

以下の問い[1]～[93]に対する解答を、それぞれの問いの選択肢の中から1つ選び、その番号を解答用紙の所定の欄にマークせよ。

[1] フランシス・クリックが提唱したセントラルドグマの内容として、最も適当なものを選べ。

- 1) 遺伝子の本体は DNA である。
- 2) すべての生物において遺伝暗号は共通である。
- 3) 生物が自然に発生することはない。
- 4) すべて生物において遺伝情報は DNA→mRNA→タンパク質の順に伝達される。
- 5) すべての生物においてタンパク質は 20 種類のアミノ酸から構成されている。

[2] ウラシル (U) とグアニン (G) を 5:1 のモル比で含むランダムな塩基配列の RNA を合成し、無細胞翻訳系を用いて翻訳したところ、合成されたポリペプチド鎖に取り込まれたアミノ酸の相対値はフェニルアラニンを 1.00 とした場合、システイン、バリン、ロイシンがそれぞれ約 0.2 であった。システイン、バリン、ロイシンを指定するコドンとして、この実験結果から考えられる、最も適当なものを選べ。ただし UUU はフェニルアラニンを指定するコドンである。

- 1) UUG、UGU、GUU のいずれかである。
- 2) UGG、GGU、GUG のいずれかである。
- 3) UUG、UGG、GGG のいずれかである。
- 4) UUG、UGU、GGG のいずれかである。
- 5) GUG、UUG、UGU のいずれかである。

[3] 動物細胞の有糸分裂に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 前期に DNA が複製される。
- 2) 前中期に微小管が動原体に結合する。
- 3) 中期に相同染色体の対合がおこる。
- 4) 後期に核膜が形成される。
- 5) 終期に細胞質分裂が完了する。

[4] 原核生物の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) インフルエンザウイルス
イ) シアノバクテリア
ウ) 大腸菌
エ) 酵母菌

- 1) ア、イ
- 2) ア、ウ
- 3) イ、ウ
- 4) ウ、エ
- 5) イ、ウ、エ

[5] ある個体の集団中に対立遺伝子 A と a が存在し、 A の遺伝子頻度（集団中に存在する A の頻度）は p 、 a の遺伝子頻度は q であるとする（ただし $p + q = 1$ ）。この個体群の次世代における遺伝子型 AA 、 Aa 、 aa の分離比として、最も適当なものを選べ。ただし、集団内では自由に交配が起こり、個体数は十分に大きく、集団からの個体の出入りはなく、 AA 、 Aa 、 aa の違いによる自然選択がないと仮定する。

- 1) $AA : Aa : aa = p : pq : q$
- 2) $AA : Aa : aa = p : 2pq : q$
- 3) $AA : Aa : aa = p^2 : pq : q^2$
- 4) $AA : Aa : aa = p^2 : 2pq : q^2$
- 5) $AA : Aa : aa = p^2 : p^2q^2 : q^2$

[6] ある被子植物種は性染色体を持ち、遺伝子型 XY の個体は雄花のみを咲かせ、遺伝子型 XX の個体は雌花のみを咲かせる。この植物種の重複受精後の胚と胚乳核の遺伝子型の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- 1) 胚 XX 、胚乳 XX 、あるいは胚 XY 、胚乳 XY
- 2) 胚 XX 、胚乳 XXX 、あるいは胚 XY 、胚乳 YYY
- 3) 胚 X 、胚乳 XX 、あるいは胚 Y 、胚乳 XY
- 4) 胚 XX 、胚乳 XXY 、あるいは胚 XY 、胚乳 XXY
- 5) 胚 XX 、胚乳 XXX 、あるいは胚 XY 、胚乳 XXY

[7] 脂溶性ホルモンに関する一般的記述として、適当でないものを選べ。

- 1) キャリアータンパク質と結合して血流によって全身に運ばれるものがある。
- 2) 異なる脂溶性ホルモンが共同して1つの生理現象に関わることがある。
- 3) アドレナリンは脂溶性ホルモンの1つである。
- 4) チロキシン（サイロキシン）は脂溶性ホルモンの1つである。
- 5) 核内受容体のみならず、細胞膜受容体によっても細胞に作用することがある。

[8] ある動物から細胞を採取して染色体の核型を調べたところ、異型の染色体ペア（ XY ）を1組もつ個体は雄であり、対応するペアが同型の染色体ペア（ XX ）である個体は雌であった。この動物の性決定機構に関する考察として、適当でないものを選べ。

- 1) Y は雄決定の遺伝子をもつ。
- 2) Y は雌決定を抑制する。
- 3) X 上の遺伝子量によって雌雄が決まる。
- 4) XX は雄決定を抑制する。
- 5) X は雌決定を抑制する。

[9] 脊椎動物胚発生原腸期に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 外・中・内胚葉が分離する時期である。
- 2) 胚の座標軸が完成する時期である。
- 3) 生殖細胞が分離する時期である。
- 4) G_1/G_2 期を経ずに細胞分裂が行われる時期である。
- 5) ゲノムからの転写が活発に開始される時期である。

[10] 脊椎動物に系統的に一番近い動物として、最も適当なものを選べ。

- 1) 節足動物
- 2) 棘皮動物
- 3) 扁形動物
- 4) 線形動物
- 5) 軟体動物

[11] 相同染色体が細胞の両極に分かれて移動する時期として、最も適当なものを選べ。

- 1) 有糸分裂後期
- 2) 有糸分裂終期
- 3) 減数第一分裂
- 4) 減数第二分裂
- 5) 受精

[12] 遺伝に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) 対立遺伝子は同じ遺伝子座にある。
- 2) 純系はホモ接合体である。
- 3) ある形質に関する完全優性の対立遺伝子は、ヘテロ接合体においてその形質の表現型を決定する。
- 4) 一遺伝子雑種は、ある形質に関する対立遺伝子のヘテロ接合体である。
- 5) 検定交雑では遺伝子型未知の個体をヘテロ接合体と交雑する。

