

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は85ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。
 物理 4～29ページ
 化学 30～57ページ
 生物 58～85ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
 - ① 受験番号欄
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
 - ② 氏名欄
 氏名・フリガナを記入しなさい。
 - ③ 解答科目欄
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問 **1** の **3** と表示のある問いに対して **②** と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の **②** をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				

生 物

1 生物の体内環境の維持に関する次の文 (A~C) を読み、下の問 1~8 に答えなさい。〔解答番号 ~ 〕

A 次の図 1 は、ヒトの心臓の左心室の内圧と容積の変化の様子を模式的に表したものである。心臓が収縮することによって心臓から大動脈へと送り出された血液は、毛細血管を通して各器官を流れ、大静脈から心臓へと戻る。心臓へ戻った血液は肺動脈へと送り出され、肺で酸素を受け取ったのち心臓へと戻る。心房と心室の間にある房室弁、心室と動脈の間にある半月弁は血管内を一方方向に流れる血液の流れを調節している。

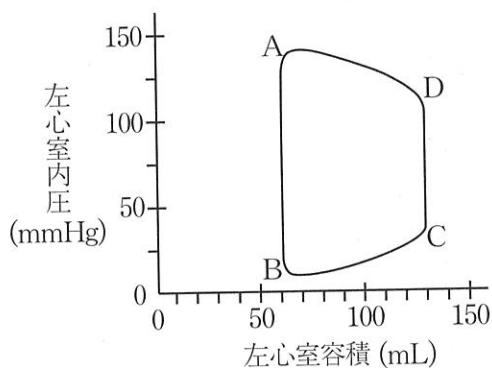


図 1

問 1 動物の血管系に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 開放血管系では動脈と静脈をつなぐ毛細血管が存在しない。
- ② カエルやイモリは開放血管系をもつ。
- ③ 血管とリンパ管をあわせたものを血管系と呼ぶ。
- ④ すべての動物は血管系をもつ。
- ⑤ 閉鎖血管系をもつ生物の心臓はすべて 2 心房 2 心室である。
- ⑥ ミミズやゴカイは開放血管系をもつ。

問2 左心室の内圧と容積が図1のようにA→B→C→Dの順に変化しながら収縮と弛緩を繰り返しているとき、C-Dの区間の状態について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 心筋が収縮しはじめるのと同時に半月弁が開き、血液が動脈へと流出している。
- ② 心筋が収縮しようとし続けているが半月弁は閉じており、血液は動脈へと流出していない。
- ③ 房室弁が開き血液が心房から心室へと流入するため、左心室内圧が上昇している。
- ④ 心筋が弛緩しはじめるのと同時に半月弁が開き、血液が動脈へと流出している。
- ⑤ 心筋が弛緩しているが、半月弁が閉じているため血液は流出していない。
- ⑥ 房室弁が開き血液が心室から心房へと流出しているため、左心室内圧は低下している。

問3 図1の心臓において、1分間に心臓から送り出される血液量として最も適当な数値はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、1分間の心拍数は60回とする。 mL

- ① 150 ② 4200 ③ 6000 ④ 7800 ⑤ 8400

B ヒトのからだは、体内への異物の侵入を防ぐ物理・化学的防御、侵入した異物を非特異的に除去する自然免疫、異物に対して特異的に作用する適応免疫（獲得免疫）によって守られている。物理・化学的防御では、繊毛運動やくしゃみによる異物の排除のほか、汗などに含まれる酵素である **ア** が細菌の細胞壁を分解する反応などが行われる。自然免疫では、病原体などの異物を食細胞が取り込んで消化・分解して除去する。食細胞の中でも **イ** は取り込んだ異物を分解してリンパ球に提示し、適応免疫を開始させる役割をもつ。適応免疫は、病原体に感染した細胞や異物を T 細胞が直接攻撃する細胞性免疫や、B 細胞から分化した **ウ** が抗体をつくって異物を排除する体液性免疫がある。

問4 文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **4**

	ア	イ	ウ
①	ディフェンシン	NK 細胞	形質細胞
②	ディフェンシン	NK 細胞	マスト細胞
③	ディフェンシン	樹状細胞	形質細胞
④	ディフェンシン	樹状細胞	マスト細胞
⑤	リゾチーム	NK 細胞	形質細胞
⑥	リゾチーム	NK 細胞	マスト細胞
⑦	リゾチーム	樹状細胞	形質細胞
⑧	リゾチーム	樹状細胞	マスト細胞

