

平成29年度技術士第一次試験問題〔基礎科目〕

基礎科目

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

1群 設計・計画に関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

I-1-1 ある銀行に1台のATMがあり，このATMの1人当たりの処理時間は平均40秒の指数分布に従う。また，このATMを利用するために到着する利用者の数は1時間当たり平均60人のポアソン分布に従う。このとき，利用者がATMに並んでから処理が終了するまでの時間の平均値はどれか。

$$\text{平均系内列長} = \text{利用率} \div (1 - \text{利用率})$$

$$\text{平均系内滞在時間} = \text{平均系内列長} \div \text{到着率}$$

$$\text{利用率} = \text{到着率} \div \text{サービス率}$$

- ① 60秒 ② 75秒 ③ 90秒 ④ 105秒 ⑤ 120秒

I-1-2 次の(ア)～(ウ)に記述された安全係数を大きい順に並べる場合，最も適切なものはどれか。

(ア) 航空機やロケットの構造強度の評価に用いる安全係数

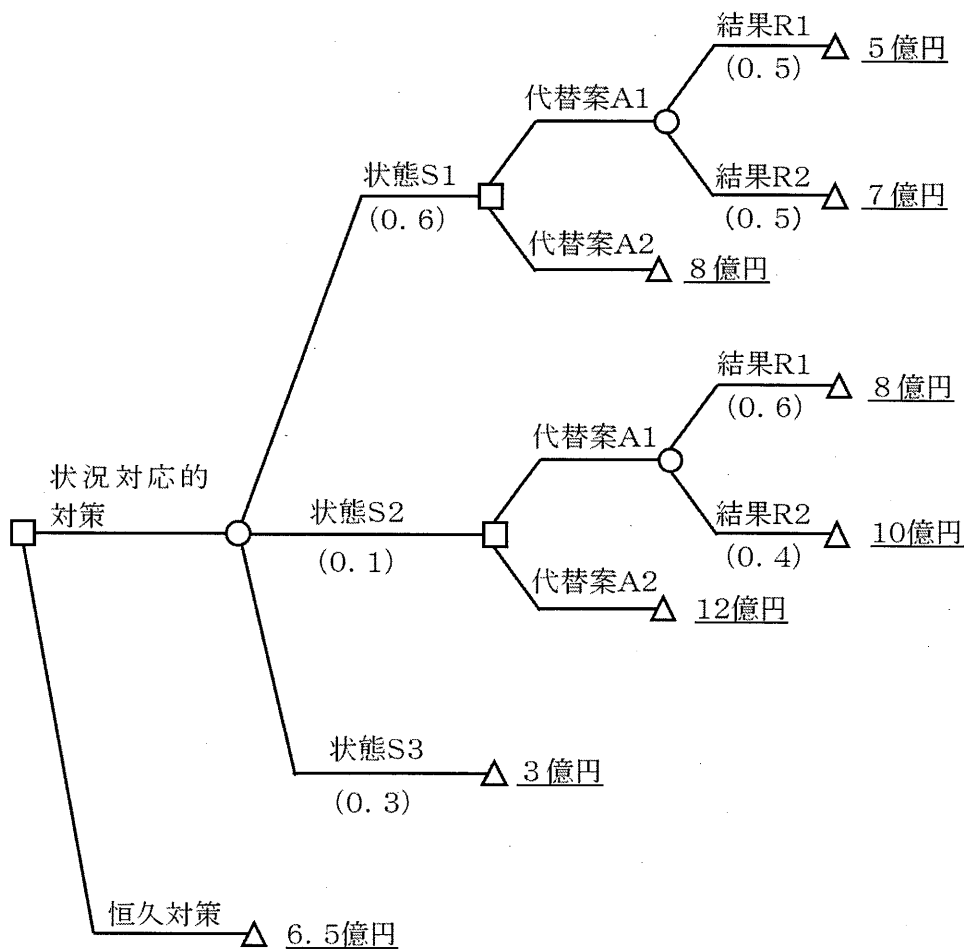
(イ) クレーンの玉掛けに用いるワイヤロープの安全係数

(ウ) 人間が摂取する薬品に対する安全係数

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

I-1-3 工場の災害対策として設備投資をする際に、恒久対策を行うか、状況対応的対策を行うかの最適案を判断するために、図に示すデシジョンツリーを用いる。決定ノードは□、機会ノードは○、端末ノードは△で表している。端末ノードには損失額が記載されている。また括弧書きで記載された値は、その「状態」や「結果」が生じる確率である。

状況対応的対策を選んだ場合は、災害の状態S1、S2、S3がそれぞれ記載された確率で生起することが予想される。状態S1とS2においては、対応策として代替案A1若しくはA2を選択する必要がある。代替案A1を選んだ場合には、結果R1とR2が記載された確率で起こり、それぞれ損失額が異なる。期待総損失額を小さくする判断として、最も適切なものはどれか。



- ① 状況対応的対策の期待総損失額は4.5億円となり、状況対応的対策を採択する。
- ② 状況対応的対策の期待総損失額は5.4億円となり、状況対応的対策を採択する。
