

# 令和5年度入学試験問題（前期日程）

## 理 科 (医学部医学科)

物 理	1 ページから	6 ページまで
化 学	7 ページから	10 ページまで
生 物	11 ページから	14 ページまで

### 注 意 事 項

- 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所または2か所)に記入すること。
- 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
- 解答時間は、100分である。

# 物 理

- 1 以下の文章中の (1) ~ (10) に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問1 図1—Iのように、ロープでついた板の上に人が乗り、ロープには2つの滑車が取り付けられている。人が板から離れないように定滑車にかけたロープの一端を人が引っ張って、板は地面から離れて水平に静止しているとする。動滑車と板の質量をどちらも $M$ とし、人の質量を $7M$ とすると、人が板から受ける垂直抗力の大きさは $N = \boxed{①}$ となる。ただし、ロープの質量および2つの滑車とロープとの間の摩擦は無視でき、また、滑車にかかっているロープは滑車に接している部分を除きすべて鉛直になっているものとする。重力加速度の大きさを $g$ とする。



図1—I

問2 1molの單原子分子理想気体をピストンのついたシリンダーに閉じ込めて、図1—IIのように、気体の圧力や体積を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ のサイクルでゆっくりと変化させた。状態Aの絶対温度と圧力をそれぞれ $T_0, P_0$ として、図1—IIにこの1サイクルでのそれぞれの状態における気体の圧力 $P$ と絶対温度 $T$ を示す。ただし、 $A \rightarrow B$ と $C \rightarrow D$ は定積変化、 $B \rightarrow C$ と $D \rightarrow A$ は定圧変化であり、気体定数を $R$ とする。

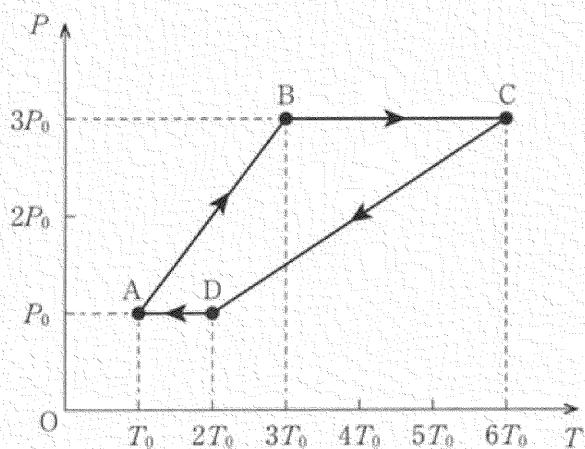


図1—II

- (1)  $A \rightarrow B \rightarrow C$  の変化で気体が吸収した熱量は  $\boxed{②}$  である。  
 (2) このサイクルの熱効率は  $\boxed{③}$  となる。

問3 片側が閉じたシリンダーに単原子分子理想気体を入れ、なめらかに動くピストンで封じ込めた。最初、シリンダー内の体積は  $V_1$ 、絶対温度は  $T_1$  であった。その後、外部との熱の出入りがないようにしながらピストンをゆっくり押し込み、体積を  $V_2$  にした。そのときの気体の絶対温度は  $V_1, V_2, T_1$  を用いて  $T_2 = \boxed{④}$  と表せる。

問4 図1—IIIのように、底にコックのついた筒状の容器が水で満たされていて、その上部は開いている。その容器の上に振動数  $f$  のおんさを設置した。下のコックをわずかに開けると水面がゆっくり下がった。おんさを鳴らすと、容器の底からの水面の距離が  $L_0$  のとき、1度目の共鳴が起こった。2度目の共鳴が起こるのは、容器の底から水面までの距離が  $L_1 = \boxed{⑤}$  になったときである。ただし、このときの音速を  $v$  とする。

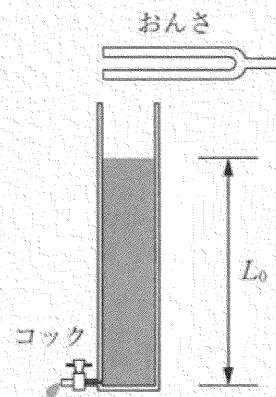


図1—III

問5 図1—IVのように、空气中に置いた絶対屈折率  $n$  の円柱状のガラス上面の中心にある点Aから単色光を入射した。点Aでの入射角を  $\alpha$  にしたところ、単色光はガラスの側面の点Bにおいて屈折角が  $90^\circ$  で進んだ。このとき、入射角  $\alpha$  とガラスの絶対屈折率  $n$  との間に成り立つ関係式は  $\boxed{⑥}$  である。ただし、空気の絶対屈折率を1とし、反射光は無視する。

