

平成21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5問題から3問題を選択解答）

I-1-1 ある装置において，平均故障間隔MTBF（Mean Time Between Failures）が1,000時間，平均修復時間MTTR（Mean Time To Repair）が200時間のとき，この装置のアベイラビリティ（稼働率）を求め，最も近いものを①～⑤の中から選べ。

- ① 0.67    ② 0.80    ③ 0.83    ④ 0.90    ⑤ 0.98

I-1-2 人に優しい設計に関する次の記述の  ～  に入る語句の組合せとして，適切なものを①～⑤の中から選べ。

日本における65歳以上の人口は，昭和25（1950）年には総人口の5％に満たなかったが，昭和45（1970）年に7％を超え，国連の報告書において  社会と定義された水準となった。また，平成6（1994）年には14％を超えて  社会となった。さらに，平成19（2007）年には21％を超え，生活に障壁を感じないよう対応をとることが必要となってきた。

そのため，障害のある人や高齢者などに主な焦点を当て，そうした方々が社会生活をしていく上で障壁となるものを除去するとともに，新しい障壁を作らないことが必要である。すなわち，物理的な障壁のみならず，社会的，制度的，心理的なすべての障壁に対処するという考え方で施設や製品などを設計する  と，誰にとっても利用しやすくするという考え方で施設や製品などを設計する  が必要であり，この両方に基づく取組みを併せて推進することが求められている。

	ア	イ	ウ	エ
①	前期高齢	後期高齢	バリアフリーデザイン	ユニバーサルデザイン
②	後期高齢	前期高齢	ユニバーサルデザイン	バリアフリーデザイン
③	高齢	高齢化	バリアフリーデザイン	ユニバーサルデザイン
④	高齢	超高齢	ユニバーサルデザイン	バリアフリーデザイン
⑤	高齢化	高齢	バリアフリーデザイン	ユニバーサルデザイン

I-1-3 ある材料に生ずる応力  $S$  がその材料の強度  $R$  より小さくなるように設計する。ここで、 $Z = R - S$  と定義する。いま、強度  $R$  が平均  $\mu_R$ 、分散  $\sigma_R^2$  の正規分布に、応力  $S$  が平均  $\mu_S$ 、分散  $\sigma_S^2$  の正規分布に従う互いに独立な確率変数とみなせるとき、 $Z$  の記述として正しいものを①～⑤の中から選べ。

- ①  $Z$  は平均  $(\mu_R - \mu_S)$ 、標準偏差  $\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_S^2}$  の正規分布に従う。
- ②  $Z$  は平均  $(\mu_R - \mu_S)$ 、標準偏差  $\sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}$  の正規分布に従う。
- ③  $Z$  は平均  $(\mu_S - \mu_R)$ 、標準偏差  $(\sigma_R^2 - \sigma_S^2)$  の正規分布に従う。
- ④  $Z$  は平均  $(\mu_R - \mu_S)$ 、標準偏差  $(\sigma_R^2 + \sigma_S^2)$  の正規分布に従う。
- ⑤  $Z$  は平均  $(\mu_S - \mu_R)$ 、標準偏差  $\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_S^2}$  の正規分布に従う。

I-1-4 信頼性設計に関する(ア)～(エ)の記述について、それぞれの正誤の組合せとして最も適切なものを①～⑤の中から選べ。

- (ア) ディペンダビリティとは、アベイラビリティ性能及びこれに影響を与える要因、すなわち信頼性性能、保全性性能及び保全支援能力を記述するために用いられる包括的な用語である。
- (イ) フォールトの木解析 (Fault Tree Analysis:FTA) とは、下位アイテム又は外部事象、若しくはこれらの組合せのフォールトモードのいずれが、定められたフォールトモードを発生させ得るかを定めるための、フォールトの木形式で表された解析をいう。
- (ウ) 冗長系とは、システムを構成する一部が故障してもシステム全体の機能が維持できるような系を呼び、代表的なものに、直列系、 $m/n$  冗長系、待機冗長系がある。
- (エ) フォールトモード・影響解析 (Failure Modes and Effects Analysis:FMEA) とは、あるアイテムにおいて、各下位アイテムに存在し得るフォールトモードの調査、並びにその他の下位アイテム及び元のアイテム、さらに、上位のアイテムの要求機能に対するフォールトモードの影響の決定を含む定性的な信頼性解析手法をいう。

