

平成23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 東京－名古屋間に信頼度が0.8の回線があり，名古屋－大阪間に信頼度が0.6の回線がある。最近，東京－大阪間の通信業務が増加してきたことから，同区間の信頼性を高めるために，既存回線に加えて東京－大阪間を直結する新たな回線を設けることにした。東京－大阪間の回線の信頼度を0.8にするために，この新たな回線の信頼度として最も近い値はどれか。

- ① 0.52    ② 0.62    ③ 0.72    ④ 0.82    ⑤ 0.92

I-1-2 ある銀行に1台のATMがあり，1時間当たり50人が利用する。このATMの1人当たりの平均処理時間は30秒である。このとき，客がATMに並んでから処理が終了するまでの平均の時間として最も近い値はどれか。ただし，単位時間当たりに利用する客の数の分布はポアソン分布に，また，処理に要する時間は指数分布に従うものとする。これによる計算式を次に示す。

待ち行列長＝利用率÷(1－利用率)

平均待ち時間＝待ち行列長×平均処理時間

利用率＝単位時間当たりの平均到着人数÷単位時間当たりの平均処理人数

平均応対時間＝平均待ち時間＋平均処理時間

- ① 21秒    ② 31秒    ③ 41秒    ④ 51秒    ⑤ 61秒

I－1－3 設計開発プロジェクトの作業リストが下表のように示されている。下図は、この表から作成したアローダイアグラムである。表に示されているように、各作業（AからG）は、終了されていなければならない先行作業のあるものがあり、また追加費用を投じることによって、作業日数を1日短縮することができる。このプロジェクトの最早完了日数を1日短縮する最も安価な方法を選択したい。追加費用を支払い、作業日数を1日短縮すべき作業はどれか。

表 作業リストと作業日数を1日短縮するために必要な費用

| 作業名 | 作業日数 | 先行作業 | 追加費用(万円) |
|-----|------|------|----------|
| A   | 1    | －    | 20       |
| B   | 4    | －    | 45       |
| C   | 1    | A    | 60       |
| D   | 2    | A    | 15       |
| E   | 4    | B,C  | 40       |
| F   | 5    | D,E  | 50       |
| G   | 3    | E    | 30       |

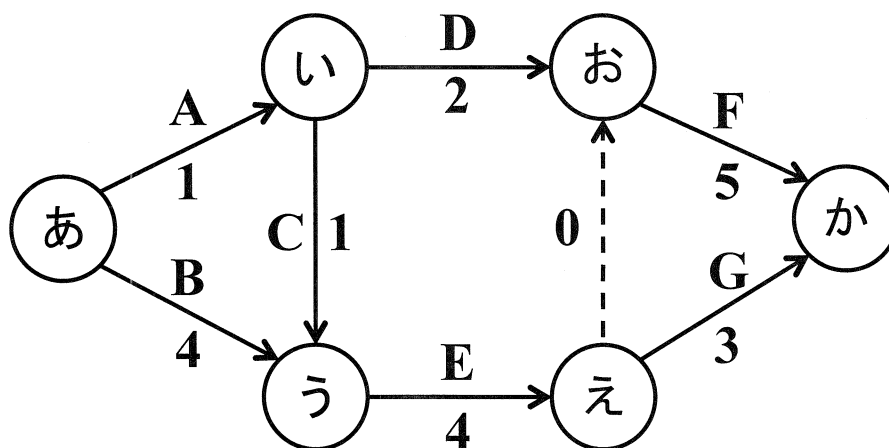


図 アローダイアグラム

- ① 作業B    ② 作業D    ③ 作業E    ④ 作業F    ⑤ 作業G

I－1－4 大画面薄型テレビの新製品を発売しようとしているA社とB社は共に、その定価の設定に悩んでいる。下表のように、あるコンサルタントは定価と売上高の相関を利得表として報告している。この表は、A社が60万円、B社が60万円を定価として設定すると、A社の売上高は12億円、B社の売上高は13億円となることを示している。この表に従うと、A社もB社も他社が設定する定価を予想して、自社の売上高を最大にする定価を設定することができる。A社とB社が共に売上高の最大化を目指し、他社の定価設定に対して各社が独自に設定する最適な自社の定価の組合せはどれか。

