

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.



次の説明に当てはまる最も適切な用語は何か。【配点 20】

- (1) ジスルフィド結合にかかわるアミノ酸
- (2) 脊椎動物において、運動を調節したり体の平衡を保つ中枢がある脳の部位
- (3) 微小管を形成するタンパク質
- (4) 自己に対する免疫応答が抑制されている状態
- (5) 真核細胞の線状 DNA の末端部分
- (6) エネルギーを必要とする、濃度勾配に逆らった輸送
- (7) 活動電位を生じるのに必要な最小限の刺激の強さ
- (8) 果実の成熟を促進する、気体の植物ホルモン
- (9) 食物網の上位にあり、他の生物の生活に大きな影響を与える生物種を指す用語
- (10) 冠輪動物のうちプラナリアやサナダムシなどが属する動物群

II

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 21】

遺伝子組換え技術では、特定の塩基配列を認識して DNA を切断する酵素である a と、DNA の末端どうしをつなぐ酵素である b が用いられる。また、特定の DNA 領域を増幅させる方法としてポリメラーゼ連鎖反応法（PCR 法）が開発されている。PCR 法は、まず DNA 溶液を(A)95℃程度まで熱し、次に(B)55℃程度まで急速に下げ、その後(C)70℃程度で反応させることを繰り返す方法である。これにより DNA 断片を増幅することができる。

DNA 断片のおおよその塩基対（bp: base pair）の数は電気泳動法で調べることができる。DNA は電気泳動緩衝液中で c の電荷を帯びている。したがって、**図 1** のような電気泳動装置のアガロースゲル（寒天ゲル）のウェルと呼ばれるくぼみに DNA を入れて電圧をかけると、DNA は d 極の方向に移動する。直鎖状の DNA の場合、(D)DNA 断片の長さが e 断片ほどゆっくり移動するので、調べたい DNA 断片の塩基対の数は、塩基対の数があらかじめわかっているマーカー DNA の移動距離をもとに推定できる。

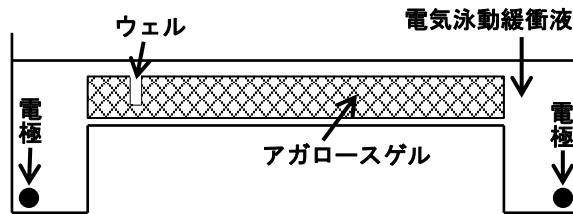


図 1：真横から見た電気泳動装置

問 1 文中の a および b に入る最も適切な用語は何か。

問 2 文中の c ～ e に入る語句や記号の正しい組合せはどれか。次の①～⑧のうちから選び、記号で答えなさい。

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| c | － | － | － | － | ＋ | ＋ | ＋ | ＋ |
| d | － | ＋ | － | ＋ | － | ＋ | － | ＋ |
| e | 短い | 短い | 長い | 長い | 短い | 短い | 長い | 長い |

問 3 下線部(A)を行う目的を簡潔に述べなさい。

問 4 下線部(B)を行う目的を簡潔に述べなさい。

問 5 下線部(C)で働く酵素の名称は何か。

問 6 下線部(D)について、塩基対の数が 断片ほどゆっくり移動するのはなぜか。

問 7 図 2 に示す環状二本鎖 DNA を である *Pst* I と *EcoR* I で切断する実験を行った。*Pst* I と *EcoR* I を単独または混合して DNA の切断処理を行った結果、表に示す DNA 断片が生じた。

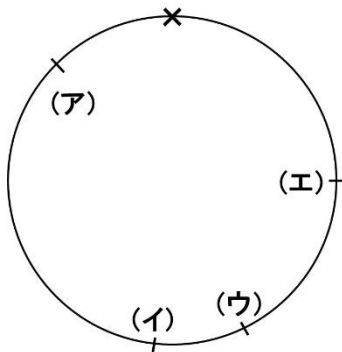


図 2

| | 断片の大きさ (bp) |
|------------------------------|---------------------|
| <i>Pst</i> I のみ | 10,000 |
| <i>EcoR</i> I のみ | 4,400, 5,600 |
| <i>Pst</i> I と <i>EcoR</i> I | 1,300, 4,300, 4,400 |

