

I ~ **VII** の解答は、

すべて解答用紙の所定の欄に記入しなさい。

I

次の文章を読み、問 1～問 7 に答えなさい。

【配点 21】

(A)生物が酸素存在下で有機物を分解して、生命活動に必要なエネルギーを ATP として取り出す一連の反応を呼吸といい、呼吸によって分解される有機物を呼吸基質という。代表的な呼吸基質はグルコースなどの炭水化物である。グルコースはまず解糖系でピルビン酸に分解される。次いで、(B)ピルビン酸は細胞質からミトコンドリアに運ばれてクエン酸回路で段階的に分解される。これらの 2 つの過程で ATP、および、NADH、FADH₂ が産生される。NADH と FADH₂ は電子と **a** イオンを放出し、電子はミトコンドリア内膜に埋め込まれた電子伝達系のタンパク質複合体の間を次々に受け渡される。このとき、ミトコンドリアの外膜と内膜の間に **a** イオンが運搬され、**b** (内膜に囲まれた部分)との間に濃度差ができる。この **a** イオンの濃度差を利用して ATP が合成される。このように、NADH などが酸化される過程で ATP が合成される反応を **c** と呼ぶ。

呼吸基質には、炭水化物以外にも脂肪や **d** がある。脂肪は **e** と脂肪酸に加水分解されたのち、**e** は解糖系に、(C)脂肪酸は順次分解されてアセチル CoA となり、クエン酸回路に入る。**d** は加水分解されてアミノ酸となり、(D)アミノ酸は脱アミノ反応を経てピルビン酸や各種有機酸となり、それらはクエン酸回路に入って ATP の合成に利用される。それぞれの呼吸基質に含まれる炭素と水素と酸素の割合は異なるため、呼吸において発生する **f** と消費される **g** の量も異なる。(E) **f** と **g** の体積比を呼吸商といい、利用される呼吸基質によって固有の値を示す。

問 1 文中の **a** ～ **g** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)に対して、微生物が酸素を用いずに有機物を分解して乳酸やエタノールを産生する反応を何というか答えなさい。

問3 下線部(B)について、クエン酸回路の反応全体は下の反応式で表される。

①～⑤に入る数値を答えなさい。ただし、①～⑤には同じ数値が入ってもよい。



問4 下線部(C)について、アセチル CoA ができる際に、脂肪酸の端から炭素を2個含む部分が順次切断される反応を何というか答えなさい。

問5 下線部(D)について、アミノ酸の脱アミノ反応によって生じるアンモニアは、ヒトにとって有害である。アンモニアはヒトの体内でどのように処理されるか。次の文章の (臓器)と (化合物)に入る最も適切な語句を答えなさい。

『アンモニアは主として で毒性の低い になり、
腎臓から尿として体外に排出される。』

問6 下線部(E)について、呼吸によって分解されるパルミチン酸 $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$ の呼吸商はいくらになるか。四捨五入して小数第3位まで求めなさい。

問7 下線部(E)について、ラットにエサを十分に与えた状態で呼吸商を測定すると0.96であったが、その後しばらく絶食を行った状態で再び呼吸商を測定すると0.77となった。呼吸商が減少した理由を呼吸基質に着目して答えなさい。

Ⅱ

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 19】

遺伝情報は、(A)DNA が複製されることで親細胞から娘細胞へと伝えられる。真核生物における遺伝情報の発現プロセスとしては、まず(B)DNA の鋳型鎖の塩基配列と相補的な塩基配列をもつ mRNA 前駆体がつくられる。この過程を **a** と呼ぶ。(C)スプライシングを経て成熟した mRNA は、核から細胞質に移動して **b** と結合する。次に、(D)mRNA の 3 個ずつの塩基配列(コドン)に対応する tRNA が特定のアミノ酸を **b** に運んでくる。運ばれてきたアミノ酸は **c** という共有結合により次々と連結され、タンパク質ができる。この過程を **d** と呼ぶ。このように、遺伝情報が DNA, RNA, タンパク質の順に一方に伝達されるという考え方について、1958 年にクリックは **e** と呼ぶことを提唱した。

