

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第 1 問 ニューロンの興奮と筋肉の収縮に関する次の文章を読み、下の問い (問 1～4) に答えよ。

ニューロンが静止状態の場合は、細胞の内側と外側でナトリウムイオンとカリウムイオンの濃度差が生じている。その結果、細胞膜の外側は電氣的に (ア) になり、内側は逆に電氣的に (イ) になっている、細胞膜の外側と内側とで 60～70mV の電位差がある。この静止状態のニューロンの軸索に閾値以上の刺激を与えると、その部位の電位が瞬間的に逆転して (ウ) が発生する。これがニューロンの興奮である。

骨格筋の収縮は、運動神経の興奮が筋肉へと (エ) されることで起こる。興奮の (エ) では、神経終末において (オ) からアセチルコリンが分泌され、筋繊維にある受容体に結合して筋細胞の興奮を引き起こす。いま、カエルのふくらはぎの筋肉と坐骨神経 (運動神経) の神経筋標本をつくり、運動神経に閾値以上の単一の電気刺激を与え、筋肉の収縮に要する時間を測定した。その結果、筋肉から 0.50 cm 離れた A 点を刺激すると 3.0 ミリ秒後に筋肉が収縮した。また 6.5 cm 離れた B 地点を刺激すると 6.0 ミリ秒後に筋肉が収縮した。

問 1 (ア)～(オ)に入る最も適切な語句を答えよ。

問 2 下線部①と②に関して、それぞれの電位の発生にはイオンの受動輸送が関与している。そのはたらきを担う膜タンパク質の名称をそれぞれ答えよ。さらに、下線部②の後に電位が戻るときには、①のととき同一の膜タンパク質がはたらくか、それとも別の膜タンパク質がはたらくか。同一の場合は○を、異なる場合は×を解答欄に記入せよ。

問 3 下線部③に関して、次の (a)～(c) の問いに答えよ。

- (a) この運動神経の興奮が軸索上を伝わる速度 (m/秒) を求めよ。
- (b) 運動神経の興奮が筋肉の接合部に伝わった後、筋肉が収縮し始めるまでに要する時間は何ミリ秒になるか求めよ。
- (c) 運動神経上の C 点に電気刺激を与えたところ、9.0 ミリ秒後に筋肉が収縮した。BC 間の距離は何 cm になるか求めよ。

- (ア) ①・③・⑩ (イ) ②・⑦・⑪ (ウ) ②・⑨・⑫ (エ) ②・⑤・⑭
- (オ) ①・④・⑧ (カ) ③・⑥・⑩ (キ) ③・⑥・⑪ (ク) ③・⑦・⑭
- (ケ) ④・⑥・⑨ (コ) ④・⑥・⑫ (サ) ⑤・⑥・⑫ (シ) ⑤・⑨・⑫

問 4 ウニの受精に関する次の過程 ⑬～⑯ が進行する順序として正しいものを、下の (ス)～(ナ) から 1 つ選んで記号で答えよ。

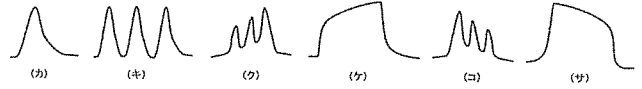
- ⑬ 表層反応が起こる。 ⑭ 卵黄膜 (卵膜) を通過する。 ⑮ 先体反応が起こる。
- ⑯ ゼリー層を通過する。 ⑰ ゼリー層を形成する。

- (ス) ⑬→⑭→⑯→⑰ (セ) ⑬→⑭→⑰→⑯ (ソ) ⑯→⑭→⑯→⑰
- (タ) ⑯→⑭→⑯→⑰ (チ) ⑯→⑰→⑭→⑯ (ツ) ⑭→⑯→⑰→⑯
- (テ) ⑭→⑯→⑰→⑯ (ト) ⑭→⑯→⑰→⑯ (ナ) ⑯→⑰→⑭→⑯

問 5 ある動物において、受精後の DNA、mRNA、tRNA、および rRNA の合成速度を調べたところ、DNA の合成速度は受精後に急激に増加し、その後徐々に低下した。一方、卵割が進行している間は RNA の合成は認められず、胞胚期になって mRNA、次いで tRNA の合成が活発となり、その後 rRNA の合成速度が高まった。こうした変化が生じた理由として正しいと思われるものを、次の (ニ)～(マ) の記述からすべて選んで記号で答えよ。

- (ニ) 卵割が進行している間は DNA の複製が起こらない。
- (ヌ) 卵割が進行している間の複製には、細胞質に蓄えられた mRNA が使われる。
- (ネ) 卵割が進行している間の複製には、細胞質に蓄えられた tRNA が使われる。
- (ノ) 卵割が進行している間は転写が起こらない。
- (ハ) 卵割が進行している間は翻訳が起こらない。
- (ヒ) 卵割が進行している間の翻訳には、細胞質に蓄えられた mRNA が使われる。
- (フ) 卵割が進行している間の翻訳には、細胞質に蓄えられた tRNA が使われる。
- (ヘ) DNA の複製は、卵割が終わり、胚の細胞の大きさが成体の体細胞と同じくらい