表 売上高の利得表

|                      |      | B社の販売戦略<br>B社が設定する定価 |      |        |      |
|----------------------|------|----------------------|------|--------|------|
|                      |      | 60万円                 |      | 65万円   |      |
| A社の販売戦略<br>A社が設定する定価 | 60万円 | A社の売上高               | 12億円 | A社の売上高 | 15億円 |
|                      |      | B社の売上高               | 13億円 | B社の売上高 | 7億円  |
|                      | 65万円 | A社の売上高               | 8億円  | A社の売上高 | 10億円 |
|                      |      | B社の売上高               | 14億円 | B社の売上高 | 10億円 |

- ① A社の定価：60万円，B社の定価：60万円
- ② A社の定価：60万円，B社の定価：65万円
- ③ A社の定価：65万円，B社の定価：60万円
- ④ A社の定価：65万円，B社の定価：65万円
- ⑤ 定価の組合せは決まらない。

I－1－5 次の(ア)～(エ)の安全率について、それぞれの一般的な数値の組合せとして、最も適切なものはどれか。

(ア) 航空宇宙工学で、航空機あるいはロケットの構造設計に用いる安全率

(イ) 玉掛けに用いるワイヤロープの安全率

(ウ) 人間が摂取する薬品に対する安全率

(エ) かごを主索でつるエレベーターの主索の常時の安全率（使用時）

|   | ア   | イ | ウ    | エ |
|---|-----|---|------|---|
| ① | 100 | 6 | 1000 | 4 |
| ② | 1.5 | 4 | 100  | 6 |
| ③ | 100 | 4 | 1000 | 6 |
| ④ | 1.5 | 6 | 100  | 4 |
| ⑤ | 10  | 4 | 100  | 6 |

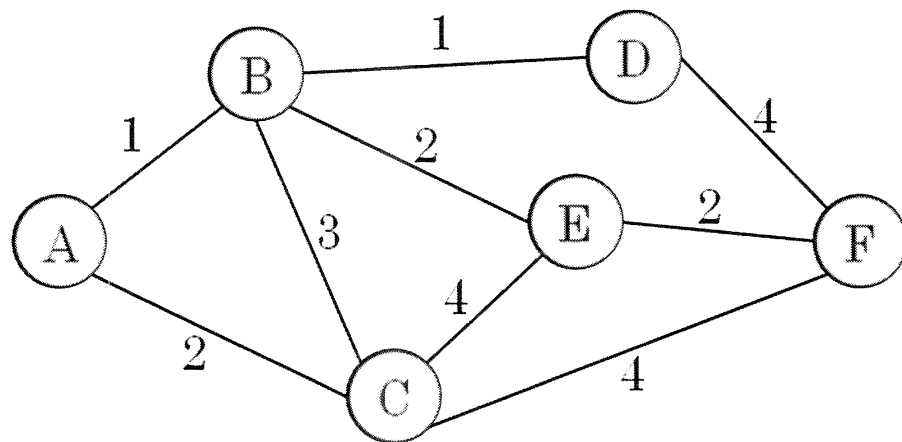
2群 情報・論理に関するもの (全5問題から3問題を選択解答)

I-2-1 IPv4アドレスは、32ビットの2進数で定義されるが、ドット付き10進表記を行う場合には、上位から1バイトずつを10進数で表し、ドットで区切って表現する。次のIPアドレスをドット付き10進表記で表したものはどれか。

1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 0 0

- ① 172.31.192.168
- ② 172.31.168.192
- ③ 172.31.255.255
- ④ 192.168.31.172
- ⑤ 192.168.172.31

