

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 異化と筋収縮に関する次の文章を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 28)

筋収縮の直接のエネルギー源はアATPであり、ATPは筋細胞(筋繊維)における異化により合成される。図1は、筋細胞に含まれる多糖類である の分解で生じるグルコースを基質とした場合の呼吸経路を模式的に示したものである。

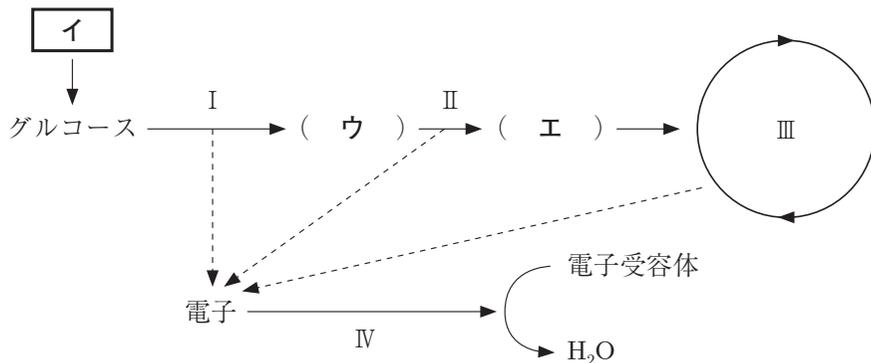


図 1

問1 下線部アのATPに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 1分子のATPには、高エネルギーリン酸結合が2カ所含まれる。
- ② ATPのもつエネルギーは、酵素ATPアーゼの促す反応により取り出される。
- ③ ATPを構成する糖は、DNAを構成するヌクレオチドにも含まれている。
- ④ ATPを構成する塩基は、RNAを構成するヌクレオチドにも含まれている。

問2 前ページ文章中の **イ** に当てはまる多糖類の名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **2**

- ① グリコーゲン ② セルロース ③ デンプン ④ ラクトース

問3 図1の経路Iは解糖系である。解糖系に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

- ① ミトコンドリアで進行する。
 ② 1分子のグルコース当たり、差し引き2分子のATPが合成される。
 ③ 脱水素反応と脱炭酸反応が繰り返される。
 ④ 酸素のないときには進行せず、酸素があるときにのみ進行する。

問4 図1の経路IIとIIIはクエン酸回路である。図1の(ウ)と(エ)に当てはまる物質名の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

- | | ウ | エ |
|---|-------|---------|
| ① | 乳酸 | クエン酸 |
| ② | 乳酸 | オキサロ酢酸 |
| ③ | 乳酸 | アセチルCoA |
| ④ | ピルビン酸 | クエン酸 |
| ⑤ | ピルビン酸 | オキサロ酢酸 |
| ⑥ | ピルビン酸 | アセチルCoA |

生物基礎・生物

問5 解糖系とクエン酸回路で生じた電子は、ミトコンドリアで進行する経路Ⅳの電子伝達系に運ばれ、ATP合成に利用される。電子伝達系に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 解糖系やクエン酸回路で生じた電子は、NADPHやFADH₂のかたちで電子伝達系に運ばれる。
- ② 内膜の電子伝達系に渡された電子がタンパク質複合体を受け渡しされる際に、内膜を境にした水素イオンの濃度勾配が形成される。
- ③ 水素イオンが濃度勾配に従って、マトリックス側から内膜と外膜の間に移動するときのエネルギーを利用してATPが合成される。
- ④ 電子伝達系を流れた電子を最終的に受け取る電子受容体は二酸化炭素である。

問6 骨格筋の収縮の仕組みに関する次の文章中の空欄 オ ～ ク に当てはまる語として最も適当なものを、下の語群①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

オ 6 カ 7 キ 8 ク 9

運動神経末端から分泌される オ が筋細胞膜の受容体に結合すると、カ イオンが筋細胞内に流入する。その結果、筋細胞が興奮すると、筋小胞体から キ イオンが筋細胞質に放出され、アクチンフィラメントに埋め込まれている ク と結合してアクチンとミオシン頭部が結合できるようになる。そして、ミオシン頭部によりATPが分解されて生じたエネルギーを用い、ミオシンフィラメントがアクチンフィラメントをたぐり寄せ、筋収縮が起こる。

