

I ~ **VI** 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 6 に答えなさい。

【配点 26】

細胞は、さまざまな物質を細胞内に取り込んだり、逆に細胞外に放出したりしながら活動している。(A)拡散によって生体膜の脂質二重層を容易に通過できる物質もあるが、多くの物質は生体膜に存在する輸送タンパク質によって細胞内外を出入りしている。生体膜がもつ、特定の物質のみを通過させる性質を **a** という。また、輸送タンパク質を通過できないような物質でも、生体膜自体がそれらの物質を包みこんだ小胞を形成することによって、細胞内外への出入りが可能となる。小胞と細胞膜の融合によって物質を細胞外へ放出する作用を **b**、逆に、(B)細胞膜が陥入してできる小胞の中に細胞外の物質を取り込む作用を **c** という。小胞による細胞内の物質輸送は、小胞輸送と呼ばれる。一般に、小胞輸送は、拡散によるのではなく、細胞骨格である **d** の上を移動するキネシンとダイニンという **e** タンパク質によって行われる。

(C)細胞外に分泌されるタンパク質は、**f** 小胞体に付着した **g** で合成されて小胞体の中へ取り込まれ、さらに小胞輸送によって **h** へ運ばれる。**h** から分離した分泌小胞は細胞膜へ移動し、細胞膜と融合して内部にあるタンパク質を細胞外へ放出する。このように、小胞体や **h**、**i** など、(D)1 枚の生体膜で包まれている細胞小器官は、小胞輸送によって物質をやり取りしている。例えば、**c** によって細胞外物質を取り込んだ小胞が **i** に融合すると、**i** に存在するさまざまな分解酵素が働いてそれらの物質が分解される。

小胞輸送は、膜タンパク質の移動にも利用される。例えば、腎臓の集合管の上皮細胞には、水分子の輸送タンパク質である **j** を含む小胞が準備されている。この細胞が(E)バソプレシンというホルモンを受け取ると、この小胞がいっせいに集合管の内側に面した細胞膜と融合し、細胞膜上の **j** の数を増やす。これによって水の透過性がすばやく上昇し、水分の再吸収が促進される。

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、(1)輸送タンパク質を介さずに生体膜の脂質二重層を容易に通過できる物質、(2)主に生体膜の輸送タンパク質によって細胞内外を出入りする物質を、それぞれ次の①～⑥のうちからすべて選び、記号で答えなさい。

- ① ナトリウムイオン ② 酸素 ③ グルコース
④ グルタミン酸 ⑤ 糖質コルチコイド ⑥ 二酸化炭素

問3 下線部(B)について、マクロファージなどが大きな粒子を取り込む作用を特に何というか答えなさい。

問4 下線部(C)について、分泌小胞を経由して細胞外に分泌されるタンパク質を次の①～⑧のうちから4つ選び、記号で答えなさい。

- ① インスリン ② 免疫グロブリン ③ DNAポリメラーゼ ④ アクチン
⑤ アミラーゼ ⑥ ヘモグロビン ⑦ ATP合成酵素 ⑧ アルブミン

問5 下線部(D)のような細胞小器官とは異なり、内側と外側の2枚の生体膜構造をもつ細胞小器官を3つ答えなさい。

問6 下線部(E)について、バソプレシンは間脳に存在する特定の神経分泌細胞から分泌される。(1)この神経分泌細胞の細胞体は間脳のどこに存在するか答えなさい。また、(2)バソプレシンは脳のどの部位から血液中に分泌されるか答えなさい。

II

次の文章を読み、問 1～問 4 に答えなさい。

【配点 26】

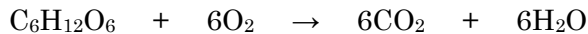
呼吸では有機物が水と二酸化炭素などの単純な物質に分解される。呼吸によって分解される物質を **a** といい、**a** には、炭水化物と脂肪とタンパク質がある。

炭水化物は単糖類まで加水分解された後、解糖系で **b** になり、その後 **c** に変えられてクエン酸回路に入る。

脂肪は加水分解されて、**d** と **e** になる。**d** は解糖系に入って **b** になる。(A) **e** は、端から炭素 2 個を含む部分が **c** として切り取られる。この反応が繰り返されることで **e** は **c** に変えられて、クエン酸回路に入る。

