = \frac{1}{3}$  と想定した場合を ㉟ という。さらに、㉟ の条件下において、エネルギー増倍率を  $Q = \frac{P_f}{P_h}$  で定義したとき、 $Q =$  ㊱ である。」

㉞	㉟	㊱
1. $P_h = P_f$	ローソン条件	1
2. $P_h = P_f$	ローソン条件	2
3. $P_h = P_l$	エネルギー臨界条件	1
4. $P_h = P_l$	エネルギー臨界条件	2
5. $P_h = P_l$	ローソン条件	2

No. 141～No. 145 は選択問題(科目 25. 原子力工学(原子炉・核燃料サイクル))です。  
 解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 141】 中性子拡散理論に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「中性子束を  ㉞ と定義し、中性子流を単位時間、単位面積当たり一方向に流れる正味の中性子数と定義する。中性子拡散理論が成り立つ場合、 ㉟ を適用でき、中性子流は  ㊱ に比例する。この関係を用いれば、原子炉内の中性子の輸送方程式は簡易な式になり、原子炉内における中性子密度分布を比較的容易に導出できるようになる。」

㉞	㉟	㊱
1. 中性子の個数と速さの積	フィックの法則	中性子束の勾配を負にした値
2. 中性子の個数と速さの積	$\frac{1}{v}$ 法則	中性子の速度の逆数
3. 中性子の密度と速さの積	フィックの法則	中性子束の勾配を負にした値
4. 中性子の密度と速さの積	フィックの法則	中性子の速度の逆数
5. 中性子の密度と速さの積	$\frac{1}{v}$ 法則	中性子の速度の逆数

【No. 142】 我が国の放射性廃棄物の処分に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「原子力発電所などから発生する放射性廃棄物は、高レベル放射性廃棄物と低レベル放射性廃棄物に分けられる。高レベル放射性廃棄物は、 ㉞ が該当し、処分方法として  ㉟ を実施する方向で具体化が進められている。低レベル放射性廃棄物については、廃棄物中の放射能の強さなどに応じ、処分の方法が分けられる。低レベル放射性廃棄物のうち、比較的放射能の低いものの処分方法として、 ㊱ が採用されている。」

㉞	㉟	㊱
1. 使用済制御棒などの炉内構造物	地層処分	ピット処分
2. 使用済制御棒などの炉内構造物	中深度処分	海洋底処分
3. 使用済燃料の再処理により発生する廃液	地層処分	ピット処分
4. 使用済燃料の再処理により発生する廃液	中深度処分	海洋底処分
5. 使用済燃料の再処理により発生する廃液	中深度処分	ピット処分

【No. 143】 原子炉压力容器鋼に関する材料特性㉗～㉜のうち、中性子照射を受けることにより、その材料特性値が低くなるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

- ㉗ 破断伸び
- ㉘ 引張強さ
- ㉙ 降伏応力
- ㉚ 上部棚エネルギー
- ㉛ 延性脆性遷移温度

1. ㉗、㉙
2. ㉗、㉚
3. ㉘、㉙
4. ㉘、㉛
5. ㉚、㉛

【No. 144】 核分裂中性子数と原子炉に関する次の記述の㉗～㉚に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「原子炉の燃料であるウランやプルトニウムが中性子を吸収し、核分裂反応を起こすと複数個の中性子が放出される。一般的に、1回の ㉗ の核分裂中性子の平均個数は  $\eta$  で表される。原子炉が臨界になるには、 $\eta$  は、㉘ なければならない。さらに燃料を増殖するには、 $\eta$  が ㉙ より大きくなければならない。また、 $\eta$  は、入射中性子エネルギーに ㉚ 。」

	㉗	㉘	㉙	㉚
1. 核分裂当たり	1 に等しく	1	1	依存せず一定である
2. 核分裂当たり	1 に等しく	1	2	依存する
3. 核分裂当たり	1 より大きく	1	2	依存せず一定である
4. 中性子吸収当たり	1 に等しく	1	1	依存せず一定である
5. 中性子吸収当たり	1 より大きく	1	2	依存する