- ① カルシウム ② トロポニン ③ ノルアドレナリン
- ④ カリウム ⑤ ナトリウム ⑥ アドレナリン
- ⑦ トロポミオシン ⑧ チューブリン ⑨ アセチルコリン

問7 図2は、サルコメア(筋節)の長さ(μm)と張力(%)の関係を示したものである。下の問い(1)・(2)に答えよ。

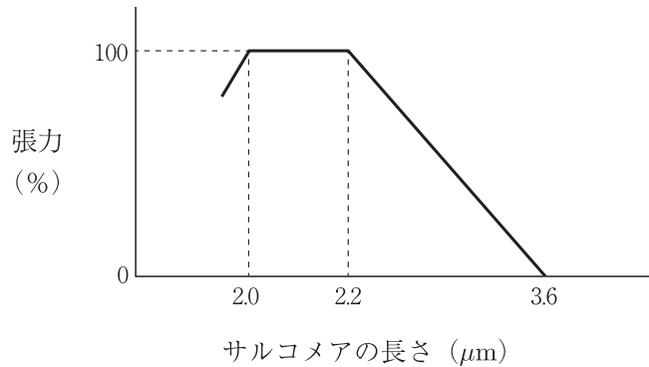


図 2

(1) アクチンフィラメント1本の長さ(μm)として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 10

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.2 | ② 1.0 | ③ 1.1 | ④ 1.4 |
| ⑤ 1.6 | ⑥ 2.5 | ⑦ 2.6 | ⑧ 3.4 |

(2) ミオシンフィラメント1本の長さ(μm)として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 11

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| ① 0.2 | ② 1.0 | ③ 1.1 | ④ 1.4 |
| ⑤ 1.6 | ⑥ 2.5 | ⑦ 2.6 | ⑧ 3.4 |

問3 図1は、増幅したい2本鎖DNA断片の一方のDNA鎖の塩基配列(一部略)を示したものである。この2本鎖DNAの増幅に際し、DNA断片の各末端から21塩基のプライマーを2種類設計した。各プライマーの5'末端側の8塩基として適当なものを、下の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

5' ACGGTATGCGATAT …… (略) …… GCGCTTAACTAGGC 3'

図 1

- | | |
|------------------|------------------|
| ① 5' ACGGTATG 3' | ② 5' TGCCATAC 3' |
| ③ 5' GTATGGCA 3' | ④ 5' CATACCGT 3' |
| ⑤ 5' AACTAGGC 3' | ⑥ 5' CGGATCAA 3' |
| ⑦ 5' TTGATCCG 3' | ⑧ 5' GCCTAGTT 3' |

問4 PCR法によるDNAの増幅効率が100%であるとし、「℃ → ℃ → ℃」のサイクルを10回繰り返した場合、DNAは何倍に増幅されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。倍

- ① 10 ② 20 ③ 2×10^{10} ④ 2^{10}

生物基礎・生物

B DNAにおける特異的な塩基配列を認識し、そこを切断する酵素を制限酵素といい、遺伝子組換えなどバイオテクノロジーのさまざまな場面で利用されている。

問5 ある生物のゲノムを解析した結果、この生物がもつDNAは400万塩基対からなることがわかった。このDNAにある特異的な6塩基対を認識する制限酵素Eを作用させるとおよそいくつのDNA断片が得られると予想されるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、生物のゲノムには4種類の塩基が等しい頻度で含まれ、その配列はランダムであるものとする。

6

① 1000

② 2000

③ 17000

④ 34000

⑤ 160000

⑥ 320000

C **オ** マウスは、ある特定の遺伝子や遺伝子の候補となるDNA領域を人為的に機能しないようにした遺伝子改変マウスである。ある遺伝子Gの**オ** マウスの作製法の一例を次に示す。