[13] 光合成の明反応からカルビン回路に供給されているものとして、最も適当なものを選べ。

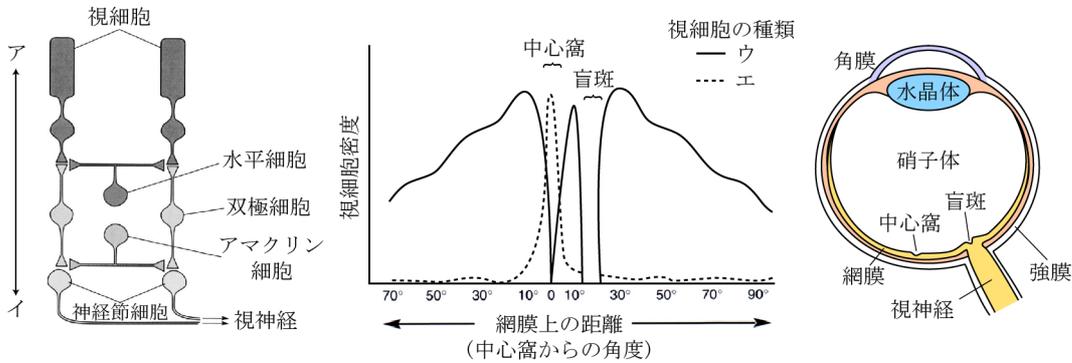
- 1) 光エネルギー
- 2) CO_2 と ATP
- 3) H_2O と NADPH
- 4) ATP と NADPH
- 5) 糖と O_2

[14] 次の文章の空欄に当てはまる数値と用語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。ただし、 $\log_{10} 3 = 0.5$ 、 $\log_{10} 5 = 0.7$ を使ってよい。

ネルンストの式では、温度 37°C における平衡電位 V (mV) は、1 個の正電荷をもつイオンの細胞外濃度を Co 、細胞内濃度を Ci としたとき、 $V=62 \log_{10}(\text{Co}/\text{Ci})$ で与えられる。カリウムイオンの細胞外濃度が 5 mM 、細胞内濃度が 150 mM のとき、平衡電位は約 (ア) mV である。細胞外カリウムイオン濃度をここから上昇させると、膜電位は (イ) する。

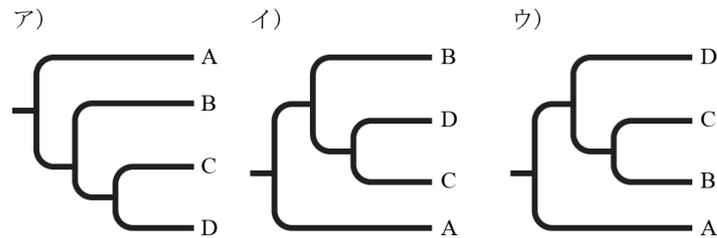
- | | ア | イ |
|--|---|---|
|--|---|---|

[15] 下の図は、脊椎動物の網膜神経回路（左図）、網膜視細胞の密度（中央図）、および眼球の模式図（右図）を表している。図中のア～エにあてはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。



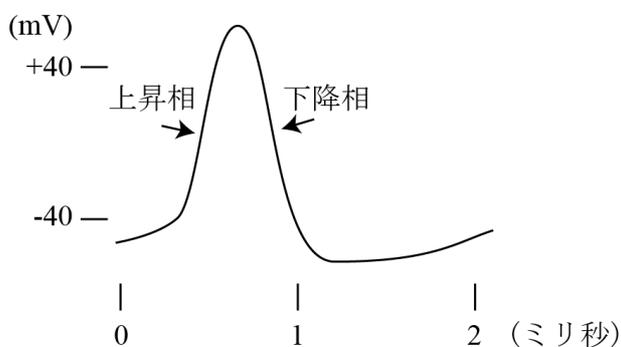
- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|------|------|----|----|
| 1) | 強膜側 | 硝子体側 | 桿体 | 錐体 |
| 2) | 強膜側 | 硝子体側 | 錐体 | 桿体 |
| 3) | 硝子体側 | 強膜側 | 桿体 | 錐体 |
| 4) | 硝子体側 | 強膜側 | 錐体 | 桿体 |
| 5) | 中心窩側 | 盲斑側 | 錐体 | 桿体 |

[16] 生物種 A～D の系統関係が次のア～ウの系統樹のように図示されたとき、ア～ウから示唆される A～D の分岐パターンに関する記述として、最も適当なものを選べ。ただし、枝の長さの違いは考慮しない。



- 1) アのみ異なる。
- 2) イのみ異なる。
- 3) ウのみ異なる。
- 4) 全て異なる。
- 5) 全て同じ。

[17] 活動電位を形成する主なイオンメカニズムは、イカの巨大軸索を用いた研究から解明された。軸索内外のイオン濃度が生体中に近い条件下で、巨大軸索のある点で下図のような膜電位変化が記録された。活動電位の上昇相と下降相の原因として、最も適当な組み合わせを選べ。

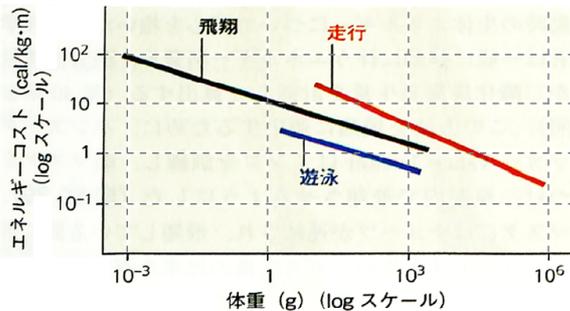


- | 上昇相 | | 下降相 | |
|-----|-----------------------|-----------------------|--|
| 1) | 電位依存性 K^+ チャンネルの開口 | 電位依存性 Na^+ チャンネルの開口 | |
| 2) | 電位依存性 Na^+ チャンネルの閉口 | 電位依存性 K^+ チャンネルの開口 | |
| 3) | 電位依存性 K^+ チャンネルの閉口 | 電位依存性 Na^+ チャンネルの閉口 | |
| 4) | 電位依存性 Na^+ チャンネルの開口 | 電位依存性 K^+ チャンネルの開口 | |
| 5) | 電位依存性 Na^+ チャンネルの開口 | 電位依存性 K^+ チャンネルの閉口 | |

[18] ある昆虫が、100 J のエネルギーを含む植物の種子を食べて、そのうち 30 J を呼吸のエネルギーとして利用し、50 J を糞として排出していたとする。この昆虫の生産効率（食物の同化量に対する生産量の比）として、最も適当なものを選べ。

- 1) 20%
- 2) 30%
- 3) 40%
- 4) 50%
- 5) 100%

[19] クヌート・シュミット＝ニールセンは、さまざまな動物種の、様式の異なる移動運動（鳥と昆虫の飛翔、陸上哺乳類の走行、魚の遊泳）にかかるエネルギーを調べて、以下の関係を得た。このグラフから読み取れる結論として、誤っているものを選び。なお、グラフの縦軸は、動物が 1 m の移動に体重 1 kg あたり消費するエネルギーをカロリー数で表示してある。



- 1) 体重が同じならば、移動距離に対するエネルギー消費が最も大きいのは走行である。
- 2) 運動の様式にかかわらず、軽い動物は重い動物よりも、体重当たりでより多くのエネルギーを移動中に消費する。
- 3) 体重が増加するほど最も顕著に移動エネルギーが減少するのは走行である。
- 4) 体重 1kg の動物にとって、遊泳のエネルギーコストは、走行の約 10 分の 1 である。
- 5) 一定距離を移動する手段として、飛翔よりも遊泳の方が、エネルギー消費が大きい。