I-2-2 下図に示す通信ネットワークにおいて、隣接するノード間の遅延時間は、各リンクに数字で示したとおりである。このとき、ノードAとノードFの間の通信に最も遅延時間が短くなる経路を利用したとき、その経路の遅延時間はどれか。ただし、経路の遅延時間は、経由するリンクの遅延時間の和で表されるものとする。



- ① 1      ② 5      ③ 6      ④ 8      ⑤ 10

I-2-3 論理式  $X = (\bar{A} + B) \cdot \overline{(A + \bar{B})}$  と等価な論理式はどれか。ここで、論理式中の  
・ は論理積、+ は論理和、 $\bar{X}$  は X の否定を表す。

①  $X = (\bar{A} + B) + (\bar{A} \cdot B)$

②  $X = \overline{(A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)}$

③  $X = (A \cdot \bar{B}) \cdot (\bar{A} \cdot B)$

④  $X = \overline{(\bar{A} + B) + (\bar{A} + B)}$

⑤  $X = (A + \bar{B}) \cdot (\bar{A} + \bar{B})$

I-2-4 アクセス時間が 1 ns の一次キャッシュ、アクセス時間が 10 ns の二次キャッシュ、アクセス時間が 100 ns の主記憶からなる計算機システムがある。一次キャッシュのヒット率が 95 %、二次キャッシュのヒット率が 90 % のとき、このシステムの実効メモリアクセス時間はどれか。

- ① 1.9 ns      ② 6.45 ns      ③ 11.45 ns      ④ 15.4 ns      ⑤ 19.95 ns

I－2－5 パスワードに関する記述で、最も適切なものはどれか。

- ① サーバへの通信経路としてWEPで暗号化された無線LANを利用することで、覚えやすい単語から構成されるパスワードを安全に利用することができる。
- ② サーバへのログインを行う場合、公開鍵暗号方式を利用することで、ユーザが秘密に管理すべきパスワードがネットワーク上に流出するのを防ぐことができる。
- ③ 利用者がパスワードを忘れた場合に通知できるように、入力したパスワード文字列はサーバにそのままの形で保存しておくことが望ましい。
- ④ パスワードとして記号と数字から構成される長い文字列を利用することで、ネットカフェなどにある不特定のコンピュータからサーバへ安全にログインできる。
- ⑤ 辞書を用いたパスワード解析を防ぐには、“asdfghjk”などのキーボードの横一列をパスワードとして利用することが望ましい。

3 群 解析に関するもの （全 5 問題から 3 問題を選択解答）

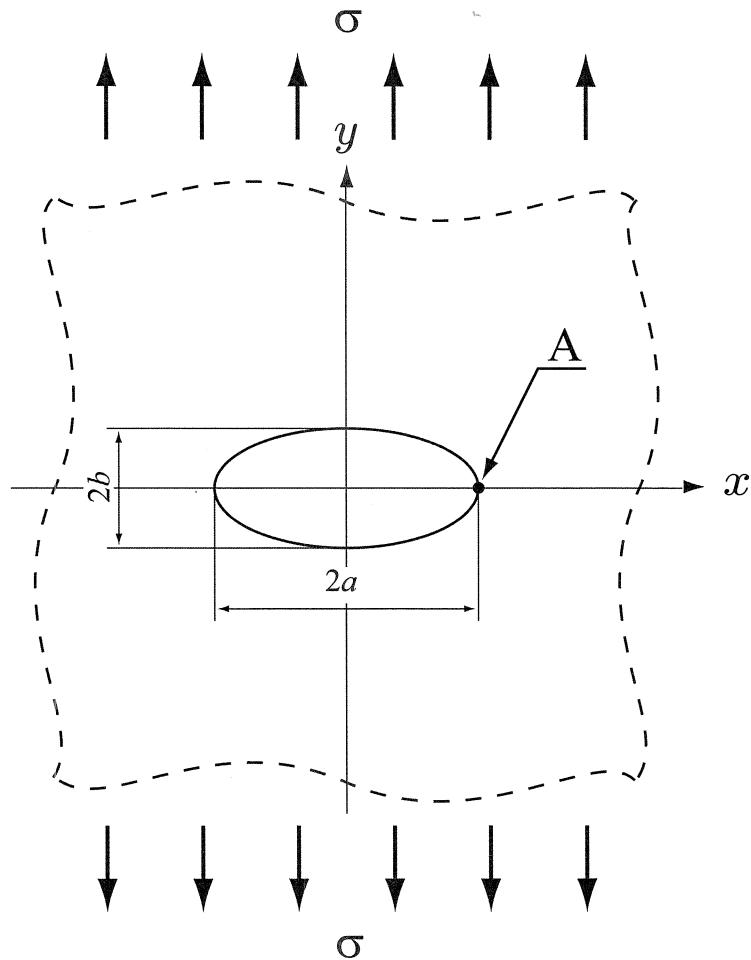
I－3－1 有限要素法による線形弾性平面歪み解析で用いられる，一般的なアイソパラメトリック 4 節点四辺形要素に関する次の記述のうち，誤っているものはどれか。

