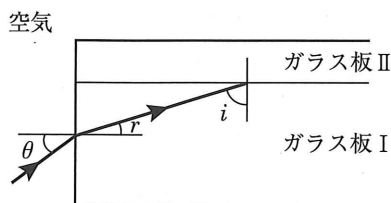


【問題 1】 図のように、屈折率 n_1 のガラス板 I と屈折率 n_2 のガラス板 II を密着させて空気中に置いた。ガラス板 I の端の面より光線を入射角 θ で入射したときの屈折角を r 、ガラス板 II に対する入射角を i とするとき以下の問いに答えよ。空気の屈折率は 1 とする。



(1) θ は r と n_1 の関数として次式で表される。空欄に当てはまる式を解答欄

に記入せよ。[2]

$\sin \theta =$

(2) 図の光線がガラス II との境界面で全反射するためには、 n_1 と n_2 の大小関係はどうあるべきか、式を解答欄 に記入せよ。[2]

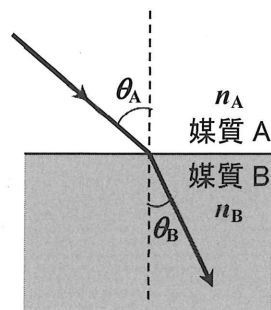
(3) (2)において全反射するとき、 r 、 n_1 、 n_2 には次式の関係がある。解答欄 に当てはまる式を記入せよ。[2]

$\cos r \geq$

【正解】 (A) $n_1 \sin r$ (B) $n_1 > n_2$ (C) n_2/n_1

【解説】 屈折の法則の問題である。右図のように屈折率 n_A の媒質 A から屈折率 n_B の媒質 B に光が入射するとき、次式が成り立つ。

$$\frac{\sin \theta_A}{\sin \theta_B} = \frac{n_B}{n_A} \dots\dots\dots (1)$$



(1) 空気中からガラス板 I に入射する光線について

(1)式より, $\frac{\sin \theta}{\sin r} = \frac{n_1}{1}$ が成り立つ。

よって, $\sin \theta = n_1 \sin r$ となる。

(2) ガラス板 I からガラス板 II に入射する光線を考え屈折角を j とすると,

(1)式より, $\frac{\sin i}{\sin j} = \frac{n_2}{n_1}$ (2)

が成り立つ。全反射するためには $i < j$ でなければならないので, $\sin i < \sin j$, よって(2)式より, $n_1 > n_2$ となる。

(3) 全反射が起き始める入射角(臨界角)を i_0 とすると $j = 90^\circ$ であるから, (2)式より, $\sin i_0 = n_2/n_1$ となる。よって $\sin i$ が n_2/n_1 より大きければよい。すなわち,

$$\sin i = \sin(90^\circ - r) = \cos r \geq \frac{n_2}{n_1}$$

となる。

【問題 2】 以下の溶液の pH を求め解答欄 , に記入せよ。分子は完全に解離するものとする。また, $\log_{10}2=0.3$, $\log_{10}5=0.7$ とする。[2×2=4]

0.005 M の HCl 溶液

2.0×10^{-4} M の NaOH 溶液

【正解】 2.3

10.3

【解説】 水溶液中の水素イオン濃度 $[H^+]$ が a mol/l の pH の値は,

$$\text{pH} = -\log_{10} a$$

である。また, 水素イオン濃度 $[H^+]$ と水酸化物イオン濃度 $[OH^-]$ の積を水のイオン積といい, 25°C では, $[H^+] \times [OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{mol}^2/\ell^2$ の関係にある。

(1) HCl は強酸でありイオンは完全に電離すると考える。0.005 M の HCl 溶液の $[H^+]$ は, 5×10^{-3} mol/l であり, 上記から,

$$\text{pH} = -\log_{10}(5 \times 10^{-3}) = -\log_{10}5 + 3 = -0.7 + 3 = 2.3$$

と求められる。

(2) NaOH は強塩基であり, 上問同様, 完全に電離すると考える。 2.0×10^{-4} M の NaOH 溶液の $[OH^-]$ は, 2.0×10^{-4} mol/l であり, 水のイオン積の関係から, $[H^+] = 5.0 \times 10^{-11}$ mol/l となる。したがって, 求める pH は,

$$\text{pH} = -\log_{10}(5.0 \times 10^{-11}) = -\log_{10}5 + 11 = -0.7 + 11 = 10.3$$

となる。

【問題 3】 音波に関して誤っているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[5]

- a. 真空中では音波は伝搬しない。
- b. 音響インピーダンスは媒質の密度と音速の積で表される。
- c. 音響インピーダンスが不整合の面では反射が起きる。
- d. 固体中の音速は、横波より縦波のほうが遅い。
- e. 空気中の音速は温度が高いほど遅くなる。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ① 10)

【解説】 音の性質(媒質, 音響インピーダンス・反射, 縦波・横波, 音速と温度との関係)についての出題である。

- a. 音波が伝搬するには、振動する物質(媒質)が必要である。したがって媒質がない真空中では音波は伝搬しない。
- b. 平面進行波で単位面積を通過する 1 秒当たりのエネルギー量を音の強さ I (エネルギーの流れ)という。 I を、音圧 P , 媒質の密度 ρ , 音速 C を用いて表すと、

$$I = \frac{1}{2} \frac{P^2}{\rho C}$$

となる。このことから ρC を平面進行波での固有音響インピーダンスという。

媒質の粒子速度を u (流れ) とすると

$$\rho C = \frac{P}{u} \quad [\text{Pa} \cdot \text{s/m}]$$

となり、 ρC が固有音響インピーダンスと呼称される理由がわかる。

なお、狭義の音響インピーダンス $[\text{Pa} \cdot \text{s/m}^3]$ とは粒子速度の代わりに体

積速度を用いたものである。

- c. 二つの媒質の固有音響インピーダンス($\rho_1 C_1$, $\rho_2 C_2$)が異なる場合は、その境界面で入射する音エネルギーと透過する音エネルギーに差異が生じる。すなわち、反射が生じ、その時の反射率 r は次式で表される。

$$r = \left[\frac{\rho_1 C_1 - \rho_2 C_2}{\rho_1 C_1 + \rho_2 C_2} \right]^2$$

- × d. 音は気体、液体、固体の 3 相の中で伝搬するが、縦波はすべての相で伝搬する。音波の横波を観測しやすいのは固体中である。その場合、縦波の速度は横波よりも速いという性質があることに留意すべきである。地震波でも縦波(P 波 : Primary wave)は横波(S 波 : Secondary wave)よりも速いことは同じ性質による。媒質の相の種類で音速の遅速が出題されることがあるが、一般的には固体中の音速が最も速いと言えるが、媒質によっては必ずしもそうでないこともあるので注意が必要である。例えば、液体であるグリセリンの音速は約 1900 m/s であるが、固体である天然ゴムの音速(1 MHz)は縦波で約 1500 m/s、横波で約 120 m/s である。また、同じ物質でも相によって音速は異なり、水を例にとると、水蒸気、水、氷の音速は、それぞれ約 404, 1500, 3230 m/s となる。
- × e. 音速と温度との関係についてはいろいろ興味深い点がある。気体中では温度が上昇するに従い音速は速くなる。温度 t を $^{\circ}\text{C}$ で表すと、1 気圧の乾燥空気では音速は約 $331 + 0.6 t$ [m/s] となる。液体中の音速は一部を除いてほぼ 1000~1500 m/s であり、温度が上昇するに従い遅くなる。しかし、水は約 74°C までは速くなりその後遅くなる。固体の音速はその密度の平方根に反比例するが、固体の音速は種々の様式があり非常に複雑であることから、温度との関係は出題されにくい。

【問題 4】 誤っているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ [5]

- a. 原子が放出する光のスペクトルは線スペクトルである。
- b. 2 個の原子の間には距離に依存して引力または斥力が作用する。
- c. 水分子(H_2O)を構成する原子は一直線に並んでいる。
- d. 窒素分子(N_2)の共有結合は三重結合である。
- e. 体心立方格子構造は結晶の最密充填構造である。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ② 9)

【解説】

- a. 原子あるいは分子は光を放出または吸収する。その光の振動数を記録したものをスペクトルという。原子があるエネルギー準位から別のエネルギー準位に遷移した時に、そのエネルギー差を光として放出するため、光の振動数は離散的となり線スペクトルとなる。
- b. 一般に、原子や分子同士の間には、離れている場合には引力が、接近させると斥力が作用する。両者が釣り合う適切な距離で物質を形成する。
- × c. 水分子 $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ は二つの共有結合が 104.5° の角度をもった折れ線形分子であり、正電荷と負電荷の重心が一致せず、極性分子となる。
- d. 共有結合する原子間の共有電子が 3 対のものを三重結合という。最外殻電子数 5 の窒素原子は三重結合を形成し窒素分子となる。
- × e. 結晶における原子の規則正しい配列構造(結晶格子)には、体心立方格子、面心立方格子、六方最密充填があり、面心立方格子と六方最密充填は、同じ大きさの球を最も密に詰め込んだ構造である。

【問題5】 図1に示す構造の送りネジを用いて、スライダに推力 F を発生させる。

送りネジを1回転させると、スライダは1ピッチ (p) 分移動する。また、図2に示すネジ山の部分はリード角 θ だけ傾いており、

$$\tan \theta = \frac{p}{\pi d}$$

となる。

ここで、摩擦は無視できるものとする。送りネジのトルク T_s によりネジの外周に発生する力 Q のネジ山に沿った分力と、推力 F のネジ山に沿った分力の釣り合いを考えると、必要な送りネジのトルク T_s はどう表されるか。番号を解答欄 ③ にマークせよ。[5]

- 1) $Fp \sin \theta$ 2) $\frac{pF}{2\pi}$ 3) $\pi d F \cos \theta$ 4) $\frac{d}{\pi} F$ 5) $\frac{\pi d^2 F}{2p}$

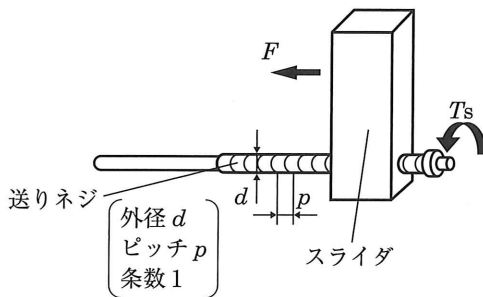


図1 送りネジの構造

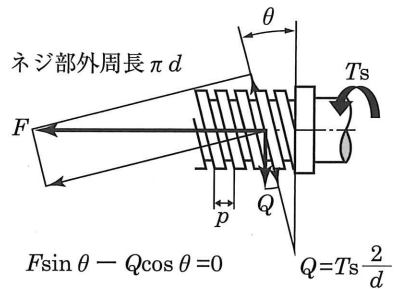


図2 送りネジの詳細

【正解】 ③ 2)

【解説】 送りねじを使用してスライダを動かす構造はシリンジポンプ等で使用されている。力の釣り合いは図2より

$$F \sin \theta = Q \cos \theta$$

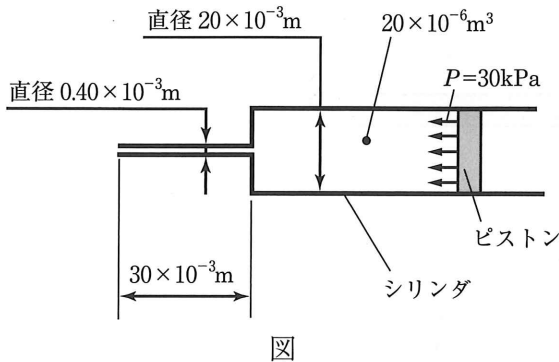
$$Q = F \tan \theta$$

Q は図2に示されている。また $\tan \theta$ は文中に示されているので、

$$T_s \frac{2}{d} = F \frac{p}{\pi d}$$

$$\therefore T_s = \frac{pF}{2\pi}$$

【問題6】 図に示すように、先端に細管の付いたシリンダ内に、粘性係数 $1.0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ の水が $20 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ 入っている。ピストンで 30 kPa の圧力をかけて、水を全て押し出すために約何秒必要か。有効数字2桁で解答欄 に記入せよ。ただし、表の値を使用しても良い。[5]



表

$(0.2 \times 10^{-3})^2 = 4 \times 10^{-8}$
$(0.2 \times 10^{-3})^3 = 8 \times 10^{-12}$
$(0.2 \times 10^{-3})^4 = 16 \times 10^{-16}$
$(0.2 \times 10^{-3})^5 = 32 \times 10^{-20}$

【正解】 ㉔ 32

【解説】 この構造は注射器で薬液を送り出す場合と同じである。

細管部分ではポアズイユの法則が適用でき流量 Q は

$$Q = \frac{\pi (p - p_2) r^4}{8 \eta L}$$

{

- r : 細管部内半径
- p : 細管部入り口圧力(シリンダ内圧)
- p_2 : 細管部出口圧力(大気圧)
- η : 水の粘性係数
- L : 細管部の長さ

表から4乗の値を使用し数値を代入すると

$$Q = \frac{\pi (30 \times 10^3 - 0) \cdot 16 \times 10^{-16}}{8 \cdot 1.0 \times 10^{-3} \cdot 30 \times 10^{-3}} = \pi \cdot 20 \times 10^{-8}$$

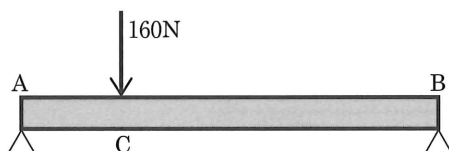
$$= 6.28 \times 10^{-7} [\text{m}^3/\text{s}]$$

押し出すために必要な時間 t は、シリンダ内の水の容積を V とすると

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{20 \times 10^{-6}}{\pi \cdot 20 \times 10^{-8}} = 31.8 [\text{s}]$$

有効数字2桁なので32となる。

【問題 7】 図のように、A 点および B 点で支持された長さ 40 cm のはりの C 点に 160 N の荷重がかかっている。A 点と C 点の距離が 10 cm であるとき、A 点の反力 R_a は何 N か。解答欄 に記入せよ。ただし、はりの重さは無視する。
[5]



【正解】 ㉔ 120 N

【解説】 力とモーメントのつり合いに関する問題である。

AC 間の距離を a 、CB 間の距離を b とする。

B 点での反力を R_b 、C 点での荷重を P とすると、力のつり合いは次式のとおりである。

$$R_a - P + R_b = 0 \quad (1)$$

A 点回りのモーメントについて、時計回りを + とすれば、つり合いは次式のとおりである。

$$aP - (a+b)R_b = 0 \quad (2)$$

式(1)(2)より、A 点での反力 R_a は次式で求まる。

$$R_a = bP / (a+b)$$

この式に各々設問の値を代入すれば、

$$\begin{aligned} R_a &= 0.3 \cdot 160 / 0.4 \\ &= 120 \text{ N} \end{aligned}$$

となる。

(出題図は C の位置にミスプリントがあったので本解説では正しい位置に修正してある。)

【問題 8】 航空機に搭載した医療機器は振動を受ける。いま、水平の台に質量 m の機器を固定しないで載せた。台が振幅 A の上下方向の単振動をするとき、機器が台から離れない限界の周波数 f はいくらか。解答欄 に記入せよ。ただし、振動は $y = A \sin \omega t$ で、加速度は $\frac{d^2y}{dt^2} = -A\omega^2 \sin \omega t$ で表されるものとし、重力加速度を g とする。[5]

1) $\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{g}{A}}$

2) $\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{A}{g}}$

3) $\pi\frac{g}{A}$

4) $\pi\frac{A}{g}$

5) $\pi\sqrt{\frac{1}{Ag}}$

【正解】 ④ 1)

【解説】 台が振幅 A で単振動をする場合、時間 t の変位 y は $y = A \sin \omega t$ で表され、 ω は角速度であり $\omega = 2\pi f$ である。変位 $y = A \sin \omega t$ を 1 回微分すれば速度で、2 回微分すれば加速度であるから、加速度は $\frac{d^2y}{dt^2} = -A\omega^2 \sin \omega t = (-4A\pi^2 f^2) \sin \omega t$ で表される。ここで $\sin \omega t$ は $-1 \sim +1$ で最大は 1 であるから、最大の加速度は $(-4A\pi^2 f^2)$ である。一方、質量 m の機器は重力加速度 g によって $F = -mg$ の力で台に接しているの、この力と振動による力が釣り合う周波数 f が機器が台から離れない限界であるので、その力 F は $F = -mg = m(-4A\pi^2 f^2)$ となり、この式から $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{A}}$ が求められ、振動数 f がこれ以下であれば理論上機器は台から離れない。したがって、正解は $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{A}}$ となる。印刷ミス(分母に入れるべき π が分子に入ってしまった)で選択肢が適切でないが、 $\sqrt{\frac{g}{A}}$ が導くことができれば解答は 1) と判断できる。

【問題 9】 脳内の神経が興奮すると神経内を電流(電流双極子) I が興奮の伝搬する方向に流れる。 I がつくる磁界を頭皮上で測定したものを脳磁図という。透磁率 μ の媒質内の I から距離 d 離れた点の磁束密度 B はビオサバルの法則(図 1)により与えられ、磁界の方向は電流に対して右ねじの法則にしたがう。

図 2 に示すように頭の断面(YZ 平面上の半径 d の円とする)の中心にある神経が興奮し Z 軸方向に一定の電流 I が流れているとする。図 2 のようにコイル面が頭の水平断面に平行になるように配置し、頭皮上(円周上)を一周させて測定したときに検出される磁束密度 B の変化の概略図はどれか。番号を解答欄 にマークせよ。ただし、角度 θ は Z 軸方向を 0 として反時計回りに増加させたとする。また、X 軸方向の磁界を正とする。[6]

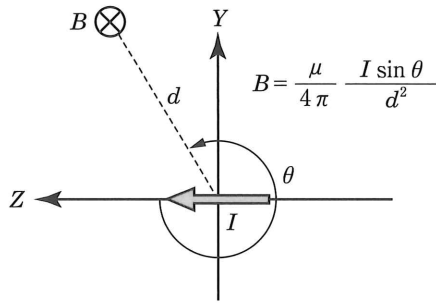


図 1

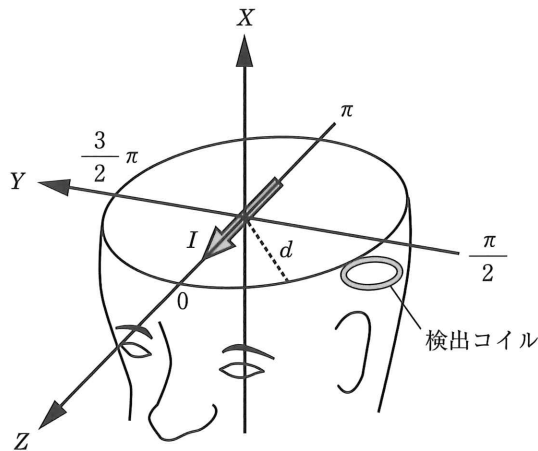
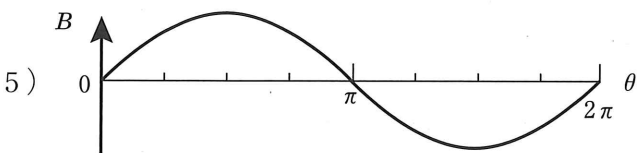
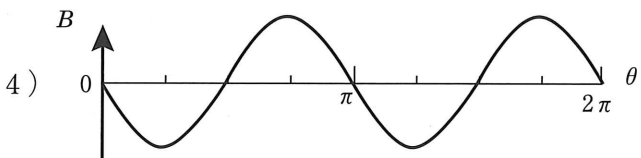
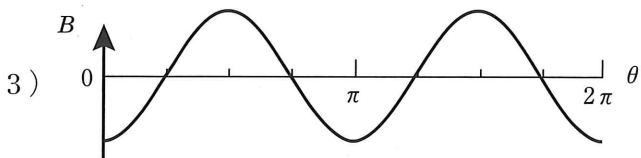
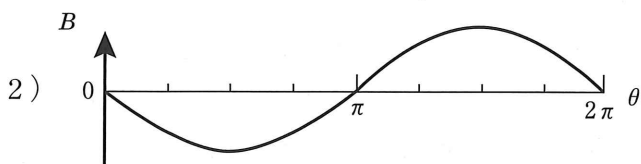
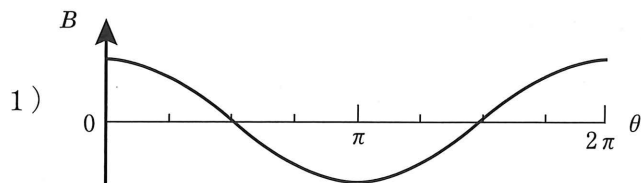