問5 適応免疫について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 感染細胞が細胞表面に提示するタンパク質断片をキラーT細胞が認識して感染細胞を除去する。
- ② 体液性免疫では二次応答が起きるが、細胞性免疫では二次応答が起きない。
- ③ T細胞は胸腺の造血幹細胞から分化した細胞であり、B細胞は骨髄の造血幹細胞から分化した細胞である。
- ④ T細胞は、食細胞によって提示された異物の情報を細胞膜上のトル様受容体により認識する。
- ⑤ ヘルパーT細胞の一部は記憶細胞となるが、B細胞は記憶細胞にはならない。
- ⑥ 免疫記憶により自己の成分に対して適応免疫がはたらかなくなる。

問6 リンパ球の表面にはBCRやTCR、MHCなどの膜タンパク質が存在し、自己と非自己の成分の区別や免疫反応における細胞間の情報伝達などにはたらいている。B細胞とT細胞の表面に存在する膜タンパク質について説明した記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

- ① ある個体のT細胞がもつMHCは、T細胞ごとに異なる立体構造をもつ。
- ② ある個体のB細胞がもつBCRの立体構造は、同じ個体がもつMHCの立体構造と同じである。
- ③ T細胞はTCRに抗原の断片をのせて、ほかの細胞に抗原の情報を提示する。
- ④ TCRはヘルパーT細胞には存在するが、キラーT細胞には存在しない。
- ⑤ B細胞は、食細胞によって提示された異物の情報にあわせて抗体の遺伝子を再編成する。
- ⑥ BCRの立体構造の違いにより、どのB細胞がT細胞によって活性化されるかが決定される。

C 純系で遺伝的に異なるマウス（系統 A と系統 B とする）を用いて以下の実験を行った。ただし、実験に用いたマウスは特に記述のない限り、成長したマウスとする。また、実験 1・2 については、実験の結果も記載している。

【実験 1】 系統 A のマウスの皮膚片を系統 A のマウスに移植した結果、皮膚片は生着した。系統 B のマウスの皮膚片を系統 B のマウスに移植した場合も同じ結果であった。

【実験 2】 系統 A のマウスの皮膚片を系統 B のマウスに移植した結果、拒絶反応が生じ、移植した皮膚片は約 10 日で脱落した。系統 B のマウスの皮膚片を系統 A のマウスに移植した場合も同じ結果であった。

【実験 3】 生後すぐに胸腺を除去した系統 A のマウスに、系統 B のマウスの皮膚片を移植した。

【実験 4】 系統 B のマウスの血清を注射した系統 A のマウスに、系統 B のマウスの皮膚片を移植した。

【実験 5】 系統 A のマウスと系統 B のマウスを掛け合わせて、子 F_1 を作成した。

問7 実験3と実験4の結果について説明した記述として最も適当なものはどれか。

次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。

7

- ① 実験3では皮膚片は自己と判断され生着し、実験4でも皮膚片は自己と判断され生着する。
- ② 実験3では皮膚片は自己と判断され生着し、実験4では皮膚片は10日よりも短期間で脱落する。
- ③ 実験3では皮膚片は自己と判断され生着し、実験4では皮膚片は約10日で脱落する。
- ④ 実験3では皮膚片は10日よりも短期間で脱落し、実験4では皮膚片は自己と判断され生着する。
- ⑤ 実験3では皮膚片は10日よりも短期間で脱落し、実験4でも皮膚片は10日よりも短期間で脱落する。
- ⑥ 実験3では皮膚片は10日よりも短期間で脱落し、実験4では皮膚片は約10日で脱落する。
- ⑦ 実験3では皮膚片は約10日で脱落し、実験4では皮膚片は自己と判断され生着する。
- ⑧ 実験3では皮膚片は約10日で脱落し、実験4では皮膚片は10日よりも短期間で脱落する。
- ⑨ 実験3では皮膚片は約10日で脱落し、実験4でも皮膚片は約10日で脱落する。

問8 実験5について次のア～ウの移植を行った場合、皮膚片が生着する組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

