

I a 生物 問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は12ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～Vとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきらずにきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

I. 次の文1～4の空所(イ)～(ヨ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

1. 動物体内の組織と組織の間であって、骨のようにからだを支えたり、骨と筋肉をつなぐ(イ)のように組織どうしを結合したりする組織を結合組織という。皮膚の真皮に含まれる繊維芽細胞は(ロ)と呼ばれる繊維状タンパク質などを分泌し、結合組織を形成する。硬骨では、細胞がおもに(ハ)を細胞外に沈着させて、硬い結合組織を作り出している。
2. 植物が光のエネルギーを使って二酸化炭素と水から合成したデンプンは、ヒトの(ニ)内でアミラーゼによって麦芽糖に分解される。アミラーゼは(ホ)中にも含まれている。麦芽糖は(ヘ)によってグルコースに分解され、(ニ)で吸収される。
3. 外耳道を伝わってきた音波は、(ト)で増幅されて内耳のうずまき管に伝えられる。この振動がうずまき管内の(チ)を伝わって基底膜を振動させると、その上にある(リ)の聴細胞に振動に応じた興奮が生じる。聴細胞は(ヌ)をもつ細胞であり、おおい膜(蓋膜)に触れている(ヌ)がひずみを受けると聴細胞が興奮し、その情報が聴神経によって大脳に伝わる。
4. 植物の花の色は、(ル)と呼ばれる細胞小器官に含まれる橙色や黄色の(ヲ)と総称される色素や、(ワ)と呼ばれる細胞小器官に含まれ、橙色や赤色から紫色や青色にいたるまで多彩な色を示す(カ)という色素に基づいていることが多い。(ル)や葉緑体は、植物の組織に応じて共通の細胞小器官から分化して生じ、まとめて(ヨ)と呼ばれる。(ワ)は成熟した植物細胞では大きく発達するが、若い植物細胞や動物細胞では未発達である。

II. 次の文を読み、下記の設問1～7に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

ヒトの血液は液体成分の血しょうと、有形成分の赤血球・白血球・血小板からなる。血しょうの主成分は水で、それにグルコース、脂質、タンパク質、無機塩類などが溶けている。正常なヒトの血しょうに占めるグルコース、タンパク質、無機塩類の割合（質量%）を、多い順にならべると（イ）となる。ヒトの赤血球は、ヘモグロビン¹⁾という色素タンパク質を含む中央のくぼんだ円盤形の細胞で、肺で取り入れた酸素¹⁾を全身へ供給する。白血球には好中球、好酸球、好塩基球やリンパ球、マクロファージなど多くの種類がある。好中球やマクロファージは、体内に侵入した細菌やその他の異物を取り込んで消化する。Bリンパ球は異物（抗原）と特異的に結合する抗体を作り、血しょう中に分泌する。抗原²⁾は抗体と特異的に結合し、処理される。血小板は血液の凝固に関係する。凝固反応³⁾は、血しょうに含まれるタンパク質と、血小板や赤血球・白血球などの細胞成分が複雑にからまりあって凝固物を形成する反応で、その結果、傷口はふさがれる。正常なヒトの赤血球、白血球、血小板の 1 mm^3 あたりの数を多い順にならべると（ロ）で、大きさの平均値を大きい順に並べると（ハ）となる。

1. 文中の空所(イ)にあてはまる内容としてもっとも適当なものを、次の a～f から1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. タンパク質>グルコース>無機塩類
- b. タンパク質>無機塩類>グルコース
- c. グルコース>タンパク質>無機塩類
- d. グルコース>無機塩類>タンパク質
- e. 無機塩類>タンパク質>グルコース
- f. 無機塩類>グルコース>タンパク質

2. ヒトの血しょうと血清を比べた場合、含量が大きく異なるタンパク質は何か。次の a～e から1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 免疫グロブリン
- b. ケラチン
- c. ヘモグロビン
- d. アルブミン
- e. フィブリノーゲン