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

I-1-5 旬の食材を原産地から消費地まで輸送することを計画する。この輸送に要する時間（輸送時間）が  $x$  時間のとき、輸送費は輸送時間に反比例し、 $\frac{50}{x}$  万円、一方、輸送時間の増加による旬の食材の商品価値の低下額は  $200\left(1 - \frac{1}{x+2}\right)$  万円とする。輸送にかかる総費用（輸送費と商品価値の低下額の合計）を最小にするには輸送時間を何時間に設定したらよいか、正しいものを①～⑤の中から選べ。

- ① 0.5時間    ② 1.0時間    ③ 1.5時間    ④ 2.0時間    ⑤ 2.5時間

2群 情報・論理に関するもの (全5問題から3問題を選択解答)

I-2-1 次の表現形式で表現することができる数値として、誤っているものを①～⑤の中から選べ。

数値 ::= 整数 | 小数 | 整数 小数

小数 ::= 小数点 数字列

整数 ::= 数字列 | 符号 数字列

数字列 ::= 数字 | 数字列 数字

符号 ::= + | -

小数点 ::= .

数字 ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

ただし、上記表現形式において、::= は定義を表し、| は OR を示す。

① -19.1    ② .52    ③ -37    ④ 4.35    ⑤ -.125

I-2-2 インターネットのセキュリティと暗号化に関する記述のうち、正しいものを①～⑤の中から選べ。

- ① 公開鍵暗号方式では、公開鍵だけが必要である。
- ② 携帯電話はウイルスに感染しないので、インターネットへのアクセスは安全である。
- ③ 公開鍵基盤における公開鍵の所有者を保証する方法の1つとして、認証局を利用するものがある。
- ④ デジタル署名では、メッセージに対するダイジェストを公開鍵で暗号化することで、メッセージの改ざんを検出できる。
- ⑤ 無線LANの利用において、WEP (Wired Equivalent Privacy) 方式を用いた暗号化によって完全に盗聴を防ぐことができる。

I-2-3 基数変換に関する次の記述の  ～  に入る数値の組合せとして、正しいものを①～⑤の中から選べ。

10進数の0.8を小数部4桁の2進数で表せば  となる（小数部5桁目以降は切り捨て）。この  を0.5倍した結果は  となる。これを10進数に変換すると  となる。

	ア	イ	ウ
①	0.1010	0.0110	0.4
②	0.1010	0.0101	0.375
③	0.1100	0.0101	0.4
④	0.1100	0.0110	0.4
⑤	0.1100	0.0110	0.375

I-2-4 次の記述の  ～  に入る数値の組合せとして、正しいものを①～⑤の中から選べ。

コンピュータで大文字のアルファベット26文字を表すためには少なくとも  ビットの情報量が必要である。同様に、0から255までの整数を表すためには少なくとも  ビット、昭和56年10月に告示された常用漢字表の本表の漢字欄に記載されている1,945文字の漢字を表すためには少なくとも  ビットの情報量がそれぞれ必要である。

	ア	イ	ウ
①	4	7	11
②	4	8	10
③	5	7	10
④	5	8	11
⑤	5	8	10

I-2-5 スタックとは、次に取り出されるデータ要素が最も新しく記憶されたものであるような方法でデータを順序付ける記憶装置である。スタックに対する操作を次のとおり定義する。

- 「 PUSH n 」スタックに整数データ n を挿入する
- 「 POP 」スタックから整数データを取り出す

空のスタックに対し、PUSH 1, PUSH 2, PUSH 3, PUSH 4, POP, POP, PUSH 5, POPの操作を順に行った。続いてPOPの操作を行った場合、取り出される整数データとして正しいものを①～⑤の中から選べ。