8

ア 系統 A のマウスの皮膚片を F_1 のマウスに移植した。

イ F_1 のマウスの皮膚片を系統 A のマウスに移植した。

ウ 生後すぐの系統 B のマウスに系統 A のマウスの細胞を移植し、成体まで育てた後、 F_1 の皮膚片を移植した。

- ① ア ② イ ③ ウ ④ ア, イ ⑤ ア, ウ
⑥ イ, ウ ⑦ ア, イ, ウ

問題の答えは裏面に記入し、(下書き用紙)に記入し、提出すること。 ⑧

生物の試験問題は次に続く。

⑨ 解答欄

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿



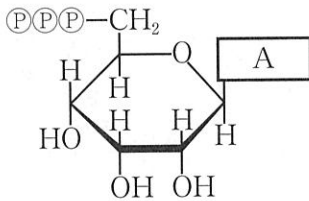
2 代謝とエネルギーに関する次の文 (A・B) を読み、下の問1～6に答えなさい。

[解答番号 ～]

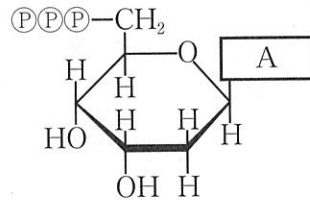
A 解糖系の第一段階はATPからグルコースにリン酸基を移す反応で、1分子のATPを消費して1分子のグルコース 6-リン酸が生じる。その後、グリセルアルデヒド 3-リン酸 (GAP)、ホスホエノールピルビン酸 (PEP) などの物質を経て、ピルビン酸に分解される。解糖系では、基質のリン酸化と脱リン酸化の反応が生じる。

問1 ATPの模式図として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、Ⓟはリン酸、 はアデニンを示す。

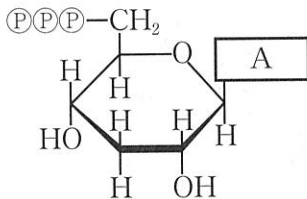
①



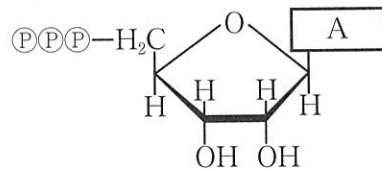
②



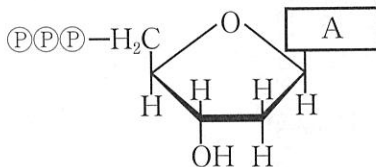
③



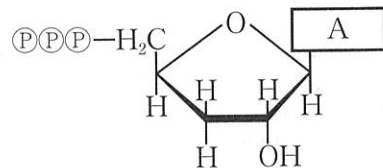
④



⑤



⑥



問2 解糖系において、1分子のグルコースが2分子のピルビン酸に分解される過程で消費されるATPと合成されるATPの数の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

	消費されるATP	合成されるATP
①	1分子	2分子
②	1分子	3分子
③	2分子	3分子
④	2分子	4分子
⑤	4分子	5分子
⑥	4分子	6分子

問3 解糖系に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

- ① 1分子のグルコースを呼吸基質とした場合、解糖系では酸化還元反応によって4分子のNADHと1分子のFADH₂が生じる。
- ② 1分子のグルコースを呼吸基質とした場合、解糖系では基質を酸化する際に6分子の酸素が使用される。
- ③ 解糖系で生じたNADHはクエン酸回路に渡され、ATPの合成に利用される。
- ④ 解糖系におけるATPの合成は、基質のもつ高エネルギーリン酸結合を解いてリン酸基をADPに移すことで行われる。
- ⑤ 解糖系におけるATPの合成は、NADHなどが酸化する過程で行われ、このような反応は酸化的リン酸化と呼ばれる。
- ⑥ 解糖系の反応は呼吸の過程だけでなく、硫黄細菌などによる化学合成の過程でも行われる。

B 乳酸脱水素酵素遺伝子を導入した遺伝子組換え酵母は、呼吸とアルコール発酵および乳酸発酵を同時に行う。呼吸基質としてグルコースだけを与えた培養液にこの酵母を懸濁して一定時間培養した。その結果、二酸化炭素を 127 mL 放出し、酸素を 97 mL 吸収した。また、グルコースを合計 375 mg 消費した。なお原子量は、 $H = 1$, $C = 12$, $O = 16$ とし、1 モルの気体の体積を 22 L とする。

問 4 この遺伝子組換え酵母がアルコール発酵で放出した二酸化炭素の重さ (mg) として最も適当な値はどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 mg

- ① 15 ② 60 ③ 134 ④ 194 ⑤ 224 ⑥ 268

問 5 この遺伝子組換え酵母が生成した乳酸の重さ (mg) として最も適当な値はどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 mg

