

[科目番号 1] 線形代数 解答

問題 1.

$$x = \frac{2}{3}, y = \frac{2}{3}$$

問題 2.

$$x = -1$$

問題 3.

(1) 固有値 $\lambda_1 = 3, \lambda_2 = 2, \lambda_3 = 2$

$$\text{固有ベクトル } v_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}, v_2 = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, v_3 = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

※ 添え字は固有値の添え字に対応

(2) 対角化できる。例として

$$\text{変換行列 } \mathbf{P} = \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ を選択すると } \mathbf{P}^{-1}\mathbf{A}\mathbf{P} = \begin{bmatrix} 3 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

[科目番号 2] 微積分 解答

問題 1.

$$(1) \frac{1}{6} \quad (2) -\frac{1}{2\sqrt{x}(1+\sqrt{x})^2} \quad (3) x^{\tan x} \left(\frac{\log x}{\cos x^2} + \frac{\tan x}{x} \right)$$

$$(4) \frac{1}{2\sqrt{2}} \log \left| \frac{x-\sqrt{2}}{x+\sqrt{2}} \right| + C \quad (5) -\cos(x^2 - 3) + C$$

$$(6) (x+3) \log(x+3) - x + C$$

問題 2.

$$(1) y = \frac{1}{3}x^4 + Cx$$

$$(2) x = C_1 e^{-2t} + C_2 t e^{-2t} + \frac{t}{4}$$

[科目番号 3] 医学概論 解答

問題 1.

医学研究は病気の原因解明や治療法の確立を目的としている。動物実験は新薬や医療機器の安全性を確認するため、培養細胞だけでは再現できない全身の複雑な反応を分析する重要な役割を有している。

問題 2.

遺伝子検査は、病気の早期発見や、個人の体質に合わせた効率的な治療を可能にする利点がある。しかし、検査結果が必ずしも発症に直結しない場合の解釈の難しさや、将来への不安といった被検者の心理的負担が課題となる。また、結果は本人だけでなく血縁者にも関わる極めてデリケートな個人情報であるため、倫理的配慮が必要である。そのため、プライバシーの保護や遺伝情報の差別防止、専門家による遺伝カウンセリングといった体制整備が強く求められる。

問題 3.

ミトコンドリアは、酸素を用いて生命活動に必須のエネルギー源である ATP（アデノシン三リン酸）を産生する細胞内小器官である。この機能に異常が生じると、エネルギー需要が高い脳、心臓、骨格筋などの臓器で深刻な障害が起こりやすくなる。また、好氣的代謝が滞ることで、エネルギー産生を補おうとして嫌氣的代謝が過剰になる。体内に乳酸が蓄積する乳酸アシドーシスという重篤な病態を招くこともある。このため、ミトコンドリアの機能障害による病気としては、筋力低下や筋萎縮、けいれん、脳卒中様発作、認知症や心疾患など多彩な症状をきたすことが知られている。

問題 4.

動脈硬化は、血管壁が厚く硬くなり、内腔が狭まることで各臓器への血流が阻害される状態である。これが冠動脈に起これば心筋梗塞を引き起こす。脳血管に起これば脳梗塞が発症する。血管壁内に蓄積したアテロームより生じたプラークが破綻して血栓が形成されると、血管が急激に閉塞し、急性心筋梗塞や脳梗塞が生じることにより、生命の危機に陥り、突然死を至るリスクが高まる。そのため、高血圧や脂質異常症、糖尿病といった生活習慣病の危険因子を管理し、血管の健康を保つことは全身の疾患予防に重要である。

[科目番号 4] 臨床医学総論 解答

問題 1.

自己免疫疾患は、免疫系が自己の組織を異物と誤認して攻撃する病態である。代表例として、滑膜の慢性炎症により関節の破壊や変形をきたす関節リウマチがある。また、自己抗体や免疫複合体が全身の多臓器（皮膚・腎臓等）に多彩な炎症を起こす全身性エリテマトーデスがある。いずれも免疫寛容の破綻により、組織障害が進行するのが特徴である。

問題 2.

慢性腎不全は、腎機能が長期にわたって徐々に低下した状態である。主な原因は糖尿病性腎症や高血圧性腎硬化症で、進行すると浮腫、高血圧、貧血のほか、尿毒症や致命的な不整脈を招く高カリウム血症を呈する。治療は食事療法や原因疾患の管理が基本である。高カリウム血症には薬物療法で補正する必要がある。腎機能が高度に低下した終末期には、透析や腎移植などの治療が必要となる。

問題 3.

意識障害は、覚醒レベルや周囲の認識機能が低下した状態で、原因は脳血管障害による血流障害、脳炎や髄膜炎、神経変性疾患、頭部外傷といった中枢性神経疾患から、低血糖、中毒、ショックによる低酸素状態まで多岐にわたる。程度により、刺激で覚醒する「傾眠」、強い刺激で反応する「昏迷」、無反応な「昏睡」に分類される。また、意識レベルの変動がみられる意識障害は、幻覚や興奮を伴い「せん妄」と呼ばれる。

問題 4.

