

平成 25 年度 入学 試験 問題 (前期)

理 科

注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理, 化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 問題冊子は 1 冊, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机に出しておくこと。

I 脊椎動物の筋肉は、骨格筋や心筋のような(1)と、内臓や血管などに存在する(2)に分けられる。骨格筋は(3)とよばれる細胞で構成され、その内部には多数の円筒状の構造の(4)が細胞の長軸方向に走っている。光学顕微鏡で観察すると(4)には明るく見える(5)と暗く見える(6)とが交互に配列している。骨格筋は(7)神経により支配され、意志によって収縮させることのできる(8)筋に分類される。図のように、カエルのふくらはぎより座骨神経のついた骨格筋(ひ腹筋)を取り出して神経筋標本を作成した。座骨神経より電気刺激を与え、記録計により筋肉の収縮曲線を記録すると、単一の電気刺激の時は、瞬間的な収縮の後、弛緩を示す(9)という現象が見られ、電気刺激を短い間隔で繰り返し与えた時は、持続的な強い収縮が見られた。以下の設問に答えよ。ただし与える1回あたりの電気刺激の大きさや持続時間は同じものとする。

問 1 (1)～(9)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 (2)の収縮の特徴をあげよ。

問 3 下線部アを制御する脳の新皮質の機能領域の名称を答えよ。

問 4 下線部イにおいて、図の座骨神経のA点に単一の電気刺激を与えた時は7.5ミリ秒後に、B点に単一の電気刺激を与えた時は9.0ミリ秒後に、筋肉の収縮が見られた。

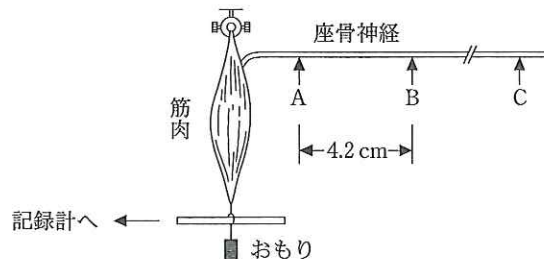
(1) 標本の座骨神経の、興奮の伝導速度(m/秒)を求めよ。(有効数字2桁)

(2) C点に単一の電気刺激を与えた時、11ミリ秒後に筋肉が収縮した。B—C間の距離(cm)はいくらか。(有効数字2桁)

問 5 図の標本に対し、下線部ウのような電気刺激をA点に次のように与えた。

(1) 電気刺激を低い頻度(15回/秒)で与えた時、下線部イの場合よりも大きく、ギザギザとした収縮曲線を示した。この収縮の名称を答えよ。

(2) 電気刺激をより高い頻度(30回/秒)で与えると、どのような形の収縮曲線を示すと考えられるかを述べよ。



II 化学物質としてのDNAは、1869年スイスの(1)によって傷口をおおう包帯についている膿に含まれた白血球の核から、タンパク質とは異なる物質として発見された。1928年グリフィスによって、形質転換という現象が発見されてその後、その原因となる物質がDNAであることが確かめられた。これらの結果からDNAが遺伝子の化学的本体であることが明らかになった。そして1953年ワトソンとクリックはDNAの(2)構造を提唱した。真核細胞では、DNAは通常(3)というタンパク質に巻きついて繊維状の構造体を形成して間期には核全体に分散している。(4)期になると、繊維状の構造体はさらに折りたたまれて棒状の(5)になる。ヒトの体細胞の(5)の数は(6)である。ヒトゲノムの塩基配列はすでに解読されている。その結果、個人ごとに塩基配列の異なる部分がたくさんあることがわかった。また、DNAは核だけではなく、細胞小器官であるミトコンドリアや(7)にも存在することがわかっている。以下の設問に答えよ。

問 1 (1)～(7)の空欄に適切な語句を入れよ。

問 2 DNAを構成するヌクレオチドの3つの要素の名称をあげよ。

問 3 間期にはDNA量の変化に関わる重要な期が含まれる。その期の名称をあげよ。(略号可)