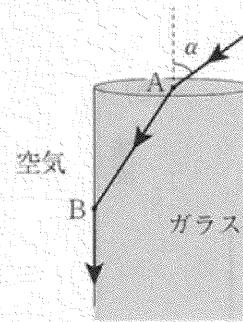


図1—IV

問6 図1-Vのように、座標 $(0, a)$ に電気量 $+q$ 、座標 $(0, -a)$ に電気量 $-q$ の点電荷をそれぞれ置いた。ただし、 $a > 0$ 、 $q > 0$ とし、クーロンの法則の比例定数を $k$ とする。

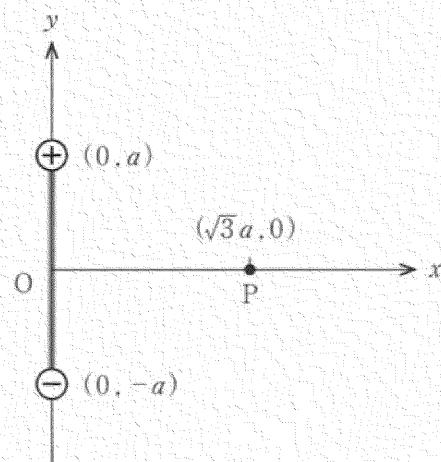


図1-V

- (1) 座標 $(\sqrt{3}a, 0)$ の点Pでの電場(電界)の強さは ⑦ である。
- (2) 点電荷の間の距離を変えないように、2つの点電荷を軽く細い絶縁体棒で連結する。この絶縁体棒は、自由に動けるものとする。x軸の正の向きに強さEの一様な電場を加えたとき、この絶縁体棒にはたらく偶力のモーメントの大きさは ⑧ である。

問7 図1-VI(a)のように、陰極から初速度0で放出された電子が加速電圧Vで加速され、ある物質でできた陽極に衝突して、X線が発生した。そのときのX線の強度と波長の関係を模式的に表したグラフを図1-VI(b)に示す。ここで、真空中の光速をc、プランク定数をh、電気素量をeとする。

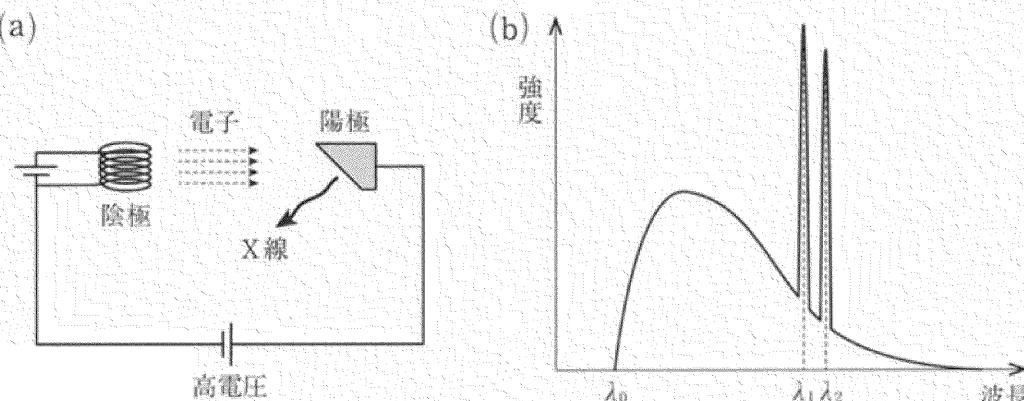


図1-VI

- (1) 電子が陽極に衝突して発生するX線の最短波長を、加速電圧Vを用いて表すと  $\lambda_0 = \boxed{\text{⑨}}$  である。
- (2) 図1-VI(b)より、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の波長を持つ強い強度のX線が放出されることが分かる。これらのX線について、加速電圧を増加させると、
- (ア)  $\lambda_1$ と $\lambda_2$ はともに変化しない。
  - (イ)  $\lambda_1$ と $\lambda_2$ はともに短くなる。
  - (ウ)  $\lambda_1$ と $\lambda_2$ はともに長くなる。
  - (エ)  $\lambda_1$ は短くなり、 $\lambda_2$ は長くなる。
  - (オ)  $\lambda_1$ は長くなり、 $\lambda_2$ は短くなる。

2

以下の各間に答えよ。(15点)