血液浄化療法は、体外循環を用いて血液中の老廃物や病因物質を除去する治療である。腎不全には、拡散や濾過の原理を利用した血液透析や腹膜透析、血液濾過透析が適応される。また、特定の疾患に対しては、自己抗体を除去する「血漿交換」や、毒素や脂質を直接取り除く「吸着療法」が行われる。自己免疫疾患や劇症肝炎、敗血症など幅広い病態に応用されている。

[科目番号 5] 電気電子工学 解答

問題 1.

q_1, q_2, q_3 の間に、以下の関係があればよい。

$$q_1 = 4|q_2| = q_3$$

問題 2.

$$R_L = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$$

問題 3.

0.97 mA

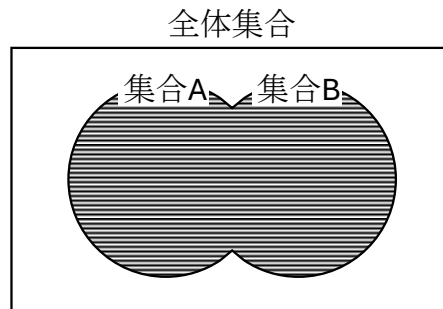
[科目番号 6] 情報工学 解答

問題 1.

- ① $n = 10$
- ② 1,509,949,440ビット/秒

問題 2.

(1)



(2) $A + B$

(3) ドモルガンの定理を適用すると、 $\overline{(\overline{A + B})(A + \overline{B})} + AB = \overline{(\overline{A + B})} + \overline{(A + \overline{B})} + AB$ のように論理式を変形することができる。この式に更にドモルガンの定理を適用すると、以下ようになる。

$$\overline{(\overline{A + B})} + \overline{(A + \overline{B})} + AB = A\overline{B} + \overline{A}B + AB$$

論理式の公式から $X = X + X$ を使い、 $AB = AB + AB$ を上式に代入すると、

$$A\overline{B} + \overline{A}B + AB = A\overline{B} + \overline{A}B + AB + AB$$

となる。この式を変形すると、

$$A\overline{B} + \overline{A}B + AB + AB = A\overline{B} + AB + \overline{A}B + AB = A(B + \overline{B}) + B(A + \overline{A})$$

となる。論理式の公式から $X + \overline{X} = 1$ を使うと以下のように変形することができる。

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

以上から、元の論理式、 $\overline{(\overline{A + B})(A + \overline{B})} + AB$ を、問(2)で解答した論理式に変形できていることがわかる。

問題 3.

正解は下表の赤枠の範囲

D[0]	D[1]	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]
1	0	1	1	0	1
K[0]	K[1]	K[2]	K[3]	K[4]	
0	1	1	0	0	
T[0]	T[1]	T[2]	T[3]	T[4]	T[5]
1	0	0	1	1	1
L[0]	L[1]	L[2]	L[3]		
1	1	1	1		
M[0]	M[1]	M[2]	M[3]		
1	0	0	1		
N[0]	N[1]	N[2]			
0	1	0			
O[0]	O[1]	O[2]	O[3]	O[4]	O[5]
1	1	0	1	1	1

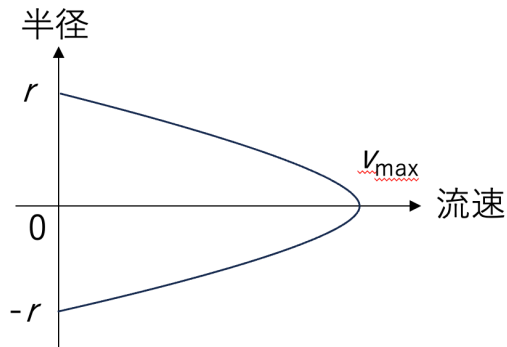
[科目番号 7] 機械工学 解答

問題 1.

(1)

$$\text{ハーゲン・ポアズイユの法則} : Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8\mu L}$$

(2)



半径 r の円管の中心で最大，壁で 0 の対称な放物線となる。

ハーゲン・ポアズイユの法則が成り立つためには，主に次の条件が必要である。

流れが層流であり、ニュートン流体であること、まっすぐな円管であり、流れが十分発達しており、入口・出口の影響が無視できること。

(3)

$$\text{管路抵抗} : R = \frac{8\mu L}{\pi r^4} = \frac{8\pi\mu L}{\pi^2 r^4} = \frac{8\pi\mu L}{A^2}$$

管路抵抗 R は断面積 A の 2 乗に反比例する。

(4)

16 倍

(5)

ダイアライザーの構造は中空糸が $N = 5000 \sim 1$ 万本ほどあり、円筒管の並列回路と見なすことができる。1 本の中空糸の半径を r 、長さを L 、圧力差を ΔP とし、血液の粘性率 μ とすると、1 本の流量を Q は、(1) に示した式を利用できる。 N 本の中空糸とすると、並列回路なので、全体の流量 q は $q = NQ$ と表せる。

[科目番号 8] 医用材料 解答

問題 1.