タンパク質は加水分解されてアミノ酸となり、(B)アミノ酸はアミノ基を **f** として遊離して有機酸になり、その後、有機酸はクエン酸回路に入る。

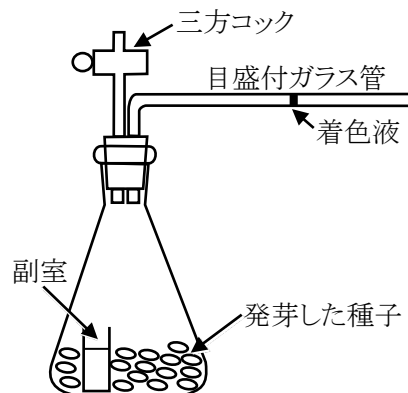
ある **a** が呼吸で分解されるとき、消費される酸素の体積に対する発生する二酸化炭素の体積の比を **g** という。例えば、グルコースが **a** として用いられたときは、以下の反応式で表される。



一定の温度と圧力では気体の体積は気体の分子数に比例することから、この反応式より、グルコースの **g** は 1.0 となる。

ある植物の発芽した種子を用いて、**g** を測定する実験を行った。

図に示す装置を 2 つ準備し、それぞれのフラスコに発芽した種子を同量入れ、フラスコ①の副室には水酸化カリウム水溶液を、フラスコ②の副室には水を入れた。次に、光を遮断し、25℃の恒温槽にこれらのフラスコを入れ、コックを閉じ、目盛付ガラス管に入れた着色液の移動によって装置内の気体の体積変化を測定した。その結果、一定時間後の気体の体積は、フラスコ①では 10.0 mL 減少し、フラスコ②では 3.0 mL 減少した。



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)と(B)の反応の名称を答えなさい。

問 3 脂肪の一種として分子式 $C_{57}H_{110}O_6$ の脂肪を、タンパク質を構成するアミノ酸の一種として分子式 $C_5H_{11}O_2N$ のアミノ酸を想定した場合、これらが **a** として用いられたときの反応をそれぞれ化学反応式で示しなさい。また、それぞれの **g** について、四捨五入して小数第 2 位まで求めなさい。

問 4 実験結果から、(1)それぞれのフラスコの気体の減少量は何に相当するか。また、(2)この結果から、この発芽種子の **g** を求めなさい。さらに、(3)この発芽種子は **a** として主に炭水化物、脂肪、タンパク質のうちどれを利用していると考えられるか答えなさい。

Ⅲ

次の文章を読み、問 1～問 6 に答えなさい。

【配点 23】

ある生物の DNA 断片を、別の生物の DNA に人工的に組み込むことを遺伝子組換えという。遺伝子組換え技術の発展に伴って、遺伝子の構造や機能の理解が進み、生物の性質の改変も可能になった。このように、生物のもつ機能を利用する技術は **a** と呼ばれ、遺伝子組換え技術の開発を契機に急速に発展した。

目的の DNA 断片をプラスミド DNA に連結した組換えプラスミドを大腸菌などに入れると、プラスミドが細胞内で複製するにつれて、目的の DNA 断片のコピーも増加する。このようにして、同一の塩基配列をもつ DNA 断片を増やす操作のことを **b** という。大腸菌のプラスミドを用いて、**b** に関する実験を行った。

まず、目的とする遺伝子を含む DNA と、プラスミド DNA を、特定の配列を認識して DNA を切断する酵素である **c** の 1 種である *EcoR* I で切断した。次に、DNA の末端同士を連結する酵素である **d** を用いて、それらの DNA 断片を連結して組換えプラスミドを作製した。(A)得られた組換えプラスミドを大腸菌に入れて大腸菌を培養すると、プラスミドは大腸菌内で複製され、組換えプラスミドを大量に得ることができた。その後、**c** である *EcoR* I、(B)*BamH* I、*Pst* I をそれぞれ単独または組み合わせたものを用いて、この組換えプラスミドを切断し、(C)得られた DNA 断片の長さを電気泳動法で調べた。(D)電気泳動法では、DNA は電荷を帯びているため **A** 極の方向に移動し、DNA 断片の長さが **イ** 断片ほど、速く移動する。

問 1 文中の **a** ～ **d** 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、5,000 塩基対(bp: base pairs)のプラスミドに 2,500 bp の DNA が挿入されたとする。もとのプラスミドのアデニンの数の割合は 25%であり、挿入された DNA のアデニンの数の割合は 20%であった。