【No. 145】 応力腐食割れに関する次の記述の㉗、㉘、㉙に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「応力腐食割れは、材料、、の三因子が重畳したときに発生しやすくなる。一般に、耐食性の優れた材料は表面にが形成されているが、そのが外的要因によって局部的に破壊され、応力腐食割れの起点となる。その局所性は応力集中を増大し、内部の溶液は応力腐食割れの伝播に寄与し、割れが進展していく。」

㉗	㉘	㉙
1. 流速の変化	応力	不動態皮膜
2. 流速の変化	繰返し荷重	軟化層
3. 流速の変化	繰返し荷重	不動態皮膜
4. 腐食環境	応力	不動態皮膜
5. 腐食環境	繰返し荷重	軟化層

No. 146～No. 150 は選択問題(科目 26. 船舶海洋工学(流体))です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 146】 船舶算法に関する次の記述の㉞、㉟に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「船体形状の肥え具合・痩せ具合を表現する手段として、肥せき係数(方形係数  $C_B$ 、中央横断面係数  $C_M$ 、柱形係数  $C_P$ 、水線面積係数  $C_W$ 、たて柱形係数  $C_{VP}$ )と呼ばれるものがある。いま、船の垂線間長 100 m、幅 12.0 m の船が、喫水 3.00 m で浮いているものとする。排水容積が  $2800 \text{ m}^3$  のとき、 $C_B =$   である。また、この船の  $C_P$  が 0.80 であるとき、 $C_M =$   である。」

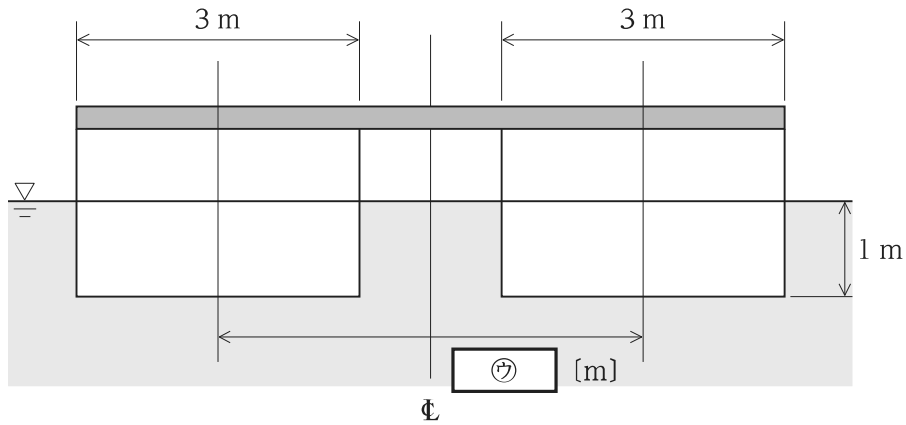
- |    | ㉞    | ㉟    |
|----|------|------|
| 1. | 0.78 | 0.95 |
| 2. | 0.78 | 0.97 |
| 3. | 0.78 | 1.03 |
| 4. | 0.80 | 0.95 |
| 5. | 0.80 | 0.97 |

【No. 147】 船の静的釣合いに関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「船の初期復原力はメタセンタ半径  $\overline{BM}$  が判明すれば決定することができ、 $\overline{BM} = \boxed{\text{㉞}}$  で表すことができる。なお、 $V$ は排水容積を、 $I$ は水線面二次モーメントを表す。

また、長さ  $L$ 、幅  $B$ の直方体の浮体の水線面について、浮体の中心線に関する水線面二次モーメント  $I_a$ は、 $I_a = \boxed{\text{㉟}}$  と表すことができる。

いま、長さ10 m、幅3 mの箱船形状の浮体を二つ用意し、二つの浮体の中心線の間隔  $\boxed{\text{㊱}}$  [m]で平行に並べ、上面に木材を渡して連結させた。このとき、喫水が一律に1 mとなり、浮心からの横メタセンタ高さ  $\overline{BM}$  は4.75 mとなった。図は、このときの断面図を示したものである。」



- |    | ㉞             | ㉟                 | ㊱ |
|----|---------------|-------------------|---|
| 1. | $\frac{I}{V}$ | $\frac{LB^3}{12}$ | 4 |
| 2. | $\frac{I}{V}$ | $\frac{LB^3}{12}$ | 8 |
| 3. | $\frac{I}{V}$ | $\frac{LB^3}{6}$  | 4 |
| 4. | $\frac{I}{V}$ | $\frac{LB^3}{6}$  | 8 |
| 5. | $\frac{V}{I}$ | $\frac{LB^3}{6}$  | 4 |