ニッケルチタン合金（ニチノール）は形状記憶効果と超弾性を有する合金であり、一定温度以上で元の形状に回復する特性を持つ。また大きな変形にも耐える柔軟性を有する。この特性を活かし、血管内で自己拡張するステントやガイドワイヤなどに用いられ、血管内治療で広く利用されている。

問題 2.

ハイドロキシアパタイトはリン酸カルシウムを主成分とし、生体骨や歯の無機成分に類似した構造を持つため高い生体親和性を有する。骨欠損部の充填材や人工関節のコーティング材として用いられ、骨との結合を促進し長期安定性に寄与する。

[科目番号 9] 人工臓器 解答

問題 1.

血液透析では主に拡散と限外濾過の原理が用いられる。拡散は半透膜を介して濃度勾配に従い、尿素やクレアチニンなどの低分子物質を除去する。一方、限外濾過は膜間の圧力差により水分を移動させ、それに伴い溶質も除去される仕組みであり、体液量の調整にも重要である。

問題 2.

心拍応答機能は、身体活動に応じてペースングレートを自動的に増減させる機能である。加速度センサー、分時換気量などを用いて活動量を検出し、それに応じて適切な心拍数に調整する。この機能を用いることで運動時の心拍数増加が可能となり、運動耐容能が改善する。一方、用いない場合は一定の設定レートで作動するため、活動時に十分な心拍出量が得られず、息切れや易疲労感を生じやすい。

問題 3.

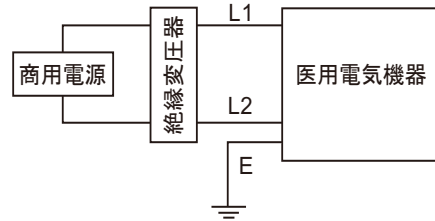
人工呼吸は気道内圧を上昇させるため、肺泡過伸展による人工呼吸器関連肺障害（VILI）を引き起こす可能性がある。また、胸腔内圧の上昇により静脈還流が低下し、心拍出量の減少を招くことがある。さらに、長期使用では呼吸筋の廃用や人工呼吸器関連肺炎（VAP）のリスク増加も問題となる。

[科目番号 10] 医用安全管理学 解答

問題 1.

(1) 具体的な事例には「医用電気機器の電源コードや機器内部配線の絶縁が劣化・損傷し、絶縁変圧器二次側の電路の片方が保護接地された機器の金属外装や接地された金属部に接触する」「医用電気機器内部に水が侵入し、電路の一方が接地された金属部分に触れる」がある。

(2) 図は、非接地配線方式による医用電気機器への電力供給の概略図である。設備側にある絶縁変圧器の二次側では、電路 L1 と電路 L2 のいずれも接地されていない。そのため、例えば L2 が E に触れる一線地絡が起こっても、大きな地絡電流は流れにくい (E 側に電流が流れにくい)。



したがって、一線地絡によって配線用遮断器が直ちに動作することを防ぐことができ、医用電気機器への電力供給を継続できる。ただし、このような異常状態は危険であるため、非接地配線方式では絶縁不良を検出する絶縁監視装置が必要となる。

問題 2.

(1) R2 は $1\text{k}\Omega$ の抵抗で漏れ電流を流して電圧に変換するシャント抵抗である。R1 と C1 は低域通過フィルタを構成し、遮断周波数の約 1kHz を超える高い周波数成分を減衰させる。これは、電流の周波数によって人体への影響が異なることを考慮し、人体の周波数特性に近づけて漏れ電流を評価するためである。

(2) 漏れ電流は単に電流値だけを測ればよいのではなく、人体に流れたときの影響を考慮して評価する必要がある。MD は約 $1\text{k}\Omega$ のインピーダンスをもち、さらに周波数特性を与えることで、人体を模擬した条件で漏れ電流を測定できる。そのため、実際の危険性に近い形で安全性を評価するために MD を用いる。

(3) 接触電流を測定するときは、医用電気機器の外装の導電性部分と大地との間に MD を接続する。なお、非導電性部分で測定する場合は、 $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の金属箔を外装に貼付して測定する。具体的には、図の左側の 2 端子を機器外装と大地の間に接続し、右側の電圧計の値を読み取る。測定電圧をシャント抵抗 $1\text{k}\Omega$ で除することで接触電流を求める。MD は人体の代わりとなる回路であるため、この測定によって人体が機器外装に触れたときの安全性を評価できる。