- (1) もとのプラスミドと挿入された DNA にはそれぞれ何個のアデニンが含まれていたか答えなさい。
- (2) 得られた組換えプラスミドのアデニンの数の割合とシトシンの数の割合はそれぞれ何%か。四捨五入して小数第 1 位まで求めなさい。

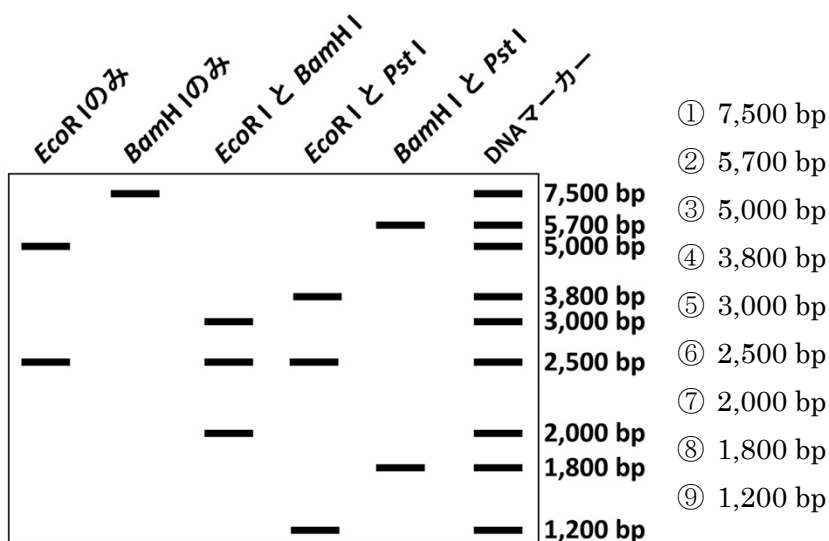
問3 下線部(B)について、*Bam*H I は GGATCC という 6 塩基の塩基配列を認識する酵素である。塩基配列が完全にランダムな 100,000 bp の DNA 中で *Bam*H I が切断する部位の平均的な数を計算し、四捨五入して小数第 1 位まで求めなさい。

問4 文中の **ア** と **イ** に入る語句の正しい組み合わせはどれか。次の①～④のうちから 1 つ選び、記号で答えなさい。

	①	②	③	④
ア	陽(+)	陽(+)	陰(-)	陰(-)
イ	長い	短い	長い	短い

問5 下線部(C)について、*Eco*R I, *Bam*H I, *Pst*I で切断された DNA 断片の電気泳動の結果を下図に示す。次の(1)と(2)に該当する DNA 断片の長さを下の①～⑨のうちからすべて選び、記号で答えなさい。なお、同じ記号を何度選んでもよい。

- (1) *Eco*R I と *Bam*H I の両方を用いて切断したときに得られた DNA 断片のうち、*Bam*H I で切断された末端をもつ DNA 断片。
- (2) *Eco*R I, *Bam*H I, *Pst*I のすべてを用いて切断したときに得られた DNA 断片。



問6 下線部(D)について、DNA が電荷を帯びている理由を、DNA の構成成分に基づいて簡潔に答えなさい。

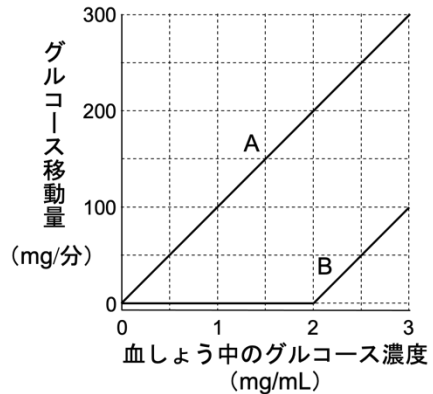
IV

次の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

【配点 30】

腎臓において、腎動脈から送り込まれた血液は糸球体と呼ばれる毛細血管を通過する。このとき、血球と **ア** 以外の成分はボーマンのうへへろ過される。このろ過された液体を原尿といい、成人では1日に200L近くにも達する。原尿は **a** へ送られて、ここで水、グルコース、 **イ**、無機塩類(各種イオン)などが再吸収される。集合管でさらに水分が再吸収されたのち、残りの成分はほとんど再吸収されず、腎う、 **b** を経由して尿としてぼうこうへ貯められ、尿道から体外に排出される。