[20] 中耳に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 空気の振動波を増幅して内耳に伝える。
- 2) 液体の圧力波を増幅して内耳に伝える。
- 3) 空気の振動波を有毛細胞の動きへ変換する。
- 4) 液体の圧力波を有毛細胞の動きへ変換する。
- 5) 液体の圧力波を変換して神経の活動電位を発生させる。

[21] ハワイ諸島の同じ地域に生息しているショウジョウバエの種の雄は、種ごとに異なった求愛の儀式をもつ。これらの儀式は、他の雄との競合や雌を引きつける定型化された動きをとる。このような現象が該当する生殖隔離の種類として、最も適当なものを選び。

- 1) 生育地隔離
- 2) 時間的隔離
- 3) 行動的隔離
- 4) 配偶子隔離
- 5) 接合後障壁隔離

[22] 次の文の空欄に当てはまる語、数値の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

人体を構成する元素の種類は意外に少なく、水を除いた人体構成成分中に含まれる元素は、合計質量の多い順に（ア）、（イ）、酸素、（ウ）であり、これらで人体乾燥質量の約90%を占める。またヒトをはじめほとんどの生物は体重の約（エ）%が水である。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|----|----|----|----|
| 1) | 炭素 | 窒素 | 水素 | 70 |
| 2) | 炭素 | 水素 | 窒素 | 70 |
| 3) | 炭素 | 窒素 | 水素 | 90 |
| 4) | 水素 | 炭素 | 窒素 | 90 |
| 5) | 水素 | 窒素 | 炭素 | 90 |

[23] ヌクレオチドに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) ヌクレオチドはヌクレオシドがリン酸化されたものである。
- 2) アデノシン三リン酸 (ATP) は、アデニン、デオキシリボース、三つのリン酸基からなる。
- 3) 細胞内ヌクレオチドのほとんどはポリマー型で存在している。
- 4) ポリヌクレオチドのリン酸基は酸性なので、核酸は生理的 pH で多価陰イオンである。
- 5) DNA ではヌクレオチドがホスホジエステル結合でつながっている。

[24] 糖に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) ラクトースは単糖である。
- 2) マンノースは二糖である。
- 3) リボースは六炭糖である。
- 4) スクロースは二糖である。
- 5) ガラクトースは二糖である。

[25] 次の文章の空欄に当てはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

多糖は単糖が（ア）結合で結びついたもので、生物にとって重要な機能を果たしている。代表的なものとしては、エネルギーの貯蔵に重要なデンプンを構成する（イ）やアミロペクチン、植物の細胞壁成分として構造維持に機能するセルロースなどが知られている。（イ）はグルコースが（ウ）結合したもので、セルロースはグルコースが（エ）結合したものである。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|----------|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1) | グリコシド | グリコーゲン | $\alpha(1\rightarrow4)$ グリコシド | $\beta(1\rightarrow4)$ グリコシド |
| 2) | グリコシド | アミロース | $\alpha(1\rightarrow4)$ グリコシド | $\beta(1\rightarrow4)$ グリコシド |
| 3) | グリコシド | アミロース | $\beta(1\rightarrow4)$ グリコシド | $\alpha(1\rightarrow4)$ グリコシド |
| 4) | ホスホジエステル | グリコーゲン | $\alpha(1\rightarrow4)$ グリコシド | $\beta(1\rightarrow4)$ グリコシド |
| 5) | ホスホジエステル | アミロース | $\beta(1\rightarrow4)$ グリコシド | $\alpha(1\rightarrow4)$ グリコシド |

[26] 次の文章の空欄に当てはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

油脂はエネルギー貯蔵に非常に良い物質で、(ア) やタンパク質より (イ) が低く、同じ重量が完全酸化される時、ずっと大きなエネルギーを生じる。しかも (ウ) なので無水の形で蓄えられる。(エ) は動物のエネルギー貯蔵物質で最も大量に存在する脂質である。

	ア	イ	ウ	エ
1)	核酸	酸化度	非極性	グリコーゲン
2)	核酸	酸化度	極性	グリコーゲン
3)	核酸	還元度	極性	トリアシルグリセロール
4)	糖	還元度	極性	グリコーゲン
5)	糖	酸化度	非極性	トリアシルグリセロール

[27] 脂質ではないものを選べ。

- 1) セラミド
- 2) ビタミンD
- 3) コレステロール
- 4) キシリトール
- 5) ガングリオシド

[28] 芳香族側鎖を持つアミノ酸として、最も適当なものを選べ。

- 1) トリプトファン
- 2) アラニン
- 3) トレオニン
- 4) メチオニン
- 5) グルタミン

[29] クロマトグラフィーに関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) イオン交換クロマトグラフィーは電荷でタンパク質を分離することができ、負電荷を示すタンパク質は陰イオン交換体に結合する。
- 2) ゲル濾過クロマトグラフィーはタンパク質を分子量の違いによって分離することができ、分子量の大きいタンパク質は溶出されるのに時間がかかる。
- 3) 免疫アフィニティークロマトグラフィーは抗体を固定相につけておくことで、その抗体に対応する抗原を精製できる。
- 4) 金属キレートアフィニティークロマトグラフィーは His タグタンパク質の精製に用いられる。
- 5) 疎水性クロマトグラフィーはタンパク質と固定相との間の疎水相互作用を利用するクロマトグラフィーである。

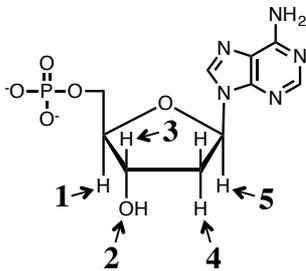
[30] 主に空腹時に分泌されるヒトのホルモンとして、最も適当なものを選べ。

- 1) インスリン
- 2) レプチン
- 3) PYY₃₋₃₆
- 4) ガストリン
- 5) グルカゴン

[31] 抗体（免疫グロブリン）に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 細胞性免疫と体液性免疫（液性免疫）のうち、主に抗体が用いられるのは体液性免疫である。
- 2) 抗体の多様性を担う仕組みの1つは、体細胞の免疫グロブリン遺伝子座で生じる部位特異的組換えである。
- 3) 抗体の多様性を担う仕組みの1つは、体細胞の免疫グロブリン遺伝子座で生じる変異である。
- 4) 抗体を構成する軽鎖と重鎖のうちで、多様な抗原に対応するための可変領域を持つのは軽鎖だけである。
- 5) 抗体を構成する軽鎖と重鎖は共有結合で結ばれている。