- ③ 状況対応的対策の期待総損失額は5.7億円となり、状況対応的対策を採択する。
- ④ 状況対応的対策の期待総損失額は6.6億円となり、恒久対策を採択する。
- ⑤ 状況対応的対策の期待総損失額は6.9億円となり、恒久対策を採択する。

I - 1 - 4 材料の機械的特性に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

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

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

I-1-5 設計者が製作図を作成する際の基本事項を次の(ア)～(オ)に示す。それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

(ア) 工業製品の高度化、精密化に伴い、製品の各部品にも高い精度や互換性が要求されてきた。そのため最近では、形状の幾何学的な公差の指示が不要となってきた。

(イ) 寸法記入は製作工程上に便利であるようにするとともに、作業現場で計算しなくても寸法が求められるようにする。

(ウ) 車輪と車軸のように、穴と軸とが相はまり合うような機械の部品の寸法公差を指示する際に「はめあい方式」がよく用いられる。

(エ) 図面は投影法において第二角法あるいは第三角法で描かれる。

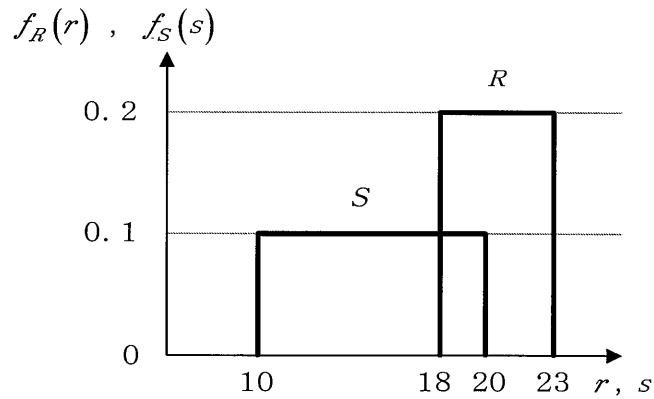
(オ) 図面には表題欄、部品欄、あるいは図面明細表が記入される。

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

I-1-6 構造物の耐力 R と作用荷重 S は材料強度のばらつきや荷重の変動などにより、確率変数として表される。いま、 R と S の確率密度関数 $f_R(r)$ 、 $f_S(s)$ が次のように与えられたとき、構造物の破壊確率として、最も近い値はどれか。

ただし、破壊確率は、 $Pr[R < S]$ で与えられるものとする。

$$f_R(r) = \begin{cases} 0.2 & (18 \leq r \leq 23) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}, \quad f_S(s) = \begin{cases} 0.1 & (10 \leq s \leq 20) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$