- (1) 図 2 の環状 DNA は、何個のヌクレオチドから構成されているか。
- (2) 図 2 の環状 DNA において、*Pst* I は X の部分のみを切断した。*EcoR* I は (ア) ~ (エ) のうちどの場所を切断していると考えられるか。すべて選び記号で答えなさい。
- (3) *Pst* I と *EcoR* I の両方で切断した断片のうち、*Pst* I で切断された末端をもつ断片は何 bp の断片か。すべて選びなさい。

Ⅲ

次の文章を読み、下の間に答えなさい。【配点 23】

有性生殖では、両方の親からの染色体が子にもたらされる。しかし、染色体の数は増えることなく、親と子では変わらない。これは、染色体の数が体細胞の半分になる減数分裂を経て配偶子がつくられるためである。

減数分裂では、母細胞の染色体の複製が完了すると、第一分裂では相同染色体どうしが平行に並んで接着する。このことを **a** といい、この状態の染色体を **b** という。各相同染色体は複製を終えているため、**b** は4本の染色体からできている。このとき、**a** した染色体の間では、染色体の部分的な交換が起こる場合がある。これを染色体の **c** といい、遺伝子の組換えが起こる。やがて、(A)相同染色体が **a** 面で分離し、それぞれ分かれて両極に移動して細胞質が二分される。引き続いて、染色体の複製が行われないうちに第二分裂が始まる。(B)接着した2本の染色体は二分され、それぞれ分かれて両極へ移動し、細胞質も二分される。その結果、母細胞から生じた **d** 個の配偶子の核にはそれぞれ相同染色体の片方の染色体のみが1本ずつ含まれることになる。

問1 文中の **a** ~ **d** に入る最も適切な用語あるいは数字は何か。

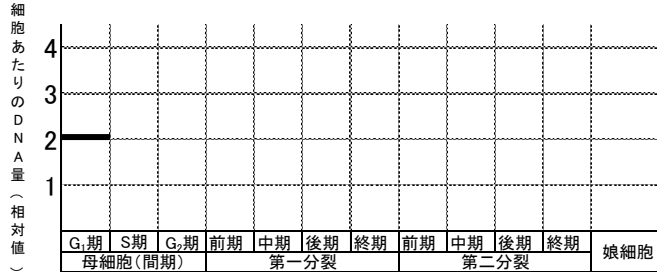
問2 有性生殖であるのはどれか。次の①~⑥のうちから選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------|----------|--------------|
| ① ゾウリムシの分裂 | ② ヒドラの出芽 | ③ サツマイモの栄養繁殖 |
| ④ バラの挿し木 | ⑤ 酵母菌の出芽 | ⑥ クラミドモナスの接合 |

問3 下線部(A)と(B)のうち、核相が半減するのはどちらか。記号で答えなさい。

問4 ヒトの体細胞と配偶子の染色体数はそれぞれいくつか。

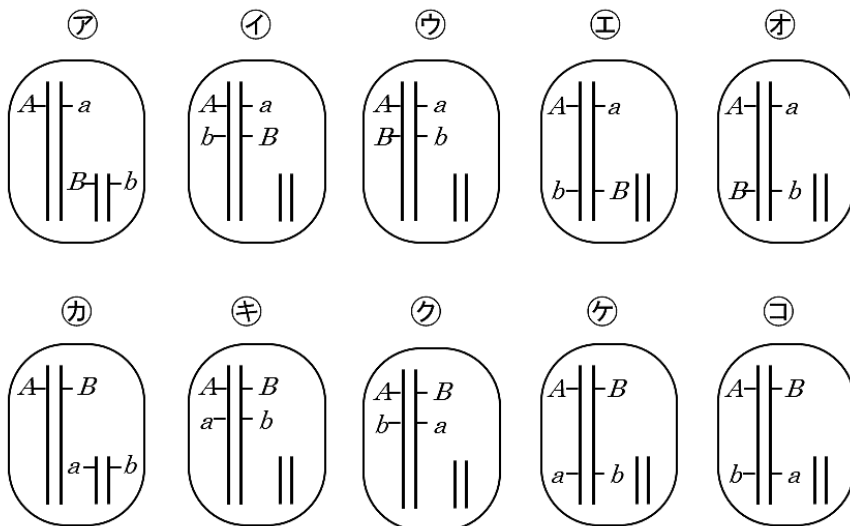
問5 解答用紙のグラフに、減数分裂の過程における細胞あたりのDNA量の変化を折れ線で書き入れて、グラフを完成させなさい。ただし、グラフに示したように母細胞のG₁期に含まれるDNA量を相対値で2として書きはじめなさい。