図 2



[正解] ⑤ 5)

[解説] 生体磁気現象の測定に関する問題である。

周知のごとく、神経が刺激され活動電位の発生に伴って神経内外にイオン電流が流れる。このイオン電流により磁界が発生する。神経外を流れるイオン電流は分布して流れるため、神経外を流れるイオン電流による磁界は頭皮上では微弱で、頭皮上での磁界は主に神経内のイオン電流(電流双極子)によるとされている。頭皮上に生じる磁界は非常に微弱で、スクイッドと呼ばれる超伝導を用いた検出器によって検出される。

この問題では、頭のある部位が円形と模擬された断面をもち、その断面の中心にある神経が興奮し、問題に示す方向に神経内をイオン電流(電流双極子)が流れた時、頭皮上にどのような磁界が生じるかという問題である。頭皮上での磁界強度はビオサバールの法則により計算ができる。ビオサバールの法則は、問題文中の図 1 に示された式で与えられる。

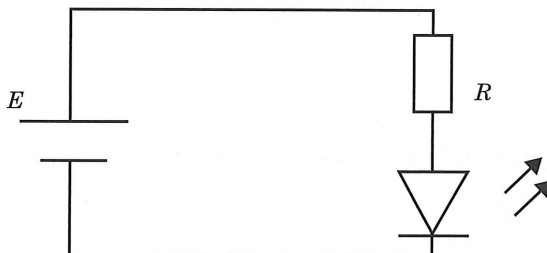
ここで、 I は電流の強さ(電流双極子の強さ)で、 θ は電流の方向と測定点の方向とのなす角度、 r は電流双極子の中心(頭の中心)から測定点までの距離である。 I と r は一定であるから、測定点での磁界強度は $\sin \theta$ に比例することになる。注意すべき点は、問題では磁界の方向が X 軸方向の場合正としており、角度 θ の取り方が反時計方向に増加させていることである。磁界の方向は右ネジの法則に従うから、角度 θ が $0 \sim 180^\circ$ までの範囲の磁界の方向は正方向となる。

- × 1) グラフは $\cos \theta$ となっている。
- × 2) グラフは $-\sin \theta$ となっている。
- × 3) グラフは $-\cos^2 \theta$ となっている。
- × 4) グラフは $-\sin^2 \theta$ となっている。
- 5) が正解図である。

[備考]

なお、実際の脳磁図測定用のコイルは本問題の様に頭皮に垂直でなく平行に配置されている。当然であるが、心電図などでは研究目的のため電極を色々な部位に配置するが、それと同様に、コイルの方向は研究の目的により自由に定めてよいのであるが、一般に脳磁図とされているものは平行に配置されたコイルにより測定されたものである。

【問題10】 図の電子回路において、 $E=3\text{ V}$ としたときに流れる電流を 5 mA にしたい。直列に接続する電気抵抗 $R[\Omega]$ の値はいくらか。番号を解答欄⑥にマークせよ。ただし、LEDの順方向の電圧を $V_d=2\text{ V}$ とする。[6]



- 1) 100 2) 200 3) 400 4) 600 5) 800

【正解】 ⑥ 2)

【解説】 抵抗 R とLEDに流れる電流 I は同じであるので、抵抗 R に流れる電流 I を 5 mA にすれば良い。抵抗 R にかかる電圧 V_R は、 $V_R=E-V_d=3-2=1\text{ V}$ である。

$$\text{従って、 } R=V_R/I=1/(5\times 10^{-3})=200[\Omega]$$

【問題 11】 0°C のとき $10\text{ k}\Omega$ の金属線の抵抗は 50°C のとき何 $\text{k}\Omega$ になるか。ただし、この金属線の抵抗の温度係数は $5.0 \times 10^{-3} [\text{K}^{-1}]$ である。最も近い値の番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 7.50 2) 10.0 3) 10.3 4) 12.5 5) 20.6

【正解】 ⑦ 4)

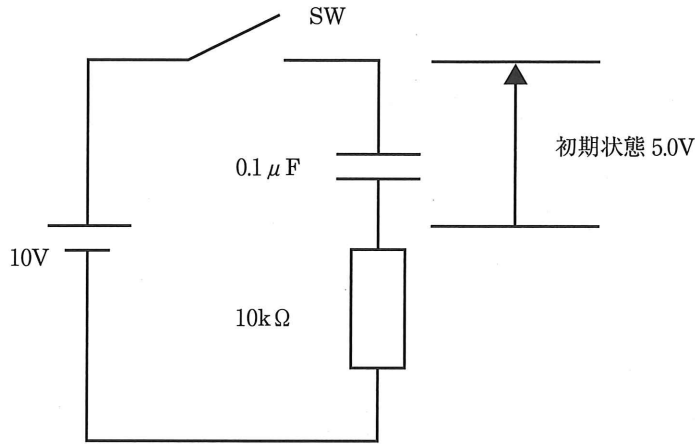
【解説】 金属線抵抗の温度による抵抗値の変化は、

$$R_T = R_0(1 + \rho_T \times T)$$

と記述される。ここで、 R_T : $T^{\circ}\text{C}$ における抵抗値、 R_0 : 0°C における抵抗値、 ρ_T : 抵抗の温度係数(温度が摂氏 1 度変化したときの抵抗が変化する割合)、 T : 温度変化である。

式に $10\text{ k}\Omega$ 、 5.0×10^{-3} 、 50°C を代入して計算すると、 $12.5\text{ k}\Omega$ が得られる。

【問題 12】 図のような CR 直列回路がある。初期状態としてスイッチ SW が開いた状態で、コンデンサ C の両端の電圧が 5.0 V であった。SW を閉じた瞬間から 1.0 ms 後のコンデンサ両端電圧[V]はいくらか。番号を解答欄 にマークせよ。ただし自然対数の底 e の逆数は 0.37, 有効数字は 2 桁とする。[6]



- 1) 1.9 2) 3.2 3) 6.3 4) 8.2 5) 10

【正解】 ⑧ 4)

【解説】 回路方程式を解くことによりコンデンサ(静電容量 C)に蓄えられる電荷 q を時間 t の関数で表すことができる。電源電圧 V , 抵抗 R , スイッチを入れる直前 ($t=0$) にコンデンサに蓄えられている電荷を q_0 とすると

$$q = CV + (q_0 - CV)e^{-\frac{t}{CR}}$$

となる。したがって、コンデンサ両端電圧 v_c は次式で求めることができる。

$$v_c = \frac{q}{C} = V + \left(\frac{q_0}{C} - V\right)e^{-\frac{t}{CR}}$$

q_0/C は初期状態のコンデンサ電圧であるから数値を代入すると

$$v_c = 10 + (5 - 10)e^{-\frac{1 \times 10^{-3}}{0.1 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^3}} = 10 - 5e^{-1} = 8.15 \text{ V}$$

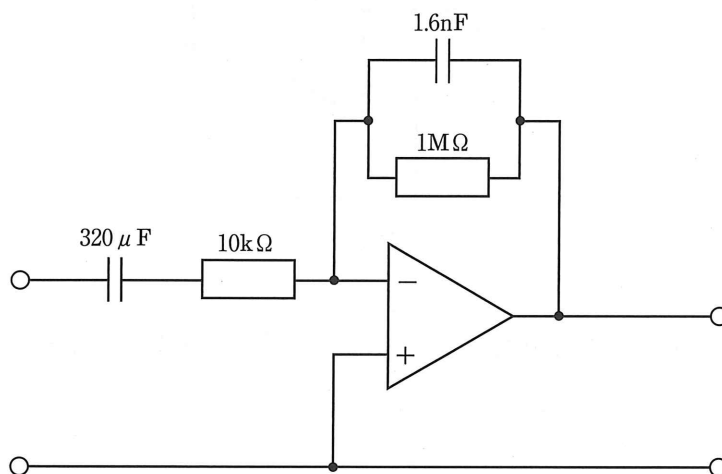
となる。

ちなみに上記の式を知らなくても、時定数のもつ意味を理解してれば $t=0$ のときのコンデンサ両端電圧 5 V から、時定数秒 (1 ms) 経過したときの電圧増加分は

$$(10 - 5) \times 0.63 = 3.15\text{ V}$$

で求めることができるので、これに初期の 5 V を加えたものが答えとなる。

【問題 13】 図の増幅器の通過域の電圧増幅度[dB]，低域遮断周波数[Hz]，高域遮断周波数[Hz]を求めたとき，それぞれのおよその値の組合せとして適した番号を解答欄 にマークせよ。ただし，信号源インピーダンスは $0\ \Omega$ ，オペアンプの動作は理想的とする。[6]



番号	電圧増幅度 [dB]	低域遮断周波数 [Hz]	高域遮断周波数 [Hz]
1)	20	0.05	100
2)	20	0.5	1000
3)	40	0.05	100
4)	40	0.05	1000
5)	40	0.5	100

[正解] ⑨ 3)

[解説]

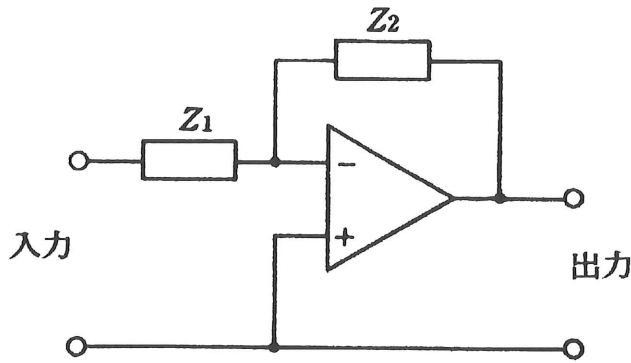


図 1

一定の帯域を持つ反転増幅器に関する問題である。図 1 に示すオペアンプによる反転増幅器の入出力特性(電圧増幅度 $|G|$)は、よく知られるように、オペアンプの増幅度が十分に大きく、入出力インピーダンス等についてもほぼ理想的で、信号減インピーダンスが十分に低く無視できる場合には、

$$|G| \doteq |Z_2| / |Z_1|$$

で与えられる。問題中に示された増幅器については、 Z_1 は $320 \mu\text{F}$ と $10 \text{ k}\Omega$ の直列回路、 Z_2 は 1.6 nF と $1 \text{ M}\Omega$ の並列回路となっているので、これらの具体的な数値から $Z_1(f)$ 、 $Z_2(f)$ (f : 周波数) を計算し上式に代入すれば、帯域中央の電圧増幅度、その $1/\sqrt{2}$ 倍の増幅度になる低域及び高域遮断周波数を求めることができるであろう。しかしこの様に厳密に求めようとするると計算が非常に複雑になり、1 問に懸けられる解答時間に収まる筈がない。この問題ではそのような作業を要求しているのではなく、解答枝を見ても分かる通り、有効数字 1~2 桁程度のおおよその値を知ればよいことに注意すべきである。

直列回路にせよ、並列回路にせよ、コンデンサ C と抵抗 R とで構成される部分回路の特性は、時定数及びそれによって決まる遮断周波数で特徴づけられる。特性の定量化には、インピーダンス Z またはその逆数のアドミタンス Y が用いられる。

まず、これら二つの部分回路の時定数 τ と遮断周波数 f_c は、

	コンデンサ C [F]	抵抗 R [Ω]	時定数 $\tau=CR$ [s]	遮断周波数 $f_c=1/(2\pi\tau)$ [Hz]
Z_1	320×10^{-6}	10×10^3	3.2×10^0	0.05
Z_2	1.6×10^{-9}	1×10^6	1.6×10^{-3}	100

となる。インピーダンス Z を用いてこの増幅器の特性の概要を示すと、 Z_1 、 Z_2 の遮断周波数をそれぞれ f_{c1} 、 f_{c2} として、

周波数：	低域遮断域	f_{c1}	増幅域	f_{c2}	高域遮断域
$ Z_1 $ ：	∞	\searrow	$\rightarrow \div 10 \text{ K}\Omega$	\rightarrow	$\div 10 \text{ K}\Omega \rightarrow$
$ Z_2 $ ：	\rightarrow	$\div 1 \text{ M}\Omega$	$\rightarrow \div 1 \text{ M}\Omega$	\rightarrow	\searrow 0
$ Z_2 / Z_1 $ ：	0	\nearrow	\rightarrow 100	\rightarrow	\searrow 0

となる。二つの遮断周波数 f_{c1} 、 f_{c2} は、0.05 Hz と 100 Hz であって、3 桁以上の違いがあり、互いに殆ど影響しないのでそれぞれの CR 回路の遮断周波数 f_{c1} 、 f_{c2} で増幅器の低域及び高域遮断周波数 f_{cL} 、 f_{cH} が決まると考えて構わないであろう。つまり両遮断周波数付近では、他方の CR 回路は抵抗のみで表され、定数になると考えても誤差は十分に小さい。

以上の通りであるが、理解してほしいことは、生体信号増幅器など、一般に増幅帯域の上限下限の比が 2 桁以上の広帯域増幅器に於いては上限下限の遮断周波数を独立に考えて二組の CR 回路で構成して構わないということである。

なお、類似の問題が第 15 回の【問題 12】に出題されており、その解説も参考になる。

- × 1) 低域・高域遮断周波数については正解だが、電圧増幅度は誤り。これは増幅帯域の中ほどの代表的な増幅度であって、この増幅器の場合、入力回路と負帰還回路に存在する抵抗の比で決めてよく、 $1 \text{ M}\Omega / 10 \text{ k}\Omega = 100$ 倍 (= 40 dB) となる。
- × 2) 全ての項目に数値の読み違い、計算違いと思われる誤りがある。
- 3) 解説の通り正解である。
- × 4) 一つの項目に数値の読み違い、計算違いと思われる誤りがある。
- × 5) 一つの項目に数値の読み違い、計算違いと思われる誤りがある。

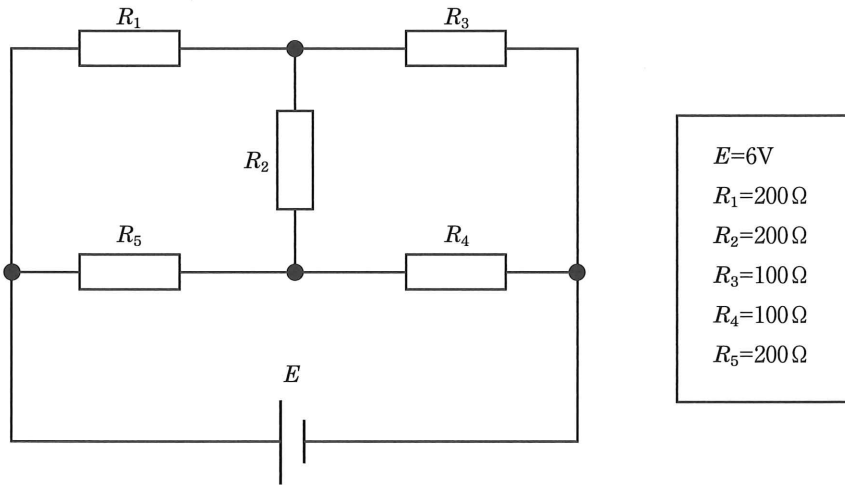
【問題 14】 図の回路について以下の設問に答えよ。

14-1 電気抵抗 R_2 に流れる電流[mA]の大きさはいくらか。番号を解答欄 にマークせよ。[3]

- 1) 0 2) 5 3) 10 4) 15 5) 20

14-2 この回路の電気抵抗 R_4 と R_5 を入れ替えると R_2 に流れる電流[mA]の大きさはいくらになるか。番号を解答欄 にマークせよ。[3]

- 1) 3 2) 6 3) 12 4) 18 5) 24



【正解】 14-1 1) 14-2 2)

【解説】

14-1 回路は、 R_1 、 R_3 、 R_5 、 R_4 、で構成されるホイートストンブリッジ回路である。このブリッジ回路の平行条件は、 $(R_1/R_3) = (R_5/R_4)$ または $R_1R_4 = R_3R_5$ である。したがって、回路から電源電圧 E は R_1 (200Ω) と R_3 (100Ω) とで $2:1$ 、 R_5 (200Ω) と R_4 (100Ω) とで電圧が $2:1$ に分割されるから、 R_2 の両端 a、b は同

電位になる。すなわち、 R_2 の両端の電位差は0Vであるから R_2 に流れる電流は0Aとなる。

14-2 下図の R_5 と R_4 とを入れ替えると、ブリッジ回路の平行条件がくずれて R_2 に電流が流れることになる。キルヒホッフの法則の電流則より、回路に流れる電流を図に示すように I_1, I_2, I_3 を定め、図の回路のループ①、ループ②、ループ③それぞれの右回りループについて、キルヒホッフの電圧則を適用すると、

$$\text{ループ①で、 } I_1 R_4 + (I_1 - I_3) R_5 = E$$

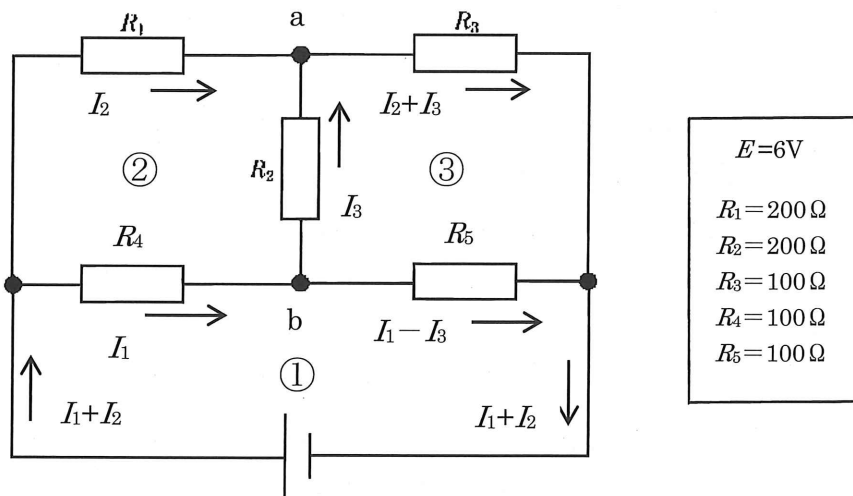
$$\text{ループ②で、 } I_2 R_1 - I_3 R_2 - I_1 R_4 = 0$$

$$\text{ループ③で、 } I_3 R_2 + (I_2 + I_3) R_3 - (I_1 - I_3) R_5 = 0$$

この関係より R_2 に流れる電流 I_3 を求めると

$$I_3 = (R_1 R_5 - R_4 R_3) E / \{ R_1 (R_4 + R_5) (R_5 + R_3 + R_2) + R_4 R_5 R_3 - R_1 R_5^2 + R_3 R_2 (R_4 + R_5) \}$$

となる。これに、 $E = 6 \text{ V}$ 、 $R_1 = R_2 = R_5 = 200 \Omega$ 、 $R_3 = R_4 = 100 \Omega$ を代入して計算すると、 R_2 に流れる電流 $I_3 = 18 / (30 \times 10^2) = 6 \times 10^{-3} \text{ A} = 6 [\text{mA}]$ となる。



【問題 15】 DHCP サーバによって自動的に割り当てられないのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) DNS(Domain Name System)サーバ
- 2) ESSID(Extended Service Set Identifier)
- 3) IP アドレス
- 4) サブネットマスク
- 5) デフォルトゲートウェイ

【正解】 ⑫ 2)

【解説】 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)は、ネットワーク接続に必要な情報を自動的に割り当てるプロトコルである。ネットワーク上に設置された DHCP サーバは、クライアント(ネットワークに接続しようとするコンピュータ)からの要求に応じて、使用可能な IP アドレスの割り当てなどを行う。

- 1) DNS サーバは、ドメイン名と IP アドレスの相互変換を行う対応表をもつサーバ名を指定する。DNS サーバがなければ IP アドレスを得ることができないため、ネットワーク接続に必須の情報であり、DHCP サーバから割り当てられる。
- × 2) ESSID とは、IEEE 802.11 シリーズの無線 LAN におけるネットワーク識別子で、混信を避けるためにネットワークにつける名前である。アクセスポイントの識別子だった SSID(Service Set Identifier)を、複数のアクセスポイントを設置したネットワークでも使えるよう拡張したものであるが、ESSID の意味で SSID という場合が多い。
- 3) IP アドレスはネットワーク上でコンピュータに割り当てる識別番号である。通常は管理者が割り当て、それを個々の機器に設定をするが、DHCP により自動的に空いている IP アドレスを割り当てることが可能である。
- 4) 大きなネットワークは、小さなネットワーク(サブネット)の集合体として管理されており、IP アドレスはネットワークアドレス部分とホストアドレス部分の 2 つに分けられる。何桁ずつ使用するかはネットワークごとに