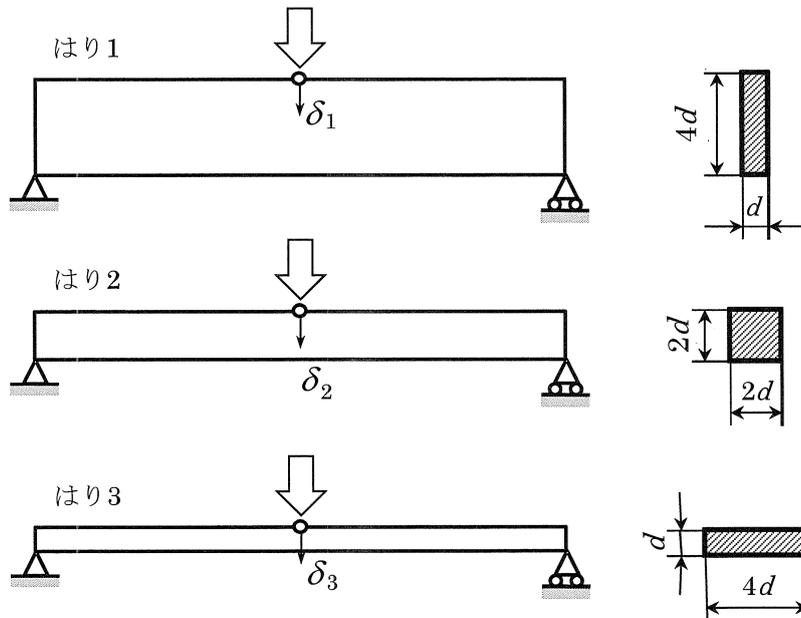
- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

3群 解析に関するもの (全5問題から3問題を選択解答)

I-3-1 比熱を一定と仮定した理想気体が可逆断熱変化する場合について、一般的に成立する式として最も適切なものを①～⑤の中から選べ。なお、 $P$ 、 $V$ 、 $T$ 、 $\kappa$ はそれぞれ、圧力、体積、温度、比熱比とする。

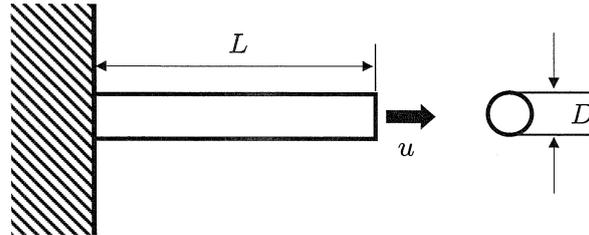
- ①  $PV^{\kappa-1} = \text{一定}$     ②  $TV^{\kappa-1} = \text{一定}$     ③  $PV^{\kappa+1} = \text{一定}$   
 ④  $PT^{\kappa} = \text{一定}$     ⑤  $TV^{\kappa} = \text{一定}$

I-3-2 下図に示すように、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つの単純支持ばりがある。はりの中央に同一の荷重を鉛直下方に負荷したとき、はり1、はり2、及びはり3の鉛直方向のたわみはそれぞれ $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 、及び $\delta_3$ であった。これらのたわみの大小関係について、正しいものを①～⑤の中から選べ。ただし、はりとはりの同一の等方性線形弾性体からなり、はりの断面は荷重を負荷した前後で平面を保ち、断面形状は荷重を負荷した前後で変わらず、また、はりに生ずるせん断変形、及びはりの自重は無視する。



- ①  $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3$     ②  $\delta_1 < \delta_3 < \delta_2$     ③  $\delta_1 = \delta_3 < \delta_2$   
 ④  $\delta_2 < \delta_1 = \delta_3$     ⑤  $\delta_3 < \delta_2 < \delta_1$