右図は、あるヒトの血しょう中のグルコース濃度と、腎臓における1分間あたりのグルコース移動量(mg/分)の関係を表す。ただし、Aは原尿中へのグルコースろ過量を、Bは再吸収されずに尿中へ排出されたグルコースの量を示す。



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

問2 文中の **ア** と **イ** に入る最も適切なものを次の①～④のうちから1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① 尿酸 ② タンパク質 ③ アミノ酸 ④ クレアチニン

問3 下線部について、ろ過を引き起こす力は何か答えなさい。

問4 (1) 糸球体とボーマンのうをあわせて何というか答えなさい。

(2) 糸球体とボーマンのうと **a** をあわせて何というか答えなさい。

問5 腎臓に作用するホルモンの1つとして鉱質コルチコイドがある。

- (1) このホルモンの産生部位を答えなさい。
- (2) このホルモンの腎臓に対する働きについて、簡潔に答えなさい。

問6 図を参考にして、次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 原尿は1分間あたり何mLつくられるか。
- (2) 腎臓で再吸収されるグルコースの最大量は1分間あたり何mgか答えなさい。
- (3) 血しょう中のグルコース濃度に対する、腎臓における1分間あたりのグルコース再吸収量を解答用紙の図中に書きなさい。

問7 このヒトの血しょう中のグルコース濃度が3 mg/mLのとき、1分間に再吸収されるグルコース量はろ過量の約何%にあたるか。四捨五入して、小数第1位まで求めなさい。

問8 このヒトの血しょう中のグルコース濃度が2.5 mg/mLのとき、1時間あたり300 mLの尿が排出されたとする。

- (1) このヒトの尿中のグルコース濃度は何mg/mLか。
- (2) 1日に尿中に排出されるグルコースは何gか。

V

次の文章を読み、問1～問4に答えなさい。

【配点 23】

動物は、環境からの刺激を受け、それらに対する反応としてさまざまな行動を示す。動物の行動には、遺伝的にプログラムされた **a** 的行動と、生まれてからの経験によって行動の変化を獲得する **b** がある。

繁殖期のイトヨの雄が入った水槽にイトヨの模型を入れると、イトヨは縄張り内に入った腹部の赤い模型だけを攻撃する。このように動物に特定の行動を引き起こさせる刺激を **c** 刺激という。動物の体内でつくられて体外へ分泌された **d** という物質が、**c** 刺激として同種他個体に特有の **a** 的行動を引き起こすこともある。(A)動物が環境中の刺激を目印にして特定の方向を定めることを **e** といい、雄のカイコガは雌の分泌した **d** に向かって **e** して移動する。このように特定の刺激源に対して一定の方向に移動する行動を **f** という。

(B)アメフラシは水管に刺激を与えるとえらを引っ込める反射行動を示すが、同じ刺激を繰り返し与えると、やがて刺激を与えてもえらを引っ込めなくなる。これは **g** という **b** の一種である。**g** を起こしたアメフラシの尾部に電気ショックを与えると引っ込め反射が回復し、これを **h** という。さらに強い電気ショックを与えると、通常では生じないほどの水管への弱い刺激でも敏感にえらを引っ込めるようになる。これを **i** という。

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

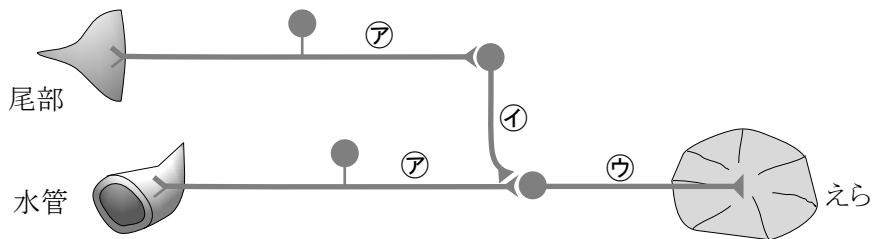
問2 下線部(A)について、ホシムクドリのように昼間に渡りをする鳥は、太陽の位置を基準にして **e** する。

- (1) このしくみを何というか答えなさい。
- (2) 太陽の位置は東から西へと時間によって変化するにもかかわらず、ホシムクドリは一定方向に **e** できる。その理由を簡潔に答えなさい。