問6 着目する二つの遺伝子が連鎖しているかどうか、あるいは組換えが起こっているかどうかは、検定交雑という方法で知ることができる。2組の対立遺伝子(Aとa、およびBとb)をヘテロにもっているF₁個体(AaBb)を検定交雑した。ただし、A、Bは優性遺伝子、a、bは劣性遺伝子であるとする。

- (1) 検定交雑において、F₁個体との交配に用いる個体の遺伝子型は何か。
 (2) (1)の結果、得られた次代の表現型の比[AB]:[Ab]:[aB]:[ab]が次の①～⑤となった場合、F₁個体の遺伝子と染色体の関係はどのようになっていると考えられるか。次のア～コのうちから最も適切なものをそれぞれ選びなさい。ただし、二重 c は起こらないものとする。

- ① 1:1:1:1 ② 3:1:1:3 ③ 7:1:1:7 ④ 1:3:3:1 ⑤ 1:7:7:1



IV

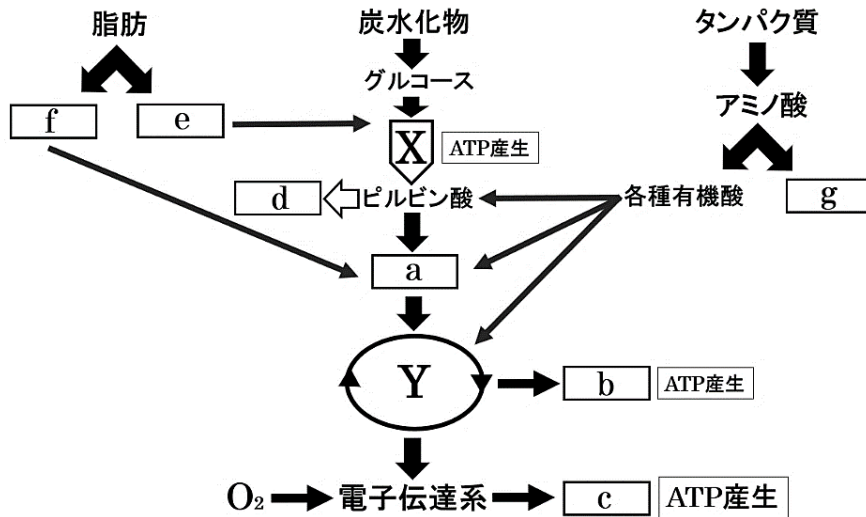
次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 24】

呼吸は酸素を用いて有機物から ATP が合成される反応である。呼吸基質には炭水化物、脂肪、タンパク質などがあり、ヒトでは主として炭水化物が用いられる。呼吸は大きく分けると、次頁の図のような **X**、**Y**、および電子伝達系という三つの過程からなる。

デンプンなどの炭水化物はまずグルコースに分解され、1 分子のグルコースは **X** によって 2 分子のピルビン酸にまで分解される。この過程においては、酵素による(A)リン酸化反応によって差し引き 2 分子の ATP が合成される。また、酵素の働きによって水素イオンと電子が NAD^+ に渡され、 NADH となる。次に酵素の働きによってピルビン酸が **a** となり、**Y** に入る。**Y** においては、酵素による(B)リン酸化反応によってピルビン酸 2 分子当たり 2 分子の ATP が合成され、加えて NADH 、 FADH_2 、および **b** が生じる。ここまでで生じた NADH と FADH_2 によって運ばれた電子は、電子伝達系に渡される。これらの電子は、電子伝達系を流れたのちに酸素を還元して **c** を生じるが、この過程では、酵素による(C)リン酸化反応によって最大 34 分子の ATP 分子が合成される。