- ① 応力値は，隣接要素との共通辺を横切るとき不連続となる。
- ② 応力値は，要素内で一定である。
- ③ 一般に，解析精度は，要素形状に依存する。
- ④ 変位は，要素形状によらず隣接要素との共通辺上で連続となる。
- ⑤ 一般に，解析精度は，要素分割の細かさに依存する。



I-3-2 下図に示すように、遠方で $y$ 方向に応力 $\sigma$  ( $> 0$ )を受け、軸の長さ $a$ と $b$ の楕円孔 ( $a > b$ ) を有する無限平板がある。楕円孔の縁 (点A) での応力状態 ( $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ ) として適切なものは、次のうちどれか。

- ①  $\sigma_x = 0, \sigma_y > 3\sigma, \tau_{xy} = 0$
- ②  $\sigma_x > 0, \sigma_y > 3\sigma, \tau_{xy} = 0$
- ③  $\sigma_x = 0, \sigma_y > 3\sigma, \tau_{xy} > 0$
- ④  $\sigma_x = 0, \sigma_y < 3\sigma, \tau_{xy} = 0$
- ⑤  $\sigma_x > 0, \sigma_y < 3\sigma, \tau_{xy} = 0$



I-3-3 下図に示すような熱伝導率の異なる2種類の材料で構成される二次元矩形領域 ABCD の熱伝導問題を考える。各材料の熱伝導率をそれぞれ  $k_1$ ,  $k_2$ , 厚さをそれぞれ  $l_1$ ,  $l_2$  とする。温度  $T$  が面 AD で  $T_1$ , 面 BC で  $T_2$  に維持されており  $x$  方向に熱が伝わる場合の平均熱伝導率  $k_x$  と, 温度  $T$  が面 AB で  $T_2$ , 面 DC で  $T_1$  に維持されており  $y$  方向に熱が伝わる場合の平均熱伝導率  $k_y$  の組合せとして正しいものはどれか。ただし,  $T_1 \neq T_2$  であり, 温度が与えられない面は断熱条件とする。また, 材料境界面で温度は連続とする。

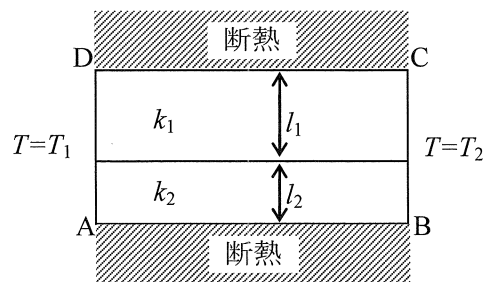
①  $k_x = \frac{k_1 l_2 + k_2 l_1}{l_1 + l_2}$        $k_y = \frac{k_1 l_1 + k_2 l_2}{l_1 + l_2}$