問3 下線部(B)について、アメフラシが属する動物門はどれか。次の①～⑧のうちから1つ選び、記号で答えなさい。

- ① 環形動物 ② 棘皮動物 ③ 原索動物 ④ 刺胞動物
 ⑤ 節足動物 ⑥ 線形動物 ⑦ 軟体動物 ⑧ 扁形動物

問4 下図は、えら引込み反射に関与するアメフラシの神経系を表す。



- (1) 図中のア～ウのニューロンの名称を答えなさい。
 (2) 次の文は **g** と **i** が生じるしくみについて説明したものである。A～F に入る最も適切な用語を次の①～⑨のうちから1つずつ選び、記号で答えなさい。

水管への接触刺激を繰り返すと、水管のアの神経終末において **A** が減少したり、**B** が不活性化したりして、神経伝達物質の放出量が減少する。すると、ウの興奮性シナプス後電位が小さくなるため引込み反射が起こりにくくなり、**g** が生じる。

一方、尾部への強い電気ショックは尾部のアからイに伝わり、イの神経終末において、神経伝達物質である **C** を放出する。**C** を受容した水管のアでは、活動電位の再分極に働く **D** が不活性化するため、**E** イオンの流出が減少し、活動電位の持続時間が延長する。そのため、**B** の開く時間が長くなり、**F** イオンが神経終末内に流入する量が増え、神経伝達物質の放出量が増加して、ウの興奮性シナプス後電位が増大して興奮が生じやすくなり、**i** が現れる。

- ① アセチルコリン ② セロトニン ③ シナプス小胞
 ④ ナトリウムチャネル ⑤ カリウムチャネル ⑥ カルシウムチャネル
 ⑦ ナトリウム ⑧ カリウム ⑨ カルシウム

VI

次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

【配点 22】

ある場所に生活している異なる種の個体群の集まりである **a** からなる生物的環境と、それを取り巻く日射量や気温などの非生物的環境を合わせて **b** という。個体群において、単位生活空間あたりの個体数を個体群密度と呼ぶ。(A)個体群を構成する個体数を知るための方法には、区画法や標識再捕法などがある。

個体群は、適当な生活空間と食物などがあれば個体数を増やす。シオウジョウバエの雌雄1対を飼育びんの中で飼育すると、初めは個体数が急速に増加していくが、やがて増加の速度がにぶり、(B)ある一定の個体数に達するとそれ以上は増加しなくなる。このように、個体数が増えていくようすを示す曲線を **c** という。

個体群密度が高くなると、資源をめぐる種内競争が激しくなり、出生率の低下や死亡率の上昇などが起こる。このように、個体群密度の変化に伴って個体群を構成する個体の発生・生理などが変化することを **d** という。さらに、個体群密度が個体の形態や行動などに影響をおよぼす例も知られている。トノサマバッタは幼虫のときに個体群密度が低い状態で育つと単独生活をするが、個体群密度が高い状態で育つと集団生活をするようになる。その状態が数世代続くと、(C)翅^{はね}や後脚の形態に変化がみられる。前者の型を **e**、後者の型を **f** といい、**f** の個体はしばしば大規模な集団で長い距離を移動するようになる。このように、個体群密度に応じて同一種の形態や行動に著しい違いが生じることを **g** という。

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)について、(1)区画法と(2)標識再捕法に適した生物の特徴を簡潔に答えなさい。

問 3 標識再捕法では、対象とする生物を捕獲して個体数(N)を数え、すべての個体に標識を付けてから放す。しばらく時間をおいて、再び同様の条件のもとで捕獲し、捕獲した個体の数(M)と、その中で標識された個体の数(L)を数える。この結果から、全体の個体数は N, M, L を用いてどのように計算することができるか計算式を答えなさい。

問 4 標識再捕法において、個体を放してから再び捕獲するまでに必要な時間は、どのような状態になるまでの時間か。簡潔に答えなさい。

問 5 下線部(B)について、ある生活空間で維持できる個体数には上限がある。この維持できる最大の個体数のことを何というか答えなさい。

問 6 下線部(C)について、単独生活をするバッタの ^{はね}翅と後脚の長さは、それぞれ集団生活をするバッタに比べてどのような違いがあるか簡潔に答えなさい。