一方、激しい運動をしている筋肉では、酸素の供給が間に合わなくなるため、**X** で生じたピルビン酸は **a** ではなく **d** に変換される。

呼吸基質として、脂肪やタンパク質が用いられる場合もある。脂肪は、まず **e** と **f** に分解されて、それぞれ **X** と **Y** に入る。一方、タンパク質は、まず消化されてアミノ酸になる。その後、(D)アミノ酸は酵素の働きで **g** を遊離してピルビン酸などの有機酸となり、**Y** などに入って分解される。



問 1 文中および図中の **a** ~ **g** に入る最も適切な用語は何か。

問 2 文中および図中の **X, Y** はそれぞれ何か。

問 3 **X, Y**, 電子伝達系の各過程は、それぞれ細胞のどこで起こるか。次の①～⑥のうちから一つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------------|--------------|---------|
| ① 細胞膜 | ② 小胞体 | ③ 細胞質基質 |
| ④ ミトコンドリアのマトリックス | ⑤ ミトコンドリアの内膜 | ⑥ リソソーム |

問 4 呼吸においては、ADP をリン酸化して ATP を産生するしくみが二つある。

- (1) 下線部(A), (B)のリン酸化を何というか。
- (2) 下線部(C)のリン酸化を何というか。

問 5 呼吸によって 1 分子のグルコース ($C_6H_{12}O_6$) が完全に分解されるとき反応式を書きなさい。また、その際 ATP は最大何分子合成されるか。

問 6 下線部(D)の反応を何というか。

V

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 22】

酵素と無機触媒の働きを比較するために以下の実験を行った。

試験物質として、石英粒、酸化マンガン(IV) (MnO_2)、および、ウシの肝臓をすりつぶして水で希釈した酵素液を準備した。次に、表 1 に示した試薬を加えた A～D の試験管をそれぞれ 3 本ずつ準備し、少量の石英粒、少量の MnO_2 、または、数滴の酵素液をそれぞれ加えて気体発生の有無を観察した。これらの結果は、気体が発生したときは+、発生しなかったときは-として、表 2 に示した。ただし、D の試験管に用いた試験物質は、石英粒と酸化マンガンについては沸騰水中で 10 分間加熱したものを、酵素液についてはそのまま 10 分間煮沸したものを使用した。

表 1 実験に使用する試験管

| 試薬 | 試験管 | | | |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| | A | B | C | D |
| 蒸留水 | 1mL | — | — | 1mL |
| 5%過酸化水素水 | 5mL | 5mL | 5mL | 5mL |
| 10%塩酸 | — | 1mL | — | — |
| 10%水酸化ナトリウム水溶液 | — | — | 1mL | — |

表 2 実験結果

| 試験物質 | 試験管 | | | |
|----------------|-----|---|---|---|
| | A | B | C | D |
| 石英粒 | ① | ② | ③ | — |
| MnO_2 | + | ④ | ⑤ | ⑥ |
| 酵素液 | + | — | — | ⑦ |