- ① 0.02 ② 0.04 ③ 0.08 ④ 0.1 ⑤ 0.2

2群 情報・論理に関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

I-2-1 情報セキュリティを確保する上で、最も不適切なものはどれか。

- ① 添付ファイル付きのメールの場合、差出人のメールアドレスが知り合いのものであれば、直ちに添付ファイルを開いてもよい。
- ② 各クライアントとサーバにウィルス対策ソフトを導入する。
- ③ OSやアプリケーションの脆弱性に対するセキュリティ更新情報を定期的に確認し、最新のセキュリティパッチをあてる。
- ④ パスワードは定期的に変更し、過去に使用したものは流用しない。
- ⑤ 出所の不明なプログラムやUSBメモリを使用しない。

I-2-2 計算機内部では、数は0と1の組合せで表される。絶対値が 2^{-126} 以上 2^{128} 未満の実数を、符号部1文字、指数部8文字、仮数部23文字の合計32文字の0, 1からなる単精度浮動小数表現として、次の手続き1~4によって変換する。

1. 実数を $\pm 2^a \times (1+x)$, $0 \leq x < 1$ 形に変形する。
2. 符号部1文字は符号が正(+)のとき0, 負(-)のとき1とする。
3. 指数部8文字は $a+127$ の値を2進数に直した文字列とする。
4. 仮数部23文字は x の値を2進数に直したとき、小数点以下に表れる23文字分の0, 1からなる文字列とする。

例えば、 $-6.5 = -2^2 \times (1+0.625)$ なので、符号部は符号が負(-)より1, 指数部は $2+127=129=(10000001)_2$ より10000001,

仮数部は $0.625 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^3} = (0.101)_2$ より10100000000000000000000である。

したがって、実数-6.5は、

符号部1, 指数部10000001, 仮数部10100000000000000000000

と表現される。

実数13.0をこの方式で表現したとき、最も適切なものはどれか。

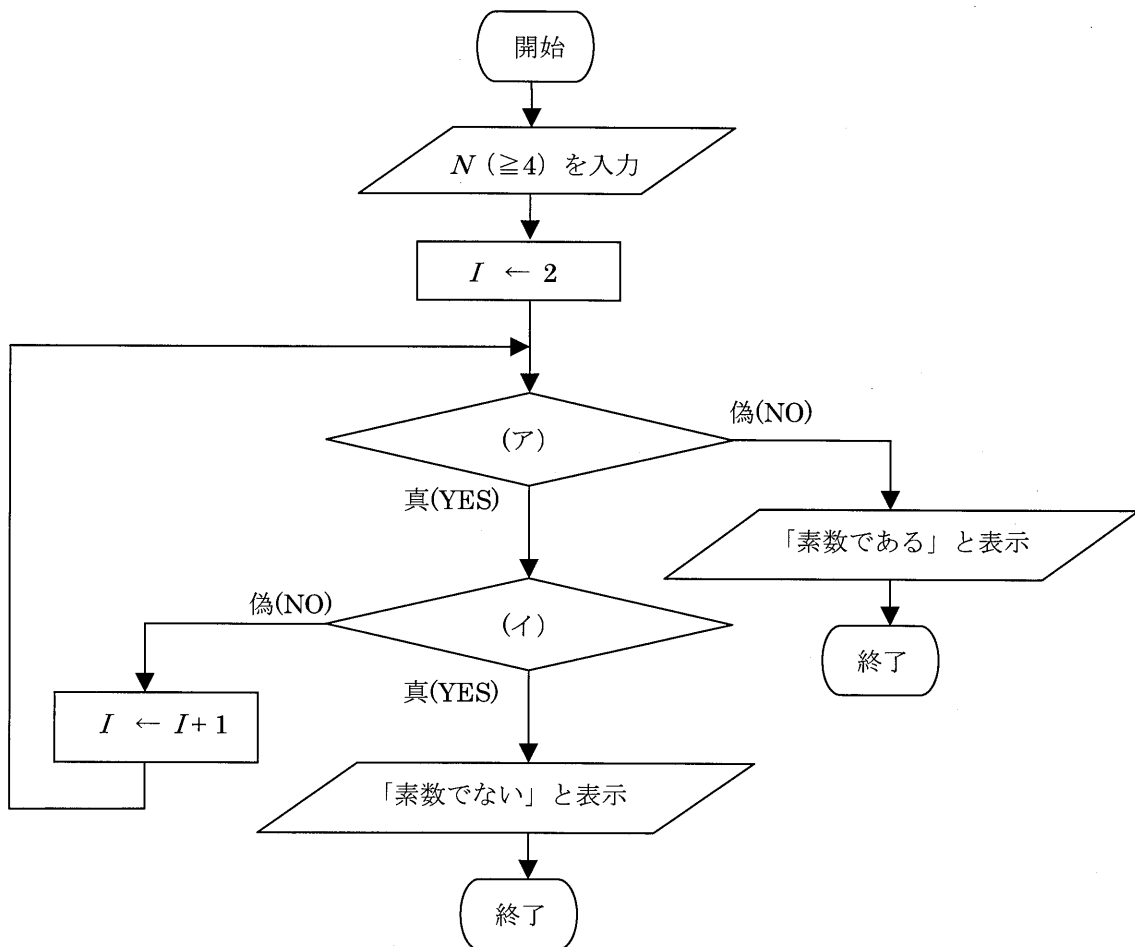
	<u>符号部</u>	<u>指数部</u>	<u>仮数部</u>
①	1	10000001	100100000000000000000000
②	1	10000010	101000000000000000000000
③	0	10000001	100100000000000000000000
④	0	10000010	101000000000000000000000
⑤	0	10000001	101000000000000000000000