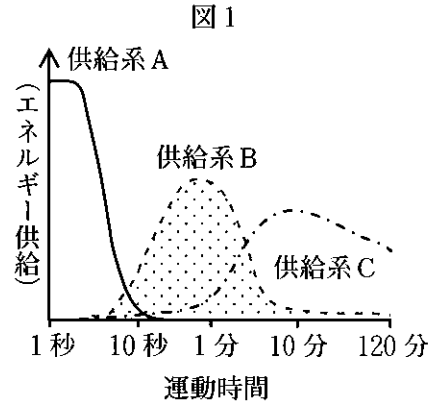
3. ヒトの赤血球, 白血球, 血小板に関する記述としてもっとも適当なものを, 次の a ~ f から 1 つ選び, その記号をマークせよ。
- a. 赤血球には核がないが, 白血球と血小板には核はある。
 - b. 赤血球と白血球には核はないが, 血小板には核がある。
 - c. 赤血球と血小板には核はないが, 白血球には核がある。
 - d. 赤血球には核があるが, 白血球と血小板には核はない。
 - e. 赤血球と白血球には核はあるが, 血小板には核がない。
 - f. 赤血球と血小板には核はあるが, 白血球には核がない。
4. 文中の下線部 1) のヘモグロビンに含まれる金属元素の元素名をしるせ。
5. 文中の下線部 2) において, 抗原と抗体の集合体を処理するしくみを 1 行でしるせ。
6. 文中の下線部 3) に関する次の問 i・ii に答えよ。
- i. 血液凝固反応に必要とされる金属イオンのイオン名をしるせ。
 - ii. 血液を冷却すると凝固反応が遅くなる。その理由を 1 行でしるせ。
7. 文中の空所(ロ)・(ハ)それぞれにあてはまる内容としてもっとも適当なものを, 次の a ~ f から 1 つずつ選び, その記号をマークせよ。
- a. 赤血球 > 白血球 > 血小板
 - b. 赤血球 > 血小板 > 白血球
 - c. 白血球 > 血小板 > 赤血球
 - d. 白血球 > 赤血球 > 血小板
 - e. 血小板 > 白血球 > 赤血球
 - f. 血小板 > 赤血球 > 白血球

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～6に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

神経からの興奮が筋繊維に伝えられると骨格筋は収縮し、やがて弛緩する。骨格筋の収縮は、筋原繊維の2種類のフィラメント間の滑り運動にもとづいている。

ヒトにおける筋肉の活動のエネルギー源はATPである。図1に示すように、陸上競技では、ATPは運動時間に応じて3種類の異なった供給系から供給されている。約10 m/秒の速度で疾走する100メートル走では、スタート直後

は、貯蔵ATPと供給系Aから得られるATPをエネルギー源として用いる。その後は、主に供給系Bにより、筋肉に蓄えられたグリコーゲンを材料として得られるATPを用いる。走行中にグリコーゲンから生じた疲労物質である(イ)は、走行後に再びグリコーゲンに変換される。



マラソンでは、利用可能なエネルギー源として(ロ)に蓄えられたグリコーゲンが筋肉のグリコーゲンを補う働きをする。しかし、これだけでは、競技に必要な多量のATPを賄うには充分ではなく、体内に蓄えられた(ハ)を材料とした供給系Cから大部分のATPを得ている。この供給系CからのATPの生成はホルモンにより調節されている。激しい運動により血糖値が<あ>になるとインスリンに対するグルカゴンの比が<い>くなり、その結果(ハ)からの(ニ)の生成が増加する。生じた(ニ)は、酸化反応によりC2化合物(活性酢酸)に変換されたのちクエン酸回路に入りATP合成に使用される。

- 文中の空所(イ)～(ニ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
- 図1のエネルギー供給系A-B-Cの組み合わせとしてもっとも適当なものを次のa～fから1つ選び、その記号をマークせよ。
 - クエン酸回路 — 好気呼吸 — 解糖
 - 解糖 — クレアチンリン酸 — クエン酸回路
 - 好気呼吸 — 解糖 — クレアチンリン酸
 - クレアチンリン酸 — 解糖 — 好気呼吸
 - クレアチンリン酸 — 好気呼吸 — 解糖
 - 好気呼吸 — クエン酸回路 — 解糖

3. 文中の空所〈あ〉・〈い〉それぞれにあてはまる語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、次の a～d から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

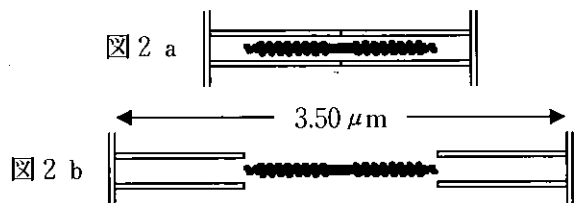
- a. 〈あ〉 高 〈い〉 高 b. 〈あ〉 低 〈い〉 高
c. 〈あ〉 高 〈い〉 低 d. 〈あ〉 低 〈い〉 低