[32] 図は dAMP の構造を示している。図中の 1~5 において、AMP とは異なる箇所として、最も適当なものを選び。



- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4
- 5) 5

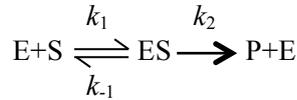
[33] 葉緑体には存在しない構造、化合物として、最も適当なものを選び。

- 1) クロロフィル
- 2) ストロマ
- 3) チラコイド
- 4) クリステ
- 5) グラナ

[34] リボソームに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) リボソームはタンパク質と RNA で構成される。
- 2) 原核生物でも真核生物でもリボソームは大サブユニットと小サブユニットで構成される。
- 3) リボソームの A 部位をペプチジル tRNA が占めることがある。
- 4) 原核生物では一本の mRNA に複数のリボソームが結合したポリソームが形成されるが、真核生物ではポリソームは形成されない。
- 5) 開始コドンとしてのメチオニンコドンを確認する tRNA とタンパク質コード領域内部のメチオニンコドンを確認する tRNA は異なる。

[38] 図のように速度定数 k_1 、 k_2 、 k_{-1} を持つ酵素反応を考える。



E は酵素、S は基質、ES は酵素-基質複合体、P は生成物であり、それぞれの濃度を [E]、[S]、[ES]、[P] と表す。反応温度は一定であるとする。基質が酵素に対して大過剰に存在し、反応が定常状態にあれば、反応の初速度 v_0 はミカエリス・メンテン式、 $v_0 = (V_{max}[S]) / (K_M + [S])$ で表される。ここで、 V_{max} は反応の最大速度、 K_M はミカエリス定数であり、 $K_M = (k_{-1} + k_2) / k_1$ である。このような酵素反応に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) ミカエリス定数 K_M は、酵素と基質の組み合わせに応じて特有の値となる。
- 2) ミカエリス定数 K_M の値は、反応速度が最大速度 V_{max} である時の基質濃度になる。
- 3) 反応の最大速度 V_{max} は、酵素が基質で飽和した時の反応速度である。
- 4) 反応の初速度 v_0 は、生成物による阻害や酵素の失活がほとんどおこっていない反応初期における速度である。
- 5) ラインウィーバー・バークプロットの $1/v_0$ 軸（縦軸）との交点から V_{max} の値を求めることができる。

[39] 酵素反応における活性化自由エネルギーについての記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 活性化自由エネルギーは、遷移状態の自由エネルギーから反応物の自由エネルギーを引いたものである。
- 2) 活性化自由エネルギーが大きいほど、反応速度は大きい。
- 3) 遷移状態が二つある場合、活性化自由エネルギーが大きい方が律速段階になる。
- 4) 触媒は、活性化自由エネルギーを下げる。
- 5) 活性化自由エネルギーが下がると、逆反応も同様に促進される。

[40] 酵素の競合阻害剤の説明として、最も適当なものを選べ。

- 1) 基質と可逆的に結合して酵素との結合を妨げる阻害剤。
- 2) 酵素-基質複合体に可逆的に結合する阻害剤。
- 3) 酵素の基質結合部位に可逆的に結合する阻害剤。
- 4) 遊離の酵素にも酵素-基質複合体にも可逆的に結合する阻害剤。
- 5) 基質結合に影響を与えず触媒活性に影響を与える阻害剤。

[41] N 結合型糖鎖付加修飾の共通配列として、最も適当なものを選べ。ただし、X はプロリン以外のアミノ酸残基、Thr/Ser は Thr または Ser である。

- 1) Thr/Ser-X-Asn
- 2) Thr/Ser-X-Asp
- 3) Asn-X-Thr/Ser
- 4) Asp-X-Thr/Ser
- 5) Thr/Ser-X-Gln

[42] 解糖系を構成するホスホフルクトキナーゼに関する記述として、最も適切なものを選び。

- 1) フルクトース 1-リン酸からフルクトース 1,6-ビスリン酸を産生する。
- 2) リン酸化反応におけるリン酸基供与体は無機リン酸である。
- 3) 細胞内で ATP 濃度が高くなると酵素活性が上昇する。
- 4) 細胞内で AMP 濃度が高くなると酵素活性が上昇する。
- 5) 細胞内でフルクトース 2,6-ビスリン酸合成反応も触媒する。

[43] クエン酸回路に関する記述として、最も適切なものを選び。

- 1) クエン酸シンターゼは、その活性発現に ATP を必要とする。
- 2) イソクエン酸脱水素酵素はイソクエン酸を 2-オキシグルタル酸に変換する。
- 3) コハク酸脱水素酵素はミトコンドリア外膜に存在する。
- 4) スクシニル CoA シンターゼは NAD^+ を必要とする。
- 5) クエン酸回路では、フマル酸からマレイン酸が合成される。

[44] 次の文の空欄に当てはまる数値として、最も適切なものを選び。

pH5 の溶液 A と、pH7 の溶液 B がある。この時、溶液 A 中の H^+ イオンのモル濃度 (mol/l) は、溶液 B 中の H^+ イオンのモル濃度の (ア) 倍である。

- 1) 100
- 2) 4
- 3) 2
- 4) 1/2
- 5) 1/100

[45] タンパク質 X はタンパク質 Y と結合して複合体 XY をつくる。細胞内の X、Y、XY が平衡状態にある時、X、Y、XY の濃度はそれぞれ $1 \mu\text{M}$ であった。この時、 $\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{XY}$ の平衡定数として、最も適切な値を選び。

- 1) 10^6 M
- 2) 10^3 M
- 3) 1 M
- 4) 10^3 M^{-1}
- 5) 10^6 M^{-1}

[46] ある哺乳類培養細胞の核から得られた DNA を解析したところ、アデニンの数の割合は全塩基数の 22% であった。他の塩基の数の割合として、最も適切なものを選び。

- 1) シトシン 22%、チミン 28%、グアニン 28%
- 2) シトシン 28%、チミン 28%、グアニン 22%
- 3) シトシン 25%、チミン 23%、グアニン 25%
- 4) シトシン 23%、チミン 25%、グアニン 25%
- 5) シトシン 28%、チミン 22%、グアニン 28%