【No. 148】 プロペラのサーフェスフォースに関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「プロペラのサーフェスフォースは、プロペラが船体表面に誘起する変動圧を意味し、プロペラ変動圧とも呼ばれ、プロペラの翼が船体外板の近傍を通過する際に、船体の外板に圧力変動を与えることによって生じる。プロペラ翼面にキャビテーションが生じると、サーフェスフォースはさらに大きくなる。サーフェスフォースを軽減するためには、プロペラの ㉞ を大きくする方法と、船尾におけるプロペラ面への流れを ㉟ にする方法がある。プロペラを改良してサーフェスフォースを減らす方法としては、㊱ を採用する方法がある。㊱ は、プロペラ翼が伴流のピークに入る時間を半径ごとにずらす効果がある。」

㉞	㉟	㊱
1. チップクリアランス	均一	スキュープロペラ
2. チップクリアランス	不均一	サーフェスプロペラ
3. 回転数	均一	スキュープロペラ
4. 回転数	均一	スキュープロペラ
5. 回転数	不均一	サーフェスプロペラ

【No. 149】 船の浅水影響に関する記述㉞、㉟、㊱のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉞ 浅水域では、船体と水底との距離が狭くなるため、船体周りの水流が制限されて、船体との平均相対流速が深水域の場合より小さくなる。これにより、流速が減少し、抵抗も減少する。
- ㉟ 船底下方の流速が大きくなるため、圧力の増加が生じ、船体が浮上する。これにより、船の浸水面積が減少し、抵抗も減少する。
- ㊱ 造波現象は深水域の場合と異なり、いわゆる浅水波ができることから、造波特性が変化し、造波抵抗係数が増加する。

1. ㉞
2. ㉞、㉟
3. ㉞、㊱
4. ㉟、㊱
5. ㊱

【No. 150】 船の操縦運動方程式に関する次の記述の㉞、㉟、㊱に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「次のような操縦運動方程式について考える。

ただし、 $t$ は時間、 $u$ はサージ方向の速度、 $v$ はスウェー方向の速度、 $U$ は $U = \sqrt{u^2 + v^2}$ で表される合成速度、 $r$ は回頭角速度、 $m$ は質量、 $I_{zz}$ は回頭方向の慣性モーメント、 $m_x$ 及び $m_y$ はそれぞれサージ及びスウェー方向の付加質量、 $J_{zz}$ は回頭方向の付加慣性モーメント、 $Y_v$ 、 $Y_{vv}$ 、 $Y_r$ 、 $Y_{rr}$ はそれぞれ $v$ 、 $v^3$ 、 $r$ 、 $r^3$ についてのスウェー方向の力の操縦流体力微係数、 $N_v$ 、 $N_{vv}$ 、 $N_r$ 、 $N_{rr}$ はそれぞれ $v$ 、 $v^3$ 、 $r$ 、 $r^3$ についての回頭方向のモーメントの操縦流体力微係数を表す。

$$\begin{cases} (m + m_y)\frac{dv}{dt} + (m + m_x)Ur = Y_v v + Y_{vv}v^3 + Y_r r + Y_{rr}r^3 \\ (I_{zz} + J_{zz})\frac{dr}{dt} = N_v v + N_r r + N_{rr}r^3 + N_{vv}v^3 \end{cases}$$

この方程式について、力を $\frac{1}{2}\rho U^2 L d$ で、モーメントを $\frac{1}{2}\rho U^2 L^2 d$ で、それぞれ無次元化をすると、次の式になった。

ただし、式中のダッシュ表記は、その変数が無次元化されていることを意味し、 $\rho$ は水の密度、 $L$ は船長、 $d$ は喫水を表している。また、 $t$ 、 $v$ 、 $r$ はそれぞれ $t' = \frac{tU}{L}$ 、 $v' = \frac{v}{U}$ 、 $r' = \frac{rL}{U}$ により無次元化されているものとする。

$$\begin{cases} (m' + m'_y)\frac{dv'}{dt'} + (m' + m'_x)r' = Y'_v v' + Y'_{vv}v'^3 + Y'_r r' + Y'_{rr}r'^3 \\ (I'_{zz} + J'_{zz})\frac{dr'}{dt'} = N'_v v' + N'_r r' + N'_{rr}r'^3 + N'_{vv}v'^3 \end{cases}$$