②  $k_x = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_2}{k_1} + \frac{l_1}{k_2}}$        $k_y = \frac{k_1 l_2 + k_2 l_1}{l_1 + l_2}$

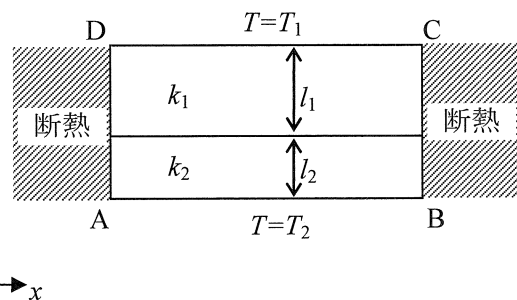
③  $k_x = \frac{k_1 l_1 + k_2 l_2}{l_1 + l_2}$        $k_y = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_2}{k_1} + \frac{l_1}{k_2}}$

④  $k_x = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_2}{k_1} + \frac{l_1}{k_2}}$        $k_y = \frac{k_1 l_1 + k_2 l_2}{l_1 + l_2}$

⑤  $k_x = \frac{k_1 l_1 + k_2 l_2}{l_1 + l_2}$        $k_y = \frac{l_1 + l_2}{\frac{l_1}{k_1} + \frac{l_2}{k_2}}$

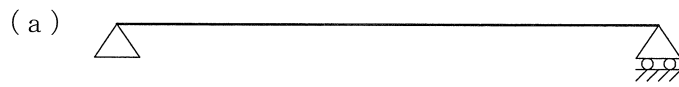


$x$  方向に熱が伝わる場合



$y$  方向に熱が伝わる場合

I-3-4 下図に示す支持条件の異なる3つのはり(a), (b), (c)を考える。3つのはりの材料及び断面の形状と寸法はすべて同じである。これらのはり(a), (b), (c)の最も小さい固有振動数をそれぞれ $f_a, f_b, f_c$ とすると,  $f_a, f_b, f_c$ に関する大小関係として, 正しいものはどれか。ただし, はりのせん断変形は無視できるものとする。



- ①  $f_a < f_b < f_c$
- ②  $f_a < f_c < f_b$
- ③  $f_b < f_a < f_c$
- ④  $f_b < f_c < f_a$
- ⑤  $f_c < f_a < f_b$

I-3-5 3次元直交座標系 $(x, y, z)$ におけるベクトル

$$\mathbf{V} = (V_x, V_y, V_z) = (\sin(x+y+z), \cos(x+y+z), z)$$

の $(2\pi, 0, 0)$ での発散  $\operatorname{div} \mathbf{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$  の値はどれか。

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

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 次の記述のうち、誤っているものはどれか。ただし、いずれも常圧下での反応である。

- ① 酢酸は弱酸であり、炭酸の酸性度はそれより弱く、フェノールは炭酸より弱酸である。
- ② 塩酸及び酢酸の0.1 mol/L 水溶液は同一のpHを示す。
- ③ 水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム、水酸化バリウムは水に溶けて強塩基性を示す。
- ④ 炭酸カルシウムに希塩酸を加えると、二酸化炭素を発生する。
- ⑤ 硫酸アンモニウムに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、アンモニアを生成する。

I-4-2 以下の結合エネルギーを用いて得られる、1 molの塩化水素HClの生成熱に最も近い値はどれか。

結合エネルギー H-H : 436 kJ/mol, Cl-Cl : 243 kJ/mol, H-Cl : 432 kJ/mol

- ① 93 kJ/mol      ② 216 kJ/mol      ③ 340 kJ/mol
- ④ 432 kJ/mol      ⑤ 679 kJ/mol