問 1 表 2 の①～⑦について、気体発生の有無を、+か-のいずれかで示しなさい。

問 2 気体が発生するときの反応を化学反応式で示しなさい。

問 3 (1) 酵素液中の気体が発生させる酵素の名称は何か。また、(2) 一般に酵素は特定の物質にだけ作用する性質をもつ。このような性質のことを何というか。

問 4 酵素液を用いた A, B, C の実験結果から、酵素反応の特徴について簡潔に述べなさい。

問 5 酵素液を入れた A と D の試験管の結果から、煮沸処理すると、酵素にどのような変化が起こったと考えられるか。簡潔に述べなさい。

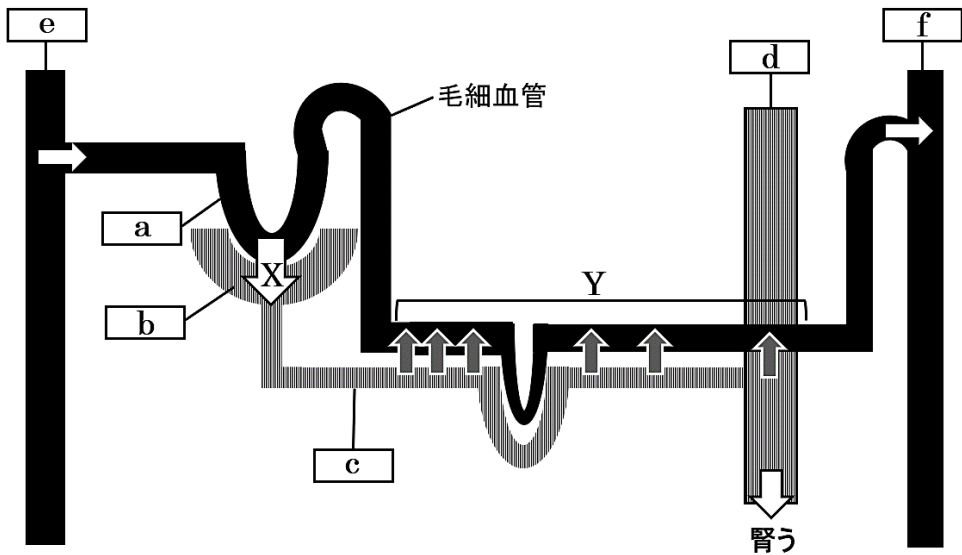
問 6 A の試験管を 4 本準備し、それぞれに酵素液を少量加えると気体が発生したが、しばらくすると気体は発生しなくなった。次にこれらの試験管に、(1) 酵素液、(2) 石英粒、(3) MnO_2 、または、(4) 5%過酸化水素水をそれぞれ少量さらに加えて気体の発生の有無を観察したところ、(1) を加えたときには気体は発生しなかった。(2)～(4) を加えたときの気体発生の有無を、+か-で示しなさい。また、これらの結果から、最初に酵素液を加えてしばらくすると気体が発生しなくなった理由についても簡潔に述べなさい。

VI

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 20】

ヒトの腎臓は左右に一对ある器官であり、皮質、髄質、腎うの三つの部分から構成されている。皮質には図のように毛細血管が絡まった **a** と、これを囲む **b** がある。**b** につながった細長い **c** は、ループ状の部分を経由して、**d** へとつながっている。

腎臓には、大動脈から分かれた **e** を通じて大量の血液が流れ込み、その血液成分が **a** を包む **b** へこし出される(働き **X**)。この結果できた原尿は、**c**、**d** へと流れていくが、体に必要な物質は、これらを取り巻く毛細血管内へ取り込まれ(働き **Y**)、大静脈に合流する **f** という血管へと戻される。一方、老廃物は、**c**、**d** を通過して濃縮され、腎うを経由して尿として体外に排出される。



問1 文中および図中の **a** ～ **f** に入る最も適切な用語は何か。

問2 **a** , **b** をあわせた構造, および **a** , **b** , **c** をあわせた構造の名称はそれぞれ何か。

問3 (1) 血液成分が **a** を含む **b** へこし出されること(働き **X**)を何というか。また, (2) 体に必要な物質が **c** や **d** を取り巻く毛細血管内へ取り込まれること(働き **Y**)を何というか。

問4 働き **X** を通常受けないものはどれか。次の①～④のうちからすべて選び, 記号で答えなさい。

- ① 水 ② グルコース ③ タンパク質 ④ 血球

問5 働き **Y** を通常受けにくいものはどれか。次の①～④のうちからすべて選び, 記号で答えなさい。

- ① 水 ② グルコース ③ 無機塩類 ④ 尿素

問6 下線部について, 尿として体外に排出される経路を次の①～④のうちから一つ選び, 記号で答えなさい。

- ① 腎う → 輸尿管 → 尿道 → ぼうこう → 体外
② 腎う → ぼうこう → 輸尿管 → 尿道 → 体外
③ 腎う → 尿道 → ぼうこう → 輸尿管 → 体外
④ 腎う → 輸尿管 → ぼうこう → 尿道 → 体外