変更でき、それをサブネットマスクという形で表す。ネットワーク固有の数値であり、接続に必須の情報であるため DHCP サーバから割り当てられる。

- 5) デフォルトゲートウェイはネットワークの外へアクセスする際に使用する機器(ルータなど)のことであり、外部に接続するためには、そのアドレスの情報が必須となる。DHCP サーバから割り当てられる。

【問題 16】 ネットワークインターフェースカードに製造元情報が含まれているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) IP アドレス
- 2) MAC アドレス
- 3) ネットワークアドレス
- 4) グローバルアドレス
- 5) ホストアドレス

【正解】 ⑬ 2)

【解説】

× 1) IP アドレス

○ 2) MAC アドレス(Media Access Control address)は、ネットワーク上で、各ノードを識別するために設定されている固有のアドレスで、パソコンのマザーボード上のネットワークインターフェースや LAN カード、ネットワーク機器などのハードウェアに割り当てられる物理アドレスを示す。最初の 24 ビットがベンダー ID 部、次の 8 ビットが機種 ID、最後の 16 ビットがシリアル ID となることが一般的である。この場合、上位 32 ビットでネットワーク機器の機種名まで特定できる。

× 3) ネットワークアドレス

× 4) グローバルアドレス

× 5) ホストアドレス

【問題17】 JIS Q 27002(ISO/IEC 27002)において情報セキュリティの特性として記述されていないのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 機密性
- 2) 完全性
- 3) 可用性
- 4) 可逆性
- 5) 真正性

【正解】 ⑭ 4)

【解説】 JIS Q 27002(ISO/IEC 27002)では、情報セキュリティを「情報の機密性、完全性および可用性を維持すること。さらに、真正性、責任追跡性、否認防止および信頼性のような特性を維持することを含めてもよい。」と定義している。

- 1) 機密性 情報へのアクセスを認められた者だけが、その情報にアクセスできる状態を確保すること。
- 2) 完全性 情報が破壊、改ざん又は消去されていない状態を確保すること。
- 3) 可用性 情報へのアクセスを認められた者が、必要時に中断することなく、情報及び関連資産にアクセスできる状態を確保すること。
- ×4) 可逆性 可逆性とは、ある変化を考えたとき、条件を変えるとその変化と逆の方向に変化が起こってもとの状態に戻ることである。情報セキュリティとは関係のない概念である。
- 5) 真正性 ある主体又は資源が、本物であることを確実にする特性。真正性は、利用者、プロセス、システム、情報などのエンティティに対して適用する。

【備考】

責任追跡性：あるエンティティの動作が、その動作から動作主のエンティティまで一意に追跡できる事を確実にする特性。

否認防止：ある活動又は事象が起きたことを、後になって否認されないように証明する能力。

信頼性：意図した動作と結果が一致する特性。

【問題 18】 公称通信速度が最も速いのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) WiMAX (IEEE 802. 16-2004)
- 2) Bluetooth
- 3) IEEE 802. 11 a
- 4) IEEE 802. 11 g
- 5) IEEE 802. 11 n

【正解】 ⑮ 5)

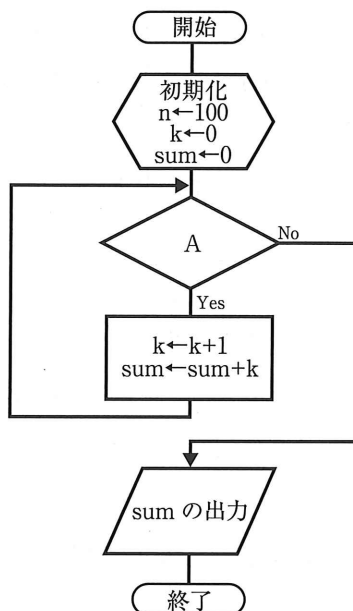
【解説】 WiMAX は無線通信によって広範囲のブロードバンドネットワークを構築することを目指して策定された規格であり、都市圏において基幹回線から各家庭へケーブルを引き込む代わりとしての利用が可能である。近年では、規格を拡張し移動中でも利用できるようにしたモバイル WiMAX (IEEE 802. 16e) も作られた。

Bluetooth は近距離無線通信の規格名称であり、マウスやキーボードなどとコンピュータの無線通信に利用される。近年、音楽プレーヤなどのデジタル機器で利用が多くなされている。

IEEE 802. 11 は無線 LAN 関連の規格である。1997 年に初期の規格が策定された後、1999 年に 802. 11 a と b が、さらに 2000 年以降 g, j, n が追加され、今後より高速に通信をするための規格が追加される予定である。

- × 1) 公称速度は最大で 74. 81 Mbps である。
- × 2) いくつかバージョンがあるが最も速いもので最大 24 Mbps である。
- × 3) 公称速度は 54 Mbps である。
- × 4) 公称速度は 54 Mbps である。
- 5) 公称速度は 65～600 Mbps である。

【問題 19】 図のフローチャートを実行したところ終了時の sum の出力が 5050 であった。A にあてはまる数式はどれか。番号を解答欄 ⑩ にマークせよ。
[6]



- 1) $k < n$ 2) $n < k$ 3) $sum < k$ 4) $k < sum$ 5) $k + n < sum$

【正解】 ⑩ 1)

【解説】 それぞれの変数について繰り返し計算を行うと、sum は 0 から k までの整数の和 $\sum_{i=0}^k a_i$ (等差数列, 等差級数) であることが分かる。

等差級数において、 $j=k$ のときの sum は $(k+1) \times k \div 2$ で求められる。したがって、 $sum = 5050$ のときの k の値は $(k+1) \times k \div 2 = 5050$ より 100 となる。

この時、繰り返しを止めているので、A にあてはまる数式は 1) の $k < n$ である。

【問題 20】 医療情報に関連する用語の説明で正しいのはどれか。番号を解答欄

⑰ にマークせよ [6]

- 1) HL7 : IEEE の作成した医療情報機器の分類コード
- 2) MFER : 電子カルテに用いられている診療情報処理コード
- 3) ICD 10 : 国際的な疾病, 傷害及び死因分類
- 4) DICOM : 心電図や脳波などのデジタル化波形データ用の ISO 規格
- 5) SNOMED CT : コンピュータによる放射線医用画像の分類法

【正解】 ⑰ 3)

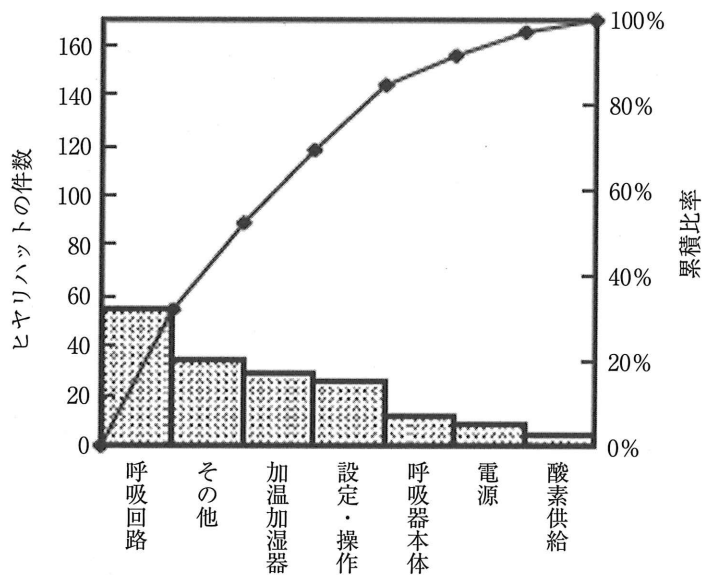
【解説】 医療情報を有効に活用するために, それらをデジタル化し保管, 情報交換を行っている。その際に, システム間でのデータ相互利用を可能とするために様々な規格が設けられている。それらの一部を記載する。

- × 1) HL 7(Health Level 7)は, 保健医療情報交換のための標準規格で, 患者管理やオーダー, 会計, 検査報告, 人事管理なども含まれる。電子カルテの基盤にもなっている。
- × 2) MFER(Medical waveform Format Encoding Rules)は, 心電図や脳波などの医用波形をデジタル化して記述するための標準規約である。
- 3) ICD 10(International Classification of Diseases 10)は, 世界保健機構(WHO)が死因や疾病の国際的な統計基準として公表した国際疾病分類の第 10 版である。
- × 4) DICOM(Digital Imaging and COmmunication in Medicine)は, 医用画像診断装置や医療情報システムなどの間で, デジタル画像や関連する情報の通信, 保存に関する方法を定めた国際標準規格である。
- × 5) SNOMED CT(Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms)は, 最大の国際医療用語集で, 階層構造化, 同義語の収録, 概念同士の関連付けがされている。

【問題21】 図は人工呼吸器のヒヤリハットをパレート図に示したものである。図の説明で誤っているのはどれか。番号を解答欄 ⑱ にマークせよ。[6]

- a. どのヒヤリハットが最も大きいかを見つけることができる
- b. あるヒヤリハットのばらつきの大きさを知ることができる
- c. ヒヤリハットの件数の順位がわかる
- d. あるヒヤリハットが全体のどの程度を占めているかを知ることができる
- e. 二つのヒヤリハットの間に関係が存在するかどうかを知ることができる

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
- 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e



【正解】 ⑱ 7)

【解説】 パレート図は不具合、故障などの発生件数等を項目別に分け、件数の大きい順に並べた図であり、問題点がどこにあるかを見出すために有効である。パレート図によって「重要な要因は何か」「どれ程の影響があるのか」が一目で判

る。

- a. 呼吸回路のヒヤリハットが最も多いことが容易にわかる。
- × b. ばらつきについては示されていない。
- c. 「呼吸回路」が 1 位, 「その他」が 2 位ということは容易にわかる。
- d. 「呼吸回路」が約 30% 占めていることがわかる。
- × e. 各ヒヤリハット間については示されていない。

【問題 22】 JIS Z 8115 において、「規定のストレス及びそれらの持続的または反復的印加がアイテムの性質へ及ぼす影響を調査するため、ある期間にわたって行われる試験」はどれか。番号を解答欄 ⑱ にマークせよ。なおこの試験を故障が生ずるまで行うときは寿命試験とも呼ばれる。[6]

- 1) 限界試験
- 2) スクリーニング試験
- 3) 信頼性試験
- 4) 耐久性試験
- 5) 加速試験

【正解】 ⑱ 4)

【解説】 製品の開発から製造段階において上記 1) ～ 5) の試験が必要に応じ行われが、これらの試験の内容は次のとおりである。

- × 1) 限界試験とは使用できる限界を確かめるために行う試験である。
- × 2) スクリーニング試験とは不具合アイテムまたは初期不良を起こしそうなアイテムの除去、検出を意図した試験であり、バーイン試験、温度サイクル試験など必要に応じ組み合わせて行う。
- × 3) 信頼性試験とは信頼性決定試験および信頼性適合試験の総称で、アイテムの信頼性の特性、若しくは性質の測定など、必要に応じ各種試験を組み合わせて行う。
- 4) 耐久性試験とは問題文の説明のとおりである。
- × 5) 加速試験とはアイテムのストレスへの反応に対する観測時間の短縮などを目的に行う試験であり、実際の使用状態より温度を上げる、動作回数を高める、荷重増すなど目的に応じ行われる。

【問題 23】 植込み型ペースメーカーに対して、これまで不可逆的電磁障害が起こらないとされているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) IH 式炊飯器
- 2) 電子商品監視 (EAS) 機器
- 3) X 線 CT 装置
- 4) 電気メス
- 5) 携帯電話

【正解】 ㊦ 5)

【解説】 平成 23 年 3 月総務省発表『電波の医用機器等への影響に関する調査結果報告書』の表 1-6 では植込み型ペースメーカーが外部に電磁環境から影響を受けた場合の一般的な影響度合について不可逆的影響として、ペースメーカーのリセット、プログラム設定の恒久的変化、持続機能停止、恒久的機能停止が記載されている。

- 1) 炊飯中だけでなく保温中においても電磁波が照射される。国内で IH 式炊飯器の電磁波によると考えられる植込み型心臓ペースメーカーの設定値リセットが報告されている。(不可逆的)
- 2) EAS 機器による影響は携帯電話に比較すると格段に大きい。ゲート型 EAS 機器の調査では不可逆的な影響が報告されている。(不可逆的)
- 3) 植込み型心臓ペースメーカーの特定の部位に X 線が照射されると誤作動を起こし、一部の機種においてはリセットが発生することが確認されている。(不可逆的)
- 4) プログラムブル型ペースメーカーで、電気メスの発する電磁パルスによりプログラムが変更された事例が報告されている。(不可逆的)
- × 5) 携帯電話はペースメーカー本体に接近させると可逆的影響を及ぼすことが有る。アンテナ基部をペースメーカー本体から 22 cm 以上離して使用すれば、ペースメーカーに影響を及ぼさない事が実験的に確認されている。(可逆的)

【問題 24】 故障が発生しても機能または性能の一部を維持しながら要求する機能を遂行し続けようとする設計上の性質は何か。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) フォールトアボイダンス
- 2) フォールトトレランス
- 3) フェールセーフ
- 4) フェールソフト
- 5) フールプルーフ

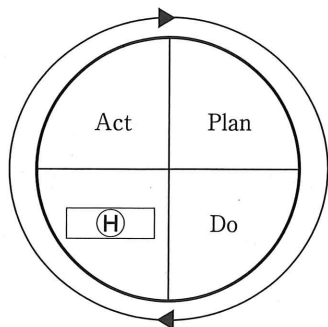
【正解】 ㉑ 4)

【解説】 信頼性と安全性の設計に関する手法の意味に関する問題である。

- × 1) 製造, 設計において構成要素やシステムなどに異常が生じないように高品質・高信頼性の部品や素子を使用したり, 故障の生じにくい設計や構造を採用したりすることで, システム全体での障害を回避しようとする考え方をする方法または手法のことをいう。
- × 2) システムに障害や誤りが発生したときに, 正常な動作を保ち続ける性質のことをフォールトトレランスという。コンピュータシステムで言えば, 電源を多重化したり, 電源に無停電電源装置(UPS)を用いることなどが例である。
- × 3) 構成要素やシステムなどが故障した時, あらかじめ定められた一つの安全な状態をとるような設計上の性質のことをフェールセーフという。電気メスの対極板コード断線時の電気メス出力遮断機構や, 麻酔器の酸素供給不良時の酸素以外のガス遮断装置などが例である。
- 4) 故障箇所を切り離すなど被害を最小限に抑え, 機能低下を許しても, システムを完全には停止させずに機能を維持した状態で処理を続行する設計のことである。飛行機のエンジン故障の場合, 故障したエンジンを切り捨て(燃料等の供給を行わないようにする), 故障していないエンジンだけで飛行できるような設計になっている。

- × 5) エラー発生以前に, 間違った操作によってエラーそのものが起きないようにあらかじめ設計おくことで構成要素やシステムなどの信頼性および安全性を保持する性質のことをフルプルーフという。医療ガスの配管端末器のピン方式などが例である。

【問題25】 この図はマネジメントサイクルの一つで、Plan(P)→Do(D)→ (C)→Act(A)とこの4段階を繰り返す、業務を継続的に改善させる手法である。図中のに入る語は何か。解答欄に記入せよ。〔6〕



【正解】 Ⓗ Check

【解説】 この図は Plan→Do→Check→Act の頭文字をとり PDCA サイクルといい、1950年代にエドワーズ・デミングらが提唱したもので、業務計画の作成、計画の実行、目標と結果の比較分析、改善すべき点の処置の4つの段階を繰り返すことで、継続的に業務改善を行っていくものである。現在もさまざまな企業やその業務において広く応用されており、品質管理の国際基準である ISO 9000 や ISO 14000 などにも取り入れられている。

PDCA の各ステップの意味はつぎのとおりである。

- 1) Plan (計画立案) : 目標を設定して、業務計画を作成する。
- 2) Do (実行) : 計画を実施し、そのパフォーマンスを測定する。
- 3) Check (結果の調査) : 測定結果を評価し、結果を目標と比較するなど分析を行う。
- 4) Act (必要な処置) : 実施が計画に沿っていない部分を調べて処置をする。

【問題 26】 5 回に 1 回の確率で故障する装置がある。これをシステム全体として、500 回に 1 回の故障率以下に改善するためには、少なくとも何台の装置を同時に使用すればよいか。解答欄 に記入せよ。ただし、このシステムでは装置のうち 1 台でも使用できれば機能が維持できるものとする。[6]

【正解】 ① 4 台

【解説】 5 回に 1 回の確率で故障するということは、故障率(F)が $1/5$ ということである。システムの故障率を減少させるためには並列システムにする必要がある。装置 n 台を並列に接続する場合の故障率(F_t)は装置 1 台の故障率を F とすると、以下の式で表わせられる。

$$F_t = F^n = (1/5)^n$$

従って、この装置が 2 台並列では故障率 $1/25$ 、3 台並列では故障率 $1/125$ 、4 台並列では $1/625$ となるので、この 4 台並列で $1/500$ の故障率以下になる。

【問題 27】 短波(3-30 MHz)と極超短波(300 MHz-3 GHz)の生体作用について正しいのはどれか。番号を解答欄 ② にマークせよ。[6]

- 1) 生体組織に対する透過深度は短波と極超短波で等しい。
- 2) 生体組織における渦電流損は短波より極超短波で大きい。
- 3) 電磁波の非熱的作用は極超短波より短波で大きい。
- 4) 電磁波の組織内伝搬速度は短波より極超短波で大きい。
- 5) 眼球でのホットスポットの形成は極超短波より短波で起きやすい。

【正解】 ② 2), 4)

【解説】 近年、急速に発展した携帯電話を始めとする高周波電磁波を使用する機器による生体への影響が、生体の電気物性に大きく関与していることを理解してもらうために出題した。電磁波の透過深度、渦電流損、伝搬速度は生体組織の誘電率と導電率に関係し、共振現象は電磁波の波長と組織の大きさ、組織の複素誘電率に関係する。

- × 1. 電磁波の媒質における透過深度は電磁波の周波数と導電率の平方根に反比例する。したがって、短波と極超短波の生体組織における透過深度は異なる。
- 2. 渦電流損は、導電率に比例し、周波数の 2 乗に比例する。生体組織における極超短波の導電率は短波のそれよりも大きいので、極超短波における渦電流損の方が大きい。
- × 3. 電磁波の非熱的作用については明確な結論は出ていない。
- 4. 電磁波の伝搬速度は誘電率の平方根に反比例するが、生体組織における短波の誘電率は極超短波のそれよりも大きいことから、極超短波のほうが組織内伝搬速度は大きい。
- × 5. 短波領域の電磁波では生体に対する共振現象は起きにくい。極超短波の場合、眼球や睾丸などの浅部臓器で共振して局所的にエネルギー吸収が最大になり、数 cm 以下のホットスポットを生じることがある。

(本問題は出題ミスで複数正解肢となった)

【問題 28】 生物学的効果を考慮した放射線量の SI 単位を解答欄 に記入せよ。[6]

【正解】 ㉔ Sv(シーベルト)

【解説】 放射線の強さを表す単位には、表 1 に示すように立場や対象の異なる色々なものがあって理解し難い。さらに、物理的に厳密に量を規定できるものから、線質係数や生物学的効果比等を含む、より感覚的と言うか、やや曖昧な規定のものまである。

表 1 放射線の単位

放射能	Bq(ベクレル)	$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$
	Ci(キュリー)	$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$
放射線のエネルギー	eV(電子ボルト)	$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$
照射線量	C/kg(クーロン毎キログラム)	
	R(レントゲン)	$1 \text{ R} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$
吸収線量	Gy(グレイ)	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$
	Rad(ラド)	$1 \text{ rad} = 1 \times 10^{-2} \text{ Gy}$
線量当量	Sv(シーベルト)	$1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy} \times \text{RBE}$
	Rem(レム)	$1 \text{ rem} = 1 \text{ rad} \times \text{RBE}$

表 2 生物学的効果比

X 線	1	中性子線	2.8~10.5
γ 線	1	陽子線	1~10
β 線	1	α 線	15~20

Bq(ベクレル)や Ci(キュリー)は放射性物質が発する放射線の強さ、つまり「放射能」を表し、放射線を受ける側の状況には関係しない量であって、物理的に厳密に規定できる。「ベクレル」は放射性物質が 1 秒間に起こす原子壊変の個数で定義される SI 単位であり、通常、極めて大きな数値になる。古くから用いられてきた「キュリー」はラジウム 1 グラムが発する放射能にほぼ等しい。

放射線が有する「エネルギー」は、eV(電子ボルト)で定義され、X線についてはとくによく用いられる。「電子ボルト」は電子が1V(ボルト)の電圧で加速されて得られる運動エネルギーに等しい。