I-4-3 放射線と材料に関する次の(ア)～(エ)の記述のうち、正しいものの組合せはどれか。

- (ア) ガンマ ( $\gamma$ ) 線の遮蔽には加工性の良い鉛がよく用いられるが、遮蔽効果は同じ厚さの密度2.35 g/cm<sup>3</sup>のコンクリート (普通コンクリートと同等の密度) の方が高い。
- (イ) 材料に放射線を照射すると、力学特性や電気特性が変化することがある。
- (ウ) アルファ ( $\alpha$ ) 線、ベータ ( $\beta$ ) 線はそれぞれヘリウム原子核、電子の流れであり、アルファ線の方が材料に対する電離作用が強いが透過力は小さい。
- (エ) ベータ ( $\beta$ ) 線、ガンマ ( $\gamma$ ) 線はそれぞれ中性子、電子の流れであり、ベータ線は電離作用が特に強く、材料や生体への影響が大きい。

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

I－4－4 金属の変形や破壊に関する次の(A)～(D)の記述の、に入る語句の組合せとして、適切なものはどれか。

(A) 金属の塑性は、アが存在するために原子の移動が比較的容易で、また、移動後も結合が切れないことによるものである。

(B) 結晶粒径がイなるほど、金属の降伏応力は大きくなる。

(C) 多くの金属は室温下では変形が進むにつれて格子欠陥が増加し、ウする。

(D) 疲労破壊とは、エによって引き起こされる破壊のことである。

|   | ア    | イ   | ウ    | エ      |
|---|------|-----|------|--------|
| ① | 同位体  | 大きく | 加工硬化 | 経年腐食   |
| ② | 同位体  | 小さく | 加工軟化 | 繰り返し負荷 |
| ③ | 自由電子 | 小さく | 加工軟化 | 繰り返し負荷 |
| ④ | 自由電子 | 小さく | 加工硬化 | 繰り返し負荷 |
| ⑤ | 自由電子 | 大きく | 加工軟化 | 経年腐食   |

I－4－5 生体膜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。

生体膜の構成要素の1つは脂質である。長い炭化水素鎖を持つカルボン酸である脂肪酸は、脂質の主成分であり、アの形で脂質中に存在している。生体膜に用いられる炭素数12以上の飽和脂肪酸の場合、炭素鎖が長い方が、融点がイ。細菌の培養温度を20℃から30℃に上昇させると、細菌は環境に応答して、膜脂質を合成する成分としてウの割合が増える場合がある。同じ炭素数でも炭素鎖中に不飽和結合が存在する脂肪酸は、飽和結合のみの脂肪酸と比べて融点がエ。不飽和結合を有する脂質を含む生体膜は、飽和結合のみの脂質で構成された生体膜よりも流動性がオ。そこで、細菌の培養温度を上昇させた場合、生体膜の流動性を保つため、膜脂質の成分としてカが増加する場合がある。

|   | ア    | イ  | ウ     | エ  | オ  | カ      |
|---|------|----|-------|----|----|--------|
| ① | アミド  | 低い | 長鎖脂肪酸 | 高い | 減る | 不飽和脂肪酸 |
| ② | アミド  | 高い | 短鎖脂肪酸 | 低い | 増す | 飽和脂肪酸  |
| ③ | エステル | 高い | 長鎖脂肪酸 | 低い | 増す | 飽和脂肪酸  |
| ④ | エステル | 低い | 長鎖脂肪酸 | 高い | 増す | 不飽和脂肪酸 |
| ⑤ | エステル | 高い | 短鎖脂肪酸 | 低い | 減る | 不飽和脂肪酸 |

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22年版環境・循環型社会・生物多様性白書における温室効果ガスに関する次の記述のうち、正しいものはどれか。ただし、温室効果ガス排出量は、二酸化炭素換算したものとする。