遺伝子の発現調節は **a** の制御によって行われることが多い。真核生物の遺伝子のプロモーター周辺には **f** と呼ばれる部分があり、そこに **g** が結合したり外れたりすることで、遺伝子の発現が変化する。また、RNA のなかにはタンパク質に **d** されず、mRNA の分解に関与したり **d** を阻害したりすることで、遺伝子発現を抑制するはたらきをもつものがある。この現象を **h** といい、発見者のファイアーとメローは 2006 年にノーベル生理学・医学賞を受賞した。

問 1 文中の **a** ～ **h** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、DNA の複製のときに主要な役割を果たす酵素を 3 つ挙げなさい。

問 3 下線部(B)について、DNA の鋳型鎖の塩基の一部が「5'-GTACAC-3'」の場合、これに相補的な RNA の塩基配列を 5'側から順に書きなさい。また塩基対を形成する塩基間の結合の名称を答えなさい。

- 問4 下線部(C)について、スプライシングの過程を簡潔に説明しなさい。
- 問5 下線部(D)について、タンパク質合成の開始を指定する開始コドンの塩基配列と、その配列が指定するアミノ酸を答えなさい。
- 問6 あるタンパク質を指定する遺伝子に1ヌクレオチドの欠失突然変異が起こった。その結果、この遺伝子から合成されるタンパク質のアミノ酸配列の長さが通常よりも短くなった。短くなった理由について簡潔に述べなさい。

Ⅲ

次の文章を読み、問 1～問 4 に答えなさい。

【配点 25】

生命体を構成する主要な元素は、酸素、炭素、水素、窒素などであるが、ナトリウム、カリウム、カルシウムなどの金属イオンもさまざまな役割を担っている。

脊椎動物の体液は、血液、リンパ液、**a** 液の 3 つからなる。体液の塩類濃度は、水の供給と排出のバランスによる体液量の調節に加え、塩類イオンの供給と排出のバランスによって調節される。体液が減少すると間脳の **b** にある神経分泌細胞でつくられた **c** というホルモンが脳下垂体の **d** から分泌され、これが腎臓の **e** にはたらきかけて原尿中の水の **f** を促進することで、尿量を減少させる。また、体液が減少して血圧が低下すると、**g** から分泌される **h** というホルモンが腎臓の **i** や **e** にはたらきかけて水とナトリウムイオンの **f** を促進することで、塩類濃度の調節にはたらく。また、血液中のカルシウムイオンの濃度が低くなると **j** から **k** というホルモンが分泌され、これが **l** や腎臓、腸などに作用して血液中のカルシウムイオン濃度をほぼ一定に維持する。

一方、(A)細胞内(細胞質基質)の金属イオンの濃度は細胞外と大きく異なっている場合が多く、このような物質の濃度の差を濃度勾配という。生体膜を構成する **m** の二重層は内部に **n** 性の部分をもつため、イオンや水分子はそのままでは細胞膜を通過しにくい。そのため、金属イオンなどは、細胞膜に存在するタンパク質を介した (B)受動輸送や能動輸送によって細胞の内外へ移動する。また、水分子の受動輸送に関与する膜タンパク質は **o** と呼ばれ、腎臓の **e** の上皮細胞などに多く存在する。

問 1 **a** ～ **o** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問 2 下線部(A)について、ヒトにおいて (1)ナトリウムイオン、(2)カリウムイオン、(3)カルシウムイオンの細胞膜を隔てた濃度勾配の記述として正しいものを、それぞれ次の①～③から選び、記号で答えなさい。

- ① 細胞外では高く、細胞質基質では低い。
- ② 細胞外では低く、細胞質基質では高い。
- ③ 細胞外も細胞質基質もほぼ同じである。

問 3 下線部(B)について、受動輸送と能動輸送の特徴について、両者の違いを挙げながら簡潔に述べなさい。

問 4 下線部(B)について、(1)細胞膜におけるナトリウムイオンの受動輸送と能動輸送に関与する膜タンパク質の名称は、それぞれ何か。また、(2)それぞれの輸送において、ナトリウムイオンの移動方向は、細胞の外への流出か、細胞内への流入か。流出か流入で答えなさい。