I-3-3 下図に示すように、直径  $D$ 、長さ  $L$  の丸棒の左端を完全に固定し、自由端面において右方向に一様な強制変位  $u$  を与えた。丸棒をヤング率  $E$  の等方性線形弾性体として扱い、微小変形を仮定するとき、丸棒に蓄えられるひずみエネルギーとして最も適切なものを①～⑤の中から選べ。なお、円周率を  $\pi$  とし、丸棒の自重は無視する。



- ①  $\frac{1}{2} \frac{Eu^2}{L}$       ②  $\frac{\pi D^2 Eu^2}{L}$       ③  $\frac{1}{2} \frac{\pi D^2 Eu^2}{L}$   
 ④  $\frac{1}{4} \frac{\pi D^2 Eu^2}{L}$       ⑤  $\frac{1}{8} \frac{\pi D^2 Eu^2}{L}$

I-3-4 2次元直交座標系  $(x, y)$  におけるベクトルを  $\vec{V} = (V_x, V_y) = (y^2, x+y)$  とする。

このとき関数  $\text{rot } \vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial x}$  の、点  $(3, 2)$  における値を①～⑤の中から選べ。

- ①  $(2y, 1)$       ②  $(4, 1)$       ③  $(6, 1)$       ④  $3$       ⑤  $5$

I - 3 - 5 座標  $(x, y)$  と変数  $\xi, \eta$  の間には,

$$x = x(\xi, \eta)$$

$$y = y(\xi, \eta)$$

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

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

ここに  $[J]$  はヤコビ行列と呼ばれ、ここでは 2 行 2 列の行列となる。 $[J]$  の  $i$  行  $j$  列成分を  $J_{ij}$  と表すとき、正しい表現を①～⑤の中から選べ。

$$\textcircled{1} \quad J_{11} = \frac{\partial x}{\partial \xi}, J_{12} = \frac{\partial y}{\partial \xi}, J_{21} = \frac{\partial x}{\partial \eta}, J_{22} = \frac{\partial y}{\partial \eta}$$

$$\textcircled{2} \quad J_{11} = \frac{\partial x}{\partial \xi}, J_{12} = \frac{\partial x}{\partial \eta}, J_{21} = \frac{\partial y}{\partial \xi}, J_{22} = \frac{\partial y}{\partial \eta}$$

$$\textcircled{3} \quad J_{11} = \frac{\partial y}{\partial \xi}, J_{12} = \frac{\partial x}{\partial \xi}, J_{21} = \frac{\partial y}{\partial \eta}, J_{22} = \frac{\partial x}{\partial \eta}$$

$$\textcircled{4} \quad J_{11} = \frac{\partial y}{\partial \xi}, J_{12} = \frac{\partial y}{\partial \eta}, J_{21} = \frac{\partial x}{\partial \xi}, J_{22} = \frac{\partial x}{\partial \eta}$$

$$\textcircled{5} \quad J_{11} = \frac{\partial x}{\partial \xi}, J_{12} = J_{21} = \frac{\partial x}{\partial \eta}, J_{22} = \frac{\partial y}{\partial \eta}$$

4群 材料・化学・バイオに関するもの (全5問題から3問題を選択解答)

I-4-1 ハロゲンに関する(ア)～(エ)の記述について、正しいものの組合せを①～⑤の中から選べ。

(ア) ハロゲン原子の電気陰性度は大きいものからF, Cl, Br, Iの順である。

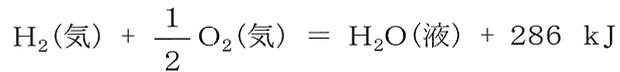
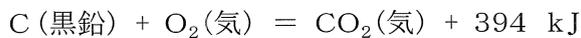
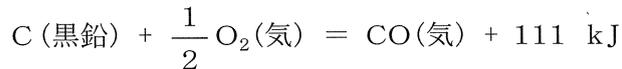
(イ) ハロゲン分子の酸化力は強いものからF<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>の順である。