問 4 新鮮な神経筋標本の運動神経に短い間隔で繰り返し電気刺激を与えたところ、持続的な強い収縮がみられた。このときの筋肉の収縮曲線の記録として最も適当なものを次の (カ)～(サ) から選んで記号で答えよ。なお、縦軸は収縮の強さ、横軸は時間を示す。



第 2 問 生殖と発生に関する次の問い (問 1～5) に答えよ。

問 1 雌雄の区別がある生物の多くは、性染色体という性を決定する染色体をもつ。雌が 2 種類の性染色体をもつ雌ヘテロ型の性決定様式を特に何とよぶか。

問 2 ヒトと同じ様式で性が決定される動物を次の (a)～(e) からすべて選んで記号で答えよ。

- (a) キイロショウジョウバエ (b) トノサマバッタ (c) ニワトリ
- (d) カイコガ (e) ミノガ

問 3 次の動物の配偶子形成に関する ①～⑪ の用語や記述を組み合わせた (ア)～(シ) の中で、最も適当なものはどれか。(ア)～(シ) から 1 つ選んで記号で答えよ。

- ① 精子形成 ② 卵形成 ③ 極体 ④ 始原生殖細胞 ⑤ ろ胞細胞
- ⑥ 発生の過程で生殖器官に移動し、卵や精子などをつくるおおもとの細胞
- ⑦ 卵形成における減数分裂の第一分裂、第二分裂で生じる小さい細胞
- ⑧ 精子形成における減数分裂の第一分裂、第二分裂で生じる細胞
- ⑨ 卵や卵母細胞を取り巻いている細胞 ⑩ 体細胞 (2n) ⑪ 生殖細胞 (n)

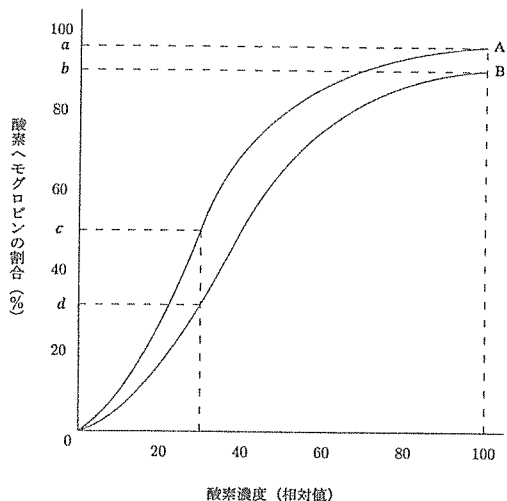
になると活発になる。

(ホ) 転写は、卵割が終わり、胚の細胞の大きさが成体の体細胞と同じくらいになると活発になる。

(マ) 転写は、胚の細胞の大きさが成体の体細胞よりも大きい時に活発である。

第 3 問 血液とその循環に関する次の問い (問 1～5) に答えよ。

問 1 下の図は一般的に何とよばれるグラフか。



問 2 二酸化炭素濃度が高いときのグラフは A、B のどちらか記号で答えよ。ただし、温度や気圧の条件は同じものとする。

問 3 (1) 肺胞での酸素ヘモグロビンの割合、(2) 末梢組織での酸素ヘモグロビンの割合を a～d からそれぞれ選んで記号で答えよ。

問 4 肺胞での酸素ヘモグロビンが末梢組織で離す酸素の割合を (ア)～(シ) から選んで記号で答えよ。

(ア)  $a-c$  (イ)  $a-d$  (ウ)  $b-c$  (エ)  $b-d$  (オ)  $\frac{a-c}{a} \times 100$

(カ)  $\frac{a-c}{c} \times 100$  (キ)  $\frac{a-d}{a} \times 100$  (ク)  $\frac{a-d}{d} \times 100$  (ケ)  $\frac{b-c}{b} \times 100$

(コ)  $\frac{b-c}{c} \times 100$  (サ)  $\frac{b-d}{b} \times 100$  (シ)  $\frac{b-d}{d} \times 100$

問 5 次の (1)～(6) はヒトの血液とその循環に関する記述である。記述 a、b の組み合わせについて、両方とも正しいものにはア、a のみが正しいものにはイ、b のみが正しいものにはウ、両方とも誤っているものにはエ、とそれぞれ答えよ。

- (1) a. ヘモグロビンが酸素と結合したときは暗赤色を呈する。  
b. ヘモグロビンが酸素と結合していないときは鮮紅色を呈する。
- (2) a. 酸素は赤血球膜の脂質二重層を通り能動輸送される。  
b. 赤血球の直径は約 8 nm である。
- (3) a. 肝門脈は消化管と肝臓をつなぐ動脈である。  
b. 肝門脈において血液は消化管から肝臓に向かって流れる。
- (4) a. 血しょうは血液の重さの約 55% を占めている。  
b. 二酸化炭素は血しょうによって肺まで運ばれる。
- (5) a. 太い静脈には血液の逆流を防ぐ弁がある。  
b. 空腹時の血糖量は血液 100 mL あたり 10 mg 程度である。
- (6) a. 赤血球の寿命は約 4 か月である。  
b. 古くなった赤血球を壊すはたらきを担っている臓器は脾臓である。