「照射線量」はX線または γ 線の量を、空気を電離する潜在能力で規定する単位である。SI単位ではC/kg(クーロン毎キログラム)であり、ほかに古くから用いられてきたR(レントゲン)がある。

「吸収線量」は質量と容積をもつ物質に電離放射線によって付与された平均エネルギーである。吸収物質の明記が必要だが、水の場合には通常省略する。SI単位はJ/kg(ジュール毎キログラム)で、これを固有の単位Gy(グレイ)としている。ほかに古くから用いられてきたrad(ラド)がある。

「線量当量」は放射線が生体組織など吸収物質屋に与える効果をよりの確に表すために、吸収線量に放射線の種類によって異なる修飾係数(線質係数)を掛けて得られる量で、SI単位はSv(シーベルト)であり、ほかに古くから用いられてきたrem(レム)がある。修飾係数にはLET(線エネルギー付与)や、とくに生体組織の場合には表2のRBE(生物学的効果比)が利用されるが、RBEは状況により異なるので、一定の値にならない。

以上、放射線の単位について概説した。SI単位と従来からの単位との換算は表1に記したので参照して欲しい。

本問題では、「生物学的効果を考慮した放射線量のSI単位」を要求しているので、最近原発事故に伴いよく耳にするSv(シーベルト)でなければならないことが明らかである。

【問題 29】 表は代表的な生体組織の力学的特性を表したものである。誤っているのはどれか。番号を解答欄 ㉓ にマークせよ。[6]

	最大変形[%]	ヤング率[N/m ²]
骨(圧縮)	2	0.8×10^{10}
腱(引っ張り)	a) 8	c) 1×10^9
動脈血管壁(横方向, 引っ張り)	100	d) 2×10^9
筋(引っ張り)	b) 10	e) 3×10^5

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ㉓ 6)

【解説】 この問題では、選択肢以外の部分が正しいことになるので、変形の大きさやヤング率をこれらの値と比較すればよい。最大変形について考えると、筋は変形の度合いが大きいので、最大変形が6%では小さすぎると判断できる。ヤング率は、応力とひずみの関係を示す値で、単位は Pa(この問題ではこれと同じ意味の[N/m²])である。ヤング率が高いほど材料は硬いことになるので、骨や腱で大きな値となる。設問で、比較的伸びやすい血管のヤング率が腱の2倍と表記されていることに気がつけば、誤りに気がつくだろう。

テキストに示される各値を下記の表に示す。

	最大変形[%]	ヤング率[N/m ²]
骨(圧縮)	2	0.8×10^{10}
腱(引っ張り)	a) 8	c) 1×10^9
動脈血管(横方向, 引っ張り)	100	d) 2×10^6
筋(引っ張り)	b) 60	e) 3×10^5

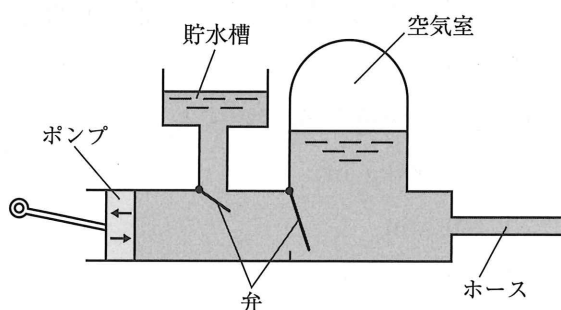
大きく誤っているのは b) と d) であり、b) には6倍、d) では1000倍の違いがある。

【問題 30】 次の文章の空欄に当てはまる語句を解答群から選び、番号を解答欄

②④ ～ ②⑥ にマークせよ。[2×3=6]

大動脈の血管では、心収縮期のエネルギー(拍出された血液)の一部が弾性線維の伸張によって蓄えられる。一方拡張期には弾性線維が縮むことにより、蓄えられた血液が末梢へ送り出される。これらの働きにより、矩形波状の断続的な波として拍出された血流が、大動脈の弾性線維で平滑化されて連続的な②④となる。この現象を図のようなモデルで表したとき、②⑤を模擬したポンプ部のピストン往復運動では断続的な波しか得られないが、空気室の圧縮・膨張作用により②⑥を模擬したホースから②④が噴出することになる。

- 1) 直 流
- 2) 整 流
- 3) 脈 流
- 4) パルス波
- 5) 大動脈
- 6) 大静脈
- 7) 抵抗血管
- 8) 容量血管
- 9) 右心房
- 10) 左心室



【正解】 ②④ 3) ②⑤ 10) ②⑥ 7)

【解説】 弾性繊維の伸縮による血圧波形の平滑化を説明した内容である。

図のモデルを Windkessel 理論といい、空気室モデル(昔の手押しポンプ)と同様の現象を利用したものである。この現象では、心室はポンプとして、弾性繊維は空気室に、抵抗血管はホースとしてモデル化されている。注射筒のようにピストンの往復運動のみでは断続的な流れしか得ることができないが、空気室(空気は圧縮性流体)をもうけることで、空気室内の空気が圧縮・膨張することにより、ホースから脈流が噴出することになる。

【問題 31】 直径 2 mm の動脈血管において、血流速度が 10 cm/s、血液の粘性率が 4×10^{-3} Pa·s であるときのレイノルズ数はいくらか。番号を解答欄 にマークせよ。ただし、血液の密度は 1000 kg/m^3 とする。[6]

- 1) 8.0×10^{-4}
- 2) 8.0×10^{-1}
- 3) 5.0×10^1
- 4) 5.0×10^3
- 5) 5.0×10^4

【正解】 ㉔ 3)

【解説】 血管内の流れにおいて、レイノルズ数 Re は血液の密度を ρ 、速度を v 、血管の直径を代表長さとして D 、血液の粘性率を μ とすれば、

$$Re = \rho \cdot v \cdot D / \mu$$

で計算できる。単位を SI で表すと、

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 0.1 \text{ m}$$

$$D = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\mu = 4 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

となり、

$$\begin{aligned} Re &= 1000 \times 0.1 \times 2 \times 10^{-3} / (4 \times 10^{-3}) \\ &= 50 \end{aligned}$$

となる。

このような問題では設問に示された単位を正確に SI 単位に変換できることが重要であり、逆に、これさえできれば容易に解答できることになる。

【問題 32】 骨格筋(高含水組織)と脂肪(低含水組織)の電氣的周波数特性について誤っているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 100 Hz における導電率は、骨格筋の方が高い。
- 2) 10 kHz における導電率は、脂肪の方が高い。
- 3) 10 MHz における比誘電率は、骨格筋の方が高い。
- 4) 100 MHz 以下では、骨格筋は導電体とみなせる。
- 5) 400 MHz 以上では、両組織ともに誘電体に近くなる。

【正解】 ㊸ 2)

【解説】 生体組織の受動的な電気特性は、生体に外部で発生する電気現象を捉える場合においても、また外部から電氣的刺激を与える場合においても、重要である。なので、同様の問題は繰り返し出題されている。高含水組織は低含水組織に比して、導電率、誘電率ともに大きいこと、および、生体組織においては、周波数の増加とともに誘電率は低下し、一方で導電率は上昇することなどは押さえておきたい。

本問題は「ME の基礎知識と安全管理」(ME 技術教育委員会監修, 南江堂, 2008)の p. 40 表 3-4 および p. 41 表 3-6 に基づく出題で、これらより正解は 2) とした。しかし、専門家の間では議論のあるところで、4), 5) にも疑義が残るという見解もある。この手の問題の出題については、さらに奥深い検討が必要であろう。

【問題 33】 合成高分子材料(プラスチック)について誤っているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) プラスチックとは可塑性の性質をもっている物質である。
- 2) 熱可塑性とは、常温で固体であるが加熱によって軟化する性質である。
- 3) 生分解性プラスチックとはアルコールで分解される物質である。
- 4) 分子結合の架橋はプラスチックの強度に影響する。
- 5) 熱硬化性とは加熱によって硬化し、元に戻らなくなる性質である。

【正解】 ② 3)

【解説】

- 1) プラスチックとは人為的に製造された高分子化合物である合成樹脂の一種で、もともと可塑性を持つものが多い。合成樹脂にはプラスチックの他にゴム状の弾力性を有するエラストマーという材料も存在する。
- 2) 熱可塑性とは融点まで加熱することによって軟化するので、種々の形に成形できる性質である。熱可塑性樹脂は切削などの機械加工が難しいので、加熱により軟化させて金型に入れて冷却硬化させる射出成型加工が一般的である。
- × 3) 生分解性とは微生物によって分解される性質で、分解して無機物にする性質である。
- 4) 架橋とは、高分子材料の化学反応において主にポリマー(重合体)を連結して物理的、化学的性質を変化させることから強度が変化する。
- 5) 熱硬化性とは一度加熱して硬化させると軟化しなくなり、どんな溶媒にも溶けなくなる性質で熱可塑性に対する言葉である。

【問題 34】 滅菌について正しいのはどれか。番号を解答欄 30 にマークせよ。

[6]

- a. 高圧蒸気滅菌のタンパク質変性作用機序は高圧による。
- b. γ 線滅菌の線源には Co^{60} が使用されている。
- c. 紫外線は高分子材料の分子構造に影響を与えない。
- d. EOG 滅菌に使用する酸化エチレンガスの希釈には酸素が用いられる。
- e. 過酸化水素プラズマ滅菌にはフリーラジカルによる作用がある。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 30 7)

【解説】

- × a. 高圧蒸気滅菌の滅菌作用は熱エネルギーによるタンパク質の変性である。高圧蒸気滅菌でかける圧力は 2 気圧程度であり、タンパク質を変性させるほどの圧力ではない。高圧にするのは、温度を上昇させるためである。熱エネルギーを利用した滅菌方法は他に焼却滅菌・火炎滅菌・乾熱滅菌などがある。
- b. γ 線滅菌の線源には、一般的にコバルトの放射性同位体であるコバルト 60 (選択肢 b. の表記は Co^{60} であるが一般には ^{60}Co と表記される) が用いられる。
- × c. 紫外線や γ 線などを高分子材料に照射させると分子鎖の切断や架橋の形成、ラジカル生成などにより物性が変化する。特にポリプロピレン、ポリテトラフルオロエチレンなどに照射させると不安定になる。
- × d. 酸化エチレン (EOG) ガスは可燃性であるため不活性ガス (炭酸ガス・窒素) で希釈する。
- e. 過酸化プラズマ滅菌法の作用機序はヒドロキシラジカル・ヒドロペルオキシラジカル・活性化過酸化水素などフリーラジカルによるものと、プラズマ発生時に発生する紫外線によって微生物を死滅させる作用によるものである。

【問題 35】 人工透析などに使用されている全ての医療用軟質塩化ビニル血液回路の軟化剤が、フタル酸ビス-2-エチルヘキシル(DEHP)からトリメリット酸トリオクチル(TOTM)へ変更されつつある。この原因は次のうちどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 低価格なため
- 2) DEHP に精巢毒性があるため
- 3) より柔らかくするため
- 4) 滅菌しやすいため
- 5) 抗凝固性が増すため

【正解】 ③ 2)

【解説】 DEHP には精巢毒性があると報告されたため、幼児の玩具、食器への使用が制限されている。日本における医療分野での法的制限はないものの、製造元では DEHP から TOTM へ切り替えた製品を出している。血液透析のように長期間暴露される場合には、DEHP 含有チューブの使用は避けた方がよい。

変更の理由は毒性が原因であり、2) が該当する。TOTM の長期暴露による毒性は不明だが、溶出量は DEHP よりも少なく、安全な可塑剤と位置づけられている。

【問題36】 医用材料と使用目的の組み合わせで誤っているのはどれか。番号を解答欄③②にマークせよ。[6]

- a. パイロライトカーボン——人工弁
- b. ポリメタクリル酸メチル——眼内レンズ
- c. ポリエチレンテレフタレート——透析膜
- d. 超高分子量ポリエチレン——人工関節
- e. ポリスルホン——人工皮膚

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
- 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ③② 9)

【解説】 医用材料に関する問題である。材料とその主な用途の組み合わせを以下に示す。

- a. 抗血栓性と強度に優れているので人工弁に使用されている。
- b. 正しい。
- × c. PETは透析膜にはならない。
- d. 人工関節のカップ側に使用されている。
- × e. キチンキトサンが有名であり、PSは透析膜に使用されている。

【問題 37】 医用高分子材料に求められる性能で誤っているのはどれか。番号を
解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 透析膜—————低分子量タンパク質除去
- 2) 血漿成分分離膜—————サイトカイン除去
- 3) 人工骨頭ソケット—————耐摩耗性
- 4) 人工肺—————血漿透過阻止
- 5) 人工心臓—————血小板粘着阻止

【正解】 ③ 2)

【解説】 血漿成分分離はアルブミン、グロブリン領域の分離を目的としている。サイトカインは多種にわたり分子量も低分子タンパク質領域に該当するが、現状では CHF、CHDF での除去や吸着性のある膜を利用した同様の治療が試みられている。

【問題 38】 人工骨・関節材料には良好な生体適合性と非毒性が求められる。それ以外にどのような性質が必要と考えられるか。2つあげ、解答欄 , に記入せよ。[3×2=6]

【正解】 機能性, 耐久性, 可滅菌性(類似語も正解とする)

【解説】 医用材料に求められる主な必要条件として、以下のような点が挙げられる。

- ①可消毒性・可滅菌性：消毒および滅菌(高圧蒸気滅菌, γ 線・電子線照射滅菌, エチレンオキシドガス(EOG)滅菌など)が可能なこと。
- ②非毒性・低侵襲性：生体に対して、毒性, 発癌性がなく, 刺激性, 炎症惹起性も少ないこと。
- ③医用機能性：医療機器としての機能および効果を発揮しうること。
- ④生体適合性：力学的適合性および界面適合性(血液適合性, 組織適合性など)を有すること。
- ⑤耐久性：耐疲労性および耐摩耗性を有すること。

そのうち、人工骨・関節材料に用いられる金属材料については、耐(腐)食性が最大の問題点となる。さらに、人工骨の場合には、骨組織との結合・密着性に優れるといった機能性が求められ、チタン合金やステンレス鋼、コバルト-クロム合金などが用いられる。人工関節は、関節炎、関節症などの障害により関節の機能回復を望めない場合に利用され半永久的に体内に埋植される。伸展や回旋などの運動を担っており繰り返し荷重下において圧迫摩擦を受けるため、機械的強度や耐摩耗性が必要である。チタン合金やコバルト-クロム合金などが使用される。

【問題 1】 医療機器の故障のうち、JIS T 0601-1 で単一故障にされていないのはどれか。番号を解答欄 ① にマークせよ。[6]

- 1) 保護接地線の断線
- 2) クラス I 機器の基礎絶縁の破壊
- 3) 1つの電源導線の断線
- 4) F形装着部に外部の電圧が現れる
- 5) 酸素又は亜酸化窒素・可燃性麻醉ガスの外装からの漏れ

【正解】 ① 2)

【解説】 JIS T 0601-1:1999 医用電気機器 第 1 部：安全に関する一般的要求事項において単一故障状態とは ①安全な状態である ②二つの単一故障状態が同時に発生する確率は無視できるほど小さい との考えに基づき 3.6 項に単一故障状態の例示をしている。しかしここには「クラス I 機器の基礎絶縁の破壊」は含まれていない。

この理由について、付属書 A 19.2 項で「クラス I 機器の基礎絶縁の破壊は、ヒューズ又は過電流開放器が作動するまでの期間中は漏れ電流を許容限界内に止められないため、一般に単一故障と考えない」と説明をしている。すなわち短時間であっても安全な状態が失われるためである。

× 1), 3), 4), 5) : 一般的要求事項 3.6 項において単一故障状態とされている。

○ 2) : 付属書 A の説明のとおり単一故障状態ではない。

【問題 2】 薬事法上誤っているのはどれか。番号を解答欄 ② にマークせよ。

[5]

- 1) 医療機器とは、疾病の診断、治療、又は身体の構造若しくは機能に影響を及ぼすことが目的とされている機械器具等であって、政令で定めるものをいう。
- 2) 製造販売とは、製造等をし、又は輸入をした医療機器を販売、賃貸、又は授与することをいう。
- 3) 治験とは、ヒトを対象として実施される全ての臨床試験のことをいう。
- 4) 医療機器を製造販売する場合に厚生労働大臣の許可が必要である。
- 5) クラスⅢの医療機器は高度管理医療機器である。

【正解】 ② 3)

【解説】

- 1) 薬事法第二条第四項では『この法律で「医療機器」とは、人若しくは動物の疾病の診断、治療若しくは予防に使用されること、又は人若しくは動物の身体の構造若しくは機能に影響を及ぼすことが目的とされている機械器具等であって、政令で定めるものをいう。』とされている。
- 2) 薬事法第二条第十二項では『この法律で「製造販売」とは、その製造等（他に委託して製造をする場合を含み、他から委託を受けて製造をする場合を含まない。以下同じ。）をし、又は輸入をした医薬品（原薬たる医薬品を除く。）、医薬部外品、化粧品又は医療機器を、それぞれ販売し、賃貸し、又は授与することをいう。』とされている。
- × 3) 薬事法第二条第十六項では『この法律で「治験」とは、第十四条第三項（同条第九項及び第十九条の二第五項において準用する場合を含む。）の規定により提出すべき資料のうち臨床試験の試験成績に関する資料の収集を目的とする試験の実施をいう。』とされている。
- 4) 薬事法第十四条第一項では「医療機器（一般医療機器及び同項の規定により指定する管理医療機器を除く。）の製造販売をしようとする者は、品目ご

とにその製造販売についての厚生労働大臣の承認を受けなければならない。」(抄)とされている。

- 5) 平成 16 年 7 月 20 日付薬食発第 0720022 号厚生労働省医薬食品局長通知「薬事法第二条第五項から第七項までの規定により厚生労働大臣が指定する高度管理医療機器、管理医療機器及び一般医療機器(告示)及び薬事法第二条第八項の規定により厚生労働大臣が指定する特定保守管理医療機器(告示)の施行について」の中に、次のように記載されている。『高度管理医療機器に関しては、医療機器規制国際整合化会議(GHTF)において議論されているクラス分類ルールを基本にクラス分類ルールを定め、その分類ルールに基づき各一般的名称ごとにクラス分類を行った結果「クラス IV」及び「クラス III」とされた医療機器を指定したものであること。また、管理医療機器については「クラス II」と、一般医療機器については「クラス I」と分類された医療機器を指定したものであること。』

【問題 3】 病院電気設備について誤っているのはどれか。番号を解答欄

③

 にマークせよ。[5]

- 1) 心臓カテーテル検査室では金属の水栓を接地する。
- 2) 接地分岐線の被覆の色は黒と定められている。
- 3) 地下に達する鉄筋鉄骨を接地幹線として使用する。
- 4) 接地分岐線の抵抗は 0.1Ω 以下でなければならない。
- 5) 建築物の接地抵抗は地下部分の表面積を用いて計算する。

【正解】 ③ 2)

【解説】 JIS T 1022「病院電気設備の安全基準」のうち、医用接地方式に関連する事項を問う問題である。現代医療は高度の医用電気機器に支えられており、医用室には電撃防止のための設備を設けなければならない。その根幹となるのが医用接地の設備である。

- 1) 心臓カテーテル検査など心臓に直接アプローチする検査や治療を行う医用室では、マイクロショックが問題となる。設備側からの漏電を防止するため、医用室の患者が触れうる全ての金属体表面を接地センタに接続して、全ての金属体間に電位差がないように等電位化する必要がある。
- × 2) 接地分岐線の色は緑/黄または緑としなければならない。
- 3) 鉄骨鉄筋コンクリート造の建物の場合、コンクリートの電気伝導度が一般土壌より高く、基礎や地下で広く土壌と接しているため、地下まで走っている鉄骨または鉄筋を接地幹線に利用できる。
- 4) 1点接地、等電位化を実現するために低い抵抗で接続する必要がある。
- 5) 実際の大きな建築物の接地抵抗を測定することは容易ではない。そこで、地下部分の表面積と大地抵抗率から JIS T 1022 附属書に示されている計算式で接地抵抗を計算することになっている。

【問題 4】 医療機器の修理について誤っているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[5]

- 1) 修理業の許可を受けた者でなければ業として医療機器の修理はできない。
- 2) 臨床工学技士が所属病院の医療機器の修理を行うときは修理業の許可が必要である。
- 3) 製造業者が自ら製造をする医療機器の修理は修理業の許可を得なくてもよい。
- 4) 修理業の許可は修理業者が修理する医療機器に対応した区分ごとに必要である。
- 5) 修理業の許可は事業所ごとに与えられる。

【正解】 ④ 2)