このとき、 $m' = \boxed{\text{㉞}}$ 、 $Y'_v = \boxed{\text{㉟}}$ 、 $N'_{rr} = \boxed{\text{㊱}}$ となる。」

- |    | ㉞                           | ㉟                          | ㊱                              |
|----|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1. | $\frac{2m}{\rho U^2 L^2 d}$ | $\frac{2Y_v}{\rho ULd}$    | $\frac{2N_{rr}}{\rho UL^5 d}$  |
| 2. | $\frac{2m}{\rho U^2 Ld}$    | $\frac{2Y_v}{\rho U^2 Ld}$ | $\frac{2N_{rr}}{\rho L^3 d}$   |
| 3. | $\frac{2m}{\rho L^2 d}$     | $\frac{2Y_v}{\rho ULd}$    | $\frac{2N_{rr}U}{\rho L^5 d}$  |
| 4. | $\frac{2m}{\rho L^2 d}$     | $\frac{2Y_v}{\rho ULd}$    | $\frac{2N_{rr}}{\rho L^3 d}$   |
| 5. | $\frac{2m}{\rho L^2 d}$     | $\frac{2Y_v}{\rho U^2 Ld}$ | $\frac{2N_{rr}U}{\rho UL^5 d}$ |

No. 151～No. 155 は選択問題(科目 27. 船舶海洋工学(構造))です。

解答は、問題番号に該当する答案用紙の番号欄に記入してください。

【No. 151】 図 I のように、等間隔に配置された主要支持部材に支持され、左端がヘッダーで止められている十分に長い防撓材が、主要支持部材の間隔を  $L$ 、左端の主要支持部材とヘッダーの間隔を  $\lambda L$  となるよう設置され、単位長さ当たり  $w$  の等分布荷重を受けている。この構造を図 II のように、ヘッダーと主要支持部材で単純支持された右方に無限に続く連続梁と考えたとき、全ての主要支持部材の位置における防撓材の曲げモーメントが等しくなるための  $\lambda$  の値として最も妥当なのはどれか。

ただし、一端単純支持、他端固定の等分布荷重  $w$  を受ける長さ  $l$  の梁の固定端における曲げモーメントの絶対値  $|M_0|$  は、

$$|M_0| = \frac{wl^2}{8}$$

となる関係を用いること。

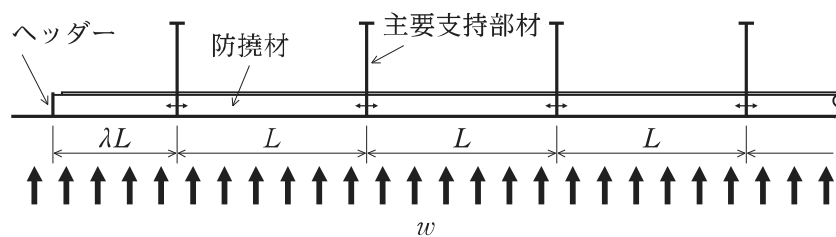


図 I

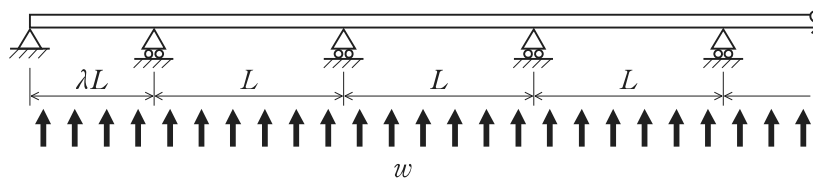


図 II

1.  $\frac{1}{2}$
2.  $\frac{\sqrt{2}}{2}$
3.  $\frac{4}{5}$
4.  $\frac{\sqrt{6}}{3}$
5.  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