I-2-3 2以上の自然数で1とそれ自身以外に約数を持たない数を素数と呼ぶ。 N を4以上の自然数とする。2以上 \sqrt{N} 以下の全ての自然数で N が割り切れないとき、 N は素数であり、そうでないとき、 N は素数でない。

例えば、 $N=11$ の場合、 $11 \div 2 = 5$ 余り 1、 $11 \div 3 = 3$ 余り 2 となり、

2以上 $\sqrt{11} \approx 3.317$ 以下の全ての自然数で割り切れないので11は素数である。

このアルゴリズムを次のような流れ図で表した。流れ図中の(ア)、(イ)に入る記述として、最も適切なものはどれか。



- | ア | イ |
|---------------------|--------------------|
| ① $I \geq \sqrt{N}$ | I が N で割り切れる。 |
| ② $I \geq \sqrt{N}$ | N が I で割り切れない。 |
| ③ $I \geq \sqrt{N}$ | N が I で割り切れる。 |
| ④ $I \leq \sqrt{N}$ | N が I で割り切れない。 |
| ⑤ $I \leq \sqrt{N}$ | N が I で割り切れる。 |

I-2-4 西暦年号がうるう年か否かの判定は次の（ア）～（ウ）の条件によって決定する。うるう年か否かの判定を表現している決定表として、最も適切なものはどれか。

（ア）西暦年号が4で割り切れない年はうるう年でない。

（イ）西暦年号が100で割り切れて400で割り切れない年はうるう年でない。

（ウ）（ア）、（イ）以外するとき、うるう年である。

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

① 条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	X	X	X
	うるう年でないと判定する	X	—	—	—

② 条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	—	X	X
	うるう年でないと判定する	X	X	—	—

③ 条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	X	—	X
	うるう年でないと判定する	X	—	X	—

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

⑤ 条件部	西暦年号が4で割り切れる	N	Y	Y	Y
	西暦年号が100で割り切れる	—	N	Y	Y
	西暦年号が400で割り切れる	—	—	N	Y
動作部	うるう年と判定する	—	—	—	X
	うるう年でないと判定する	X	X	X	—