【解説】 修理業は、平成 17 年施行の改正薬事法により、一定の構造設備の具備等を要件とした許可制として、法律上明確に位置づけられた。

- 1) 薬事法第 40 条の 2 に「医療機器の修理業の許可を受けた者でなければ、業として、医療機器の修理をしてはならない」とされている。
- × 2) 医療法においては、医療機関における医療機器の修理については明確になっていないが、財団法人医療機器センターの「医療機器販売・賃貸管理者/修理業責任技術者講習会における質問と回答集」の Q 171「通常の保守業務を行っている病院のコメディカル(看護師，臨床工学技士，検査技師等)の方は修理してはならないのか……」の質問に対する回答として「医療機器の保守点検並びに修理業務は、本来、その医療機器の所有者である医療機関が行うべきことである。よって、医療機関に勤務するコメディカル等が医療機関解説者である医師，歯科医師等の指示のもとで、当該医療機関の医療機器を修理する場合、修理業許可及び責任技術者の資格は問われません。」となっている。なかなか理解されていないことかもしれないが、臨床工学技士の世界では知られていることのようなのである。現実には専門的知識が必要な場合が多くあり、限られた範囲で実施されているこ

と思われる。

- 3) 薬事法施行令第56条において、特例として、許可を得なくてもよいこととされている。
- 4) 特定保守管理医療機器(特管)及び非特管それぞれ9区分があり、区分ごとに修理業の許可が必要であるとされている。薬事法施行規則第188条及び、薬食機発第0331004号において定められている。
- 5) 薬事法第40条の2の2項において、修理業の許可は修理する物及びその修理する方法に応じた区分に従い、修理する事業所ごとに与えられ、有効期間は5年であるとされている。

【問題 5】 B 形及び BF 形の漏れ電流の直流の許容値が交流に比較して低く設定されている。その理由を解答欄 に記述せよ。[6]

[正解] ア 直流は電気分解が生じて有害物質が生成される恐れがあるため。

[解説] 直流は電気分解によって電極が溶けだし有害物質が生成され、生体組織を損傷する恐れがあるため、交流より許容値が低く設定されている。

【問題6】 EMCに関して正しいのはどれか。番号を解答欄⑤にマークせよ。

[5]

- 1) 医用電気機器の放射無線周波電磁界に対するイミュニティの許容値は30 V/mである。
- 2) 生命維持装置は10 V/mの電界強度に耐えることが要求されている。
- 3) ハイパーサーミアで使われているRF波ではペースメーカーへの誤作動は生じない。
- 4) 電気メス高周波電流に対するイミュニティはペースメーカーよりICDの方が高い。
- 5) 盗難防止用ゲートではICDの誤作動は生じない。

【正解】 ⑤ 2)

【解説】 電磁波障害とは、電磁波を発生する機器が他の電子機器に誤作動などの障害を及ぼすことを指し、EMI(Electro-Magnetic Interference)という。医療の現場では、電磁波を放射し影響を与える機器と、電磁波によって障害を受ける機器とがあり、これら複数の利用機器や電子機器が使用される環境において、機器同士が電磁的に共存することをEMC(Electro-Magnetic Compatibility)という。EMCについては、IEC 60601-1-2で規定されている。

- × 1) 医用電気機器の放射無線周波電磁界(周波数26 MHz~1 GHz)に対するイミュニティ(妨害排除能力)の許容値は3 V/mである。
- 2) 上記1)において、輸液ポンプ等を含む生命維持管理装置に関しては、10 V/mの電界強度に耐えることが要求されている。
- × 3) RF波はペースメーカーなど、医療機器への誤作動の要因となる。
- × 4) ペースメーカーとICDへのイミュニティレベルに差はない。
- × 5) 盗難防止用ゲートは電子商品監視(EAS: Electronic Article Surveillance)機器であり、左右のゲートから磁界や電波を発射して商品ラベルやタグの検知を行っている。ゲート内に植込み型ペースメーカーやICDへの影響が確認されている。

【問題 7】 病院電気設備の JIS T 1022 において、カテゴリー A に入らない医用室はどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[5]

- a. 人工透析室
- b. 手術室
- c. 心臓カテーテル室
- d. 集中治療室
- e. 内視鏡室

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑥ 4)

【解説】 病院電気設備の JIS T 1022 において、カテゴリー A に入る医用室は、手術室、心臓カテーテル室ならびに集中治療室(ICU・CCU・NICU など)で、無停電電源(瞬時特別非常電源)が必要な生命維持装置を使用するだけでなく、心臓区域内に電極などを挿入することから、マイクロショック対策(等電位接地)が必要な医用室である。人工透析室ならびに内視鏡室は心臓区域内に電極などを挿入することがないことから、これらの医用室はカテゴリー B に入る。

【問題 8】 医用接地について正しいのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[5]

- a. 医用室に限った専用の接地である。
- b. 非接地配線方式では機器を接地する必要はない。
- c. 接地極は建物の基礎杭を使うことが推奨される。
- d. 接地極の抵抗値は 1Ω 以下と規定されている。
- e. 3P コンセントの接地極と接地センタは接続されている。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑦ 9)

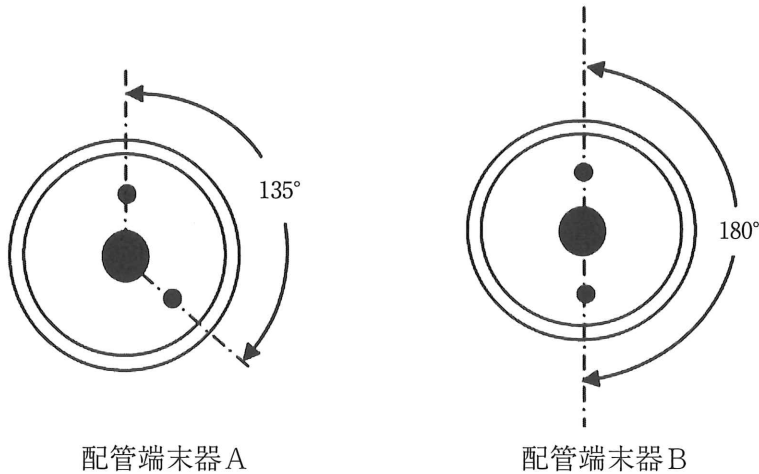
【解説】

- × a. 医用室には医用接地を設けなければならないが、医用室に限った専用の接地ではない。
- × b. 非接地配線方式はいずれの電源導線も接地しない方式のことであって、電撃防止のためには保護接地が必要である。
- c. 銅棒や銅板を埋設しても十分に低い接地抵抗を得ることが難しく、JISでも建築構造体の地下部分を接地極として使用することが推奨されている。
- × d. JISでは接地極の抵抗値は 10Ω 以下としているが、全ての医用室を等電位接地すれば 100Ω 以下でも良いとされている。
- e. 3P コンセントの接地極は接地分岐線で接地センタに繋がっている。

【備考】

医用接地はマクロショック対策としての保護接地やマイクロショック対策としての等電位接地など、電撃対策専用の接地をいう。

【問題 9】 ピン方式の配管端末器で供給圧を静止状態で点検した。配管端末器 A では 390 kPa であった。配管端末器 B の供給圧はどの程度でなければならないか。番号を解答欄 にマークせよ。[5]

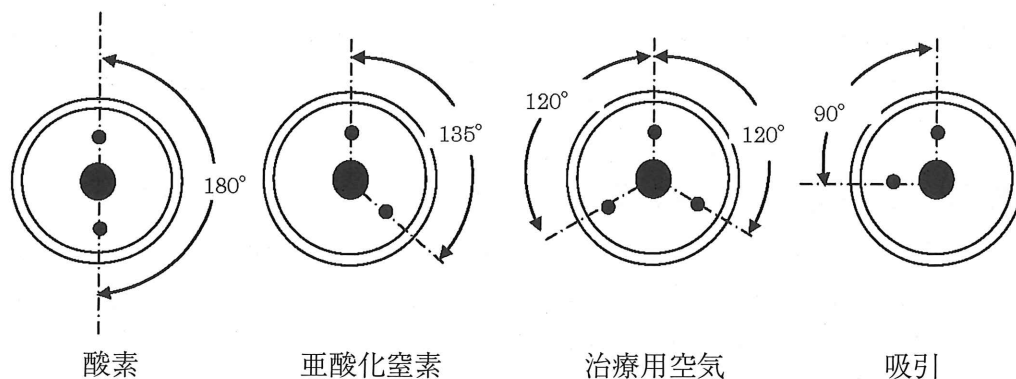


- 1) 360 kPa
- 2) 380 kPa
- 3) 400 kPa
- 4) 420 kPa
- 5) 450 kPa

【正解】 ⑧ 4)

【解説】 医療ガス設備については JIS T 7101-2006「医療ガス配管設備」で規定されている。この規定は、供給される各種の医療ガスを使用者が常に安定した状態で使用できるように安全基準を確保し、供給失調や途絶の危険を適切に知らせる警報装置の完備、および万一の事態に備えて予備供給装置の保有などについて規定している。配管端末器では誤接続を防止するために、ソケット(ガス取り出し口)とアダプタプラグ間是一对のはめ合いによるガス別特定コネクタ(ピン方式やシュレーダ方式など)が使用されている。ピン方式の配管端末器(図を参照)で

はピン孔の数と配列角度を規定し、シュレダ方式では配管端末器でのリング溝の外径や内径を規定している。



この問題の配管端末器 A は亜酸化窒素(笑気)、配管端末器 B は酸素の配管端末器である。

また、双方の配管端末器での標準供給圧とも JIS T 7101 「医療ガス配管設備」では表のように 400 ± 40 kPa と規定されているが、注釈として酸素は他のガスよりも 30 kPa 程度高いことが明記されている。そのため配管端末器 A の亜酸化窒素供給圧が 390 kPa であるため、配管端末器 B の酸素の供給圧は配管端末器 A より 30 kPa 高い 420 kPa になる。

配管端末器の種類	標準圧力 kPa(吸引は -kPa)	最大流量 (NL/min)
酸素	400 ± 40	≥ 60
亜酸化窒素	400 ± 40	≥ 40
治療用空気	400 ± 40	≥ 60
吸引	水封式	≥ 40
	油回転式	≥ 40
二酸化炭素	400 ± 40	≥ 40
手術器械駆動用窒素	600~900	≥ 300
圧縮空気	治療用	400 ± 40
	手術器械駆動用	600~900

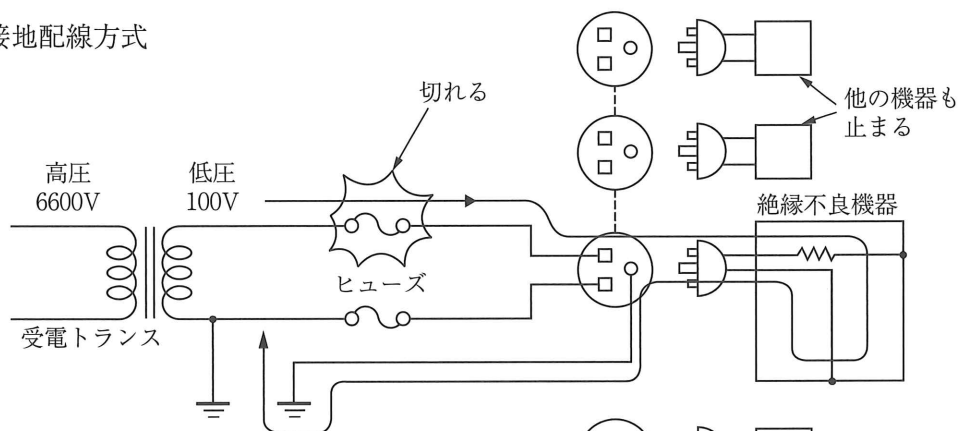
【問題 10】 医用室には漏電遮断器を使用する方法と非接地配線方式を使用する方法がある。その違いを 100 字以内で解答欄 ① に記述せよ。[5]

【正解】 ① (例) 1 線地絡事故が起こった時、高速高感度形漏電遮断器では停電が起こるが、非接地配線方式の電源回路では地絡の警報がでるものの停電は起こらない。

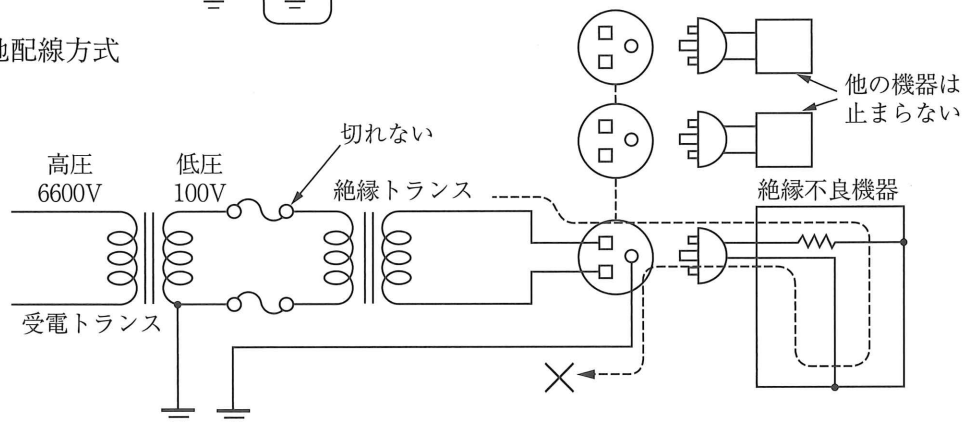
【解説】 高速高感度形漏電遮断器は電源導線に流れる電流の差が規定値を超えたとき動作する。電流の差分が漏れ電流となるので片側接地配線方式の回路で使用される。非接地配線方式では地絡事故が起きても、そのまま漏れ電流とはならず高速高感度形漏電遮断器は作動しない。

【備考】

片側接地配線方式



非接地配線方式



【問題 11】 人工呼吸器による呼吸管理をしている際、気道内圧低圧アラームが鳴った。原因として考えられるのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。
[6]

- 1) 患者回路の屈曲
- 2) ファイティング
- 3) 肺コンプライアンス低下
- 4) 強い自発呼吸
- 5) 気道内圧測定用チューブの閉塞

【正解】 ⑨ 4)

【解説】 人工呼吸器による呼吸を管理している際によく鳴るアラームは気道内圧に関するものである。2009 年 8 月 PMDA より発行された医療安全情報 No. 11 において「人工呼吸器の取扱時の注意について(その 2)」において気道内圧チューブ取扱に関する注意喚起がなされた。

気道内圧の低圧アラームはガスリークにより発生することが多いが、この注意喚起では気道内圧測定チューブ内に水分が貯留し閉塞することで低圧アラームが鳴った事例が報告された。正常に人工呼吸器が動作するために確認すべき点である。

人工呼吸器による喚起中の気道内圧の最大気道内圧は、次式のように表される。
最大気道内圧 $Paw = R \times F + 1/C \times V$

R : 呼吸回路の抵抗 + 気道抵抗

F : 吸気流量

C : 静的肺胸郭コンプライアンス

V : 1 回換気量

つまり、気道内圧は抵抗、吸気流量、1 回換気量の増加により上昇し、コンプライアンスの増加により、低下する。ファイティングは人工呼吸器が空気を送り込もうとするとときにそれに抗って吐き出そうとする行為であり、気道抵抗の上昇となる。また設定された吸気流量を超える患者の吸気努力は見かけの気道抵抗が

減少し、気道内圧が低下する行為である。

この関係を知っていれば、この問題の解答から除外される回答枝が3つと正解が得られる。

- × 1) 患者回路の屈曲は呼吸回路の抵抗が上昇するので気道内圧は上昇する。
- × 2) 上記の解説で説明した通り。
- × 3) 上記の解説で説明した通り。
- 4) 上記の解説で説明した通り。
- × 5) 気道内圧センサは機器の内部に設置されており、気道内圧測定チューブの閉塞により圧がセンサまで伝わらなくなり低圧アラームを発生する。チューブ内の水分の貯留位置等の状況によっては高圧アラームを発生する場合もある。

【問題 12】 人工呼吸器の回路内圧の異常低下を示すアラームが鳴った。考えられる原因はどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- a. 換気量の過剰投与
- b. 加温加湿器の亀裂
- c. 呼気弁の持続的な閉塞
- d. 気管チューブのカフの破裂
- e. 気管チューブの分泌物による閉塞

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑩ 6)

【解説】 人工呼吸器使用中におけるトラブルで、最も頻回に起こるのは呼吸回路内でのリークである。リークにより、患者が低換気にならないよう注意すると共に、回路内圧が低下を示す要因について理解しておく必要がある。

- × a. 換気量の過剰の場合は回路内圧が上昇する。
- b. 加温加湿器が亀裂などにより破損すると、そこより回路内のガスが漏れることによりリークが生じ、回路内圧が低下する。
- × c. 呼気弁が持続的に閉塞すると、呼気ガスの呼出が不可能となり、回路内圧が上昇する。
- d. 気管チューブのカフが破裂などのより破損すると、回路内圧低下の原因となる。
- × e. 気管チューブのカフは人工呼吸中に口腔内に溜まった分泌液などが気管内に入り込むのを防止している。よって、分泌物により閉塞した場合は、回路内圧が上昇する。

【問題 13】 パルスオキシメータ使用中に表示値が不安定であったので次の対応をした。不適切なのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- a. 体動の有無を確認した。
- b. 色素の投与の有無を確認した。
- c. プローブを装着部位に強く巻き直した。
- d. プローブから 2 種類の光が出ていることを目視で確認した。
- e. 脈拍と同期して脈波が表示されているか確認した。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑪ 8)

【解説】

- a. 体動があると容積脈波が正しく検出できない。したがって体動の有無を確認する。
- b. 色素(インドシアニングリーン, メチレンブルーなど)の影響があると表示値が低めにでるので投与の有無を確認する必要がある。特に手術内の使用では確認する。
- × c. 測定部位に強く巻くと圧迫により容積脈波が検出されず動脈拍動が測定できない。
- × d. 一般的なパルスオキシメータでは, 赤色光と赤外光の 2 種類の光を 1~2 kHz の周波数で交互に発光させているが, これを目視で確認することはできない。
- e. プローブが正しく装着されていれば脈拍と同期した容積脈波が検出される。

【問題 14】 吸着型酸素濃縮器に用いられる窒素を選択的に吸着するのはどれか。
番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 活性炭
- 2) ソーダライム
- 3) ジルコニア
- 4) アルミノ珪酸塩
- 5) ポリアクリル酸ソーダ

【正解】 ⑫ 4)

【解説】 在宅酸素療法での酸素は、酸素濃縮器、酸素ボンベ、液体酸素供給システムにより供給される。この中で酸素濃縮器は、空気を吸気し高濃度の酸素を排気する医療機器で、吸着型と膜型がある。

吸着型酸素濃縮器はシリンダー内に窒素を選択的に吸着する機能のある特殊な吸着剤(アルミノ珪酸塩またはゼオライト)を入れ、加圧と減圧を繰り返すことにより空気中の酸素と窒素を分離する方式である。酸素 90% 程度まで濃縮が可能である。ゼオライトはアルミノケイ酸塩のなかで結晶構造中に比較的大きな空隙を持つものの総称でもあり、分子ふるい、イオン交換材料、触媒、吸着材料として利用される。膜型酸素濃縮器は、窒素よりも酸素の対する透過性がよい高分子膜を用い、膜の一侧を減圧することにより減圧側に濃縮酸素ガスを作り出すものである。

- × 1) 活性炭は、石炭やヤシ殻などの炭素物質を原料として高温でガスや薬品と反応させて作られる微細孔(直径 10~200Å)を持つ炭素である。空気や水の清浄化に用いられる。
- × 2) ソーダライムは二酸化炭素を迅速に吸収する性質を持つ。麻酔器の二酸化炭素吸収装置(カニスタ)に用いられ、呼吸回路内中に流れる患者の呼気に含まれる二酸化炭素を迅速に吸収除去する。
- × 3) ジルコニアは酸素伝導性を示す物質として知られており、燃料電池(FUEL CELL)や酸素センサとして使用されている。

- 4) 上記の説明通り, アルミノ珪酸塩は窒素を選択的に吸着する性質をもつ。
- × 5) 高い水分吸収(保持)性能を有するように設計された高分子製品である。紙おむつなどの吸収体に用いられている。吸収性ポリマー, 高吸水性樹脂, 高分子吸収体などとも呼ばれる。

【問題 15】 血液ガス分析装置に関して誤っているのはどれか。番号を解答欄

⑬ にマークせよ。[6]