- (1) まず遺伝子組換え操作により、一对の相同染色体上に存在する遺伝子Gの片方を破壊した**カ**ES細胞を作製する。このES細胞は毛色が黒色となる純系マウスから得られたものである。
- (2) (1)のES細胞を、毛色が白色の純系マウスの**キ**の内部細胞塊に注入し、仮親の子宮で育て、生まれてきた個体の毛色が白色と黒色のまだらであった場合、このまだらマウスがキメラマウスである。
- (3) (2)のキメラマウスを正常なマウスと交配し、得られた子の中から、一对の遺伝子Gの片方が破壊された個体を遺伝子解析により選抜し、さらにそのような雌雄を交配すると、**オ** マウスが**ク** %の確率で得られる。ただし、遺伝子Gも毛色の遺伝子も、常染色体に独立して存在する遺伝子である。

問6 上の文章中の**オ**と**キ**に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。**7**

- | | オ | | キ |
|---|-----------|--|-----|
| ① | ノックアウト | | 受精卵 |
| ② | ノックアウト | | 胚盤胞 |
| ③ | トランスジェニック | | 受精卵 |
| ④ | トランスジェニック | | 胚盤胞 |

生物基礎・生物

問7 次に示した文章Ⅰ～Ⅳは、iPS細胞と下線部力のES細胞について、その作成法や特徴などを列挙したものである。この中からES細胞に当てはまるものを選び、それらをすべて含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 8

- Ⅰ 高い増殖能と分化能をもつ。
- Ⅱ 胚性幹細胞と呼ばれる細胞である。
- Ⅲ 体細胞に特定の遺伝子を導入し、培養・選別を行って樹立された。
- Ⅳ 細胞分化により特定の遺伝子群が発現するようになった核が初期化された細胞である。

- ① Ⅰ・Ⅱ ② Ⅰ・Ⅲ ③ Ⅰ・Ⅳ
- ④ Ⅱ・Ⅲ ⑤ Ⅱ・Ⅳ ⑥ Ⅲ・Ⅳ

問8 前ページの文章中の ク に当てはまる数値として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 9 %

- ① 25 ② 40 ③ 50 ④ 60 ⑤ 75

第3問 植物の系統や生殖および植物生理に関する次の文章(A～C)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 25)

A ア 陸上植物のうち被子植物は、土壌中の水分を主に根の根毛から吸収し、道管を介して植物体の各組織に供給する。また、その水分の一部は、葉で イ 二つの孔辺細胞に囲まれた間隙である気孔から大気中へ放出される。

問1 下線部アに関して、陸上植物はコケ植物・シダ植物・裸子植物・被子植物の四つに大別される。次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) コケ植物とシダ植物に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① コケ植物には維管束がないが、シダ植物には維管束がある。
- ② 通常見かける植物体は、コケ植物では孢子体、シダ植物では配偶体である。
- ③ コケ植物の配偶体は雌雄別株であるが、シダ植物の配偶体は雌雄同株である。
- ④ スギゴケはコケ植物であるが、クラマゴケはシダ植物である。

(2) 雄性配偶子が精子である裸子植物として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① イチョウ ② マツ ③ ミズナラ ④ ガジュマル

(3) 被子植物の生殖に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 受精が行われた場合だけでなく、行われなかった場合にも胚乳は形成される。
- ② 胚珠において、胚のう母細胞から胚のうが形成されるまでに、核分裂は5回行われる。
- ③ 花粉四分子の各細胞が体細胞分裂して花粉が生じるが、これは分裂で生じた細胞質の多い雄原細胞が細胞質の少ない花粉管細胞を取り込んだものである。
- ④ 花粉管の中にある二つの精細胞のうち、一つは卵細胞、もう一つは2個の助細胞と受精する。