I-2-5 次の式で表現できる数値列として、最も適切なものはどれか。

$\langle \text{数値列} \rangle ::= 01 \mid 0 \langle \text{数値列} \rangle 1$

ただし、上記式において、 $::=$ は定義を表し、 \mid はORを示す。

- ① 111110 ② 111000 ③ 101010 ④ 000111 ⑤ 000001

I-2-6 10,000命令のプログラムをクロック周波数2.0 [GHz]のCPUで実行する。

下表は、各命令の個数と、CPI（命令当たりの平均クロックサイクル数）を示している。

このプログラムのCPU実行時間に最も近い値はどれか。

命令	個数	CPI
転送命令	3,500	6
算術演算命令	5,000	5
条件分岐命令	1,500	4

- ① 260ナノ秒
② 26マイクロ秒
③ 260マイクロ秒
④ 26ミリ秒
⑤ 260ミリ秒

3群 解析に関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

I-3-1 導関数 $\frac{d^2u}{dx^2}$ の点 x_i における差分表現として、最も適切なものはどれか。た

だし、添え字 i は格子点を表すインデックス、格子幅を h とする。

① $\frac{u_{i+1}-u_i}{h}$

② $\frac{u_{i+1}+u_i}{h}$

③ $\frac{u_{i+1}-2u_i+u_{i-1}}{2h}$

④ $\frac{u_{i+1}+2u_i+u_{i-1}}{h^2}$

⑤ $\frac{u_{i+1}-2u_i+u_{i-1}}{h^2}$

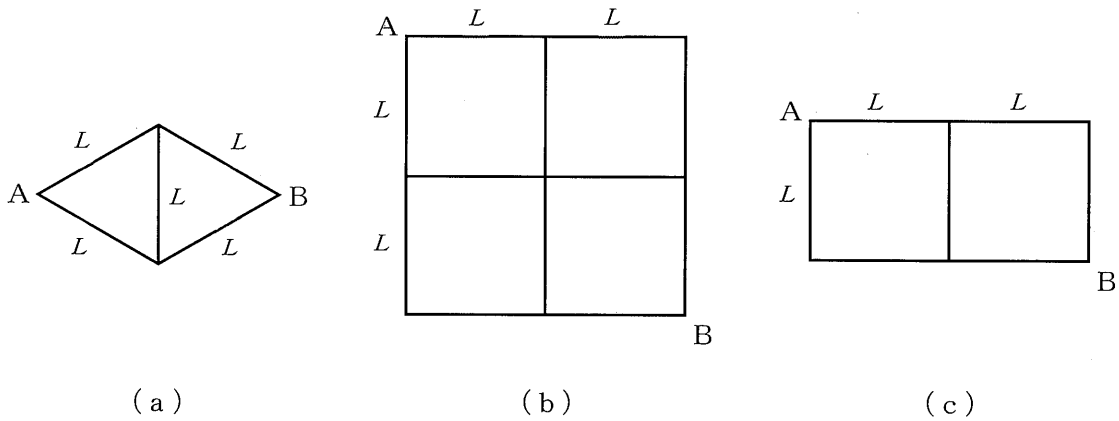
I-3-2 ベクトルAとベクトルBがある。AをBに平行なベクトルPとBに垂直なベクトルQに分解する。すなわち $A=P+Q$ と分解する。 $A=(6, 5, 4)$ 、 $B=(1, 2, -1)$ とするとき、Qとして、最も適切なものはどれか。

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

I-3-3 材料が線形弾性体であることを仮定した構造物の応力分布を、有限要素法により解析するときの要素分割に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