- ① 30 ② 97 ③ 120 ④ 127 ⑤ 224 ⑥ 270

問 6 この遺伝子組換え酵母のもつ、発酵の過程ではたらくある酵素遺伝子を完全に破壊したところ、乳酸の生成量が大幅に高まった。このときはたらきを失わせた酵素として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① GAP から水素を奪う酵素
② GAP をリン酸化する酵素
③ グルコースをリン酸化する酵素
④ PEP をピルビン酸に変換する酵素
⑤ ピルビン酸をアセトアルデヒドに変換する酵素
⑥ ピルビン酸を還元する酵素

生物の試験問題は次に続く。

6

1

5

この実験結果から推察されるのは、①は、②のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。この結果から推察されるのは、①は、②のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

① ②のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

② ①のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

③ ②のRNAは、①のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

④ ③のRNAは、①のRNAと類似している。また、②のRNAは、⑤のRNAと類似している。

⑤ ④のRNAは、③のRNAと類似している。また、①のRNAは、②のRNAと類似している。

この実験結果から推察されるのは、①は、②のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

1

① ②のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

② ①のRNAは、③のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

③ ②のRNAは、①のRNAと類似している。また、④のRNAは、⑤のRNAと類似している。

④ ③のRNAは、①のRNAと類似している。また、②のRNAは、⑤のRNAと類似している。

⑤ ④のRNAは、③のRNAと類似している。また、①のRNAは、②のRNAと類似している。

3 遺伝情報の発現に関する次の文 (A～C) を読み、下の問 1～5 に答えなさい。

[解答番号 ～]

A DNA のもつ遺伝情報は mRNA に転写された後、タンパク質に翻訳される。このような遺伝子発現の調節は、転写の段階での調節が中心になっている。

転写酵素である RNA ポリメラーゼが結合する DNA の領域をプロモーターという。一方、転写の調節を担うタンパク質を調節タンパク質といい、DNA の転写調節領域に結合する。調節タンパク質の遺伝子を調節遺伝子という。

細胞内にはさまざまな調節タンパク質が含まれており、単独で、あるいはほかの物質と結合して、遺伝子発現を調節する。例えば、ある種のホルモン受容体は、細胞膜を通過してきたホルモンと細胞内で結合した後に、調節タンパク質として遺伝子発現を促進する。

分化した細胞では、その細胞種によって含まれる調節タンパク質の組合せがそれぞれ異なっているため、細胞種によって異なる遺伝子が選択的に発現し、異なるタンパク質が選択的に合成されていると考えられる。

問 1 遺伝情報の発現について説明した記述として誤っているものはどれか。次の

①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① アミノ酸を指定していない終止コドンが3つあり、それらには対応する tRNA が存在しない。
- ② 真核生物の mRNA には、5' 末端にポリ A 鎖が結合している。
- ③ 真核生物では、転写の開始に基本転写因子というタンパク質が必要である。
- ④ 原核生物では、通常ある遺伝子の転写が終了する前に翻訳が開始される。
- ⑤ DNA の 2 本鎖のうち、mRNA 合成の際に鋳型となる鎖をアンチセンス鎖という。
- ⑥ DNA も RNA も 5' 末端から 3' 末端の方向に合成される。

問2 下線部について、細胞内でホルモンと結合したホルモン受容体が調節タンパク質としてはたらくホルモンの名称と、そのホルモンを分泌する内分泌腺の名称の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

2

- | | ホルモン | 内分泌腺 |
|---|----------|-----------------|
| ① | アドレナリン | 甲状腺 |
| ② | アドレナリン | 副腎髄質 |
| ③ | インスリン | すい臓のランゲルハンス島B細胞 |
| ④ | インスリン | 副腎皮質 |
| ⑤ | チロキシン | 甲状腺 |
| ⑥ | チロキシン | 副腎皮質 |
| ⑦ | 糖質コルチコイド | すい臓のランゲルハンス島B細胞 |
| ⑧ | 糖質コルチコイド | 副腎髄質 |

B 原核生物である大腸菌では、1つのプロモーターによって複数の遺伝子がまとめて発現されることが多く、このような遺伝子群をオペロンという。ラクトースの代謝に関わる酵素遺伝子群（ラクトースオペロン）の発現は調節タンパク質によって調節されている。プロモーターと隣接してオペレーターと呼ばれる調節領域があり、リプレッサーと呼ばれる調節タンパク質がオペレーター領域に結合すると RNA ポリメラーゼのプロモーターへの結合が妨げられるため、ラクトースオペロンの発現が抑制される。また、調節タンパク質はラクトース由来の誘導物質と結合するとオペレーターに結合できなくなるため、ラクトースの存在下ではラクトースオペロンの発現が促進される。