図2—Iのようく、ばね定数  $k$  の軽いばねが固定された台と、質量  $M$  の台車が、なめらかな水平面上に置かれている。台は水平面上にブロックで固定されており、その上面は水平でなめらかである。台の上面には、ばねと質量  $m$  の小物体 A と質量  $2m$  の小物体 B が一直線上に配置されており、これらの運動はこの直線上に限られ、台車はこの直線と平行に運動するものとする。なお、速度は図の右向きを正とする。

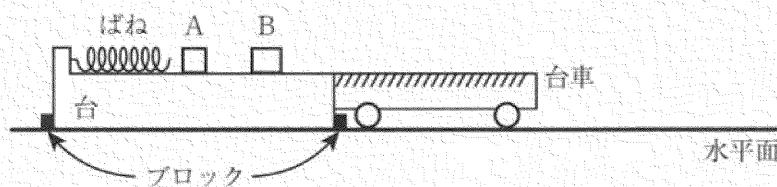


図2—I

A をばねに押しつけ、ばねを自然の長さから  $x$ だけ縮めて静かに手を放したところ、A は右向きに運動をはじめ、ばねが自然の長さに戻ったところでばねから離れた。A は速度  $v$  で B に向かって進み、A と B は衝突した。A と B の間の反発係数を  $\frac{1}{2}$  とする。その後、B は台車に向かって進んだ。台と台車の上面は同じ高さで、B は台から台車になめらかに乗り移る。台車の上面は粗く常に水平であり、B との間の動摩擦係数は  $\mu'$  とする。

B が台車に速度  $v_B$  でなめらかに乗り移ると、台車は水平面上をなめらかに右向きに動き出した。B は台車の上面をすべりながら徐々に速度を失い、最終的に台車と B は一体となって水平面を右向きに速度  $V$  で運動した。重力加速度の大きさを  $g$  とし、A, B の大きさ、ならびに、空気抵抗は無視できるものとする。また、台車の空気抵抗も無視できるものとする。

問1 A が B と衝突する直前の A の速度  $v$  を  $k, m, x$  を用いて表せ。

問2 A と B の衝突直後における B の速度  $v_B$  を  $v$  を用いて表せ。

問3 速度  $V$  を  $v_B, m, M$  を用いて表せ。

問4 台車が動き出してから B が台車に対してすべてた距離を  $v_B, m, M, \mu', g$  のうちから必要なものを用いて表せ。

問5 台車が動き出してから速度  $V$  になるまでの時間を  $V, m, M, \mu', g$  のうちから必要なものを用いて表せ。

3 以下のA, Bの各間に答えよ。(15点)

A 図3—Iのように、12Vの電池、 $2.0\Omega$ 、 $3.0\Omega$ 、 $4.0\Omega$ 、 $6.0\Omega$ の抵抗、抵抗値を自由に変えられる可変抵抗 $R_c$ で構成された回路がある。配線の抵抗および電池の内部抵抗は無視できるものとする。はじめに、 $R_c$ の抵抗値を $0\Omega$ にした。

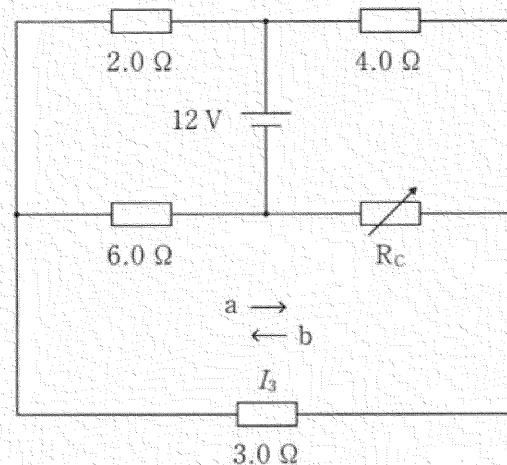


図3—I

問1  $3.0\Omega$ の抵抗に流れる電流 $I_3$ の向きを図3—Iの中のaまたはbから選び、その記号で答えよ。また、電流 $I_3$ の大きさを求めよ。