- a. P_{CO_2} の測定にはセベリングハウス型電極が使用されている。
- b. 電極が内蔵される測定部はほぼ $37^{\circ}C$ に恒温化されている。
- c. 血液凝固を防止するためヘパリンコーティングの採血管を使用する。
- d. 採血管に気泡が入ると P_{aCO_2} が上昇する。
- e. 採血後直ちに測定しないと P_{aO_2} が上昇する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑬ 10)

【解説】

- a. P_{CO_2} の測定にはセベリングハウス型電極が使用されている。
- b. 温度により各電極の感度の変動があるので $37^{\circ}C$ に恒温化されている。
- c. ヘパリンコーティングなしでは血液凝固が発生し、正確な測定ができない。
- × d. 気泡が入れると気泡にはほとんど CO_2 がないので血液中の P_{aCO_2} は低下する。
- × e. 測定までに時間がかかると血球の代謝等により酸素が消費されて P_{aO_2} は低下する。直ちに測定できない場合は、氷水に浸して冷やすなどの処置が必要である。

【問題 16】 多人数用心電図テレメータの受信機モニタ上でいっせいにすべてのチャンネルが受信不良になった。原因として考えられるのはどれか。番号を解答欄

⑭にマークせよ。〔6〕

- a. 送信機の電池の電圧低下
- b. 受信アンテナブースタの電源遮断
- c. 同じチャンネルの複数の送信機使用
- d. 受信アンテナ用同軸ケーブルコネクタの脱落
- e. 受信機付属のホイップアンテナの使用

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑭ 6)

【解説】 すべてのケースで受信不良状態になるが、「いっせいにすべてのチャンネル」ということになると、原因は限定されてくる。

- × a. 送信機の電池の電圧低下はチャンネル個別の問題である。
- b. 受信機用ブースタが受信機モニタとは別系統の商用交流電源に接続されている場合(天井裏の一般回路など)、この電源が非常電源になっていないと、停電発生時にブースタへの電源供給がなくなり、受信機能停止となり得る。
- × c. 同じチャンネルの複数の送信機を使用すると、当該チャンネルのみ受信不良になる。
- d. 受信機アンテナ用の同軸ケーブルが断線していると、受信機全体への電波供給がなくなるので、いっせいに受信不良になり得る。
- × e. 受信機付属のホイップアンテナを使用すると、受信機モニタに近いチャンネルは受信され、遠いチャンネルは受信されないことになる。

【問題 17】 人工心肺の操作で正しいのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- a. リザーバの貯血レベルが急激に下がったので、送血ポンプの回転数を増やした。
- b. 動脈血の血液ガス分析で、二酸化炭素分圧が 50 mmHg だったので FiO_2 を増やした。
- c. 脱血量が不足気味なので、リザーバの位置を下げた。
- d. 脱血管に空気が混入したので、送血ポンプを直ちに停止した。
- e. 中心静脈圧(CVP)を上昇させるために脱血管のオクルーダを絞った。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑮ 9)

【解説】

- × a. リザーバの貯血レベルが急激に下がったということは、脱血不良が生じた可能性が高い。すぐにやるべき操作はポンプの回転数を下げ、リザーバのレベルを下げないようにして、術野に脱血不良を伝えることである。
- × b. 人工心肺の血液ガスの調節は、 FiO_2 で酸素分圧を、吹送ガス流量で二酸化炭素分圧を調節する。酸素分圧は施設の考え方にもよるが 150 mmHg~250 mmHg、炭酸ガス分圧は 40 mmHg 程度にコントロールする。酸素分圧を増やすためには FiO_2 を増やし、二酸化炭素分圧を下げるには吹送ガス流量を増やす。
- c. リザーバの位置を下げると術野との落差が増え、脱血量が増える。
- × d. 脱血管に空気が混入しても直ちに体外循環そのものへの影響は出ない。脱血カニューレのスネアが甘いか、脱血管の位置の不良、心臓を脱転させた際に空気が混入することがある。
ただし、放置すると脱血不良、溶血などを起こすので、術野に伝える必要

がある。また、送血回路に空気が混入した場合は直ちにポンプを停止させる必要がある。

- e. 中心静脈圧(CVP)は、循環血液量を反映しており、脱血管のオクルーダを絞るとリザーバのレベルが下がり、患者へ血液を送り込むことになり患者の体循環血液量が増え、CVP が上昇する。

【問題18】 心臓ペースメーカについて正しいのはどれか。番号を解答欄⑩にマークせよ。[6]

- a. リチウムヨウ素電池は消耗に伴い電池内部抵抗が低下する。
- b. 立ち上がりの遅い誘導波形はオーバーセンシングの原因になる。
- c. リードのターミナル形状はISOにより標準化されている。
- d. リード被膜が損傷すると電極インピーダンスが増加する。
- e. リチウムヨウ素電池の電圧は電池寿命末期において急激に低下する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑩ 9)

【解説】 心臓ペースメーカの電池，およびリードに関する基本的な問題である。

- × a. ペースメーカやICDにはリチウムヨウ素電池と銀酸化バナジウムリチウム電池が多く用いられ，前者は電池の消耗に伴い電池内部抵抗が上昇する。一部のペースメーカではこの値を交換指標として用いている。一方，後者のそれは殆ど変化しない。
- × b. 留置されたリード電極からの誘導波形(電位)の立ち上がりの速さはスルーレートと呼ばれ時間あたりの電位の大きさV/secで表わされる。ペースメーカのセンシング回路にはフィルターが設けられているので，立ち上がりの遅い(スルーレートの低い)波形はアンダーセンシングになる可能性がある。
- c. ペースメーカのペーシングリード，センシングリードのターミナル形状(IS-1)はISO 5841.3:1992で定義されている。
- × d. リード被膜が損傷すると漏洩電流が生じ，リードインピーダンスが低下する。リードインピーダンスの正常値は300～1,000Ω程度とされており，この値が異常に低い場合は被膜の損傷が疑われる。被膜の損傷により過剰な電流が流れるので電池の消耗が急激に起こる。

- e. リチウムヨウ素電池の電圧は時間と共に徐々に電圧が低下するのではなく、電池寿命末期において急激に低下する。すなわち、寿命末期まで安定した電力を供給することができる。

【問題 19】 血圧モニタリング中の動脈圧波形が共振により振動的になり、間接法に比べて最高血圧値が異常に高くなっていた。原因として考えられるのはどれか。番号を解答欄 ⑰ にマークせよ。[6]

- a. 微小気泡の混入が見られた。
- b. 血圧アンプには低域通過フィルタが使用されていた。
- c. 心拍数が高かった。
- d. 心機能が低下していた。
- e. 血圧測定ラインが短かった。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑰ 2)

【解説】

- a. 気泡の混入によって共振周波数が低下するとアンダーダンピング(振動的なパターン)の原因になる。
- × b. 血圧アンプには通常低域通過フィルタが使用されているが、これは振動を抑える方向のフィルタであり、原因にはならない。
- c. 心拍数が高いと血圧波形の立ち上がりが早くなり、アンダーダンピング(振動的なパターン)の原因となる。
- × d. 心機能が低下していると血圧波形の立ち上がりは遅くなり、アンダーダンピング(振動的なパターン)を発生しにくくなる。
- × e. 血圧測定ラインが長いと共振周波数が低くなることから、アンダーダンピング(振動的なパターン)の原因となるが、短い場合は逆に原因になりにくい。

【問題 20】 血液浄化療法で行われないものはどれか。番号を解答欄 ⑱ にマークせよ。[6]

- a. アミノ酸の補充
- b. 重炭酸イオンの補充
- c. 血液の酸素加
- d. IgG の除去
- e. 血漿の交換

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑱ 2)

【解説】 血液浄化には、血液透析、腹膜透析、血漿交換、免疫吸着が含まれている。血液透析ではアルブミンを除去しないが、血漿交換ではアルブミンを除去するなど、浄化目的によって除去する物質が異なってくる。

- × a. 透析や血漿交換ではアミノ酸が除去されてしまうが、補うことはしていない。
- b. 血液透析では重炭酸透析液を用いて、不足した重炭酸を透析液側から血液側に補っている。
- × c. 血液の酸素化は人工肺が行っており、血液浄化の目的ではない。
- d. 免疫不全では二重膜濾過血漿交換療法により IgG を除去することがある。
- e. 急性薬物中毒などでは薬物が吸着したアルブミンを除去するため、血漿交換を行う。

【問題21】 血液透析に使用される患者監視装置(コンソール)の監視制御項目として正しいのはどれか。番号を解答欄⑰にマークせよ。[6]

- a. 酸素飽和度
- b. 透析液圧
- c. エンドトキシン濃度
- d. 患者体温
- e. 静脈回路内圧

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ⑰ 7)

【解説】 患者監視装置(コンソール)は透析治療が安全で良好に可動するうえで、各部分が正確に作動しているかを連続的に観察する機構である。大きく分けて血液系監視部分と透析液系監視部分からなる。

血液系監視部分には(1)動脈側印圧検知器(2)血液ポンプ(血液流量)(3)動脈側回路内圧計(4)静脈側回路内圧計(5)気泡検出器などがある。また、透析液系監視部分には(1)漏血検出器(2)温度計(3)透析液回路内圧計(4)除水制御装置などがある。

- × a. 酸素飽和度は、透析装置では監視していない。虚血性心疾患既往のある透析患者は透析中低酸素飽和度出現の有病率が高く、適切な酸素投与開始のためにパルスオキシメータなど持続的 SpO₂ モニタが有用である。
- b. 患者監視装置に組み込まれている除水制御機構のひとつである密閉回路容量制御方式では除水速度、限外濾過率(UFR)、静脈圧などにより決定される。透析液圧は、ダイアライザに接触する透析液の圧力を測定するため、半導体ダイアフラム型圧力センサが用いられている。
- × c. エンドトキシン(ET)濃度は、患者監視装置では監視していない。別途ある頻度で透析液のサンプリングと測定を要する。ET 活性値、生菌数など

処理水と供給透析液の濃度により定期的に測定するが、測定間隔は月 1 回～2 回の頻度で実施されているのが現状である。

透析用水生物学的汚染管理基準では、

ET 活性値：0.01 EU/ml 未満 目標値 0.001 EU/ml 未満

生菌数：10 CFU/ml 未満 目標値 1 CFU/ml 未満

検体採取量：1 ml ～100 ml

測定頻度：月 1 回以上測定

することが推奨されている。

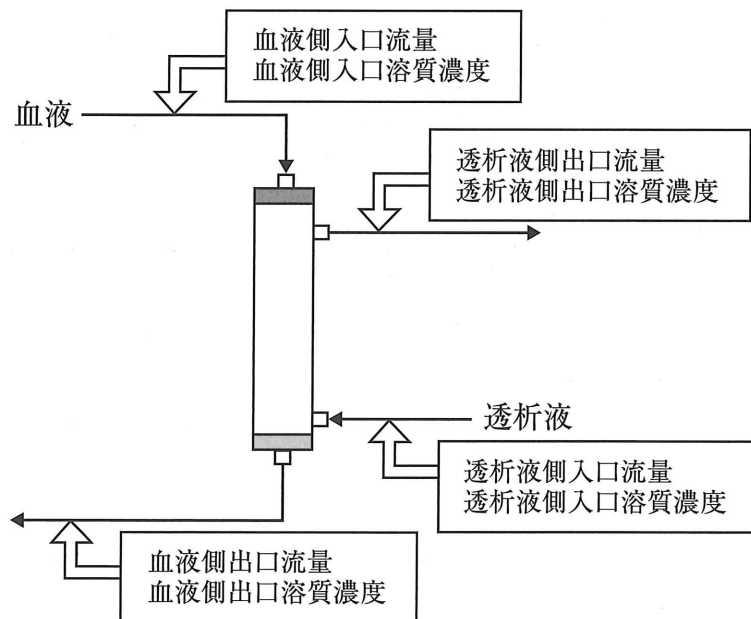
- × d. 患者体温は患者監視装置では監視していない。「透析医療事故防止のための標準的透析操作マニュアル(発行：社団法人日本透析医会)」では患者の体重と血圧・脈拍・体温を確認し、併せて問診により患者の状態を把握したうえでドライウエイトから当日の除水量を計算する、とされている。
- e. 血液回路静脈側チャンバの圧測定ラインよりモニタする。ダイアライザ内および静脈側回路内の血液凝固や血液透析用留置針の状況などを反映する重要な監視項目である。

【問題 22】 血液側入口流量 200 ml/min 、透析液入口流量 500 ml/min 、除水流量 0 ml/min で血液透析を施行した。このとき、血液側入口の尿素窒素濃度が 80 mg/dl 、出口尿素窒素濃度が 4 mg/dl であった。以下の各問の答えを解答欄 ～ に記入せよ。ただし計算結果は小数点以下を四捨五入し、整数で答えよ。

22-1 血液側から透析液側に単位時間に除去された尿素窒素量 $[\text{mg/min}]$ はいくら
 らか。数値を解答欄 に記入せよ。[2]

22-2 の値を血液側入口濃度で割った値を何と呼ぶか。語句を解答欄
 に記入せよ。[2]

22-3 と同じ尿素窒素量が透析液側に出ている (物質収支が合っている)
 と考えると、透析液出口の尿素窒素濃度 $[\text{mg/dl}]$ はいくらになるか。数
 値を解答欄 に記入せよ。[2]



[正解] ① 152 ② クリアランス ③ 30

[解説]

22-1 血液側から透析液側に単位時間に除去された尿素窒素量[mg/min]は、

$$Q_{BI}C_{BI} - Q_{BO}C_{BO} = 200 \times 80/100 - 200 \times 4/100 = 152 \text{ mg/min}$$

22-2 クリアランスは以下の式で定義される。

$$(Q_{BI}C_{BI} - Q_{BO}C_{BO})/C_{BI}$$

22-3 $Q_{BI}C_{BI} - Q_{BO}C_{BO} = Q_{DO}C_{DO}$ であるので、

$$C_{DO} = (Q_{BI}C_{BI} - Q_{BO}C_{BO})/Q_{DO} = 152 \times 100 \div 500 = 30.4 \text{ mg/d}\ell$$

【問題23】 血液透析中の透析膜を介した物質移動について誤っているのはどれか、番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- a. HCO_3^- を血液側へ移動させる。
- b. リンを透析液側へ移動させる。
- c. アミノ酸を血液側へ移動させる。
- d. タンパク質代謝産物を透析液側へ移動させる。
- e. グロブリンを透析液側へ移動させる。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ② 9)

【解説】

- a. 代謝性アシドーシスを是正のため HCO_3^- を血液側へ移動させる。
- b. ネフロン数が減少するとリンは尿中に排泄されにくくなるので、リンを透析液側へ移動させる。
- × c. 透析ではアミノ酸を血液側へ移動させることはなく、必要な場合は輸液剤が用いられる。
- d. タンパク質代謝産物を透析液側へ移動させ除去することは透析の主目的の一つである。
- × e. $\beta_2\text{-MG}$, $\alpha_1\text{-MG}$ は除去対象物であるが、一般のグロブリンは除去対象物ではない。

【問題 24】 体温管理について誤っているのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) 中枢温は直腸で測定できる。
- 2) 術中に低体温に陥ると麻酔覚醒遅延が誘発される。
- 3) 輸血用血液の加温は保温として有効である。
- 4) 術後に低体温状態にすると術後感染率が減少する。
- 5) 保温および加温のために温風式加温装置が使用される。

【正解】 ② 4)

【解説】

- 1) 中枢温の測定部位としては、食道内、直腸内、膀胱内、鼓膜温度などがある。
- 2) 低体温により体内の麻酔薬の代謝が抑制されるため麻酔覚醒遅延が誘発される。
- 3) 急速大量輸血の場合には低体温を防ぐために、加温されて輸血されることが多い。
- × 4) 低体温では免疫力が低下するため、感染しやすくなる。
- 5) 温風式加温装置以外に温水式加温装置や電気毛布なども使用されている。

【問題 25】 パルスドプラ法でエイリアシングが大きくなるのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- 1) パルス繰返し周波数を下げる。
- 2) 超音波の中心周波数を下げる。
- 3) 超音波のビーム幅を狭くする。
- 4) 超音波ビームと血流の成す角度を直角に近づける。
- 5) 超音波の振幅を下げる。

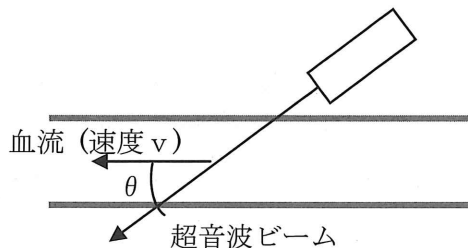
【正解】 ② 1)

【解説】 図のように超音波ビームと血流の成す角 θ の場合、血流速度 v と、ドプラ偏移周波数 f_d 、超音波の中心周波数 f_0 は、以下の関係が成り立つ。

$$f_d = f_0 \frac{2v}{c} \cos \theta \quad (1)$$

また、エイリアシングが生じない条件は、パルス繰返し周波数を PRF とすると、以下の関係が成り立つときである。

$$|f_d| < \frac{\text{PRF}}{2} \quad (2)$$



- 1) 上記の式(2)から、同じ血流速度、即ちドプラ偏移に対して、パルス繰返し周波数を下げると、エイリアシングが生じやすくなる。
- × 2) 上記の式(1)から、中心周波数 f_0 が下がると、 f_d も下がるので、式(2)からエイリアシングは生じにくくなる。
- × 3) 超音波ビーム幅は、エイリアシングと直悦関係がない。
- × 4) 式(1)から、 θ が直角に近くなると、 f_d が下がるので、式(2)からエイリアシングは生じにくくなる。
- × 5) 超音波の振幅は、エイリアシングとは直接関係がない。

【問題 26】 フィンガポンプの取扱いで正しいのはどれか，番号を解答欄 ㉓ にマークせよ。〔6〕

- a. 使用後に酒精綿で清拭した。
- b. 付着した薬液をドライヤーで乾燥させた。
- c. 点滴チューブを強く引っ張りながらセットした。
- d. 電源を OFF にした状態で AC 電源に接続して保管した。
- e. 大型の輸液スタンドに取付けて使用した。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ㉓ 10)

【解説】

- × a. アルコールはプラスチックを劣化させることがあるので，ぬるま湯またはメーカー指定の洗浄液を使用する。
- × b. 乾燥させると薬液成分がこびり付いてしまうので，乾いた布で拭き取る。
- × c. 強く引いて固定すると，容積制御方式の場合設定流量よりも送液流量が低下することがあるので，強く引かずにまっすぐ取り付ける。
- d. 充電のため AC 電源に接続したままにする。
- e. 転倒防止のため，できるだけ大型の輸液スタンドを使用する。

【問題 27】 光トポグラフィで正しいのはどれか。番号を解答欄 にマークせよ。[6]

- a. 近赤外光を使用する。
- b. 頭皮上から光を照射する。
- c. 脳幹機能を反映する。
- d. 検出センサに SQUID を用いる。
- e. 意識レベルのモニタに用いる。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ② 1)

【解説】 光トポグラフィとは、頭皮上から近赤外光を照射し、頭蓋骨の下にある大脳皮質の活動に伴う毛細血管内の血液量の変化とヘモグロビン濃度変化により生じる近赤外光の吸光度の変化として検出する方法である。光トポグラフィ装置では大脳機能の活動により変化する大脳皮質の血流の変化を多数チャンネル(24～52チャンネル)で検出し、頭皮上のマッピングを描画できるものもある。

- a) 正しい。最も良く使用される波長は 830 nm と 780 nm がある。
- b) 正しい。
- × c) 脳幹のような脳深部の情報は得られない。
- × d) SQUID は脳磁図などに用いられる磁束のセンサである。センサとしてフォトトランジスタなど光の検出ができる素子を用いる。
- × e) 言語関連病変や何知性転換などの外科手術を目的とした検査において保険点数が適用される。

【問題 28】 超音波手術器について誤っているのはどれか，番号を解答欄 ㉔ にマークせよ。〔6〕

- a. ハンドピース先端の振動幅は 10～30 μm である。
- b. 超音波の周波数は 20～35 kHz である。
- c. 超音波の発生には圧電セラミックが用いられる。
- d. 電気メスと比較して鋭利な切開が可能である。
- e. メス先の灌流には生理食塩液を用いる。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
- 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 ㉔ 3)

【解説】 超音波手術器は超音波吸引手術装置という場合もあり，臨床現場ではキューサと呼ばれることもある。白内障手術，脳腫瘍の外科的手術，肝臓などの実質臓器の部分的切除術，低侵襲手術での剥離・切除などに使用される。組織に超音波振動を加え，脆弱な実質性組織は振動により破碎し，血管などの弾力に富む組織は温存させる。

- × a. ハンドピース先端の振動幅は 100～350 μm である。
- b. 振動数は 20～35 kHz である。
- c. 超音波の発生には圧電セラミックが用いられる。
- × d. 鋭い切開には不向きである。
- e. メス先の灌流には生理食塩水を用いる。