問3 大腸菌では、ラクトースオペロンに関わるさまざまな変異体が知られている。次のア～オの変異体のうち、グルコースの非存在下でラクトースの存在に関係なく常にラクトースの代謝に関わる酵素が合成されている変異体を過不足なく含むものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- ア 調節遺伝子の変異によって、調節タンパク質が合成できない。
- イ 調節遺伝子の変異によって、調節タンパク質が誘導物質と結合できない。
- ウ 調節遺伝子の変異によって、調節タンパク質がオペレーターに結合できない。
- エ オペレーターの変異によって、調節タンパク質がオペレーターに結合できない。
- オ ラクトースオペロンのプロモーターが失われている。

- ① ア, イ, ウ, エ
- ② ア, イ, オ
- ③ ア, ウ, エ
- ④ ア, ウ, オ
- ⑤ ア, オ
- ⑥ イ, ウ, エ
- ⑦ イ, ウ, オ
- ⑧ イ, オ

この問題の解答は次の通りである。(下書き用紙)を用いて解答すること。

3の問は次に続く。

ある数 x を 100 を超えない正の数とする。このとき、 x の逆数 $\frac{1}{x}$ は、 x の整数部分と、 x の小数部分の和と等しい。このとき、 x の値を求めよ。

この問題の解答は次の通りである。(下書き用紙)を用いて解答すること。

問	答	問	答
1	A	2	①
2	B	3	②
3	C	4	③
4	D	5	④
5	E	6	⑤
6	F	7	⑥
7	G	8	⑦
8	H	9	⑧

C 真核生物の遺伝子発現の調節もまた、転写の段階での調節が中心であると考えられるが、そのしくみは原核生物より複雑である。

真核生物では転写調節領域はふつうプロモーターからやや離れており、ふつう複数の調節タンパク質のはたらきによって転写量が調節されている。また、真核生物のDNAはヒストンなどのタンパク質と結合して **ア** という構造体をつくり、さらに折りたたまれて **イ** という構造をつくっている。一部の領域では **イ** がさらに高度に折りたたまれている。このように **イ** が高度に折りたたまれるとDNAが転写されにくくなると考えられる。加えて、**イ** の構造は、ヒストンの特定のアミノ酸がメチル化やアセチル化、リン酸化されることによって変化し、DNAが転写されやすく、または転写されにくくなることが知られている。ヒストンの特定のアミノ酸が **ウ** 化された場合は **イ** の構造が緩み、転写されやすくなる。

問4 文中の **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **4**

	ア	イ	ウ
①	クロマチン	デスモソーム	アセチル
②	クロマチン	デスモソーム	メチル
③	クロマチン	ヌクレオソーム	アセチル
④	クロマチン	ヌクレオソーム	メチル
⑤	ヌクレオソーム	クロマチン	アセチル
⑥	ヌクレオソーム	クロマチン	メチル
⑦	ヌクレオソーム	デスモソーム	アセチル
⑧	ヌクレオソーム	デスモソーム	メチル

問5 調節タンパク質のうち、遺伝子の発現を抑制するものをリプレッサー、遺伝子の発現を促進するものをアクチベーターという。いま、ある哺乳類の組織で発現している遺伝子 G の転写調節領域について、リプレッサーおよびアクチベーターの結合する塩基配列を調べるために、次の実験を行った。

【実験】 図1に示すように遺伝子 G の転写調節領域を領域 A～F の6つの部分で段階的に切断した人工 DNA を作製し、それらを組織の細胞に導入した。一定時間後に遺伝子 G の mRNA 量を測定すると、図1に示す値が得られた。なお、mRNA 量は転写調節領域を切断しなかった DNA (図1中の最上段) の発現量を 100 として相対値で示している。

								mRNA 量 (相対量)	
A	B	C	D	E	F	プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	100	
		B	C	D	E	F	プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	98
			C	D	E	F	プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	124
				D	E	F	プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	121
					E	F	プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	25
						F	プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	19
							プロモーター	アミノ酸配列をコードする領域	22

図1

実験の結果から考えて、遺伝子 G の調節領域のうち、最も抑制効果が大きいリプレッサーおよび最も促進効果が大きいアクチベーターの結合する塩基配列が存在する領域として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