問2 次に $R_c$ の抵抗値を大きくしていくと、ある抵抗値 $R$ で $3.0\Omega$ の抵抗に電流が流れなくなった。この抵抗値 $R$ を求めよ。

B 図3-IIのように2本の十分に長いレールを間隔 $l$ あけて、鉛直に固定する。この2本のレールに対し垂直に長さ $l$ 、質量 $m$ の導体棒をとり付ける。導体棒の両端はレールから離れることはなく、レールに接したまま上下になめらかに動くことができる。2本のレールの端には、抵抗値 $R$ の抵抗、起電力 $V$ の電池、スイッチ $S$ が接続されている。磁束密度の大きさが $B$ の一様な磁場(磁界)が、2本のレールを含む平面と垂直に、平面の裏から表の向きにレールの間を貫いている。装置は周囲の物質の影響を受けないものとし、レール、導線、導体棒の電気抵抗、レールと導体棒の接触抵抗、および電池の内部抵抗は無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを $g$ とし、空気抵抗は無視できるものとする。

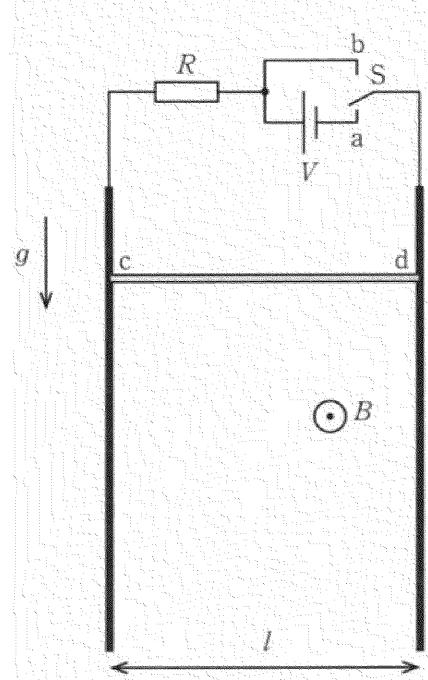


図3-II

導体棒の位置を固定し、スイッチ $S$ を端子 $a$ に接続する。

問3 導体棒に流れる電流が磁場から受ける力の大きさ $F$ を求めよ。また、この力のはたらく向きを以下の(ア)~(カ)の選択肢の中から1つ選び、その記号で答えよ。

- (ア) 鉛直上向き (イ) 鉛直下向き (ウ) 右向き (エ) 左向き
- (オ) 平面(紙面)の裏から表の向き (カ) 平面(紙面)の表から裏の向き

次に、スイッチ $S$ を端子 $b$ に接続し、導体棒を自由に落下させたところ、最終的に一定の速さ $v$ で落下した。

問4 導体棒の速さ $v$ を求めよ。

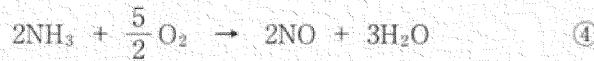
問5 導体棒と抵抗からなる回路には一定の電流が流れる。この電流により単位時間当たりに発生するジュール熱を $g$ を用いて表せ。

# 化 学

必要があれば、原子量は次の値を用いなさい。

$$H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0$$

- 1 次の反応①～④について、以下の各間に答えなさい。(17点)



これらすべての反応物と生成物は理想気体とする。反応①、②、③の反応熱(kJ)をそれぞれ  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  とする。また反応①、②、③、④が同じ温度で平衡状態に達したときの濃度平衡定数をそれぞれ  $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$  とする。

問1 窒素 0.20 mol と水素 0.60 mol と触媒を体積 1.0 L の密閉容器に入れ、反応①を開始させた。反応開始直後、10 秒間の窒素の平均の反応速度は、0.010 mol/(L·s) であった。その 10 秒間に減少した水素の物質量(mol)を答えなさい。ただし、有効数字は 2 衔とし、3 衔目を四捨五入して答えなさい。

問2 反応①が平衡状態に達したとき、濃度平衡定数  $K_1$  を、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$  を使って答えなさい。

問3 圧平衡定数は、濃度平衡定数で使われる濃度の代わりに、気体の分圧を使って計算された平衡定数である。反応④が平衡状態に達したとき、圧平衡定数を、濃度平衡定数  $K_4$ 、平衡状態の温度  $T$ 、および気体定数  $R$  を使って表しなさい。

問4 体積 1.0 L の密閉容器に窒素 1.0 mol と酸素 1.0 mol を入れ、反応②が進行して平衡状態に達したときの一酸化窒素の濃度(mol/L)を答えなさい。ただし、濃度平衡定数  $K_2$  は、 $4.0 \times 10^{-4}$  とする。また、有効数字は 2 衔とし、3 衔目を四捨五入して答えなさい。