IV

次の文章を読み、問1～問5に答えなさい。

【配点 21】

ヒトの免疫は、細菌などの病原体が体内に侵入することを防御するとともに、体内に侵入した病原体を認識し、排除する役割を担っている。皮膚の表面はケラチンを多く含む角質層でおおわれており、物理的に病原体の侵入を防いでいる。また、気管や消化管などの粘膜は、**a** を分泌して病原体の侵入を防いでいる。気管の粘膜では細胞にある **b** の運動によって病原体を体外に送り出している。さらに、(A)唾液や汗には抗菌作用のある酵素が含まれており、皮膚や粘膜上皮からは抗菌作用のあるタンパク質が分泌され、これらにより殺菌されることで細菌の侵入を防御している。皮膚にある皮脂腺や汗腺などからの分泌物は、皮膚の表面を弱い **c** に保ち、胃においては **d** により強い **c** に保つことにより、病原体の繁殖を防いでいる。

病原体が体内に侵入した場合、マクロファージや樹状細胞、**e** が食作用によって病原体を取り込み、消化・分解する。B細胞は細胞表面上に発現しているB細胞受容体で病原体を認識する。B細胞受容体は2本のH鎖と2本のL鎖からなり、それぞれの鎖のアミノ末端側領域は **f** と呼ばれ、個々のB細胞ごとにアミノ酸配列が大きく異なる。それ以外の部分は **g** と呼ばれる。H鎖の **f** の遺伝子領域のなかには、V遺伝子断片群、D遺伝子断片群、J遺伝子断片群が並んでいる。(B)B細胞が成熟する間に、V、D、J遺伝子断片がそれぞれ1つずつ選ばれて、連結され、再構成される。一方、L鎖の **f** には、V遺伝子断片群とJ遺伝子断片群があり、同様の連結と再編成が行われる。この結果、B細胞の多様性を得ることができる。B細胞は、同じ病原体を認識する **h** T細胞が分泌した **i** を受け取って **j** 細胞に分化し、分泌型のB細胞受容体である抗体を分泌するようになる。

問1 文中の **a** ～ **j** に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(A)について、唾液や汗に含まれる抗菌作用のある酵素の名称とそのはたらきを簡潔に述べなさい。

問3 下線部(A)について、皮膚や粘膜上皮から分泌される抗菌作用のあるタンパク質の名称とそのはたらきを簡潔に述べなさい。

問4 下線部(B)において、H鎖のV、D、J遺伝子断片がそれぞれ40種類、25種類、6種類であり、L鎖のVとJ遺伝子断片がそれぞれ35種類と5種類であった場合、B細胞受容体の f の組み合わせは理論上何通りになるか答えなさい。

問5 B細胞受容体とT細胞受容体とは抗原の認識方法が異なる。T細胞受容体はどのように抗原を認識するのか。簡潔に述べなさい。

V

次の文章を読み、問 1 ～ 問 9 に答えなさい。

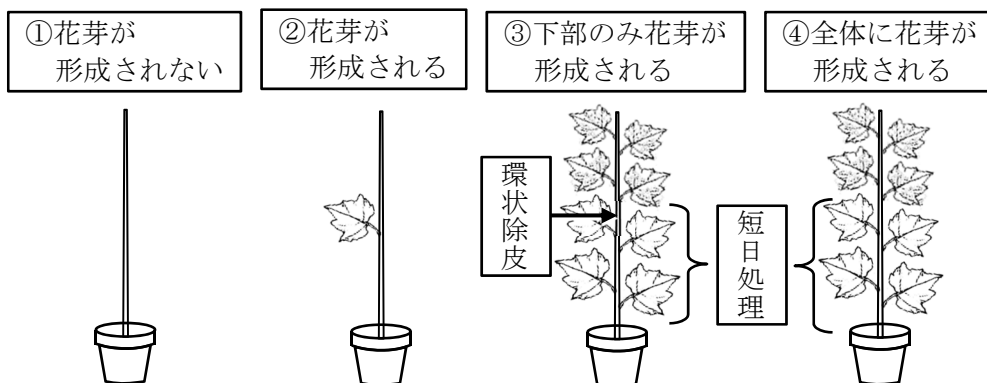
【配点 23】

多くの植物はそれぞれ決まった季節に花を咲かせる。夏から秋にかけて開花する植物は、日長が短くなると花芽をつける。このような植物を短日植物といい、逆に日長が長くなると花芽をつける植物を長日植物という。これらのように生物が日長の変化に反応する性質を **a** という。一方、日長とは関係なくある程度成長すると花芽をつける植物を **b** 植物という。