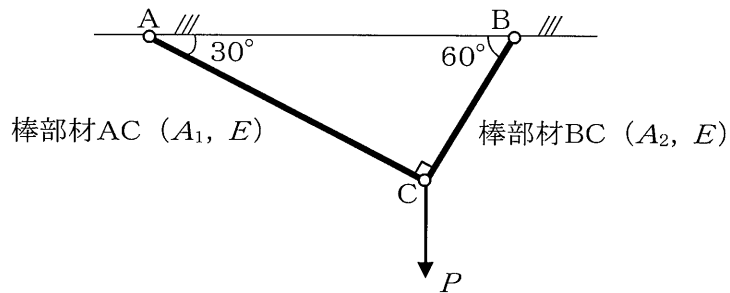
- ① 応力の変化が大きい部分に対しては、要素分割を細かくするべきである。
② 応力の変化が小さい部分に対しては、応力自体の大小にかかわらず要素分割の影響は小さい。
③ 要素分割の影響を見るため、複数の要素分割によって解析を行い、結果を比較することが望ましい。
④ 粗い要素分割で解析した場合には常に変形は小さくなり応力は高めになるので、応力評価に関しては安全側である。
⑤ ある荷重に対して有効性が確認された要素分割でも、他の荷重に対しては有効とは限らない。

I-3-4 長さが L 、抵抗が r の導線を複数本接続して、下図に示すような3種類の回路 (a), (b), (c) を作製した。(a), (b), (c) の各回路におけるAB間の合成抵抗の大きさをそれぞれ R_a , R_b , R_c とするとき、 R_a , R_b , R_c の大小関係として、最も適切なものはどれか。ただし、導線の接合点で付加的な抵抗は存在しないものとする。



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

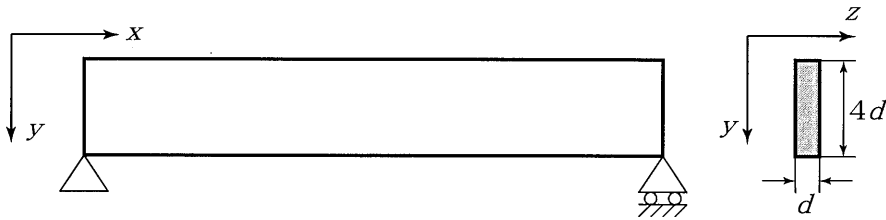
I-3-5 両端にヒンジを有する2つの棒部材ACとBCがあり、点Cにおいて鉛直下向きの荷重 P を受けている。棒部材ACの長さは L である。棒部材ACとBCの断面積はそれぞれ A_1 と A_2 であり、縦弾性係数（ヤング係数）はともに E である。棒部材ACとBCに生じる部材軸方向の伸びをそれぞれ δ_1 と δ_2 とするとき、その比 (δ_1 / δ_2) として、最も適切なものはどれか。なお、棒部材の伸びは微小とみなしてよい。



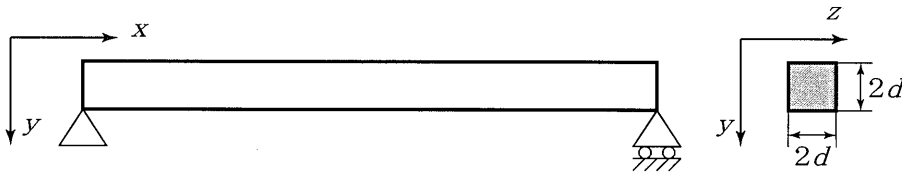
- ① $\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{A_1}{A_2}$
- ② $\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{\sqrt{3} A_1}{2 A_2}$
- ③ $\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{A_2}{A_1}$
- ④ $\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{\sqrt{3} A_2}{2 A_1}$
- ⑤ $\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{\sqrt{3} A_2}{A_1}$

I-3-6 下図に示す、長さが同じで同一の断面積 $4d^2$ を有し、断面形状が異なる3つの単純支持のはり (a), (b), (c) の xy 平面内の曲げ振動について考える。これらのはりのうち、最も小さい1次固有振動数を有するものとして、最も適切なものはどれか。ただし、はりとは同一の等方性線形弾性体からなり、はりの断面は平面を保ち、断面形状は変わらず、また、はりに生じるせん断変形は無視する。