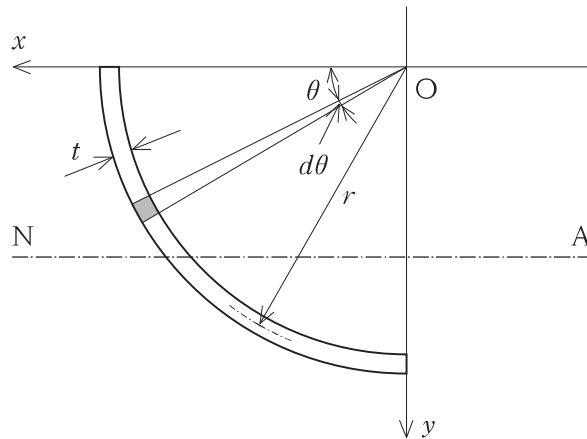
【No. 152】 船体中央部のビルジ外板の湾曲部は図のような板厚  $t$ 、半径  $r$  の薄肉  $\frac{1}{4}$  円弧の部材で構成される。この部材の水平中立軸(図中の N-A)に関する断面二次モーメントとして最も妥当なのはどれか。

ただし、 $r \gg t$  であり、 $\frac{t}{r}$  の二次以上の高次の微小項は省略するものとする。また、この部材の断面積  $A$ 、部材上端を通る水平な軸(図中の  $x$  軸)まわりの断面一次モーメント  $S_0$  と断面二次モーメント  $I_0$  は、それぞれ次の関係式を用いること。

$$A = \int_0^{\frac{\pi}{2}} trd\theta = \frac{\pi rt}{2}$$

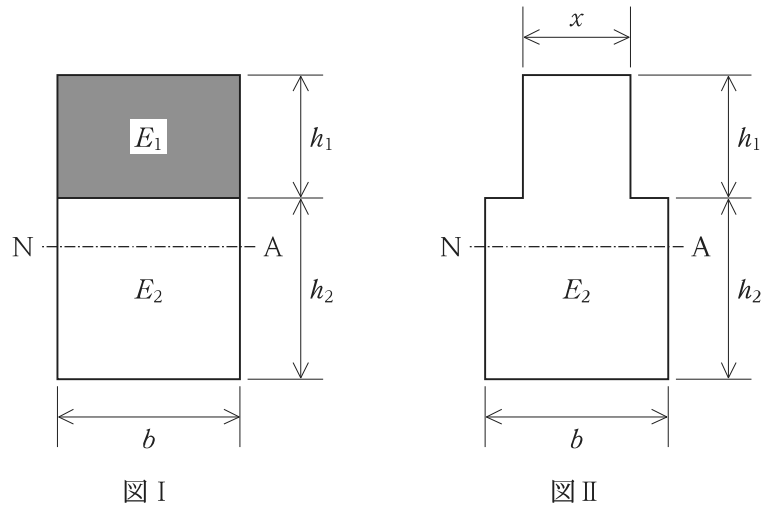
$$S_0 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} r \sin \theta \cdot trd\theta = r^2 t$$

$$I_0 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} (r \sin \theta)^2 \cdot trd\theta = \frac{\pi r^3 t}{4}$$



1.  $\frac{\pi^2 - 6}{12\pi} r^3 t$
2.  $\frac{\pi^2 - 4}{16\pi} r^3 t$
3.  $\frac{\pi^2 - 8}{4\pi} r^3 t$
4.  $\frac{\pi}{16} r^3 t$
5.  $\frac{\pi}{12} r^3 t$

【No. 153】 図 I はある長さを有する梁の断面である。この梁は、幅  $b$ 、高さ  $h_1$ 、ヤング率  $E_1$  の部材と、長さと同幅が同じで高さ  $h_2$ 、ヤング率  $E_2$  の部材を接合してある。この梁の水平中立軸(図中の N-A)に関する曲げ剛性と等価な曲げ剛性になるようヤング率  $E_2$  の部材のみを用いた図 II のような断面を考えると、 $x$  の寸法として最も妥当なのはどれか。



1.  $\frac{E_1}{E_1 + E_2}b$
2.  $\frac{E_2}{E_1 + E_2}b$
3.  $\frac{E_1}{E_2}b$
4.  $\frac{E_2}{E_1}b$
5.  $\frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2}b$