短日植物を用いて、人工的に日長を変化させて花芽形成を調べると、花芽形成がみられる明期の長さでも、暗期の途中で一時的に光を照射すると、花芽は形成されなくなった。このことから、花芽形成に影響を与えるのは明期の長さではなく、連続した暗期の長さであることがわかった。花芽形成に必要な最短の暗期の長さを **c** という。

短日植物であるオナモミの花芽形成を調べる実験を行い、以下の①～④の結果が得られた。

- ① 葉をすべて取り除いて短日処理を行ったところ、花芽が形成されなかった。
- ② 葉を一枚残して短日処理を行ったところ、花芽が形成された。
- ③ 環状除皮を行いこの部分より下の葉のみに短日処理を行ったところ、下の部分では花芽が形成されたが、上の部分では花芽が形成されなかった。
- ④ 環状除皮を行わずに下の葉のみに短日処理を行ったところ、植物全体に花芽が形成された。



- 問1 文中の **a** ～ **c** に入る最も適切な語句を答えなさい。
- 問2 短日処理実験などから花芽形成を誘導する物質の存在が示された。この物質を何というか答えなさい。
- 問3 ①と②の結果から花芽形成についてどのようなことがわかるか。簡潔に述べなさい。
- 問4 ③と④の実験から花芽形成についてどのようなことがわかるか。簡潔に述べなさい。
- 問5 下線部のような光処理のことを何というか答えなさい。
- 問6 問5の効果には赤色光が特に有効である。この効果に有効な光の波長として最も適切なものはどれか。次の①～⑦のうちから1つ選び、記号で答えなさい。
① 360 nm ② 460 nm ③ 560 nm ④ 660 nm
⑤ 760 nm ⑥ 860 nm ⑦ 960 nm
- 問7 赤色光の処理の後に遠赤色光を照射すると、花芽形成抑制効果が打ち消される。この作用に関係すると考えられている光受容体の名称を答えなさい。
- 問8 光発芽種子の発芽にも赤色光と遠赤色光が影響し、その作用には問7の光受容体タンパク質がかかわっている。このタンパク質は赤色光吸収型(Pr型)と遠赤光吸収型(Pfr型)の2つの型をとる。光発芽種子に、赤色光を照射した後に遠赤色光を照射しても発芽は起こらないが、遠赤色光を照射した後に赤色光を照射すると発芽は起こる。この理由について、光受容体タンパク質の構造の変化にもとづいて簡潔に述べなさい。
- 問9 花芽形成は日長だけではなく温度にも影響を受ける。この温度効果の1つである春化とはどのような現象か。簡潔に述べなさい。

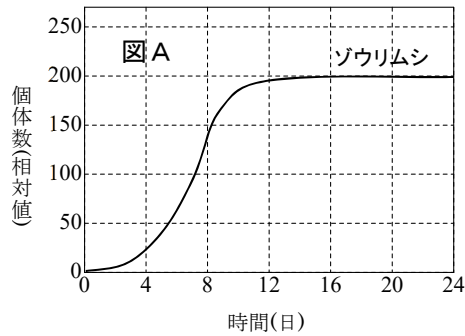
VI

次の文章を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

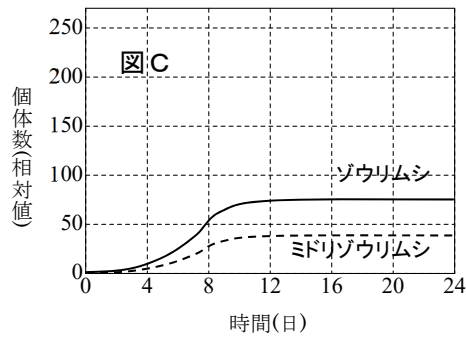
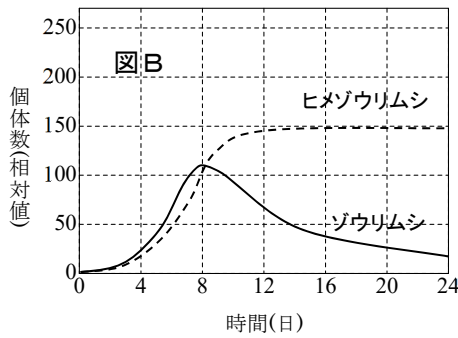
【配点 21】