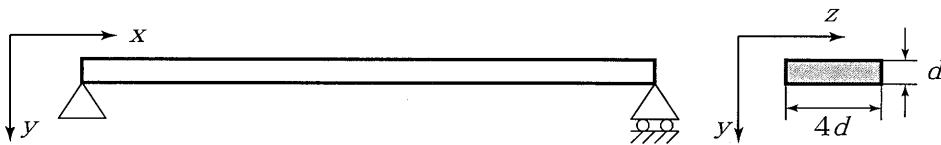
(a)



(b)



(c)



- ① (a) と (b)
- ② (b) と (c)
- ③ (a) のみ
- ④ (b) のみ
- ⑤ (c) のみ

4群 材料・化学・バイオに関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

I-4-1 ある金属イオン水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を添加すると沈殿物を生じ、さらに水酸化ナトリウム水溶液を添加すると溶解した。この金属イオン種として、最も適切なものはどれか。

- ① Ag^+ イオン
- ② Fe^{3+} イオン
- ③ Mg^{2+} イオン
- ④ Al^{3+} イオン
- ⑤ Cu^{2+} イオン

I-4-2 0.10 [mol] の NaCl 、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (ブドウ糖)、 CaCl_2 をそれぞれ1.0 [kg] の純水に溶かし、3種類の0.10 [mol/kg] 水溶液を作製した。これらの水溶液の沸点に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 3種類の水溶液の沸点はいずれも100 [°C] よりも低い。
- ② 3種類の水溶液の沸点はいずれも100 [°C] よりも高く、同じ値である。
- ③ 0.10 [mol/kg] の NaCl 水溶液の沸点が最も低い。
- ④ 0.10 [mol/kg] の $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (ブドウ糖) 水溶液の沸点が最も高い。
- ⑤ 0.10 [mol/kg] の CaCl_2 水溶液の沸点が最も高い。

I-4-3 材料の結晶構造に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

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

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

I-4-4 下記の部品及び材料とそれらに含まれる主な元素の組合せとして、最も適切なものはどれか。

	乾電池負極材	光ファイバー	ジュラルミン	永久磁石
①	Zn	Si	Cu	Fe
②	Zn	Cu	Si	Fe
③	Fe	Si	Cu	Zn
④	Si	Zn	Fe	Cu
⑤	Si	Zn	Fe	Si

I-4-5 アミノ酸に関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

一部の特殊なものを除き、天然のタンパク質を加水分解して得られるアミノ酸は種類である。アミノ酸の α -炭素原子には、アミノ基と,そしてアミノ酸の種類によって異なる側鎖(R基)が結合している。R基に脂肪族炭化水素鎖や芳香族炭化水素鎖を持つロイシンやフェニルアラニンは性アミノ酸である。グリシン以外のアミノ酸には光学異性体が存在するが、天然に主に存在するものはである。

	ア	イ	ウ	エ
①	20	カルボキシ基	疎水	L体
②	20	ヒドロキシ基	疎水	D体
③	30	カルボキシ基	親水	L体
④	30	カルボキシ基	疎水	D体
⑤	30	ヒドロキシ基	親水	L体

I-4-6 遺伝子組換え技術の開発はバイオテクノロジーを革命的に変化させ、ゲノムから目的の遺伝子を取り出して、直接DNA分子の構造を解析することを可能にした。遺伝子組換え技術に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)では、一連の反応を繰り返すたびに二本鎖DNAを熱によって変性させなければならないので、熱に安定なDNAポリメラーゼを利用する。
- ② 遺伝子組換え技術により、大腸菌によるインスリン合成に成功したのは1990年代後半である。
- ③ DNAの断片はゲル電気泳動によって陰極に向かって移動し、大きさにしたがって分離される。
- ④ 6塩基の配列を識別する制限酵素EcoRIでゲノムDNAを切断すると、生じるDNA断片は正確に4⁶塩基対の長さになる。
- ⑤ ヒトのゲノムライブラリーの全てのクローンは、肝臓のRNAから作製したcDNAライブラリーの中に見いだされる。