4. 文中の下線部 1) の収縮・弛緩を調節している機構の説明としてもっとも適当なものはどれか。次の a～d から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 筋繊維の細胞膜の興奮が T 管をへて筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられ、筋小胞体が細胞質基質から能動的に Ca^{2+} を取り込むと筋肉は収縮し、興奮が終わると Ca^{2+} の大部分は受動的に筋小胞体から細胞質基質に放出され、筋肉は弛緩する。
b. 筋繊維の細胞膜の興奮が T 管をへて筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられ、筋小胞体から細胞質基質に受動的に Ca^{2+} が放出されると筋肉は収縮し、興奮が終わると Ca^{2+} の大部分は能動的に筋小胞体に取り込まれ、筋肉は弛緩する。
c. 筋繊維の細胞膜の興奮が Z 膜をへて筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられ、筋小胞体が細胞質基質から能動的に Ca^{2+} を取り込むと筋肉は弛緩し、興奮が終わると Ca^{2+} の大部分は受動的に筋小胞体から細胞質基質に放出され、筋肉は収縮する。
d. 筋繊維の細胞膜の興奮により筋原繊維が興奮し、その興奮が筋原繊維を取りかこむ筋小胞体に伝えられるとそこから細胞質基質に受動的に Ca^{2+} が放出されて筋肉は弛緩し、興奮が終わると Ca^{2+} の大部分は能動的に筋細胞外に放出され、筋肉は収縮する。

5. 文中の下線部 2) の機構により筋繊維は収縮する。図 2 a は、細いフィラメント間には重なりがなく、それらのフィラメントの先端同士が接触した収縮状態におけるサルコメアを模式的に示している。一方、図 2 b は、その長さが $3.50 \mu\text{m}$ で弛緩状態にあるサルコメアを示しており、その弛緩状態においては、太いフィラメントと細いフィラメントが相互に重ならず、また、それらのフィラメントの先端の間に隙間がない。次の問 i・ii に答えよ。

- i. 図 2 a に示した収縮状態にあるサルコメアから構成された筋原繊維の明帯の長さは $0.40 \mu\text{m}$ であった。筋原繊維の暗帯の長さ (μm) を求めよ。



ii. 図 2 b の弛緩状態にあるサルコメアが図 2 a の状態に収縮するのに 0.31 秒かかった。弛緩時の長さが 24.5 cm の筋繊維があり、その全長にわたってこのサルコメアが均一に連なっていると仮定したとき、この筋繊維の収縮速度 (cm/秒) を求めよ。

6. 文中の下線部 3) の酸化反応で、8 分子の C 2 化合物 (活性酢酸) が生じた。それらの C 2 化合物の炭素が完全に二酸化炭素に酸化されたとき、その過程で生じる水素 [H] の個数を求めよ。

IV. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

ある植物の花の色は、2つの遺伝子AとBに支配されている。Aは青色になる色素原を作る酵素の遺伝子で、Bは色素原を青色の色素に変える酵素の遺伝子である。A、Bの対立遺伝子であるa、bはそれぞれの酵素を合成する能力をもたない。遺伝子Aまたはaと、Bまたはbは異なった染色体上に存在し、Aはaに対して、Bはbに対してそれぞれ優性である。遺伝子型aaBBの白花の系統と、遺伝子型AAbbの白花の系統を交配したところ、 F_1 はすべて青花であった。この F_1 を自家受精した F_2 では、青花と白花が〈あ〉の割合であった。これは、遺伝子Aと遺伝子Bがそろった場合にのみ青花になるため、このような関係の遺伝子を（イ）遺伝子という。

雌雄が分かれている多くの生物には、性を決定する性染色体が存在する。性染色体は雄と雌で形や数が異なっている場合がある。性染色体は雄ヘテロ型と雌ヘテロ型があり、雄ヘテロ型はXY型とXO型に、雌ヘテロ型は（ロ）型とZO型に分けられる。雌ヘテロ型は受精の際に、（ハ）が持つ性染色体の種類によって性が決定される。性染色体に存在する遺伝子による遺伝は伴性遺伝と呼ばれ、雌雄の組合せを変えて交配すると、形質の現れ方が雌雄で異なってくる。伴性遺伝の例として、ヒトの赤緑色覚異常や（ニ）の原因遺伝子、キイロショウジョウバエの眼色の遺伝子が知られている。キイロショウジョウバエの性の決定様式はXY型であり、優性の赤眼遺伝子Wと劣性の白眼遺伝子wはX染色体に存在する。雄では、白眼の遺伝子wがX染色体にあれば表現型は白眼になるが、雌では、両方のX染色体に白眼の遺伝子があるwwの場合のみ白眼になる。

1. 文中の空所(イ)～(ニ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。
2. 文中の空所〈あ〉にあてはまる青花と白花の比を整数でしるせ。
3. 文中の下線部 F_2 に関する次の問i～iiiに答えよ。
 - i. F_2 の青花において、出現率が等しくなる遺伝子型をすべてしるせ。
 - ii. F_2 の青花を自家受精した場合の青花と白花の比を整数でしるせ。なお、現れない表現型の比率は0とせよ。
 - iii. F_2 の白花を自家受精した場合の青花と白花の比を整数でしるせ。なお、現れない表現型の比率は0とせよ。