リプレッサー , アクチベーター

- ① 領域 A ② 領域 B ③ 領域 C
 ④ 領域 D ⑤ 領域 E ⑥ 領域 F

4 生殖と発生に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～8に答えなさい。

〔解答番号 ～ 〕

A 被子植物の若いおしべの中では、 が a 分裂して花粉四分子がつくられる。花粉四分子はばらばらになり、成長する過程で b 分裂し、花粉管細胞とその中にある になる。ナス科の植物では、花粉が柱頭につくと花粉管が胚珠の方向に伸長し、 は c 分裂して2個の になる。一方、めしべでは が d 分裂して がつくられる。 は3回の e 核分裂を行った後、核のまわりに仕切りができ、7個の細胞からなる を形成する。

問1 核相が $2n = 14$ のある動物が配偶子をつくるとき、異なる染色体の組合せをもつ配偶子の理論上の種類として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、相同染色体ならびに非相同染色体間での乗換えは生じないものとする。 通り

- ① 7 ② 14 ③ 2^7
 ④ 2^{14} ⑤ 7^2 ⑥ 7^{14}

問2 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- | | ア | イ | ウ |
|---|-------|-------|-------|
| ① | 花粉母細胞 | 精細胞 | 雄原細胞 |
| ② | 花粉母細胞 | 雄原細胞 | 精細胞 |
| ③ | 精原細胞 | 花粉母細胞 | 雄原細胞 |
| ④ | 精原細胞 | 雄原細胞 | 花粉母細胞 |
| ⑤ | 雄原細胞 | 花粉母細胞 | 精細胞 |
| ⑥ | 雄原細胞 | 精細胞 | 花粉母細胞 |

問3 文中の **工** ～ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **3**

- | | 工 | オ | カ |
|---|--------|--------|--------|
| ① | 胚のう | 胚のう細胞 | 胚のう母細胞 |
| ② | 胚のう | 胚のう母細胞 | 胚のう細胞 |
| ③ | 胚のう細胞 | 胚のう | 胚のう母細胞 |
| ④ | 胚のう細胞 | 胚のう母細胞 | 胚のう |
| ⑤ | 胚のう母細胞 | 胚のう | 胚のう細胞 |
| ⑥ | 胚のう母細胞 | 胚のう細胞 | 胚のう |

問4 下線部 a～e のうち、減数分裂の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **4**

- ① a, d ② a, e ③ b, c
 ④ b, d ⑤ c, d ⑥ c, e

問5 被子植物の生殖に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **5**

- ① 精細胞は胚珠内で変態し、精子となって受精する。
 ② 中央細胞がもつ2つの核の遺伝子構成は、それぞれ異なる場合がある。
 ③ 胚珠内に存在する助細胞の核相は n である。
 ④ 胚珠は受精後に胚となる。
 ⑤ 被子植物の重複受精では、卵細胞と反足細胞がそれぞれ精細胞と融合する。
 ⑥ 1つの受精卵が分裂して多数の種子となる。

B ある植物 X の花の色には 2 組の対立遺伝子 ($A \cdot B$) が関与している。遺伝子 A は色素原をつくる酵素の遺伝子であり、遺伝子 B は色素原から色素をつくる酵素の遺伝子である。遺伝子 A は対立遺伝子 a に対して優性であり、遺伝子 B は対立遺伝子 b に対して優性である。また、遺伝子 a と b は酵素を合成できない。植物 X がこれらの遺伝子 A と B をともにもつとき花は赤色になり、それ以外のときは白色になる。植物 X の花の色は遺伝子 A と B のみによって決定している。

2 種類の白花純系を交配して得られた F_1 はすべて赤色であった。 F_1 を検定交雑した結果、赤色 : 白色の分離比は 1 : 9 となったことから、これらの遺伝子は連鎖していることがわかった。

問 6 F_1 における遺伝子 A (a) と B (b) の間の組換え価として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 %

- ① 20.0 ② 14.3 ③ 12.5 ④ 11.1 ⑤ 10.0 ⑥ 5.0

問 7 F_1 を自家受精した場合に得られる赤色 : 白色の分離比として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 1 : 81 ② 1 : 99 ③ 51 : 49
④ 66 : 34 ⑤ 201 : 199 ⑥ 281 : 119

問8 減数分裂時に生じる遺伝子の組換えに関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

8

- ① 遺伝子の組換えが生じる確率は、染色体上のどの部位であっても等しい。
- ② 遺伝子の組換えが自由に生じることは、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つための条件の一つである。
- ③ 遺伝子の組換えにより遺伝子の新しい組合せが生じることで遺伝的多様性が増す。
- ④ 遺伝子の組換えにより遺伝子頻度が変化する。
- ⑤ 遺伝子の組換えにより生存や繁殖に有利な遺伝子だけを両親から受け継ぐ。
- ⑥ 遺伝子の組換えにより異なる種のもつ遺伝子を得ることができる。