[47] 幼虫→蛹→成虫、という生育過程をもつ昆虫は、「完全変態」をするグループに分類される。完全変態をする昆虫として、適当でないものを選び。

- 1) アゲハチョウ
- 2) トノサマバッタ
- 3) ミツバチ
- 4) ショウジョウバエ
- 5) テントウムシ

[48] cDNA ライブラリーの作製に必要でないものを選び。

- 1) DNA リガーゼ
- 2) オリゴ (dA) プライマー
- 3) 逆転写酵素
- 4) クローニングベクター
- 5) mRNA

[49] DNA 複製の開始に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) DNA プライマーから 5'→3'方向に DNA 複製が始まる。
- 2) RNA プライマーから 5'→3'方向に DNA 複製が始まる。
- 3) DNA プライマーから 3'→5'方向に DNA 複製が始まる。
- 4) RNA プライマーから 3'→5'方向に DNA 複製が始まる。
- 5) DNA プライマーから 5'→3'、3'→5'両方向に DNA 複製が始まる。

[50] ゲノムが公開されている生物種を対象とした、ショートリード DNA (100 bp ほどの長さの塩基配列) を解読できる第 2 世代の塩基配列決定法を用いた解析に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) SNPs の解析ができる。
- 2) 選択的スプライシングを解析できる。
- 3) DNA の反復配列の配列数が解析できる。
- 4) 遺伝子の発現の量的な解析ができる。
- 5) 非翻訳 RNA を検出できる。

[51] 紫外線照射によって変異を起こす頻度が高い塩基配列として、最も適当なものを選び。

- 1) 5'-CGTA-3'
- 2) 5'-GTGT-3'
- 3) 5'-CACA-3'
- 4) 5'-GGTT-3'
- 5) 5'-GCGC-3'

[52] tRNA の特徴として、適当でないものを選び。

- 1) 5'キャップ構造を持つ。
- 2) アミノ酸と結合する。
- 3) アンチコドンを持つ。
- 4) 化学修飾を受けた特殊な塩基を持つ。
- 5) 約 80 塩基の長さである。

[53] 小胞体シグナル配列を N 末端に、核局在化配列を中央部分に持つタンパク質があるとす。このタンパク質が細胞内のどこに運ばれ局在するかに関する予測として、最も適当なものを選べ。

- 1) 小胞体に運ばれ、そこに局在する。
- 2) 小胞体に運ばれた後、核に移行し核に局在する。
- 3) 核に運ばれた後、小胞体に移行し小胞体に局在する。
- 4) 核に運ばれ、そこに局在する。
- 5) 小胞体にも核にも運ばれず、作られた場所で蓄積する。

[54] 生体膜の流動性を減少させる変化として、最も適当なものを選べ。

- 1) リン脂質の脂肪鎖（脂肪酸鎖）を 2 本から 1 本に減らす。
- 2) リン脂質の脂肪鎖（脂肪酸鎖）の炭素数を少なくする。
- 3) リン脂質の脂肪鎖（脂肪酸鎖）の不飽和度を下げる。
- 4) リン脂質の頭部の分子量を小さくする。
- 5) リン脂質の頭部の正味の電荷を増やす。

[55] 生体膜に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) チャネルやポンプが無くても膜を透過できる物質が存在する。
- 2) 生体膜の構成成分の内、重量比で最も含有比の多いものは膜タンパク質である。
- 3) 脂質二重膜にはリン脂質の流動性が有るにもかかわらず、二層間で非対称性が保たれるのは、フリップフロップが起こる頻度が低いからである。
- 4) リン脂質以外の構成成分を変化させることで、膜の流動性を変えることができる。
- 5) 膜貫通タンパク質の膜貫通領域には疎水性アミノ酸残基だけが存在する。

[56] 両親媒性ではない分子として、最も適当なものを選べ。

- 1) グリセロール
- 2) コレステロール
- 3) ドデシル硫酸ナトリウム (SDS)
- 4) ホスファチジルコリン
- 5) ポリオキシエチレン(10)オクチルフェニルエーテル (トリトン X-100)

[57] 生理的な条件下で、ADP へのリン酸基転移によって ATP が生成される反応を考える。この反応において、ADP へのリン酸基の転移が最も起こりにくい化合物を選べ。ただし共役反応は考えない。

- 1) クレアチンリン酸
- 2) グアノシン三リン酸 (GTP)
- 3) グルコース 6-リン酸
- 4) 1,3-ビスホスホグリセリン酸
- 5) ホスホエノールピルビン酸

[58] ミトコンドリアにおける酸化的リン酸化と葉緑体における光合成に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) どちらにも金属イオンを含むタンパク質が関与する。
- 2) どちらも膜を介したプロトンの電気化学的勾配を利用して ATP が合成される。
- 3) 酸化的リン酸化では NADH と FADH₂ から高エネルギー電子が供給される。
- 4) 酸化的リン酸化で最終的に電子を受容するのは O₂ 分子である。
- 5) 光合成で最終的に電子を受容するのは H₂O 分子である。

[59] 次のア～オの受容体のうち、G-protein coupled receptor (GPCR) を含まない受容体の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) インスリン受容体
- イ) グルタミン酸受容体
- ウ) 匂い物質受容体 (odorant receptors)
- エ) アセチルコリン受容体
- オ) アンドロゲン受容体

- 1) ア、イ
- 2) イ、ウ
- 3) ウ、エ
- 4) エ、オ
- 5) オ、ア

[60] 次の細胞骨格およびモータータンパク質のうち、ヌクレオチド結合活性を持たないものを選べ。

- 1) アクチン
- 2) ミオシン
- 3) チューブリン
- 4) キネシン
- 5) ケラチン

[61] 細胞骨格の重合・脱重合阻害剤として汎用される低分子化合物とその主な作用の組み合わせとして、適当でないものを選べ。

- 1) nocodazole — 微小管脱重合阻害
- 2) phalloidin — アクチン線維脱重合阻害
- 3) colchicine — チューブリン重合阻害
- 4) cytochalasin D — アクチン重合阻害
- 5) taxol — 微小管脱重合阻害

[62] 細胞分裂を M 期で停止させる作用が、動物組織由来の培養細胞や酵母の細胞周期の同調に広く利用されている化合物として、最も適当なものを選べ。

- 1) nocodazole
- 2) phalloidin
- 3) colchicine
- 4) cytochalasin D
- 5) taxol

[63] ヒトの常染色体上にある遺伝子 *A* の変異アレル *a* のホモ接合体は出生後 1 か月以内に例外なく致死となる。*a* をヘテロ接合で有する保因者が人口の 4% を占める N 市において昨年 1 年間に出生した 2 万人のうち、この変異が原因で死亡した新生児数の推定値として、最も適当なものを選べ。