(ウ) ハロゲン化水素の水溶液の酸性は強いものからHF, HCl, HBr, HIの順である。

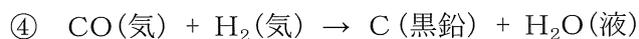
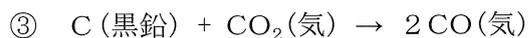
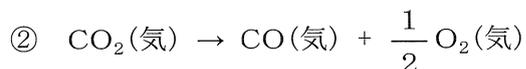
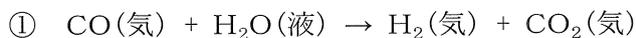
(エ) ハロゲン化水素の沸点は高いものからHF, HCl, HBr, HIの順である。

① ア, イ    ② ア, ウ    ③ イ, ウ    ④ イ, エ    ⑤ ウ, エ

I-4-2 25℃, 1.013×10<sup>5</sup> Paにおける一酸化炭素, 二酸化炭素, 水の生成熱は次の熱化学方程式で与えられる。



これらの熱化学方程式から25℃, 1.013×10<sup>5</sup> Paでの①～⑤の反応における反応熱を求めたとき、発熱反応であるものを①～⑤の中から選べ。



I-4-3 環境負荷の低減に役立つと期待されている下記の(ア)～(エ)の実用化されている技術に関係の深い物質の組合せとして、適切なものを①～⑤の中から選べ。

(ア) 太陽電池 (イ) 光触媒 (ウ) バイオマスプラスチック (エ) 燃料電池

	ア	イ	ウ	エ
①	リチウム	酸化チタン	ポリ乳酸	鉛
②	シリコン	酸化カルシウム	ポリ乳酸	鉛
③	シリコン	酸化チタン	ポリ乳酸	白金
④	リチウム	酸化カルシウム	ポリ酢酸ビニル	白金
⑤	シリコン	酸化チタン	ポリ酢酸ビニル	鉛

I-4-4 金属の変形に関する次の(A),(B)の記述の  ～  に入る語句の組合せとして、適切なものを①～⑤の中から選べ。

(A) 多くの金属は室温下では変形が進むにつれて  が増加し、  する。  
 した金属を加熱すると、増加した  が減少し、加工する前の強度に近づく。  
 増加した  の減少を目的とした熱処理を  という。

(B) 一定の応力あるいは荷重のもとで、時間とともに塑性変形が進行する現象を  とよぶ。

	ア	イ	ウ	エ
①	格子欠陥	加工軟化	焼なまし	クリープ
②	格子欠陥	加工硬化	焼もどし	時効
③	完全結晶	加工軟化	焼もどし	クリープ
④	格子欠陥	加工硬化	焼なまし	クリープ
⑤	完全結晶	加工硬化	焼もどし	時効

I-4-5 植物や動物のクローン作成技術に関する次の記述の [ア] ~ [エ] に入る語句の組合せとして、適切なものを①~⑤の中から選べ。

植物の場合、[ア] であるオーキシジン及びサイトカイニンを高濃度に含む培地で、根や葉の一部を培養すると [イ] と呼ばれる不定形の未分化な細胞塊が得られる。次に、[ア] の組成を変えて [イ] を培養すると再分化し、元の植物と同じ遺伝情報をもつクローンが得られる。

一方、ほ乳類の場合、植物のように分化した細胞の培養を行うだけでは個体をつくることはできない。あらかじめ [ウ] を除去した [エ] に体細胞から取り出した [ウ] を移植して培養した後、母胎に入れることによってクローンを作成する。このようにしてつくられたクローンを体細胞クローンと呼ぶ。

	ア	イ	ウ	エ
①	植物ホルモン	プロトプラスト	核	卵原細胞
②	アミノ酸	プロトプラスト	胚	卵原細胞
③	植物ホルモン	カルス	核	未受精卵
④	アミノ酸	カルス	胚	卵原細胞
⑤	植物ホルモン	プロトプラスト	核	未受精卵

5群 技術関連 (全5問題から3問題を選択解答)