5 生態系と環境に関する次の文(A~C)を読み、下の問1~8に答えなさい。

[解答番号 ~]

A ある地域に生息する同種の生物の個体の集団を個体群といい、ある生物が生活する単位空間あたりの個体数を個体群密度という。個体数を推定する方法の一つとして、区画法がある。区画法は移動の 生物に適している。一方、区画法が適さない生物では標識再捕法が用いられる。標識再捕法によって正しい推定数を得るためには、いくつかの条件が満たされている必要がある。

個体群を構成する個体や集団が行動圏の一部を占有してほかの個体を排除することがあり、これを縄張りという。一般に個体群を構成する個体の分布様式としては、集中分布、一様分布、ランダム分布の3つがあるが、各個体が縄張りをもつ生物はこのうち 分布を示す。

一方、多数の個体と一緒に行動している集団を群れという。アユでは、個体群密度が比較的 ときに縄張りが形成されるが、個体群密度が になると、群れを形成するようになる。これは個体群密度の変化によって、縄張りをもつこと が縄張りをもつこと を上回るためであると考えられる。また、群れをつくる動物では、個体間に安定した優劣関係がみられることがある。そのような優劣関係によって結果的に個体群内の秩序が保たれる場合を 制という。

問1 文中の ・ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。

- | | ア | イ |
|---|-----|------|
| ① | 多い | 一様 |
| ② | 多い | 集中 |
| ③ | 多い | ランダム |
| ④ | 少ない | 一様 |
| ⑤ | 少ない | 集中 |
| ⑥ | 少ない | ランダム |

問2 文中の **ウ** ～ **キ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

- | | ウ | エ | オ | カ | キ |
|---|----|----|-----|-----|------|
| ① | 高い | 低く | コスト | 利益 | 順位 |
| ② | 高い | 低く | コスト | 利益 | カースト |
| ③ | 高い | 低く | 利益 | コスト | 順位 |
| ④ | 高い | 低く | 利益 | コスト | カースト |
| ⑤ | 低い | 高く | コスト | 利益 | 順位 |
| ⑥ | 低い | 高く | コスト | 利益 | カースト |
| ⑦ | 低い | 高く | 利益 | コスト | 順位 |
| ⑧ | 低い | 高く | 利益 | コスト | カースト |

問3 下線部について、あるキャベツ畑でモンシロチョウの成虫を捕獲したところ、メス 27 個体、オス 180 個体が採集できた。これらに標識をつけて放し、2 日後同じ畑で再びモンシロチョウの成虫を捕獲したところ、メス 26 個体、オス 135 個体が採集でき、そのうち標識をもつ個体が、メス 3 個体、オス 75 個体含まれていた。雌雄の行動の違いにより、捕獲率に差が出たと考えられる。標識再捕法によりこの畑のモンシロチョウの成虫の個体数を推定したとき、メスの個体数ならびに成虫の総個体数の推定値として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、この調査の間に個体の移出入や死亡、新たな成虫の羽化はなかったものとする。

メス **3** 個体、成虫の総個体数 **4** 個体

- | | | | |
|-------|-------|--------|--------|
| ① 187 | ② 234 | ③ 324 | ④ 427 |
| ⑤ 558 | ⑥ 702 | ⑦ 1215 | ⑧ 1560 |

B 個体数または個体群密度が時間とともに変化する様子を表したグラフを、個体群の **ク** という。ある生物を少数だけ容器に入れて、その個体数の変化をグラフにすると、理想的には指数関数的に増加する曲線になると考えられるが、実際には S 字型の曲線になり、ある個体数でほぼ一定となる。**ク** が、ある個体数でほぼ一定となるのは、個体数の増加によって排泄物が増加したり、個体間の **ケ** が激しくなるためと考えられる。

次の図 1 は、アズキ 5 g を入れた容器にアズキゾウムシの親をさまざまな個体数で導入して産卵させ、卵から成長して羽化した子の数を計測したものである。なお、アズキゾウムシの幼虫はアズキのみを食物として成長し、羽化すると絶食する。また、親は産卵後に取り除いており、容器内への個体の移入はなかったものとする。