問5 O=O 結合の結合エネルギーを 498 kJ/mol、H-H 結合の結合エネルギーを 436 kJ/mol、O-H 結合の結合エネルギーを 463.5 kJ/mol とするとき、反応③で水 1 mol を生成するときの反応熱(kJ)を答えなさい。ただし、有効数字は 3 衔とし、4 衔目を四捨五入して答えなさい。

問6 アンモニアの燃焼熱(kJ/mol)を  $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $Q_3$  を使って表しなさい。

問7 密閉容器内で反応④が平衡状態に達したのち、以下(ア)～(エ)の操作をそれぞれ行った場合、平衡状態はどの方向に移動するか、右または左でそれぞれ答えなさい。ただし、反応④は発熱反応である。

- (ア) 密閉容器内に一酸化窒素を加える。
- (イ) 密閉容器内のアンモニアを取り除く。
- (ウ) 密閉容器内の圧力を上げる。
- (エ) 密閉容器内の温度を上げる。

2

次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(16点)

中和滴定により酢酸水溶液中に含まれる電離前の酢酸の濃度を決定し、さらに水溶液のpHを測定することで、酢酸の電離度 $\alpha$ と電離定数 $K_a$ を求める一連の実験を行った。

シュウ酸二水和物0.63gをビーカーに取り、純水を約50mL加えて溶かし、100mLのメスフラスコへ移した。用いたビーカーを少量の純水で何度か洗い、この液もメスフラスコ内に移した。メスフラスコの標線まで純水を加え、栓をしてよく振り混ぜ、シュウ酸水溶液を作成した。この溶液10mLをホールピペットを用いてコニカルビーカーに入れた。これに指示薬を1, 2滴<sub>(a)</sub>加え、ビュレットに入った水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、x mLで過不足なく反応した。<sub>(b)</sub>

次に、この濃度を決定した水酸化ナトリウム水溶液を使って、濃度未知の酢酸水溶液10mLを滴定したところ、y mLで過不足なく反応した。<sub>(c)</sub>なお、濃度未知の酢酸水溶液のpHは25℃で3.0であった。

問1 下線部(a)について、水溶液に含まれるシュウ酸( $\text{COOH}_2$ )のモル濃度(mol/L)を答えなさい。ただし、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。

問2 下線部(b)について、以下の(1)~(3)の各間に答えなさい。

- (1) シュウ酸と水酸化ナトリウムが反応したときの化学反応式を答えなさい。ただし、シュウ酸の化学式は示性式で答えなさい。
- (2) 水酸化ナトリウムのモル濃度(mol/L)を $x$ を使った式で答えなさい。
- (3) この反応で中和点を知るために使うことのできる指示薬を一つ答えなさい。

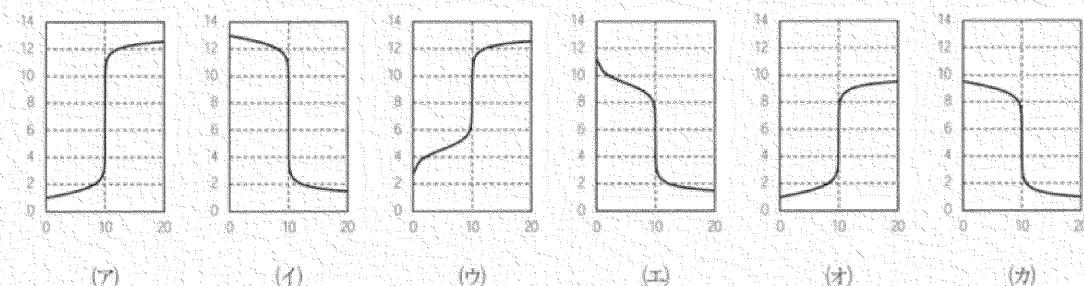
問3 酢酸が次のように電離するとき、以下の(1), (2)の各間に答えなさい。



- (1) 25℃における酢酸の電離度 $\alpha$ を $x$ と $y$ を使った式で答えなさい。
- (2)  $x = 12$ ,  $y = 4.8$ のとき、25℃における酢酸の電離定数 $K_a$ [mol/L]を答えなさい。ただし、 $1 - \alpha$ は1と近似できるものとして、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。

問4 ホールピペット、コニカルビーカー、ビュレットのうち、純水で洗浄したあと、濡れたまま実験に使用できるガラス器具を一つ選び、その理由を30字程度で答えなさい。

問5 下線部(c)について、水酸化ナトリウム水溶液の濃度が0.1 mol/L、酢酸水溶液の濃度が0.1 mol/Lのとき、滴定曲線として最もふさわしいものを次の(ア)~(カ)の中から一つ選び記号で答えなさい。ただし、滴定曲線の横軸は水酸化ナトリウム水溶液の滴下量(mL)、縦軸は25℃のときのpHとする。