ある地域に生息する同種の個体の集まりを **a** といい、**a** が成長するにつれて種内競争が生じる。種内競争は個体の分布にも影響し、個体間の競争がはげしかったり、それぞれの個体が一定空間を占有する傾向があったりするときは **b** 分布となり、ある個体の存在が他個体の存在位置に影響を与えていないときは、**c** 分布となる。また、個体どうしが引き付け合ったり、非生物的環境にむらがあったりするときは、**d** 分布になる。

図 A は、ゾウリムシを水槽で飼育したときの増殖の様子を示す。単位生活空間当たりの個体数を表す **e** が高くなると、種内競争がはげしくなり、出生率の低下や死亡率の上昇などが起こる。このように、**e** の変化に伴って、個体の発育・生理などが変化することを **f** といひ、ある環境下で存在できる最大の個体数を **g** といひ。

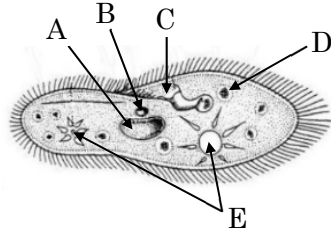


生物群集において、ある種が生活空間、食物連鎖、活動時間などのなかで占める位置を **h** といひ、この重なりが大きい異種間では種間競争が生じる。ゾウリムシとヒメゾウリムシのように **h** がほぼ重なる異種間では、一方の種が同じ場所で共存できなくなり、図 B に示すようにその空間からいなくなることもある。このような現象を **i** といひ。一方、ゾウリムシとミドリゾウリムシを混合飼育すると、図 C に示すように両種は共存できる。



問1 文中の **a** ~ **i** に入る最も適切な語句は何か答えなさい。

問2 下図はゾウリムシの模式図である。



	構造体	はたらき
A	大核	細胞の活動
B	小核	ウ
C	ア	食物の取り込み
D	食胞	消化
E	イ	エ

表の**ア**と**イ**に入る構造体の名称は何か答えなさい。また、**ウ**と**エ**に入るそれぞれの構造体のはたらきについて最も適切なものを次の①～⑥のうちから選び、記号で答えなさい。

- ① 貯蔵 ② 防御 ③ 水分調節 ④ 生殖 ⑤ 分裂 ⑥ 呼吸

問3 ミドリゾウリムシは細胞内にクロレラを共生させており、クロレラに二酸化炭素や窒素分を与え、クロレラは光合成を行い、光合成で得られた酸素や糖をミドリゾウリムシに与え、互いに利益をもたらす。(1)このように双方の利益をもたらすような種間関係を何というか。また、(2)一方は利益を得るもの他方は不利益を受けるような種間関係、および、(3)一方のみが利益を得て他方は利益も不利益も受けない種間関係を何というか。

問4 図Cに示すように、ゾウリムシとミドリゾウリムシを同じ水槽内で混合飼育したときには、図Bに示したゾウリムシとヒメゾウリムシの混合飼育の場合と異なり、共存できた。その理由を簡潔に述べなさい。