【No. 154】 疲労設計に関する次の記述の㉗、㉘、㉙に当てはまるものの組合せとして最も妥当なのはどれか。

「図 I は応力範囲  $\Delta\sigma$  と破断までの繰返し数  $N$  の関係を表す  $S-N$  線図である。図 I の点線で囲まれた部分は、この値以下の応力範囲が作用しても破断しないことを表している。これを ㉗ という。船舶のような複雑構造体中の継手部の評価の際には、継手部の構造的応力集中を考慮した ㉘ を基に計算する。

図 II のような正弦波の応力波形が繰返し作用する場合に、図 I の  $S-N$  線図を用いて評価すると最大で ㉙ 回までの負荷に耐えられることが分かる。」

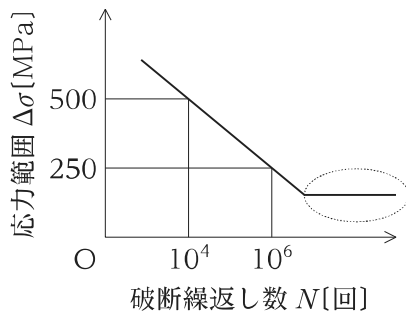


図 I

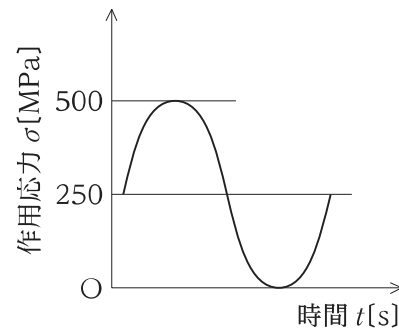


図 II

- |        | ㉗ | ㉘         | ㉙      |
|--------|---|-----------|--------|
| 1. 比例限 |   | 切欠き係数     | $10^6$ |
| 2. 比例限 |   | ホットスポット応力 | $10^4$ |
| 3. 疲労限 |   | 切欠き係数     | $10^4$ |
| 4. 疲労限 |   | ホットスポット応力 | $10^6$ |
| 5. 疲労限 |   | ホットスポット応力 | $10^4$ |

【No. 155】 構造設計に関する記述㉠、㉡、㉢のうち、妥当なもののみを全て挙げているのはどれか。

- ㉠ 船にはプロペラや主機など複数の振動源が存在する。これらにより生じる船体の振動を低減する対策には、起振力の低減、共振の回避、防振装置の取付けなどがある。
- ㉡ 船体を構成する船底外板の設計において、連続したパネルに作用する面内の圧縮力に対する座屈強度を評価するとき、最も小さい圧縮力で生じる座屈モードを考慮し、各矩形板の境界条件として周辺単純支持が一般に仮定される。
- ㉢ 船体の構造様式には、主に縦式構造と横式構造の2種類がある。貨物の種類や船の大きさにより、これらの構造様式を使い分ける場合があり、横式構造は大型船に適した構造様式である。