- ① わが国が2008年度に排出した温室効果ガスのうち、二酸化炭素の排出量は全体の9割以上を占めている。
- ② わが国の2008年度における二酸化炭素の排出量を部門別に比較すると、産業部門が最も多く、次いで家庭部門である。
- ③ 気候変動に関する国際連合枠組条約では、2050年までに温室効果ガスの大気中濃度を自然の生態系や人類に危険な悪影響を及ぼさない水準で、安定化させることを目的に掲げている。
- ④ 1997年の気候変動枠組条約締約国会議において、先進各国の温室効果ガス排出量について、法的拘束力のある数量化された削減約束を定めたパリ議定書が採択された。
- ⑤ 2009年の気候変動枠組条約締約国会議において、中国やインドなどの途上国に対しても、温室効果ガスの排出量の基準年から削減させる数値目標を定めた。

I－5－2 平成22年版環境・循環型社会・生物多様性白書から抜粋した次の記述（問題作成のため一部改変）の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

廃棄物・リサイクル行政の目的が、これまでのアの向上や公害問題の解決に加えて循環型社会の形成をも目指していることを踏まえ、今後、わが国全体として、3Rに重点を置いた最適なりサイクル・処理システムを構築していくこととされています。

平成13年5月の環境大臣より公表された廃棄物処理法に基づく基本方針の中では、まず、できる限り廃棄物の排出を抑制し、次に、廃棄物となったものについては不適正処理の防止その他の環境への負荷の低減に配慮しつつ、イ、再生利用、熱回収の順にできる限り循環的な利用を行い、こうした排出抑制及び適正な循環的利用を徹底した上で、なお適正な循環的利用が行われないものについては、ウを確保することを基本とすること等を定めています。これにより一般廃棄物及び産業廃棄物の最終処分量を平成22年度までに平成9年度のおおむねエに削減することとしています。

|   | ア    | イ    | ウ       | エ   |
|---|------|------|---------|-----|
| ① | 生活環境 | 再資源化 | 適正な処理   | 半分  |
| ② | 公衆衛生 | 再使用  | 適正な処分   | 半分  |
| ③ | 生活環境 | 再資源化 | 適正な処分   | 1/3 |
| ④ | 公衆衛生 | 再資源化 | 適正な処理   | 1/3 |
| ⑤ | 生活環境 | 再使用  | 適正な埋め立て | 1/3 |

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℃、1気圧の天然ガスを液化すると体積はほぼ何分の1になるか。次のうち最も近いものを選べ。なお、天然ガスはすべてメタン（CH<sub>4</sub>）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/m<sup>3</sup>で一定とする。

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



I－5－4 統計的品質管理においてよく用いられている正規分布に関する次の記述の、  
□に入る数値の組合せとして、正しいものはどれか。

ある生産ラインにおいて生産されるA製品の1個の質量が、平均80 g、標準偏差4 gの正規分布に従い、別の生産ラインにおいて生産されるB製品の1個の質量が、平均120 g、標準偏差3 gの正規分布に従っているとする。このとき、A製品から4個を取り出したときの平均質量は平均□ア g、標準偏差 □イ gの正規分布に従う。また、A製品から4個、B製品から4個を取り出したときの合計質量は平均□ウ g、標準偏差□エ gの正規分布に従う。ただし、各製品の質量は統計的に独立とする。

|   | ア  | イ | ウ   | エ  |
|---|----|---|-----|----|
| ① | 20 | 4 | 400 | 10 |
| ② | 80 | 4 | 800 | 7  |
| ③ | 80 | 2 | 800 | 10 |
| ④ | 20 | 2 | 400 | 7  |
| ⑤ | 80 | 2 | 800 | 7  |

I－5－5 次の科学史・技術史上著名な人物と業績との組合せのうち、誤っているものはどれか。

| 人物               | 業績               |
|------------------|------------------|
| ① ガリレオ・ガリレイ      | 天体望遠鏡を製作し天体観測に利用 |
| ② クリスティアーン・ホイヘンス | 振り子時計を発明         |
| ③ リチャード・アークライト   | 水力紡績機を発明         |
| ④ アントワーン・ベクレル    | 放射性元素ラジウムを発見     |
| ⑤ ジョージ・イーストマン    | 写真用フィルム乾板を発明     |