問2 下線部イに関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 植物ホルモンのアブシシン酸がはたらくと、気孔は開く。
- ② 孔辺細胞の気孔に面した側の細胞壁は、その反対側の細胞壁より厚みが薄い。
- ③ 孔辺細胞の膨圧が高まると、気孔は閉鎖する。
- ④ 強光・高温のような環境条件の場合、気孔は開く。

生物基礎・生物

B 植物の光に対する応答を調べるため、次の**実験 1**～**5**を行った。

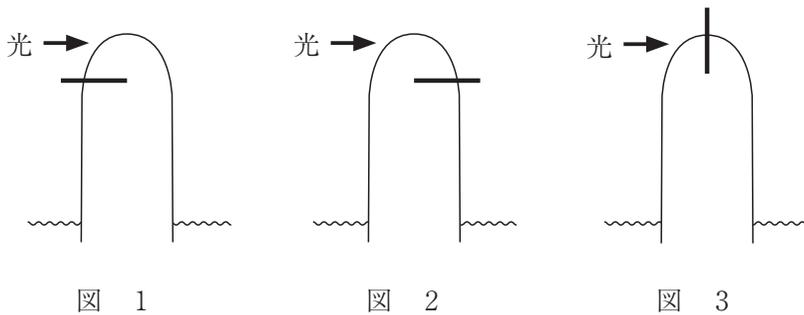
実験 1 暗所で育てたマカラスムギの幼葉鞘の先端に一方向から光を照射すると、ウ 光の照射側へ曲がって屈曲した。

実験 2 マカラスムギの先端に光を通さないキャップをかぶせた。

実験 3 雲母片を図 1 のようにマカラスムギの幼葉鞘の先端に差し込んだ。

実験 4 雲母片を図 2 のようにマカラスムギの幼葉鞘の先端に差し込んだ。

実験 5 雲母片を図 3 のようにマカラスムギの幼葉鞘の先端に差し込んだ。



問 3 下線部ウのような植物の運動と、この運動に関与する光受容体の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- | 運 動 | 光受容体 |
|--------|---------|
| ① 成長運動 | フォトトロピン |
| ② 成長運動 | ロドプシン |
| ③ 膨圧運動 | フォトトロピン |
| ④ 膨圧運動 | ロドプシン |

問4 実験1では正の光屈性が観察された。実験2～5のうち、実験1と同様、正の光屈性が観察される実験を過不足なく選んだものとして最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選べ。 6

- | | | | |
|-----------|-------|-----------|-------|
| ① 実験2 | ② 実験3 | ③ 実験4 | ④ 実験5 |
| ⑤ 実験2・実験3 | | ⑥ 実験2・実験4 | |
| ⑦ 実験2・実験5 | | ⑧ 実験3・実験4 | |
| ⑨ 実験3・実験5 | | ⑩ 実験4・実験5 | |

問5 実験1で観察された正の光屈性には、植物ホルモンのオーキシンが関係する。オーキシンに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① 細胞分裂を促進したり、老化を防止するはたらきももつ。
- ② 暗所に置かれたマカラスムギの根は正の重力屈性を示す。
- ③ オーキシンに対する感受性は、根よりも茎の方が高い。
- ④ オーキシンは、植物体の先端部から基部方向へ重力を利用して輸送される。

生物基礎・生物

- C 花芽形成について調べるため、長日条件で育てた植物Xの苗を用いて次の**実験1**～**4**を行った。ただし、花芽形成の様子は実験を開始した日から2週間後に調べた。

実験1 実験期間中、植物Xを連続して長日条件においた。

実験2 最初の一週間は植物Xを短日条件におき、その後、長日条件においた。

実験3 すべての葉を切除した植物Xを、実験期間中、連続して長日条件においた。

実験4 すべての葉を切除した植物Xを、最初の一週間は短日条件におき、その後長日条件においた。

これらの実験の結果、**実験2**だけで花芽の形成が観察された。

- 問6** 実験結果から、植物Xは花芽形成に関して短日植物と考えられる。短日植物の例として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