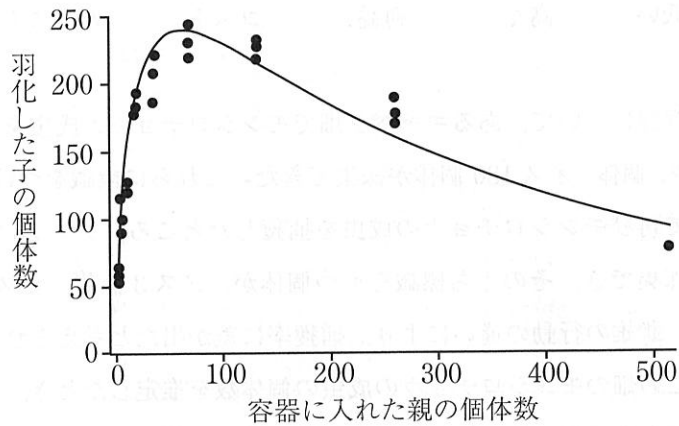


図 1

問4 文中の **ク**・**ケ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **5**

ク ケ

- ① 生存曲線 間接効果
- ② 生存曲線 競争
- ③ 生存曲線 アリー効果
- ④ 成長曲線 間接効果
- ⑤ 成長曲線 競争
- ⑥ 成長曲線 アリー効果

問5 すべての羽化した子を、アズキ5gを入れた新しい容器に導入するという実験を繰り返すと、はじめの個体数に関わらず最終的に子の個体数はある**数値**になると考えられる。図1から判断して、この数値として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **6**

- ① 0
- ② 50
- ③ 90
- ④ 180
- ⑤ 230
- ⑥ 500

C 生物は個体群密度が高くなることを、形質を変化させて回避することが多い。その例として、ワタリバツタなどの昆虫でみられる相変異がよく知られている。

ワタリバツタの幼虫は、個体群密度が低いと羽化して孤独相の成虫になる。また、個体群密度が高いと羽化して群生相の成虫になる。孤独相の成虫は群生相の成虫と比較して、体長に対して前翅が ，後肢が発達している，体色が である，産卵数が多い，卵のサイズが などの形質をもつ。一方，群生相の成虫は，孤独相の成虫と対照的な形質をもつほかに，集合性が強いなどの形質をもつ。群生相の成虫の形質は，個体群密度を低くするとともに，種の分布域を広げるといふ意義があると考えられる。

また，環境の変化は，個体群にさまざまな影響を与え，個体群の大きさを変化させる。一般に，気候や食物の量の変化が激しい環境に生息する生物はそれらの変化が少ない環境に生息する生物と比較して，個体群密度の変動は ，卵は という傾向がある。

問6 文中の ～ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- | | コ | サ | シ |
|---|----|----|-----|
| ① | 長い | 暗色 | 大きい |
| ② | 長い | 暗色 | 小さい |
| ③ | 長い | 緑色 | 大きい |
| ④ | 長い | 緑色 | 小さい |
| ⑤ | 短い | 暗色 | 大きい |
| ⑥ | 短い | 暗色 | 小さい |
| ⑦ | 短い | 緑色 | 大きい |
| ⑧ | 短い | 緑色 | 小さい |

問7 文中の「ス」・「セ」にあてはまる記述の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 8

ス	セ
① 環境収容力に達することなく安定	大きな卵を少数つくる
② 環境収容力に達することなく安定	小さな卵を多数つくる
③ 環境収容力に達することなく不安定	大きな卵を少数つくる
④ 環境収容力に達することなく不安定	小さな卵を多数つくる
⑤ 環境収容力に近い密度で安定	大きな卵を少数つくる
⑥ 環境収容力に近い密度で安定	小さな卵を多数つくる
⑦ 環境収容力に近い密度で不安定	大きな卵を少数つくる
⑧ 環境収容力に近い密度で不安定	小さな卵を多数つくる

問8 次の記述ア～ウのうち、自然選択と生物の集団に関して正しく説明した記述を過不足なく含むものはどれか。下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 9

ア オオシモフリエダシャクの工業暗化は、ヒトの活動によって起こった進化であるため、自然選択の例ではない。

イ オスのクジャクの飾り羽は目立って天敵にみつきやすいため生存には不利だが、メスに選ばれやすくなる進化であるため、自然選択の例である。

ウ 遺伝的浮動による遺伝子頻度の変化は、小進化という進化の一つであるため、自然選択の例である。

- ① ア ② イ ③ ウ
 ④ ア, イ ⑤ ア, ウ ⑥ イ, ウ
 ⑦ ア, イ, ウ