4. 性の決定様式として、[(i) XO型]—[(ii) XY型]の様式を持つ動物の正しい組み合わせを、次のa～fから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. [(i) ニワトリ] — [(ii) トノサマバッタ]
- b. [(i) ニワトリ] — [(ii) ハツカネズミ]
- c. [(i) ハツカネズミ] — [(ii) ニワトリ]
- d. [(i) ハツカネズミ] — [(ii) トノサマバッタ]
- e. [(i) トノサマバッタ] — [(ii) ニワトリ]
- f. [(i) トノサマバッタ] — [(ii) ハツカネズミ]

5. キイロショウジョウバエのある集団では、雄の中で、白眼になる劣性遺伝子を持つ個体の割合は1.00%である。雌の性染色体にも白眼になる劣性遺伝子が同じ割合で分布している場合、雌の中で、白眼になる劣性遺伝子を持つ赤眼の個体の割合(%)を有効数字3桁でしるせ。

V. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

高等植物では、葉で同化された物質は師管を通って植物体の各部へ運ばれる。一方、根から吸収された水や¹⁾無機塩類は道管を²⁾通って地上部へ送られる。葉の表皮は水蒸気を通しにくい(イ)層でおおわれており、水分の放出は主に気孔を通して行われる。このように植物体の内部の水が水蒸気として放出される現象を(ロ)という。気孔は2個の孔辺細胞で囲まれているすき間であり、その開閉は様々な環境条件や植物ホルモンによって調節されている。たとえば、日照があり多湿のときは気孔が開く。その仕組みは以下のとおりである。この環境条件では、まわりの細胞から孔辺細胞内にカリウムイオンが流れ込んだり、孔辺細胞内で有機酸の合成が起きたりして、孔辺細胞内の(ハ)圧が<あ>。その結果、吸水が促され、孔辺細胞内の(ニ)圧が<い>。孔辺細胞の細胞壁は気孔に面した側が<う>ため、細胞壁が気孔の反対側に押しひろげられて気孔が開く。また、植物が乾燥状態になると、植物ホルモンの1種である(ホ)の葉における量が増加する。これが孔辺細胞に作用すると(ハ)圧が<え>。その結果、吸水力が低下し、孔辺細胞内の(ニ)圧が<お>ことになり、その結果、気孔が閉じる。

1. 文中の空所(イ)～(ホ)それぞれにあてはまるもっとも適当な語句をしるせ。

2. 文中の空所<あ>～<お>それぞれにあてはまる語句の組み合わせとして正しいものを次のa～hから1つ選び、その記号をしるせ。

- a. <あ>増加する <い>増加する <う>厚い <え>減少する <お>減少する
- b. <あ>増加する <い>減少する <う>厚い <え>減少する <お>増加する
- c. <あ>減少する <い>増加する <う>厚い <え>増加する <お>減少する
- d. <あ>減少する <い>減少する <う>厚い <え>増加する <お>増加する
- e. <あ>増加する <い>増加する <う>薄い <え>減少する <お>減少する
- f. <あ>増加する <い>減少する <う>薄い <え>減少する <お>増加する
- g. <あ>減少する <い>増加する <う>薄い <え>増加する <お>減少する
- h. <あ>減少する <い>減少する <う>薄い <え>増加する <お>増加する

3. 文中の下線部 1) に関して、葉で同化されて生じた炭水化物は主としてどのような物質として運ばれるか、その化合物名をしるせ。
4. 文中の下線部 2) のような条件の時に気孔が開くことにはどのような生物学的な意味があると考えられるか。その意味を 1 行でしるせ。
5. 図 1 は双子葉植物の茎の断面と形成層を、図 2 は双子葉植物の葉の断面を示している。次の問 i ~ iii に答えよ。
- i. 形成層の役割は何か。その役割を 1 行でしるせ。
- ii. 双子葉植物の茎の断面と葉の断面における、師管が含まれる師部と、道管が含まれる木部の位置を解答用紙の図の中にそれぞれ図示せよ。ただし、師部を○で、木部を○で表し、互いの位置関係がはっきりとわかるように図示すること。茎と葉には複数の師部と木部があるが、図示するのはそれぞれ 1 つずつとすること。

図 1 茎

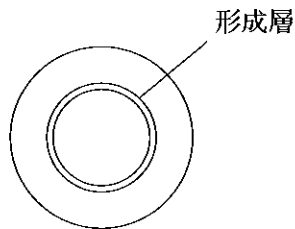


図 2 葉



- iii. 茎の内部構造を観察する際、木部の染色に用いる色素としてもっとも適当なものを、次の a ~ e から 1 つ選び、その記号をしるせ。
- a. ヨウ素ヨウ化カリウム溶液
- b. インジゴカーミン溶液
- c. ライトグリーン溶液
- d. サフラニン溶液
- e. メチレンブルー溶液

【以下余白】