① キク ② セイヨウタンポポ ③ アブラナ ④ コムギ

- 問7** 花芽形成の仕組みに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 9

- ① 限界暗期が11時間の長日植物を、明期10時間・暗期14時間の明暗周期の下におくと、花芽が形成される。
- ② 限界暗期が11時間の長日植物を、明期10時間・暗期14時間で、暗期開始後7時間目に短時間赤色光を照射するという周期の下におくと、花芽が形成される。
- ③ 日長条件は茎で受容される。
- ④ 花芽形成を促す花成ホルモン(フロリゲン)は、葉で合成され、道管を介して芽に輸送される。

第4問 動物生理に関する次の各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 21)

問1 血糖濃度が低下した場合に分泌されるホルモンに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 標的細胞でのグリコーゲンの合成を促すアドレナリンが分泌される。
- ② 交感神経の刺激を受け、グルカゴンが分泌される。
- ③ 間脳視床下部から、副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンが分泌される。
- ④ 標的細胞でのタンパク質の糖化を促す糖質コルチコイドが分泌される。

問2 交感神経の神経伝達物質とそのはたらきの組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | 神経伝達物質 | はたらき |
|------------|----------|
| ① アセチルコリン | 瞳孔括約筋の収縮 |
| ② アセチルコリン | 瞳孔散大筋の収縮 |
| ③ ノルアドレナリン | 消化管活動の抑制 |
| ④ ノルアドレナリン | 消化管活動の促進 |

問3 健康なヒトの腎臓の機能を調べるため、多糖類のインスリンを静脈注射した。インスリンは体内では利用されず、**ア** から **イ** にろ過された後、**ウ** から毛細血管に再吸収されずに尿中に排出される物質である。表1は、インスリンの静脈注射後の血しょう・原尿・尿に含まれる4種類の成分を示したものである。また、10分間当たりの尿量は10mLであった。下の問い(1)・(2)に答えよ。

表 1

	血しょう (mg/mL)	原尿 (mg/mL)	尿 (mg/mL)
タンパク質	75	エ	オ
グルコース	1	カ	キ
尿 素	0.3	0.3	20
インスリン	1	1	120

(1) 上の文章中の **ア** ~ **ウ** に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 **3**

- | | ア | イ | ウ |
|---|----------|----------|----------|
| ① | 細尿管(腎細管) | 糸球体 | ボーマンのう |
| ② | 細尿管(腎細管) | ボーマンのう | 糸球体 |
| ③ | 糸球体 | 細尿管(腎細管) | ボーマンのう |
| ④ | 糸球体 | ボーマンのう | 細尿管(腎細管) |
| ⑤ | ボーマンのう | 細尿管(腎細管) | 糸球体 |
| ⑥ | ボーマンのう | 糸球体 | 細尿管(腎細管) |

生物基礎・生物

(2) 表1に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

- ① **工** と **オ** に当てはまる数値はいずれも 0 である。
- ② **カ** と **キ** に当てはまる数値はそれぞれ 1 と 0 である。
- ③ 10分間当たりの原尿量は1200mLである。
- ④ 尿素の再吸収率は約55.6%である。

問4 ヒトの循環系に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 肺静脈には静脈血が流れている。
- ② リンパ管は鎖骨下静脈に接続し、ここでリンパ液が血液に合流する。
- ③ 心臓の左心房と大動脈の境界部にペースメーカー(洞房結節)がある。
- ④ 動脈には毛細血管に比べて筋肉層が発達しており、内部には弁がある。

問5 生体防御機構に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 6 7

- ① 食細胞である好中球やマクロファージは異物に対して非特異的な食作用を行う。
- ② 体液性免疫において、樹状細胞から提示された抗原情報を受容したヘルパーT細胞によりB細胞は増殖し、抗体産生細胞に分化する。
- ③ 成熟した1個のB細胞がつくる抗体は一つの抗原を認識する抗体のみである。
- ④ HIVはキラーT細胞に感染し、細胞性免疫の不全を引き起こす。
- ⑤ 自分自身の正常な細胞や自己物質に反応し、攻撃してしまうことをアレルギーという。