【選択問題 1】 麻酔器に組み込まれている機構で正しいのはどれか。番号を解答欄〔選 1〕にマークせよ。〔6〕

- a. 酸素供給圧低下警報は 5 秒間鳴り続ける。
- b. 高圧ガス容器連結部には双方向弁がある。
- c. 回転式流量調節弁はノブを時計回りに回すと流量が増加する。
- d. 流量計の操作により吸気酸素濃度を 25% 以下にすることができない。
- e. ガス遮断装置は酸素の供給が不良になったときに他のすべてのガスの供給を遮断する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 1) 10)

【解説】 JIS T 7201-1 に規定されている内容の問題である。

- × a. 酸素供給圧低下警報(可聴警報)は少なくとも 7 秒以上鳴り続けなければならない。
- × b. 高圧ガス容器連結部には、ガスの逆流を防ぐために一方向弁がある。
- × c. 回転式流量調節弁はノブを時計回りに回すと流量が低下するようになっている。
- d. 流量計の操作により吸気酸素濃度を 25% 以下にすることができない。
- e. ガス遮断装置は酸素の供給が不良になったときに、亜酸化窒素など酸素以外のガスの供給を遮断しなければならない。

【選択問題 2】 JIS T 7208-1 電動式吸引器について正しいのはどれか。番号を解答欄(選2)にマークせよ。[6]

- a. ピストン形ポンプではロータを回転させて気体輸送を行う。
- b. ダイヤフラム形ポンプでは気密性を維持するためにポンプ内にオイルが入っている。
- c. 吸引流量は蒸留水 200 ml を 6 秒以下で吸引すると規定されている。
- d. 電撃に対する保護の程度は CF 形機器と規定されている。
- e. 吸引圧は -40 kPa 以上と規定されている。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選2) 9)

【解説】 JIS T 7327-1989 において、医療用電動式吸引器は、手術及び処置のために、吸引ポンプによって吸引容器内に血液・膿汁・その他の分泌物などを吸引する機器と定められている。

- × a. ピストン形ポンプの構造では、シリンダ内でピストンを往復運動させて気体輸送を行う。
- × b. ポンプ内にはオイルは入れない。ゴム製のダイヤフラムの往復運動により気体輸送を行う。
- c. 吸引器の吸引流量の性能として定められている。
- × d. 電撃に対する保護の程度は、B 形機器、または BF 形機器となる。
- e. 吸引器の吸引圧は、安全性試験の規定により、真空計によって -40 kPa (-30 cmHg) 以上と規定されている。

【選択問題 3】 高気圧酸素治療装置の安全基準について誤っているのはどれか。
番号を解答欄〔選3〕にマークせよ。〔6〕

- 1) 装置の設置場所には消火設備を設ける。
- 2) 装置内の警報ブザーは2系統以上の電源を設ける。
- 3) 第2種装置の内装床は導電性材料を使用する。
- 4) 装置内の二酸化炭素分圧は10 Torr 以下にする。
- 5) 第1種装置での人工呼吸器の使用は禁止されている。

〔正解〕 (選3) 4)

〔解説〕 高気圧下では酸素の支燃性が大気圧下より高くなる。そのため装置の構造、性能、材質などの安全性について JIS T 7321「高気圧酸素治療装置」や日本高気圧環境・潜水医学会(旧 日本高気圧環境医学会)の「高気圧酸素治療のガイドライン Ver. 1」で規定している。

- 1) 装置を設置する場所には屋内消火栓やスプリンクラを設けることが規定されている。屋内消火栓は装置から 25 m 以内の位置に、またスプリンクラは耐火区画の面積 5 m² ごとに 1 個が設置されなければならない。これらの設置にあたっては、「消防法」、「消防法施行令」、「消防法施行規則」、「建築基準法」などの関係条項に適合していなければならない。
- 2) 装置内の患者や医療従事者と装置外の操作者との通話装置および警報ブザーは治療の安全確保のために重要である。通話装置や警報ブザーの電源系統の異常が発生する可能性もあるため、異なる電源系統(2系統以上)からも電源が供給される構造にしなければならない。
- 3) 収容される患者もしくは医療従事者が帯電した場合に、高濃度酸素環境下では静電気のスパークによる発火の危険性がある。これを防止するために装置内部の床材は難燃性材料で、かつ静電気を逃がすような導電性の材料でなければならない。
- ×4) 装置内の二酸化炭素分圧は、治療環境維持のためにも特別の理由がない限り 3.68 Torr(490 Pa・大気圧換算 5000 ppm)を超えないように制御しな

ればならない。

- 5) 人工呼吸器による呼吸管理を必要とする場合は、第 1 種装置では患者の安全確保が困難な状況にあるため平成 15 年に禁止されている。また、治療中、他の医療行為を必要とし、もしくは医療職員の介護を必要とする場合も禁止している。

【選択問題 4】 血液ガス分析装置について誤っているのはどれか。解答欄

〔選 4〕にマークせよ。〔6〕

- a. pH 電極の電位と水素イオン濃度の関係は Nernst の式で表される
- b. Po_2 電極では酸素が白金で還元されて電流が流れる
- c. Pco_2 電極では CO_2 が消費される
- d. pH 電極の先端は水素イオンを透過する高分子膜で覆われている
- e. pH 電極ではガラス電極と比較電極が使用されている

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
- 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 4) 8)

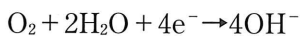
【解説】

- a. ガラスの薄膜を隔てて pH の異なる液が存在すると、膜の両側の pH 差に応じた電位差が生ずる。この電位差を比較電極の電位を基準として示したのがネルンストの式である。

$$E = E_0 - (2.303 RT/F) \log [H^+]$$

E: pH 電極が発生する電位, E_0 : 基準電位, R: 気体定数, T: 絶対温度,
F: ファラデー定数

- b. Po_2 電極は、透過膜を通過した酸素が白金で還元されて以下の式のような電流が流れる。この電流値から酸素分圧を換算する。



- × c. Po_2 電極は酸化還元反応を利用しているため、白金電極付近の酸素は常に消費されるが、 Pco_2 電極では高分子膜を透過した CO_2 が電解液に溶解して pH を変化させる平衡反応(下記式参照)を利用しているので CO_2 は消費されない。

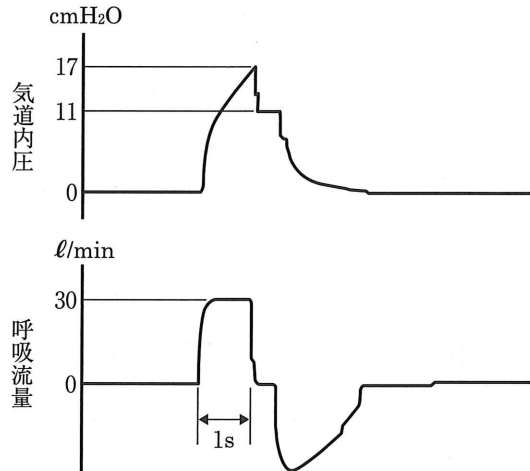


- × d. Po_2 電極にはポリプロピレン膜, Pco_2 電極にはテフロン膜などの高分子膜

が使用されているが、pH 電極にはガラスの薄膜が使用されている

- e. pH 電極では、ガラス電極で血液サンプルの pH に応じた電位差を検出し、比較電極で基準となる電位を求め、ネルンストの式により pH を求める。

【選択問題5】 従量式人工呼吸器使用中の気道内圧波形および呼吸流量波形を示す。この波形より動的コンプライアンスは何[$\ell/\text{cmH}_2\text{O}$]か。番号を解答欄(選5)にマークせよ。[6]



- 1) 0.01 2) 0.029 3) 0.045 4) 1.76 5) 5.0

【正解】 (選5) 2)

【解説】 静的コンプライアンス、動的コンプライアンスの定義は次のとおり。

静的コンプライアンス = 1回換気量 ÷ 吸気終末ポーズ圧

動的コンプライアンス = 1回換気量 ÷ 最高気道内圧

したがって、図の波形より1回換気量は次のようになる。

$$1 \text{ 換気量} = \text{単位時間}(1\text{s}) \text{あたりの流量} \times \text{吸気時間}(s) = 0.5(\ell/s) \times 1(s) = 0.5\ell$$

よって、

$$\text{動的コンプライアンス} = 0.5(\ell) \div 17(\text{cmH}_2\text{O}) \approx 0.029(\ell/\text{cmH}_2\text{O})$$

となる。

【選択問題 6】 吸入酸素濃度を 50% 以上に保てるのはどれか。番号を解答欄

〔選 6〕にマークせよ。〔6〕

- a. 経鼻カテーテル
- b. エアゾールマスク
- c. フェイステント
- d. ベンチュリーマスク
- e. 気管切開マスク

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 6) 7)

【解説】 ME の基礎知識と安全管理 改訂 5 版 P 282 表 20-4 より

- × a) 使用可能な酸素流量 3~5 l/min に対し吸入酸素濃度を 25~30% とできる。
- b) 使用可能な酸素流量 5~8 l/min に対し吸入酸素濃度を 40~60% とできる。
- × c) 使用可能な酸素流量 4~5 l/min に対し吸入酸素濃度を 30~40% とできる。
- × d) 使用可能な酸素流量 4~8 l/min に対し吸入酸素濃度を 24, 28, 35, 40% とできる。
- e) 使用可能な酸素流量 5~8 l/min に対し吸入酸素濃度を 40~60% とできる。

【選択問題 7】 除細動器について不適切なのはどれか。番号を解答欄(選7)にマークせよ。[6]

- 1) R波同期装置の検出閾値は 0.5 mV 以下である。
- 2) 出力エネルギーの設定値と測定値の誤差は 15% 以下である。
- 3) 最高出力に設定後 30 秒が経過した時点でエネルギーの減少が 30% である。
- 4) 出力波形のピーク電圧とパルス幅は出力エネルギーの指標となる。
- 5) 出力漏れエネルギーの評価には通電電極と外装間の静電容量を測定する。

【正解】 (選7) 3)

【解説】 除細動器は細動を起こした心臓に、瞬間、大電流を流して全ての心筋を収縮させリズムを整えて細動から脱しさせるものである。緊急時に確実に動作することが求められるので、日常の点検整備が重要である。

- 1) 心房細動除去のためには心室への影響をなくすために R 波に同期して放電させる必要がある。体表面での R 波の電位は 0.5 mV 程度のこともあるので、検出閾値は 0.5 mV を下回っている必要がある。
- 2) 体格などに合わせて出力エネルギーを設定するが、実際に出力されるエネルギーが設定値を大きく下回っていると、除細動が無効となる可能性がある。
- × 3) 設定してから除細動を実施するまである程度の時間がかかることが多い。最高出力に設定後 30 秒経過した後の出力を測定して、エネルギーで 15% 以上、電圧で 7% 以上減少してはいけない。
- 4) 出力エネルギーは専用のエネルギーメータで測定する。エネルギーメータがない場合、オシロスコープで観測したピーク電圧とパルス幅が出力エネルギーの指標となる。
- 5) JIS では通電電極と除細動器外装との間の静電容量を 1 kHz で測定し、これが 2 nF 以下でなければならないとされる。

【選択問題 8】 IABP でヘリウムガスが使用される理由として不適切なのはどれか。番号を解答欄(選 8)にマークせよ。[6]

- a. 化学的安定性
- b. バルーンラプチャー時の生体への安全性
- c. バルーンのカス透過性
- d. 頻脈発生時の追従性
- e. 不整脈発生時のバルーン収縮性

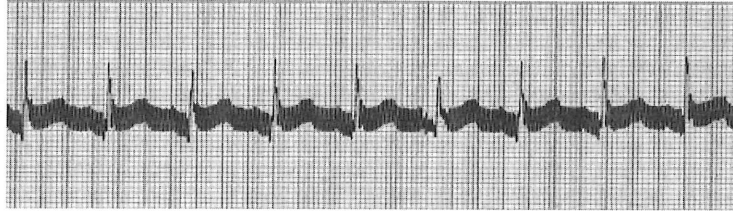
- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 8) 5)

【解説】 IABP にヘリウムガスが使用される最大の理由として、分子量が 4 で水素に次いで軽い気体なので、心拍に対する応答性がよいことが挙げられる。化学的にも安定で、水素のように分子量は少ないが燃焼性があるということもない。ただし、血液への溶解性は二酸化炭素のように高くないので、もし、バルーン膜に傷(バルーンラプチャー)ができて、そこから大動脈内にヘリウムが漏れ出ると、生体へのリスクが高まる。石灰化病変部からのバルーン挿入等には十分な注意が必要であると同時に早期発見が重要である。

- a. 化学的に安定な気体である。
- × b. バルーンラプチャー時には血液への溶解性は低いので、生体への危険性が高い。
- × c. バルーン膜のカス透過性の問題でヘリウムが使用されているわけではない。
- d. 頻脈発生時には軽くて応答性のよいヘリウムは追従性がよい。
- e. 不整脈発生時には心臓の負荷にならないように、早期発生のカ波でバルーン収縮を素早く行う必要があるため、軽くて応答性のよいヘリウムが有利である。

【選択問題 9】 以下のような心電図波形が観察された。原因として考えられないのはどれか。番号を解答欄〔選 9〕にマークせよ。〔6〕



- a. 筋電図の混入
- b. 輸液ポンプの電源コードに 3P-2P 変換アダプタを使用
- c. 体外式ペースメーカーが患者の体に密着
- d. 電極が剥がれかかって接触不良発生
- e. 電気毛布の使用

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
- 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 〔選 9〕 2)

【解説】 これは心電図に交流雑音(ハム)が混入しているところである。

- × a. 筋電図はランダムな雑音として心電図に混入する。
- b. 輸液ポンプの電源コードに 3P-2P 変換アダプタを使用すると、輸液ポンプは非接地となるので、患者の体にハムを誘導する可能性がある。
- × c. 体外式ペースメーカーは電池駆動なので、患者の体に密着していても、ハムは誘導されない。
- d. 電極が剥がれかかって接触不良状態(接触抵抗の増大)になると、心電図アンプの実質的な同相信号抑圧比が低下して、ハムが混入しやすくなる。
- e. 交流電源を非接地で使用する電気毛布はハムの原因となる。

【選択問題 10】 灌流指数 $2.2 \text{ l}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ ，ヘモグロビン濃度 6 g/dl で人工心肺による完全体外循環中，膜型人工肺出口部からの採血の酸素飽和度が 100%，オキシメトリー肺動脈カテーテルが示す酸素飽和度が 60% であった。この状況から灌流指数を $2.6 \text{ l}/(\text{min}\cdot\text{m}^2)$ に増加させ，さらに輸血を行い，肺動脈カテーテルが示す酸素飽和度を 80% に改善した改善後のヘモグロビン濃度に最も近いのはどれか。番号を解答欄〔選 10〕にマークせよ。〔6〕

- 1) 6 2) 10 3) 14 4) 16 5) 20

【正解】 〔選 10〕 2)

【解説】 人工肺による循環血液への酸素供給量 $V(\text{ml}/\text{min})$ は以下の式で求められる。

$$V(\text{ml}/\text{min}) = \text{Hb}(\text{mg/dl}) \times 1.34(\text{ml}/\text{g}) \times \{\text{SaO}_2(\%) - \text{SvO}_2(\%)\} / 100 \times \text{PF}(\text{l}/\text{min}) \times 10$$

Hb はヘモグロビン濃度， SaO_2 は動脈血酸素飽和度であり人工肺出口の血液の酸素飽和度， SvO_2 は静脈血酸素飽和度であり人工肺入口の血液の酸素飽和度となるが，本問題では肺動脈カテーテルが示す酸素飽和度と同値とする。PF は灌流量であり灌流指数と患者の体表面積 $\text{BSA}(\text{m}_2)$ の積である。式中の 1.34 はヘモグロビン 1 g が結合する酸素の量である(理論的にはヘモグロビン 1 分子には 4 分子の酸素が結合するため，1 g 当たり 1.39 ml の酸素が結合できるが，実際には 1.31~1.36 ml が結合するとされている)。人工心肺中の SvO_2 は 70% 以上を維持することが望ましく，題意は SvO_2 が 60% の状態を灌流量と輸血によるヘモグロビン濃度の上昇にて改善しようというもの。改善後のヘモグロビン濃度を Hb とし，左辺を改善後，右辺を改善前の状態として式を立てると，

$$\text{Hb} \times 1.34 \times (100 - 80) / 100 \times (2.6 \times \text{BSA}) = 6 \times 1.34 \times (100 - 60) / 100 \times (2.2 \times \text{BSA})$$

$$\text{Hb} \times 0.2 \times 2.6 = 6 \times 0.4 \times 2.2$$

$$\therefore \text{Hb} \doteq 10.2 \text{ g/dl}$$

なお，問題は「完全体外循環中」となっているが，完全体外循環では肺循環は消失し肺動脈カテーテルでの SvO_2 の計測は無理であり，「部分体外循環中」が正しい。

【選択問題 11】 経皮的冠動脈インターベンション(PCI)について正しいのはどれか。番号を解答欄(選11)にマークせよ。[6]

- a. ステント拡張時にはバルーン内圧を 15～20 気圧程度にする。
- b. バルーンの拡張には蒸留水を用いる。
- c. BMS(Bare Metal Stent)の再狭窄部位に DES(Drug Eluting Stent)を再挿入することがある。
- d. ロータブレードの粉砕片で末梢血流が阻害されることはない。
- e. 病変部の確認には超音波血流計を使用する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

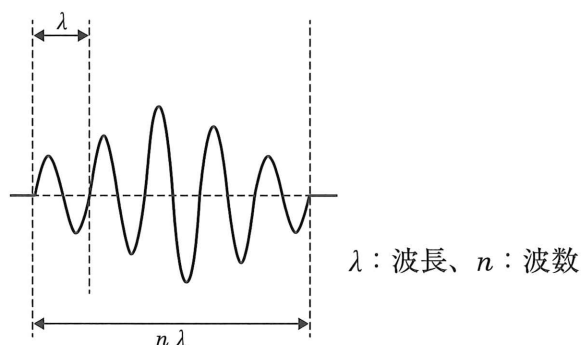
【正解】 (選11) 2)

【解説】

- a. 記述の通りである。
- × b. バルーンの拡張には造影剤を使用する。
- c. BMS(Bare Metal Stent)挿入後に再狭窄した部位に対して、DES(Drug Eluting Stent)を再挿入することがある。
- × d. ロータブレードの回転ヘッドにはダイヤモンド粉が使用されており、石灰化した病変部を高速回転で粉砕するが、その粉砕片で末梢血流が阻害されることがあるので、心電図や血圧の変化に留意する必要がある。
- × e. 病変部の確認には血管内エコー(IVUS)を使用する。

【選択問題 12】 パルスドプラ法において、振動子から送信される超音波パルスが波数 5、周波数 5.0 MHz であった。この時、距離分解能(深さ方向の 2 点識別能)で正しいのはどれか。番号を解答欄【選 12】にマークせよ。ただし、超音波の速度は 1500 m/s とする。[6]

- 1) 0.12 mm
- 2) 0.75 mm
- 3) 2.5 mm
- 4) 3.0 mm
- 5) 5.0 mm



【正解】 (選 12) 2)

【解説】 距離分解能(深さ方向の 2 点識別能)は、超音波のビーム方向に並んだ 2 点の反射源からの反射エコーを 2 つと識別可能な最小距離パルスドプラ法における距離分解能のことである。距離分解能 Δx は、パルス幅により決まり次式で表せられる。

$$\Delta x = \frac{n\lambda}{2} \quad (n: \text{波数}, \lambda: \text{波長}, n\lambda: \text{パルス幅})$$

したがって、送信される超音波パルスが波数 5、周波数 5.0 MHz の場合、

$$\text{波長 } \lambda = \frac{1500 \text{ m/s}}{5 \text{ MHz}} = 0.3 \text{ mm} \text{ であるから、}$$

$$\text{距離分解能 } \Delta x \text{ は } \frac{5 \times 0.3 \text{ mm}}{2} = 0.75 \text{ mm}$$

と計算できる。

上式から分かるように、距離分解能の向上は、

* 波数 n が一定の場合は波長 λ を短くする(周波数を高くする)

* 波長 λ が一定の場合は波数 n を少なくする

ことにより行うことができる。

【選択問題 13】 大量の置換液補充・濾過による前希釈オンライン HDF について正しいのはどれか。番号を解答欄〔選 13〕にマークせよ。〔6〕

- a. 後希釈法と比べて低分子量タンパク質の除去量は同等あるいは優れている。
- b. 低透水性のフィルタの使用が好ましい。
- c. 後希釈法よりも透析液流量を減らすことができる。
- d. 後希釈法よりも膜が目詰まりしにくい。
- e. 置換液量を増加させると小分子量物質のクリアランスが上昇する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 13) 3)