- 1) 4 人
- 2) 8 人
- 3) 16 人
- 4) 32 人
- 5) 64 人

[64] 加齢に伴ってがんの発生頻度が増加する理由として、適当でないものを選べ。

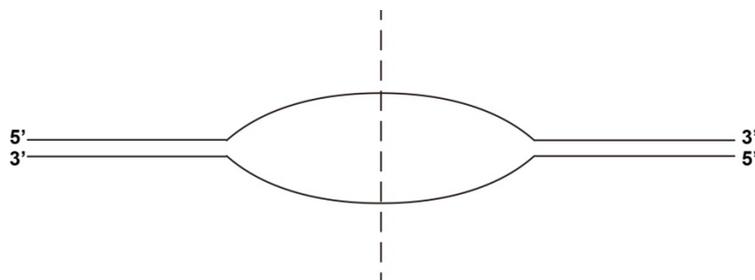
- 1) DNA メチル化異常によるがん抑制遺伝子発現の増加
- 2) 環境変異原等による突然変異の蓄積
- 3) 細胞分裂に伴う偶発的な染色体損傷の蓄積
- 4) DNA 修復能の低下
- 5) 免疫系機能の低下

[65] ヌクレオソームに関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 30 nm クロマチン繊維の形成には、リンカーヒストン H1 が必要である。
- 2) リンカー DNA の長さはすべての真核生物でほぼ同じである。
- 3) ヒストンは酸性アミノ酸を 20~30% 含む。
- 4) ヌクレオソームの形成には、まず H2A と H2B の四量体が DNA に結合し、二分子の H3 と H4 の二量体が DNA へとよび寄せられる。
- 5) ヒストンの尾部 (アミノ末端) はアセチル化やメチル化の修飾を受けるが、それらの修飾はクロマチン構造に影響を与えない。

[66] 次の文章の空欄に当てはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

図は真核細胞の 1 個の複製起点である。DNA 複製は破線部分から開始し、両方向に進行している。新生された DNA 鎖は省略されている。DNA ヘリカーゼは、破線の (ア) 側に DNA 複製が進行するとき必要である。破線より右側において、DNA ポリメラーゼが連続的に複製を行うのは (イ) 側の鋳型鎖においてである。また、DNA リガーゼの機能が低下する変異が起こったときに破線の左側において、DNA 複製により大きな影響がでるのは (ウ) 側の鋳型鎖の複製である。



- | | | | |
|----|---|---|---|
| | ア | イ | ウ |
| 1) | 右 | 上 | 上 |
| 2) | 両 | 下 | 下 |
| 3) | 両 | 上 | 下 |
| 4) | 両 | 上 | 上 |
| 5) | 左 | 下 | 上 |

[67] トランスポゾンに関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) DNA トランスポゾンは、末端に逆方向反復配列を有しており、転位酵素 (transposase) が末端反復配列を認識・切断して転位反応を進める。
- 2) ウイルス様レトロトランスポゾンは、転写された RNA から逆転写により合成された cDNA が標的 DNA に挿入され、転位する。
- 3) ポリ A レトロトランスポゾンは、転写された RNA が切断された標的 DNA の末端をプライマーとして逆転写され、合成された cDNA が DNA の修復と連結過程を経て標的 DNA に挿入し、転位する。
- 4) SINE はレトロトランスポゾンであるが、逆転写や標的配列への組込みに必要なタンパク質をコードしていない非自律 (性) トランスポゾンである。
- 5) ゲノム中にトランスポゾンが占める割合は生物種によって異なり、ヒトやトウモロコシのゲノムは、ショウジョウバエのゲノムに比べて、トランスポゾンの遺伝子密度 (ゲノム単位長さあたりのトランスポゾン数) が低い。

[68] 有胎盤哺乳類の性染色体上にある遺伝子の発現量調節機構に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) *Xist* がコードする核タンパク質は、クロマチン修飾酵素を X 染色体に召集し、X 染色体を凝集することで不活化する。
- 2) 不活化される X 染色体は、32~64 細胞期にランダムに決められる。
- 3) X 染色体にある *Xic* 遺伝子座から転写される *Xist* が X 染色体の不活化を引き起こす。
- 4) 雌は X 染色体を 2 本持つが、全ての体細胞で 1 本の X 染色体が不活化されている。
- 5) *Tsix* は *Xic* 遺伝子座から転写される *Xist* のアンチセンス RNA であり、X 染色体の活性制御に関わる。

[69] ゲノム編集に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) ZFN (Zinc-Finger Nuclease) は、DNA の 3 塩基を認識するジンクフィンガードメイン複数と制限酵素を結合させた人工制限酵素である。
- 2) TALEN (Transcription Activator-Like Effector Nuclease) は、植物病原細菌キサントモナス属由来の DNA 結合 TALE タンパク質と制限酵素を結合させた人工制限酵素である。
- 3) CRISPR/Cas9 (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats/Crispr associated protein 9) は、RNA と Cas9 タンパク質から構成され、Cas9 と結合した DNA を RNA のリボザイム活性で切断する。
- 4) ZFN、TALEN、CRISPR/Cas9 とも、標的 DNA の Double Strand Break を生じさせる。
- 5) Double Strand Break が生じた DNA は、相同組換え (HR) または非相同末端連結 (NHEJ) によって修復されるが、その際変異の導入や遺伝子挿入を行うことができる。

[70] 真核生物の核ゲノムの転写を抑制する因子の働き方に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) ヒストンのアセチル化酵素を呼び寄せてヌクレオソーム構造を変え、転写を抑える。
- 2) 活性化因子と相互作用し、その活性化領域をふさぐ。
- 3) 遺伝子上流の領域に結合し、転写装置と相互作用することで、転写開始を阻害する。
- 4) 活性化因子の DNA 結合部位と近い領域に結合し、活性化因子の DNA 結合を阻害する。
- 5) 活性化因子と結合し、不活性型ヘテロ二量体を形成する。

[71] siRNA に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 一次転写産物が Droscha によって切断され、まず 65~70 塩基長の前駆体になる。
- 2) RNアーゼ III 群の酵素である Dicer によって 21~23 塩基長に切り出される。
- 3) 一本鎖のガイド RNA として、RISC に取り込まれて働く。
- 4) RdRP と Dicer によって標的 mRNA に対する siRNA が増幅される。
- 5) RNA の切断、翻訳阻害、転写抑制の 3 つの機構で遺伝子発現を抑制する。

[72] 大腸菌では、培地中のラクトース、グルコースの有無に応じて、*lac* 遺伝子群の発現が調節される。この調節には、アロラクトースに結合する Lac レプレッサーと、グルコース低濃度時に産生される cAMP に結合する CAP タンパク質が関与している。*lac* 遺伝子群の Lac レプレッサー結合領域に Lac レプレッサーの結合を妨げる変異をもつ大腸菌株があるとす。この大腸菌株において *lac* 遺伝子群の転写が活性化される培地条件の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) グルコースが存在し、ラクトースが存在しない。
- イ) グルコース、ラクトースが両方存在する。
- ウ) グルコース、ラクトースが両方存在しない。
- エ) ラクトースが存在し、グルコースが存在しない。