問 4 下線部aについて、グリフィスが得た実験結果を「肺炎双球菌」、「R型」、「S型」、「病原性」という語句を全て用いて説明せよ。

問 5 ハーシーとチェイスは、大腸菌にバクテリオファージ(ファージ)を感染させて、どのような実験結果を得たか。

問 6 下線部bが医療に利用されている例を1つあげよ。

III 生態系では、生物と無機的环境との間で窒素の循環が起こっている。大気中には体積の約 80 % もの窒素(N_2)が含まれているが、多くの生物はこれを直接利用することはできない。しかし、根粒菌などの窒素固定細菌が N_2 をアンモニウムイオン(NH_4^+)に変え、硝化細菌が NH_4^+ を硝酸イオン(NO_3^-)に変える。植物は NO_3^- を根から吸収し、道管を通じて葉の細胞に輸送して、還元酵素によって NH_4^+ に変え、a呼吸の過程で作られた有機酸に NH_4^+ を転移させてさまざまなアミノ酸を作る。こうしてできたアミノ酸はタンパク質や核酸などの有機窒素化合物の合成に用いられる。b植物に含まれる有機窒素化合物は植食性動物に取り入れられ、その動物が捕食されることにより肉食性動物に取り入れられていく。植物や動物の枯死体・遺体・排出物などの有機窒素化合物は菌類や細菌類によって分解され NH_4^+ になる。再び硝化細菌が NH_4^+ を NO_3^- に変え、植物に再利用される。また、土壌中の NO_3^- は脱窒素細菌によって N_2 となり大気中に放出されて窒素は循環する。

- 問 1 文章であげた生物群集は、生態系における各栄養段階の役割から 3 種類にわけられる。その名称をあげよ。
- 問 2 ネンジュモなどのラン藻は窒素固定もできる独立栄養生物である。独立栄養生物とはどのような性質を持った生物か。
- 問 3 根粒菌はマメ科植物の根に入り込んで根粒を作らせて利益を互いに与え合っている。このような異生物間の相互関係を何というか。また、根粒菌が植物から得ている利益とは何か。
- 問 4 土壌中の NO_3^- は植物の根の細胞膜の膜輸送タンパク質による能動輸送によって細胞内に取り込まれる。能動輸送とは一般にどのような輸送か(A)。また、細胞膜はリン脂質分子がどのような配置をとった構造でできているかを、リン脂質分子の特徴と関連づけて述べよ(B)。
- 問 5 下線部 a で細胞質基質およびミトコンドリアにおいて有機酸が合成される反応経路の名称をそれぞれあげよ。
- 問 6 下線部 b のような生物間の一連のつながりを何というか。
- 問 7 ヒトはタンパク質の分解で生じる有害な NH_4^+ を無害な成分に変えて排出している。これに関する肝臓と腎臓のはたらきについて述べよ。

IV アフリカのタンガニカ湖には、さまざまな種類のシクリッドと呼ばれる淡水魚が生息している。それらは、a湖内のいろいろな環境に応じて、また種間での相互作用によって、非常に多様な習性を持つ 300 以上の種に分かれている。そのうちの一種「ペリソダス・ミクロレピス」は、生きている魚のウロコのみを食べる習性を持つことが知られている。この魚には図のように、獲物の「左側の」ウロコのみを食べる個体(左利き)と、「右側の」ウロコのみを食べる個体(右利き)がいる。左利きでは、口が右向きに曲がっており、右利きでは口が左に曲がっている(図)。この「利き」の遺伝様式を調べるため、野外から採集した個体を用いた交雑実験が行われた。右利き同士を交雑すると、生まれる子はすべて右利きであった。右利きと左利きを交雑すると、右利きの子と左利きの子が 1 : 1 で生まれた。左利き同士を交雑して生まれる子は、左利き : 右利き = 2 : 1 であった。また、この交雑で生まれた左利き同士を交雑しても、左利き : 右利き = 2 : 1 であった。これらの比は、複数の異なる個体で実験を繰り返しても常に同じであった。この交雑における左利き・右利きの対立遺伝子をそれぞれ L・R とすると、右利きの遺伝子型は (1) であり、左利きは (2) であると推測できる。このとき左利き同士の交雑では、遺伝子型 (3) の子はふ化前に死んでしまうため存在しないと考えられる。これは、この遺伝子が「利き」の決定に関わると同時に (4) の (5) 遺伝子であることを示している。タンガニカ湖において、bこの魚の右利きと左利きの比は 4 : 6 から 6 : 4 の範囲で周期的に変動しており(平均すると右利き : 左利き = 1 : 1)、この状態は長期にわたって保たれている。以下の設問に答えよ。

- 問 1 下線部 a のように、共通祖先を持つ特定の生物群が多様な環境に適応して分化することを何というか。
- 問 2 この魚では、どちらの利きが優性か答えよ。
- 問 3 (1) ~ (5) の空欄に適切な語句を入れよ。
- 問 4 下線部 b について、左利きの割合が右利きの割合より高くなると、被食者は左からの捕食をより警戒するようになる。その結果、時間が経過すると左利きの割合はどう変化すると考えられるか。
- 問 5 下線部 b の現象が生じる理由について、被食者は体のどちら側を攻撃されるかを学習できると仮定して説明せよ。