【解説】 前希釈オンライン HDF は日本で積極的に行われている方法である。同一の補充液・濾過量ならば後希釈法の方が前希釈法に比べて低分子タンパク質の除去量が多くなる。しかし、後希釈法では膜の目詰まりが生じるため、濾過性能が経時的に低下、溶質除去性能は透析後半で低くなる。一方、大量液置換法である大量の置換液補充・濾過による前希釈オンライン HDF では膜の濾過性能が低下しにくく、膜性能が維持されやすい。

- a. 大量液置換前希釈法は、低分子タンパク質の除去に優れている。
- × b. 希釈方法によらず、オンライン HDF では高透水性能のダイアライザが要求される。
- × c. 前希釈法では大量の透析液を置換液として使用するため、通常の透析よりも透析液流量を増やして施行することが多い。透析液流量を減らすと大量液置換は行えない。
- d. 後希釈法は膜が目詰まりしやすく、濾過性能は低下しやすい。
- × e. 小分子量物質のクリアランスは拡散支配のため、大量の濾過によってクリアランスが上昇することはなく、オンライン HDF ではむしろ減少する。大量液置換前希釈法では透析液流量を増やすことが多いため、この場合には通常の透析と同程度のクリアランスを維持することが可能である。

【選択問題 14】 透析液の水処理と水質管理について正しいのはどれか。番号を解答欄〔選14〕にマークせよ。〔6〕

- a. 活性炭は細菌を吸着除去する。
- b. RO 水中でも菌が繁殖する。
- c. 配管のバイオフィームは次亜塩素酸ナトリウムで分解除去する。
- d. エンドトキシンはグラム陰性菌に存在している。
- e. 菌数は透析液を 0.2 ml 採取して確認する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選14) 6)

【解説】 水処理装置は透析液配管では菌が繁殖しやすく、一度出来上がったバイオフィームの除去は困難である。常時菌の繁殖を少なくするような透析用水、透析液ライン管理が不可欠である。

- × a. 活性炭は残留塩素を吸着除去するため、菌の温床となる。
- b. 栄養分のない RO 水であっても菌が繁殖するので、RO 装置、RO 配管も頻繁に洗浄しなければならない。
- × c. 一度出来上がってしまったバイオフィームの除去は困難であり、菌が繁殖できないように洗浄を行うべきである。
- d. グラム陰性菌は脂質二重膜を有しており、グラム染色過程にてエタノールでこの脂質層が溶けて脱色されるので、グラム染色法で染色されない。脂質二重膜にエンドトキシン(=リポポリサッカライド)が存在しているため、グラム陰性菌にエンドトキシンが存在していることとなる。
- × e. 0.2 ml では菌数を把握できないため、50 ml あるいはそれ以上の透析液を膜濾過して菌数を測定する。

【選択問題 15】 血液透析中の小分子量溶質の血中濃度変化は、以下の微分方程式で表される。

$$\frac{d \{V C_B(t)\}}{dt} = -K C_B(t)$$

ここで、 V は体液量[ml]、 $C_B(t)$ は時間 t [min] における血液中の溶質濃度 [mg/ml]、 K はクリアランス[ml/min]を表す。体液量、クリアランスが透析中一定であるとしたとき、透析中の溶質濃度について正しいのはどれか。番号を解答欄〔選 15〕にマークせよ。〔6〕

- a. 溶質濃度は時間に反比例する。
- b. 体液量が大きいほど、溶質の濃度低下は速い。
- c. クリアランスが大きいほど、溶質の濃度低下は遅い。
- d. 時間の経過とともに溶質濃度は減少する。
- e. 溶質濃度が半分になる時間は、初期濃度に依存しない。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 15) 10)

【解説】 透析中の濃度変化を表す微分方程式を解くと、

$$C_B(t) = C_B(0) \exp\left(-\frac{Kt}{V}\right)$$

となる。

- × a) 溶質濃度の対数が時間の経過にもなって直線的に変化する。
- × b) 体液量が大きいほど、溶質の濃度低下が遅い。
- × c) クリアランスが大きいほど、溶質の濃度低下は速い。
- d) 時間の経過とともに溶質濃度は減少する。
- e) 溶質濃度が半分になる時間は、 K と V によって決まり、初期濃度に依存しない。

【選択問題 16】 透析装置からの排液には様々な物質が含まれている。下水への排水基準で規制されているものはどれか。番号を解答欄(選16)にマークせよ。

[6]

- a. BOD(生物化学的酸素要求量)
- b. COD(化学的酸素要求量)
- c. DO(溶存酸素)
- d. MLSS(活性汚泥浮遊物質)
- e. pH(水素イオン指数)

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選16) 4)

【解説】 ダイアライザ通過後の透析液には体内から除去された尿素窒素, クレアチニン, 電解質, 低分子蛋白などの老廃物が含まれ, 除水によって生じる廃液とともに透析装置から排出されるため, 排水の BOD 値は 1,000 ppm 以上(1,300~2,000 程度)となる。また, 透析終了後には次亜塩素酸や酢酸などを使用し, 透析液配管や装置内部の洗浄・消毒も実施している。この際の排液の pH は 3~10 の間で変動(次亜塩素酸使用時は pH 9~10 のアルカリ性, 酢酸使用時は pH 2~3 の酸性)するが, これらも透析装置からすべて排出されている。公共下水道の整備されている地域と, 未整備の河川などに直接放流する地域などで基準は異なるが, 基準を満たす目的として透析排水処装置を設ける必要がある。

○ a. BOD : biochemical oxygen demand(生物化学的酸素要求量)

水の有機物による汚濁の指標の一つ。酸素が十分な水中において, 微生物が排水中に含まれる有機物質などを分解するときに必要な酸素の量 [mg/ℓ] を表す。この値が高いということは水中の栄養分が豊富とされ, プランクトンの異常繁殖などの危険性がある。排水による河川の汚濁などを防ぐためにはこの BOD を低下させる必要がある。

× b. COD : chemical oxygen demand (化学的酸素要求量)

水の有機物による汚濁の指標の一つ。水中の有機性汚濁物質を酸化剤によって化学的に酸化するときに要する酸素の量を[mg/ℓ]を表す。酸化剤には、わが国では過マンガン酸カリウムを用いるのが一般的であり、生物化学的に酸素要求量を測定する BOD とは必ずしも一致しない汚染有機物量の推定方法である。浄化施設の処理効率などの指標として用いられる。下水道のない地域では水質汚濁防止法により排水が管理されるため規制の対象となる。

× c. DO : dissolved oxygen (溶存酸素)

水に溶解している酸素濃度。1 ℓ の水に何 mg の酸素が含まれているかを表す。活性汚泥法などの污水处理で重要な指標となる。

× d. MLSS : mixed liquor suspended solids (活性汚泥浮遊物質)

活性汚泥槽の汚泥量を表す。MLSS は活性汚泥液を SS (浮遊物質濃度) と同じ手順で測定すれば求めることができる。

○ e. pH : potential Hydrogen (水素イオン指数)

水中の水素イオン濃度の指標。本来水中は中性が望ましいが、酸度が極端に傾くと生物の生活環境を悪化させるため、BOD と同様に中和処理が必要となる。

【選択問題 17】 腹膜透析 (CAPD) と血液透析 (HD) の比較で誤っているのはどれか。番号を解答欄 (選 17) にマークせよ。[6]

- 1) HD の方が蛋白喪失量は少ない。
- 2) CAPD の方が不均衡症候群を起こしやすい。
- 3) CAPD では浸透圧差を利用して除水を行う。
- 4) CAPD の方が残存腎機能は低下しにくい。
- 5) HD と CAPD では透析液組成が異なる。

【正解】 (選 17) 2)

【解説】

- 1) CAPD, HD におけるタンパク喪失の主たるものはアルブミンである。CAPD では、一日あたりのアルブミン喪失量は、3~5 g 程度である (1 週間あたりの喪失量はこの 7 倍)。一方、HD では高性能透析器を用いた場合でも、アルブミン喪失量は一回の治療で 1~3 g 程度である (1 週間あたりの喪失量はこの 3 倍)。HD の方が、CAPD に比べアルブミン喪失量は少ない。
- × 2) CAPD は HD に比べて不均衡症候群を起こしにくい。
- 3) CAPD では、透析液の浸透圧を高くすることで除水を行っている。そのため、グルコース濃度が高かったり、イコデキストリンなど浸透圧を高くするための薬剤が添加されたりしている。
- 4) CAPD の方が HD に比べて残存腎機能が低下しにくく、自尿を維持しやすい。
- 5) CAPD の透析液は、浸透圧を高くするためにグルコース濃度が高かったり、イコデキストリンなどが添加されていたりする他にも、乳酸が入っていたり、カリウムが入っていないなど HD 用の透析液とは組成が異なる。

【選択問題 18】 以下の条件で後希釈法により濾液流量一定で HDF を行った。ダイアライザ入口でのヘマトクリットが 30% であった場合、ダイアライザ出口のヘマトクリットは何%か。番号を解答欄【選18】にマークせよ。[6]

血液流量 200 ml /min

実施時間 4 時間

総補液量 8 ℓ

除水量 4 ℓ

- 1) 36 2) 40 3) 44 4) 48 5) 52

【正解】 (選18) 2)

【解説】 ダイアライザ入口で 1 分間あたりに通過する血球成分量は

$$200 \times 1 \times 0.3 = 60 [\text{ml}]$$

濾液流量は補液量と除水量の和であるから 1 分間では

$$(8000 + 4000) / 4 \times 60 = 50 [\text{ml} / \text{min}]$$

1 分間あたりの返血血液量は

$$200 - 50 \times 1 = 150 [\text{ml}]$$

返血血液のヘマトクリットは

$$60 / 150 = 0.4 \rightarrow 40 [\%]$$

【選択問題 19】 腹腔鏡手術について、誤っているのはどれか。番号を解答欄

〔選 19〕にマークせよ。〔6〕

- a. 金属製のクリップを用いる。
- b. 電気メスはバイポーラ方式の場合でも対極板を用いる。
- c. 1~2 mm 程度の細い血管の処置が可能である。
- d. 単孔式手術のポートには臍(へそ)を用いる。
- e. 局所麻酔で実施される。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 19) 7)

【解説】

- a. 腹腔鏡手術の代表である胆嚢摘出術を例にすると、胆嚢と繋がる胆嚢管や胆道動脈を、チタン製等のクリップで封止して止血処置を行ったうえで切断し、胆嚢を摘出する。
- × b. バイポーラ方式の電気メスは、組織を処置する先端部分が二つの電極に別れていて、その間に電気が流れる。したがって、バイポーラ方式を使用する時には対極板は用いない。
- c. バイポーラ方式の電気メスや、超音波凝固切開装置などを用いて、1~2 mm 程度の細い血管の処置が幅広く行われている。
- d. お臍に開けた孔から、内視鏡や処置具などの複数の器具を挿入して患部を処置する術式が行われるようになってきている。術後に残る傷跡が、従来方式に比べ小さく目立たないことが利点である。
- × e. 腹腔鏡手術は開腹手術に比べ傷が小さいとはいっても、術中の疼痛や、合併症による開腹手術への移行などを考慮する必要があるため、全身麻酔で実施される。

【選択問題 20】 脳磁計による誘発脳磁図の測定について誤っているのはどれか。
番号を解答欄〔選 20〕にマークせよ。〔6〕

- 1) 測定は磁気シールド室内でおこなう。
- 2) 誘発電位信号源の推定には電流双極子を仮定する。
- 3) 左正中神経刺激による体性感覚誘発脳磁図では、右半球に信号源が推定される。
- 4) 音刺激による聴覚誘発脳磁図で脳幹部の信号源が推定できる。
- 5) 言語関連脳磁図の記録から言語優位半球が推定できる。

【正解】 (選 20) 4)

【解説】

- 1) 脳磁界は非常に微弱なため、電車や自動車などによる磁界雑音を低減させるための磁気シールド室内で記録する必要がある。
- 2) 試験開始後に問題文中の「誘発電位信号源」を「誘発磁界の信号源」に修正した。誘発反応を引き起こす刺激による脳活動は、計測手段が脳電位であれ脳磁界であれ違いはない。しかし、脳磁図の問題の中で脳電位の信号源に関する問題文を使うことは、受験者に誤った先入観を与える可能性がある。このことを考慮して修正を行った。脳磁界では、電流双極子(ごく短い距離を流れる電流)として大脳皮質表面に存在する神経細胞の電気的な活動をモデル化する。
- 3) 手の親指などにつながる正中神経は交叉性神経支配を担っている。つまり、左手の正中神経への刺激は、右半球にある体性感覚野の活動を引き起こす。正中神経を左手首で電気刺激して得られる潜時 20 ms ほどの体性感覚誘発脳磁図を記録し信号源を推定した場合、その信号源は右半球の体性感覚野に位置する。
- × 4) 音刺激で得られる聴覚誘発脳磁図は潜時 30~150 ms に出現する。これらの信号源は主に大脳皮質にある。一方、音刺激による脳幹部の活動は潜時 10 ms までに生ずる脳深部の活動であり、その神経活動が頭皮上に作る磁

界があまりにも微弱であるため脳磁図として記録することは一般に困難である。脳磁界信号源を推定することもできない。

- 5) 言語刺激(音声や文字など)で誘発される脳磁界のうち潜時 200 ms 以降の磁界には、言語機能に関する脳活動を反映した成分が含まれている。これを利用して言語優位半球の同定が試みられている。

【選択問題 21】 「JIS T 0601-2-24 輸液ポンプ及び輸液コントローラの安全に関する個別要求事項」について誤っているのはどれか。番号を解答欄〔選 21〕にマークせよ。〔6〕

- a. BF または CF 形装着部に限定される。
- b. 輸液流量精度の規程はない。
- c. バッテリ消耗により停止する 3 分前から、警告表示と警告音を出す。
- d. ドアを開けたときに輸液セットが自動的にはずれる機能を備える。
- e. 動作中に一回の操作では流量設定の変更ができない。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

〔正解〕 (選 21) 8)

〔解説〕

- a. BF または CF 形装着部に限定される。
- b. 輸液流量精度の規程はない。流量の正確度はスタートアップカーブとトランペットカーブで示し、取扱説明書に記載する必要がある。
- × c. 主電源または補助電源として内部電源をもつ機器は、バッテリー消耗のため輸液を停止する 30 分前に警告音及び警報表示を出さなければならない。
- × d. 輸液ポンプのドアを開けたときに発生するフリーフローを防止する構造として、輸液セットをクランプする機能を備える。
- e. 意図しない設定値の変化を防ぐため動作中に操作者の一回の動作で流量設定の変更ができない機能などを付けなければならない。

【選択問題 22】 内視鏡手術用気腹装置について誤っているのはどれか。番号を解答欄(選 22)にマークせよ。[6]

- a. 腹腔拡張圧力は 5～10 mmHg 程度である。
- b. 使用するガスは難燃性である。
- c. 消化器内視鏡と同じガスを用いる。
- d. 比較的血液に吸収されやすいガスを用いる。
- e. 送気は内視鏡ファイバ用開口部を通して行なう。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 22) 9)

【解説】

- a. 腹腔内の圧力が低過ぎると、視野及び術野空間の維持が難しくなるが、高くし過ぎると、ガス塞栓症の恐れが高くなる。FDA では圧力上限のガイドラインを 20 mmHg としており、一般的には 5～10 mmHg 程度の圧力下で行われている。
- b. 体内には可燃性の物質が含まれている可能性もある。そのため、電気メスの使用時などに発火することのないよう難燃性のガスとして医療用炭酸ガスが使用されている。
- × c. 胃や大腸などの消化管を観察する消化器内視鏡においては、従来から空気を送気、吸引して行われるのが一般的である。(ただし、診断後の腹部膨満感などの予防のため等に炭酸ガスを用いる方式もあるが、限られている。)
- d. 腹腔鏡手術には炭酸ガスが用いられているが、その理由として、炭酸ガスは血液に速やかに吸収される性質を持っており、空気に比べガス塞栓症の恐れが少ないことが挙げられる。
- × e. 腹腔に炭酸ガスを送気・排気する開口部は、内視鏡手術専用のトロッカに設けられている。

【選択問題 23】 超電導型 MRI 装置で誤っているのはどれか。番号を解答欄

〔選 23〕にマークせよ。〔6〕

- 1) 核磁気共鳴周波数は磁束密度に比例して高くなる。
- 2) フーリエ変換を用いて画像を生成する。
- 3) クエンチは傾斜磁場が失われることをいう。
- 4) 同じ解像度であれば永久磁石よりも磁束密度を大きくできる。
- 5) 造影剤を用いなくても血管の描出ができる。

【正解】 (選 23) 3)

【解説】

- 1) 核磁気共鳴周波数は磁束密度[T]に比例して高くなるので正しい。
核磁気共鳴周波数は 0.4[T]で 17.03[MHz], 1.5[T]で 63.86[MHz]となる。
- 2) フーリエ変換を用いて画像を生成する。
MR 検査中に得られる生データの集合を k-space という。これを二次元フーリエ変換した結果が MR 画像となる。
- × 3) クエンチは超伝導状態が壊れることをいう。
超伝導型 MRI 装置に用いられる超伝導マグネットは、液体ヘリウムを用いてコイルを極低温(約 -269°C)に冷却して、超伝導状態(コイルの電気抵抗がゼロの状態)にして電流を流す。何らかの原因で内部の温度が上昇すると、超伝導状態が壊れ(コイルの電気抵抗が増えて)流れている電流が急速に低下する。同時に巨大な爆音を伴って急激に液体ヘリウムが沸騰し気化して短時間に放出される。
- 4) 永久磁石型は低磁場型で最大 0.4 テスラ[T]程度が限界である。
超伝導型は超伝導コイルを用いており、1.5[T], 3[T]が臨床用として普及している。7[T]の高磁場型も開発されている。
- 5) MRA(MR angiography, MR アンギオグラフィ)は、核磁気共鳴画像法(MRI)を用いて血管像を描出する方法であり、造影剤を用いなくても血管の描出ができる。

【選択問題 24】 筋電計に要求される性能はどれか。番号を解答欄(選 24)にマークせよ。[6]

- a. 入力インピーダンス : 10 M Ω 以上
- b. 最大感度 : 500 μ V/mm
- c. 入力換算雑音 : 30 μ V_{P-P} 以下
- d. 同相弁別比 : 60 dB 以上
- e. 時定数 : 3 s 以上

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
- 6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 24) 3)

【解説】

- a) 旧 JIS では 10 M Ω 以上とされている。
- × b) 標準的には 500 μ V または 1 mV の校正電圧をディスプレイ上で 1 cm とする。「50 μ V/5 mm」は脳波計の標準感度である。
- × c) 10 μ V_{P-P} を超える雑音が 1 秒間に 1 回以内である。
- d) 旧 JIS で 60 dB 以上とされている。
- × e) 標準的な筋電図記録時には 0.03 s とする。「3.2 s 以上」とするのは心電計である。

【選択問題 25】 電子体温モニタの仕様で不適切なものはどれか。番号を解答欄

〔選 25〕にマークせよ。〔6〕

- a. 表示の誤差は 32～42℃ の温度範囲で ± 0.1 ℃ となっている。
- b. 測温部の応答時間は 30 秒以内となっている。
- c. 測温部と本体をつなぐコードの長さは 0.5 m 以上となっている。
- d. デジタル表示式の最小表示単位は 0.2℃ となっている。
- e. 表示値は実測した最高温度を表示する。

- 1) a, b 2) a, c 3) a, d 4) a, e 5) b, c
6) b, d 7) b, e 8) c, d 9) c, e 10) d, e

【正解】 (選 25) 10)

【解説】 体温計測のための機器は JIS T 1140^{:2005} 電子体温計, JIS T 1306⁻¹⁹⁹⁵ 電子体温モニタ, JIS T 4207^{:2005} 耳式赤外線体温計の規定があるので注意が必要である。

- a. 測温部の許容差は 32～42℃ の温度範囲で ± 0.1 ℃ である。
- b. 測温部の応答時間は 30 秒以内とする。
- c. 測温部のコードの長さは 0.5 m 以上である。
- × d. デジタル表示式の最小表示単位は 0.01℃, 0.02℃, 0.05℃, 0.1℃ のいずれかとする。
- × e. 電子体温計の機能で電子体温モニタには必要ない。

小論文試験問題

病院で医療機器を購入する際、医療機器安全管理責任者として行うべきことを機器購入前と購入後に分けて、800 字以上 1000 字以内にまとめなさい。なお、購入する機器の種類等は自由に想定してよい。[30]