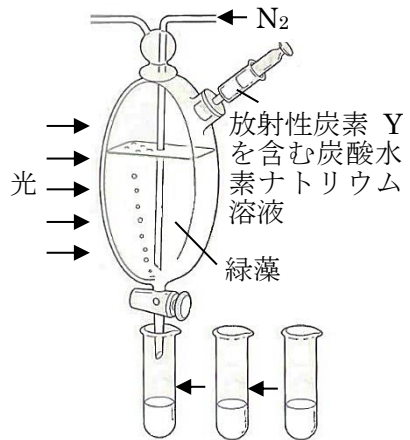
VII

次の文章を読み、下の問に答えなさい。【配点 20】

光合成の反応で発生する酸素が、何に由来するかを調べるために、**a**らは、普通の酸素の代わりに、酸素の同位体*注である X を含む水と、X を含む二酸化炭素を、単細胞の^{りょくそう}緑藻に別々に与えて光合成させる実験を行った。その結果、X を含む水を与えた緑藻からは、X を含む酸素が発生したが、X を含む二酸化炭素を与えた緑藻からは、X を含む酸素は発生しなかった。

b と **c** らは、右図のような装置を利用して、炭素の放射性同位体である Y を含む二酸化炭素を加えた溶液中で、緑藻に光を当てて光合成を行わせ、どのような物質に Y が含まれるのかを調べた。

光照射を始めてからいろいろな時間(5 秒や 60 秒などの短い時間)に緑藻を含む(A)溶液の一部を試験管の中に滴下し、それらの光合成産物を二次元ペーパークロマトグラフィー法で分離した。その結果、二酸化炭素は、まずは(B)C5 化合物と結合して不安定な C6 化合物になるが、すぐに 2 分子の(C)C3 化合物になることがわかった。また、C3 化合物は時間とともに、次々と変化して炭水化物と再び C5 化合物に戻るとい回路状になっていることが明らかになった。この回路は彼らの名前をとって、**b**・**c** 回路と呼ばれている。



*注陽子の数は同じであるが、中性子の数が異なるため質量数が異なる原子を互いに同位体という。同位体には、放射線を出すものがあり、それらは放射性同位体と呼ばれる。

問1 文中の **a** ~ **c** に入る人名を答えなさい。

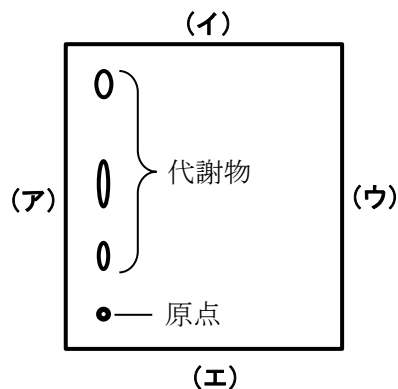
問2 文中の X と Y に当てはまる最も適切なものを、次の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① 10C ② 12C ③ 14C ④ 14O ⑤ 16O ⑥ 18O

問3 同位体 X を使った実験の結果から何がわかったか。

問4 下線部(A)の試験管には、熱したアルコール溶液があらかじめ入れてあった。その目的は何か。

問5 二次元ペーパークロマトグラフィーは、まず、抽出液をろ紙の原点につけ、溶媒の入った容器に立てかけて展開する。次に、ろ紙の向きを変えて、別の溶媒で再び展開する。右図は、1回目の展開を行った結果を示す。2回目の展開を行うときに、図中の(ア)~(エ)のいずれの辺を展開液に浸すか。



問6 (大学発表に基づき削除)。

問7 下線部(B)と(C)の化合物の名称はそれぞれ何か。