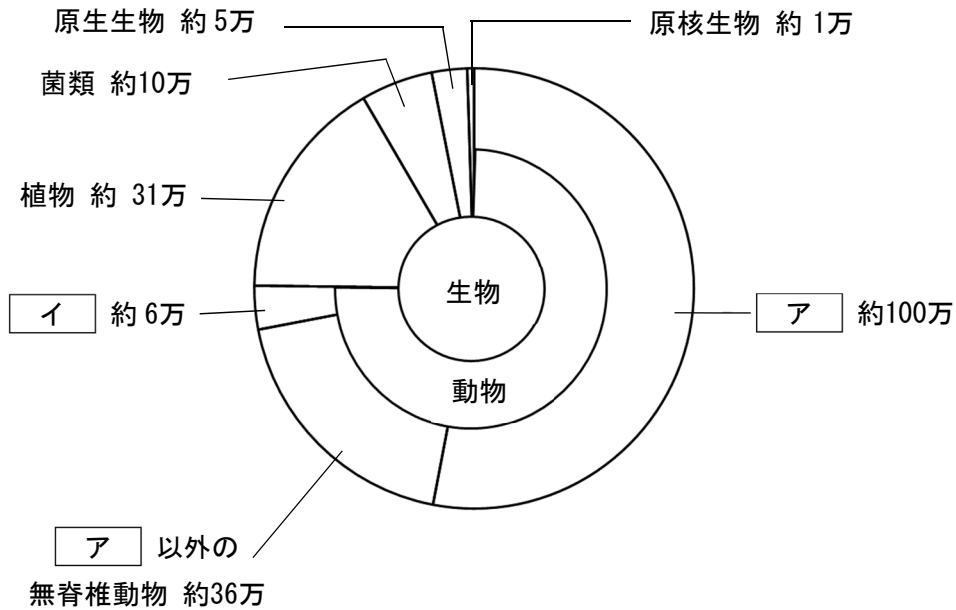
問5 一般に種内競争は種間競争よりはげしい場合が多い。この理由を簡潔に述べなさい。

VII

次の文章を読み、問 1～問 8 に答えなさい。

【配点 20】

現在、地球上の生物で名前がつけられている種(既知種)は約 190 万種存在する。下図は、地球上の生物の既知種の数の割合を示している。しかし、実際にはさらに多数の生物種があると推定され、毎年新たな種が発見され続けている。これらの生物には、外形的な違いや、場所に応じた生活のしかたなどに多様性がみられる。



多様な生物は、名前をつけて整理することで分類されている。整理のしかたとしては、種どうしを比較して似ている種を **a** というグループにまとめ、さらに **a** どうしを比較して似ているものを **b** というグループにまとめるというように、下位の階層を上位の階層のグループにまとめていくやり方が一般にとられている。

生物には多様性がみられる一方で、共通性もみられる。すべての生物には、(A) , , エネルギーを得るために代謝を行う, などの主な特徴のほかに、自分と同じ構造をもつ個体をつくる, 体内の状態を一定に保つ, 刺激に反応する, 進化する, などの共通性がみられる。

ウイルスは、遺伝情報をもとにして増える点では生物と共通であるが、(B) 生物と無生物の中間に位置するものだと考えられている。

問 1 文中の **a** と **b** に入る最も適切な階層的分類名を答えなさい。

問 2 下線部(A)の 2 つの に入る, (1) すべての生物に共通する構造上の特徴, (2) 遺伝情報を保存し伝えるための特徴をそれぞれ答えなさい。

問 3 図中の **ア** と **イ** に入る最も適切な生物の分類名を, 次の①～⑧のうちから選び, 記号で答えなさい。

- ① 甲殻類 ② クモ類 ③ 昆虫類 ④ ムカデ類
⑤ 海綿動物 ⑥ 棘皮動物 ⑦ 脊椎動物 ⑧ 刺胞動物

問 4 種は生物の分類の基本となる単位である。生物学で最も一般的に使用される種の定義を簡潔に述べなさい。

問 5 ヒトの分類学的位置は, 階層の上位から順に, 動物(①)・脊椎動物(②)・哺乳(③)・霊長(④)・ヒト(**b**)・ヒト(**a**)・ヒト, という種の位置づけになる。①～④に入る適切な階層を答えなさい。

問 6 次の猿人, 原人, 旧人のうち, ヒトと同じ **a** に分類されているものはどれか。①～⑥のうちからすべて選び, 記号で答えなさい。

- ① アルディピテクス・ラムダス ② ホモ・エレクトス
③ アウストラロピテクス・アフリカヌス ④ ホモ・ネアンデルターレンシス
⑤ サヘラントロプス・チャデンシス ⑥ パラントロプス・ボイセイ

問 7 現在の人類であるホモ・サピエンスの直接の祖先が約 20 万年前に出現したと考えられている大陸はどこか答えなさい。

問 8 下線部(B)について, 生物の共通性から考えて, ウイルスが生物とはいえない理由を簡潔に述べなさい。