I-5-1 平成20年版電気事業便覧によれば、平成19年度における日本の総発電電力量(電気事業用)に占める再生可能エネルギー発電電力量の比率はどのくらいか。最も近いものを①～⑤の中から選べ。

- ① 50%    ② 32%    ③ 16%    ④ 8%    ⑤ 1%

I-5-2 環境保全のための対策技術に関する記述として、最も不適切なものを①～⑤の中から選べ。

- ① 産業廃棄物の管理型処分場では、環境保全対策として遮水工や浸出水処理設備を設けることなどが義務付けられている。
- ② 下水処理の工程は一次処理から三次処理に分類できるが、活性汚泥法などによる生物処理は一般的に一次処理に分類される。
- ③ 悪臭は感覚公害なので、発生源において煙突の排出口を高くするなどして大気中での拡散を促し、着地濃度を低くさせることで臭いを低減する対策も有効な場合がある。
- ④ 汚染土壌の対策技術としては、化学的作用や生物学的作用等を用いた様々な技術があるが、土壌汚染対策法に基づいて実施された対策では掘削除去の実績が多い。
- ⑤ ごみ焼却施設におけるダイオキシン類対策においては、炉内の温度管理や滞留時間確保等による完全燃焼、及びダイオキシン類の再合成を防ぐための排ガスの急冷などが有効である。

I-5-3 地球温暖化防止に関して国際的に合意された京都議定書に関する次の記述の

ア～オに入る語句の組合せとして、正しいものを①～⑤の中から選べ。

1997年に京都で開催された ア で採択された気候変動枠組条約の議定書であり、締結した先進国等（正確には附属書 I 国）に対し、2008～12年の第一約束期間における温室効果ガスの排出量を イ 年比の数値目標に基づいて削減することを義務付けている。また、削減数値目標を達成するために京都メカニズムを導入し、その中で ウ と エ が共同で温室効果ガス削減プロジェクトを エ において実施し、そこで生じた削減分の一部を ウ がクレジットとして得て、自国の削減量に充当できる仕組みである オ を導入した。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	COP3	2008	途上国	先進国	共同実施（JI）
②	COP7	1997	先進国	途上国	クリーン開発メカニズム（CDM）
③	COP7	1990	途上国	先進国	排出量取引
④	COP3	1990	先進国	途上国	クリーン開発メカニズム（CDM）
⑤	COP3	2008	先進国	途上国	排出量取引

I-5-4 次の(ア)～(エ)の記述は保全に関する語句の説明である。説明された語句の組合せとして適切なものを①～⑤の中から選べ。ただし、設備や機械などの対象をアイテムと呼ぶ。

(ア) アイテムの機能の1つ又は幾つかを停止又は低下させた状態で行う保全

(イ) 予定の時間間隔で行う予防保全

(ウ) フォールト発見後、アイテムを要求機能遂行状態に修復させるために行われる保全

(エ) アイテムのいずれの機能も停止又は低下させないで行う保全

	ア	イ	ウ	エ
①	機能維持保全	定期保全	事後保全	機能影響保全
②	機能影響保全	定期保全	事後保全	機能維持保全
③	機能影響保全	経時保全	事後保全	機能維持保全
④	機能影響保全	時間計画保全	予防保全	機能維持保全
⑤	機能維持保全	経時保全	予防保全	機能影響保全

I-5-5 次の(ア)～(オ)の技術史上の著名な業績を年代の古い順から並べたものとして、正しいものを①～⑤の中から選べ。

- (ア) トーマス・ニューコメンによる大気圧機関の発明
- (イ) ガリレオ・ガリレイによる天体望遠鏡を用いた天体観測
- (ウ) ジェームズ・ワットによるワット式蒸気機関の発明
- (エ) ウォーレス・カロザースによるナイロンの発明
- (オ) チャールズ・ウィルソンによる霧箱の発明

- ① イーアーウーオーエ
- ② イーウーアーオーエ
- ③ イーアーウーエーオ
- ④ ウーアーイーオーエ
- ⑤ ウーイーアーエーオ