1. ㉠
2. ㉠、㉡
3. ㉠、㉡、㉢
4. ㉠、㉢
5. ㉢

## (科目別構成の詳細)

科 目	出題数	問題番号	ページ	解答題数
<b>必須問題</b> 工学に関する基礎	20題	No. 1~No. 20	1~16	20
<b>選択問題</b>	(135題)	(No. 21~No.155)	(17~130)	20
科目 1. 技術論	5題	No. 21~No. 25	18~22	
科目 2. 基礎化学	5題	No. 26~No. 30	23~27	
科目 3. 工学基礎実験	5題	No. 31~No. 35	28~31	
科目 4. 情報基礎	5題	No. 36~No. 40	32~34	
科目 5. 電磁気学	5題	No. 41~No. 45	35~39	
科目 6. 電気工学	5題	No. 46~No. 50	40~44	
科目 7. 材料力学[機械系]	5題	No. 51~No. 55	45~48	※
科目 8. 流体力学[機械系]	5題	No. 56~No. 60	49~52	☆
科目 9. 構造力学(土木)・土木材料・土木施工	5題	No. 61~No. 65	53~57	※
科目10. 土質力学・水理学	5題	No. 66~No. 70	58~62	☆
科目11. 環境工学(土木)・衛生工学	5題	No. 71~No. 75	63~66	
科目12. 構造力学(建築)	5題	No. 76~No. 80	67~71	※
科目13. 建築構造・建築材料・建築施工	5題	No. 81~No. 85	72~74	
科目14. 計測工学・制御工学	5題	No. 86~No. 90	75~79	
科目15. 電子工学	5題	No. 91~No. 95	80~84	
科目16. 通信工学	5題	No. 96~No.100	85~89	
科目17. 機械力学	5題	No.101~No.105	90~94	
科目18. 熱力学・熱機関[機械系]	5題	No.106~No.110	95~97	
科目19. 土木計画	5題	No.111~No.115	98~100	
科目20. 建築計画・建築法規・建築設備	5題	No.116~No.120	101~103	
科目21. 建築史・都市計画	5題	No.121~No.125	104~107	
科目22. 材料工学(材料科学)	5題	No.126~No.130	108~111	
科目23. 材料工学(金属材料・無機材料)	5題	No.131~No.135	112~115	
科目24. 原子力工学(原子核・放射線)	5題	No.136~No.140	116~118	
科目25. 原子力工学(原子炉・核燃料サイクル)	5題	No.141~No.145	119~121	
科目26. 船舶海洋工学(流体)	5題	No.146~No.150	122~125	
科目27. 船舶海洋工学(構造)	5題	No.151~No.155	126~130	
<b>合 計</b>				<b>40</b>

**解答方法**

- (1) 必須問題 20 題 (No. 1~No. 20) を解答するとともに、27 科目の選択問題(各科目 5 題ずつ計 135 題)から 4~6 科目(20~30 題)を選択してそのうちの**任意の 20 題**を解答し、合計 **40 題**を解答してください。
- (2) 科目 8 (流体力学[機械系])及び科目 10(土質力学・水理学)は**同時に選択できません**(上表解答題数欄の☆印)。また、科目 7 (材料力学[機械系])、科目 9 (構造力学(土木)・土木材料・土木施工)及び科目 12(構造力学(建築))の**3 科目のうち、2 科目又は 3 科目を同時に選択することはできません**(※印)。



## C1C2-2023 工学 専門 (多肢選択式)

## 正答番号表

No	正答	No	正答	No	正答	No	正答	No	正答	No	正答
1	4	31	3	61	4	91	2	121	1	151	4
2	1	32	4	62	2	92	3	122	4	152	3
3	3	33	1	63	3	93	3	123	1	153	3
4	4	34	2	64	3	94	1	124	1	154	5
5	3	35	3	65	2	95	3	125	2	155	2
6	5	36	2	66	3	96	4	126	4		
7	2	37	5	67	3	97	1	127	4		
8	2	38	2	68	5	98	3	128	3		
9	5	39	4	69	4	99	4	129	1		
10	5	40	3	70	1	100	4	130	1		
11	2	41	4	71	3	101	1	131	2		
12	3	42	2	72	4	102	2	132	4		
13	2	43	1	73	1	103	1	133	1		
14	4	44	2	74	2	104	4	134	5		
15	1	45	4	75	2	105	※	135	5		
16	3	46	4	76	5	106	4	136	1		
17	2	47	2	77	1	107	2	137	2		
18	4	48	2	78	4	108	5	138	1		
19	5	49	5	79	2	109	4	139	3		
20	4	50	1	80	3	110	4	140	5		
21	5	51	3	81	2	111	3	141	3		
22	3	52	3	82	5	112	1	142	3		
23	3	53	1	83	3	113	3	143	2		
24	2	54	3	84	4	114	3	144	5		
25	1	55	2	85	3	115	2	145	4		
26	3	56	2	86	3	116	2	146	2		
27	2	57	5	87	4	117	4	147	1		
28	2	58	1	88	1	118	1	148	1		
29	2	59	1	89	4	119	5	149	5		
30	1	60	2	90	4	120	4	150	3		

※No.105の正答について

No.105の問題は、当初、選択肢「3」を正答としていましたが、問題の条件に誤りがあることが判明したため、当該問題については「正答なし」として採点対象から除外することとし、必要な採点方法の変更を行い、第1次試験について合否判定を行うことといたします。