5群 環境・エネルギー・技術に関するもの (全6問題から3問題を選択解答)

I-5-1 環境管理に関する次のA~Dの記述について、それぞれの正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (A) ある製品に関する資源の採取から製造、使用、廃棄、輸送など全ての段階を通して環境影響を定量的かつ客観的に評価する手法をライフサイクルアセスメントという。
- (B) 公害防止のために必要な対策をとったり、汚された環境を元に戻したりするための費用は、汚染物質を出している者が負担すべきという考え方を汚染者負担原則という。
- (C) 生産者が製品の生産・使用段階だけでなく、廃棄・リサイクル段階まで責任を負うという考え方を拡大生産者責任という。
- (D) 事業活動において環境保全のために投資した経費が、税法上適切に処理されているかどうかについて、公認会計士が監査することを環境監査という。

	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
①	正	正	正	誤
②	誤	誤	誤	正
③	誤	正	正	誤
④	正	正	誤	正
⑤	正	誤	誤	誤

I-5-2 国連気候変動枠組条約第21回締約国会議 (COP21) で採択されたパリ協定についての次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 温室効果ガスの排出削減目標を5年ごとに提出・更新することを義務付けることで、気候変動に対する適応策を積極的に推し進めることとした。
- ② 産業革命前からの地球の平均気温上昇を2 [°C] より十分下方に抑えるとともに、1.5 [°C] に抑える努力を追求することとした。
- ③ 各国より提供された温室効果ガスの排出削減目標の実施・達成に関する情報について、専門家レビューを実施することとした。
- ④ 我が国が提案した二国間オフセット・クレジット制度 (JCM) を含む市場メカニズムの活用が位置づけられた。
- ⑤ 途上国における森林減少及び森林劣化による温室効果ガス排出量を減少させる取組等について、実施及び支援するための行動をとることが奨励された。

I-5-3 天然ガスは、日本まで輸送する際に容積を少なくするため、液化天然ガス（LNG, Liquefied Natural Gas）の形で運ばれている。0 [°C]、1気圧の天然ガスを液化すると体積は何分の1になるか、次のうち最も近い値はどれか。なお、天然ガスは全てメタン（CH₄）で構成される理想気体とし、LNGの密度は温度によらず425 [kg/m³]で一定とする。

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

I-5-4 我が国の近年の家庭のエネルギー消費に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 全国総和の年間エネルギー消費量を用途別に見ると、約3割が給湯用のエネルギーである。
- ② 全国総和の年間エネルギー消費量を用途別に見ると、冷房のエネルギー消費量は暖房のエネルギー消費量の約10倍である。
- ③ 全国総和の年間エネルギー消費量をエネルギー種別に見ると、約5割が電気である。
- ④ 電気冷蔵庫、テレビ、エアコンなどの電気製品は、エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)に基づく「トップランナー制度」の対象になっており、エネルギー消費効率の基準値が設定されている。
- ⑤ 全国総和の年間電力消費量のうち、約5%が待機時消費電力として失われている。

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

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

I-5-6 科学史・技術史上著名な業績に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アレッサンドロ・ボルタは、異種の金属と湿った紙で電堆（電池）を作り定常電流を実現した。
- ② アレクサンダー・フレミングは、溶菌酵素のリゾチームと抗生物質のペニシリンを発見した。
- ③ ヴィルヘルム・レントゲンは、陰極線の実験を行う過程で未知の放射線を発見しX線と名付けた。
- ④ グレゴール・メンデルは、エンドウマメの種子の色などの性質に注目し植物の遺伝の法則性を発見した。
- ⑤ トマス・エジソンは、交流電圧を用いて荷電粒子を加速するサイクロトロンを発明した。