- 1) ア、イ
- 2) イ、ウ
- 3) ウ、エ
- 4) ア、ウ
- 5) イ、エ

[73] 真核生物における遺伝子のサイレンシングやエピジェネティックな制御に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 哺乳類では、DNA のメチル化はヘテロクロマチン領域に見られることが多い。
- 2) メチル化された DNA が複製されると半メチル化 DNA となり、細胞分裂後にメチル化 DNA を受け継ぐ細胞と受け継がない細胞が分離する。
- 3) マウス胚ではインスリン様増殖因子遺伝子 *Igf2* は父親由来の遺伝子のみが発現し、母親由来の遺伝子は発現していない。
- 4) ヒストンの共有結合による修飾としては、メチル化とアセチル化の他に、リン酸化がある。
- 5) 分裂酵母では、セントロメア領域のサイレンシングは RNAi 経路によって誘導される。

[74] 次の文章の空欄に当てはまる用語の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

生物の性質を利用して、多くの実験手法が開発されてきた。例えば、転写活性化因子の DNA 結合領域と転写活性化領域が切り離せるという性質を利用して、タンパク質間相互作用の検出に用いられる（ア）法が生み出された。また、miRNA をまねて人工合成した（イ）を哺乳類細胞に導入することで、目的とする遺伝子の発現を自在に阻害することも可能になった。

- | | ア | イ |
|----|------------|--------|
| 1) | Gal4 誘導 | shRNA |
| 2) | Gal4 誘導 | lncRNA |
| 3) | two-hybrid | shRNA |
| 4) | two-hybrid | piRNA |
| 5) | 熱ショック | lncRNA |

[75] 次の真核生物の遺伝子と、それらを転写する RNA polymerase の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) mRNA をコードする遺伝子
イ) 5S rRNA 以外の rRNA 前駆体
ウ) tRNA と小さな核 RNA および 5S rRNA

- | | ア | イ | ウ |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1) | RNA polymerase I | RNA polymerase II | RNA polymerase III |
| 2) | RNA polymerase III | RNA polymerase I | RNA polymerase II |
| 3) | RNA polymerase II | RNA polymerase III | RNA polymerase I |
| 4) | RNA polymerase III | RNA polymerase II | RNA polymerase I |
| 5) | RNA polymerase II | RNA polymerase I | RNA polymerase III |

[76] 真核生物の転写後 RNA 修飾ではないものを選び。

- 1) 5'キャップ形成
- 2) 3'ポリアダニル化
- 3) エクソンのスプライシング
- 4) 逆転写
- 5) RNA エディティング

[77] コドンに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 遺伝子間サプレッションには tRNA アンチコドンの変異が関与する場合がある。
- 2) アミノアシル化されない tRNA が終止コドンで翻訳を終結させる。
- 3) 真核細胞は不完全な mRNA や途中で終止コドンをもつ mRNA を分解するしくみを持つ。
- 4) 哺乳類ミトコンドリアゲノムには標準的なコドンと異なる終止コドンが存在する。
- 5) ミトコンドリアゲノムでは UGA がトリプトファンを指定する場合がある。

[78] 次の塩基配列は大腸菌のある遺伝子の読み枠の一部であり、コドンとコドンがスペースで区切られている。この読み枠に生じた変異1～5と、それらの名称ア～オの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。ただし、変異が生じた塩基は下線で示されており、変異3と変異5はそれぞれ変異2と変異4に生じた変異である。また、アルギニンの遺伝暗号はCGU、CGC、CGA、CGG、AGA、AGGである。

.1 .10 .20 .30
 CAT AAG TAT TGC ATG AAG AAA CGA ATG ATA AAT AAC TGG

- 変異1：13番目のAがGへ変異
 変異2：19番目のAがTへ変異
 変異3：変異2の19番目のTがAに変異
 変異4：23番目のGと24番目のAの間にGが1つ挿入
 変異5：変異4の25番目のA（元の配列の24番目のA）が欠失

- ア) ナンセンス変異
 イ) ミスセンス変異
 ウ) フレームシフト変異
 エ) 復帰変異
 オ) 遺伝子内サプレッサー変異

	変異1	変異2	変異3	変異4	変異5
1)	イ	ア	エ	ウ	オ
2)	ア	イ	ウ	エ	オ
3)	ア	イ	オ	ウ	エ
4)	イ	ア	オ	ウ	エ
5)	ウ	オ	エ	ア	イ

[79] 脊椎動物の細胞と、それが由来する胚組織の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

	心筋細胞	運動神経細胞	肝細胞	色素細胞
1)	内胚葉	神経堤	中胚葉	外胚葉
2)	中胚葉	外胚葉	内胚葉	神経堤
3)	中胚葉	神経堤	内胚葉	外胚葉
4)	内胚葉	外胚葉	中胚葉	神経堤
5)	内胚葉	中胚葉	内胚葉	外胚葉

[80] 幹細胞に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) 幹細胞は、自身は細胞分裂しながら、複数種の細胞に分化する能力を有する。
- 2) マウスES細胞は、胚盤胞の内部細胞塊に由来する。
- 3) マウスES細胞は、サイトカイン Leukemia Inhibitory Factor (LIF) 存在下で、未分化状態を維持できる。
- 4) マウスES細胞への遺伝子導入は容易であるが、相同組換えが起こる頻度は体細胞に比べて低い。
- 5) 人工多能性幹細胞 (iPS細胞) は、体細胞に特定の遺伝子セットを導入して作製された幹細胞で、ES細胞同様に種々の細胞に分化する能力を有する。

[81] 脊椎動物の初期発生に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) 母性 Wnt シグナルは、初期背側決定に必要である。
- 2) Nodal シグナルは、内胚葉誘導に必要である。
- 3) Bmp シグナルは、原腸胚における背側組織の形成に必要である。
- 4) Wnt シグナルは、原腸胚における後方組織の形成に必要である。
- 5) Nodal シグナルは、体節期における組織の左側化に必要である。

[82] 次の文章の空欄に当てはまる用語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

植物では、さまざまな植物ホルモンが働いている。このうち、極性輸送される（ア）は、初期胚で（イ）を形成することで、各細胞が（ウ）に応じて適切な発生運命を獲得することを助けている。

ア	イ	ウ
1) サイトカイニン	濃度勾配	位置情報
2) サイトカイニン	フィードバックループ	位置情報
3) エチレン	濃度勾配	細胞系譜
4) オーキシン	フィードバックループ	細胞系譜
5) オーキシン	濃度勾配	位置情報

[83] シロイヌナズナの花器官の形成を説明する ABC モデルに関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) A の遺伝子が欠失すると、がく片と花弁が作られない。
- 2) B の遺伝子が欠失すると、雄しべと花弁が作られない。
- 3) C の遺伝子が欠失すると、雄しべと雌しべが作られない。
- 4) A・B の遺伝子がともに欠失すると、がく片だけが作られる。
- 5) A・B・C の全ての遺伝子が欠失すると、花器官のかわりに葉が作られる。

次の文章を読み、[84]と[85]に答えよ。

静止状態の細胞の静止電位は約 -60 mV である。直径 $20\text{ }\mu\text{m}$ の球形細胞について考えてみる。細胞膜が絶縁体で、一種のコンデンサであると考え、コンデンサの両側に蓄積される電荷量 Q （単位：クーロン C ）とその時に発生する電圧 E （単位：ボルト V ）は、コンデンサの静電容量を C （単位：ファラッド F ）として、

$$Q = CE$$

と表せる。細胞膜の静電容量は約 $1\text{ }\mu\text{F}/\text{cm}^2$ とし、電気素量を 1.6×10^{-19} クーロンとして以下の問いに答えよ。

[84] この球形細胞の膜の全電気容量に最も近い値を選べ。なお、直径 $20\text{ }\mu\text{m}$ の球形細胞の細胞膜の面積は約 $1,200\text{ }\mu\text{m}^2$ であるとする。

- 1) $1 \times 10^{-12}\text{ F}$
- 2) $3 \times 10^{-12}\text{ F}$
- 3) $6 \times 10^{-12}\text{ F}$
- 4) $9 \times 10^{-12}\text{ F}$
- 5) $12 \times 10^{-12}\text{ F}$

[85] この球形細胞において、静止電位が 0 から -60 mV に変化するには 4.5×10^6 個のカリウムイオンが移動すれば良い。コンダクタンスが $50 \times 10^{-12} \text{ S}$ (S はジーメンズでコンダクタンスの単位、 $1 \text{ S} = 1 \text{ A} \cdot \text{V}^{-1}$ で A はアンペア=C/sec) のカリウムチャンネル 1 分子が、 100 mV の電位差の下で、約何秒間開くと 4.5×10^6 個のカリウムイオンが移動できるか? 最も適当なものを選べ。

- 1) 約 0.01 秒
- 2) 約 0.15 秒
- 3) 約 0.45 秒
- 4) 約 1.5 秒
- 5) 約 5 秒

[86] 1 気圧は $101325 \text{ Pa} = 101325 \text{ N/m}^2$ と表せる。あるタンパク質 (表面積 50 nm^2) を 1 気圧下に置いたとき、そのタンパク質が大気圧から受ける力として、最も適当なものを選べ。

- 1) 2 nN
- 2) 5 nN
- 3) 2 pN
- 4) 5 pN
- 5) 2 fN

[87] ピアソンの相関係数の説明として、最も適当なものを選べ。

- 1) 測定値 x と y の間の相関係数が高いとき、x と y に因果関係があると言える。
- 2) 測定値 x と y の間の相関係数が負の値を取ったとき、x と y に因果関係はない。
- 3) 測定値 x と y の間の相関係数が大きな正の値を持つ場合、値 x が高いときは値 y も高いことが多い。
- 4) 測定値 x と y の間に線形関係がなくても相関関係を正しく見積もることができる。
- 5) 測定値 x と y の間の相関係数が 0 のとき、x と y の相関が最大となる。

[88] 統計における標準偏差と標準誤差についての説明として、適当でないものを選べ。

- 1) 標準偏差は標本サイズを大きく取ると値が低くなる。
- 2) 標準偏差は母集団の分布の広さを示す。
- 3) 標準誤差は標準偏差を標本サイズの平方根で割った値である。
- 4) 標準偏差と標準誤差は共にグラフで誤差バーとして表現されることがある。
- 5) 標準誤差は母集団平均の推定精度を表す指標として使われる。

[89] 超解像顕微鏡は光学顕微鏡の回折限界を超えた分解能を発揮する顕微鏡検鏡方法であるが、光学顕微鏡の回折限界として、最も適当なものを選べ。

- 1) 20 nm
- 2) $2 \mu\text{m}$
- 3) 200 nm
- 4) 20 pm
- 5) 2 nm

[90] 細胞内のタンパク質 X の量が $dX/dt = (-X)/\tau$ で変化するとき、ある時間 t でのタンパク質 X の量を表す式として適当なものを選び。ただし τ は時定数、 C は定数とする。

- 1) $Xe^{-\frac{tX}{\tau}}$ 2) $\frac{-tX^2}{\tau}$ 3) $\frac{-Ct}{\tau}$ 4) $\frac{-t}{\tau}$ 5) $Ce^{-\frac{t}{\tau}}$

[91] 原子や光の性質の多くは量子論に依らないと説明できない。以下のうち、量子論に依らず、古典電磁気学、古典力学だけで説明できる現象として、最も適当なものを選び。

- 1) エネルギー最低の状態でも電子が原子核に落ち込まない。
- 2) 励起された蛍光分子が特定の波長の光を放出する。
- 3) 点光源から出た光が適当な大きさと間隔を持った平行な 2 本のスリットを通過すると、その先のスクリーンに干渉縞が発生する。
- 4) 原子核のスピンは $1/2$ の倍数である。
- 5) 芳香族アミノ酸が波長 280 nm 付近に吸収ピークを持つ。

[92] 水素原子のボーア半径と大腸菌の短軸の長さの比率に最も近い関係のものを選び。

- 1) 人間の身長と地球の直径
- 2) A4 用紙の縦の長さ と 富士山の標高
- 3) 1 円玉の直径 と 人間の身長
- 4) A4 用紙の縦の長さ と 東京タワーの高さ
- 5) 1 円玉の直径 と 富士山の標高

[93] 光学顕微鏡、電子顕微鏡、X 線結晶解析、NMR はいずれも小さなものを観測するための手段であるが、それぞれ一長一短がある。ア～オの観測が可能な手段の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) 生細胞内の分子の移動のリアルタイム観測
 イ) インフルエンザウイルスの形態観察
 ウ) 細胞内の密な線維メッシュ (1 本の線維は直径 5~20 nm) 構造の中の線維の 1 本 1 本の可視化
 エ) タンパク質の原子構造モデル構築
 オ) タンパク質内の側鎖のゆらぎの速度解析

	光学顕微鏡	電子顕微鏡	X 線結晶解析	NMR
1)	ア、イ	ア、ウ	エ、オ	オ
2)	イ、ウ	イ、エ	イ、エ、オ	エ、オ
3)	ア、ウ	ウ、エ	エ	ア、オ
4)	ア	イ、ウ、エ	イ、エ	エ、オ
5)	ア	イ、ウ、エ	エ	エ、オ