3 次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(17点)

有機化合物 A～G は、グルコース、フルクトース、スクロース、トレハロース、マルトース、アスパルテーム、グルタチオンのいずれかである。なお、アスパルテームはジペプチドをもとに合成した人工甘味料であり、一方のアミノ酸がエステル化された構造をもつ。また、グルタチオンは異なる 3 つのアミノ酸から成り抗酸化作用を示すトリペプチドである。これらの化合物に対して、次の実験 1～6 を行った。

実験 1 A～G のそれぞれにニンヒドリン水溶液を加えて加熱したところ、A と D の水溶液が赤紫色に変化した。

実験 2 A～G のそれぞれに青色のフェーリング液を加えて加熱したところ、B, C, D および E の水溶液で 1 色沈殿を生じた。

実験 3 A～G のそれぞれに水酸化ナトリウム水溶液を加えた後に青色の硫酸銅(II)の水溶液を少量加えたところ、D の水溶液が 2 色になった。

実験 4 A～G のそれぞれに濃い水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱した後に無色の酢酸鉛(II)水溶液を加えたところ、D の水溶液で 3 色沈殿を生じた。

実験 5 アミロースをある酵素で加水分解すると E が得られた。

実験 6 E, F をそれぞれ希硫酸で加水分解すると、C のみが得られた。同じように G を希硫酸で加水分解すると、B と C が得られた。

なお、アスパルテームに含まれる 2 種類のアミノ酸とグルタチオンに含まれる 3 種類のアミノ酸は、図 I に示す 5 種類のアミノ酸のうちのいずれかであり、重複はない。図 I の括弧内の数字は、それぞれのアミノ酸の等電点を示す。

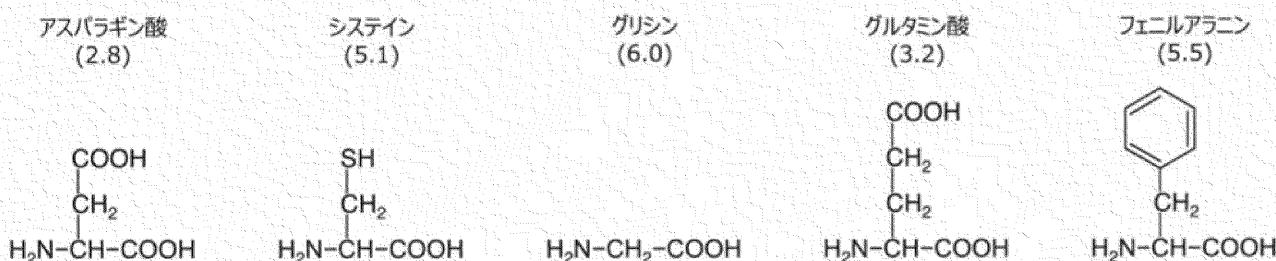


図 I 化合物 A～G のいずれかに含まれるアミノ酸の等電点と構造式

問 1 文中の 1 ～ 3 に当てはまる色を、それぞれ答えなさい。

問 2 化合物 E を完全燃焼したところ、0.396 g の水が得られた。その完全燃焼の際に放出された二酸化炭素の質量を求めなさい。

ただし、有効数字は 3 衔とし、4 衔目を四捨五入して答えなさい。

問 3 化合物 F と G の構造式を、それぞれ図 II の例にならって書きなさい。

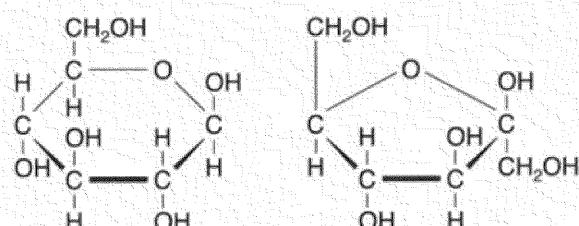


図 II  $\beta$ -グルコース(左)と  $\beta$ -フルクトース(右)の構造式

問4 化合物Aをある酵素で加水分解すると、アスパラギン酸とエステルHが得られた。次に、エステルHを水と少量の酸を加えて加熱して加水分解すると、メタノールとアミノ酸Iが得られた。アミノ酸Iの分子量は165で、窒素の含有率(質量百分率)は8.5%であった。エステルHの構造式を図Iにならって書き、不斉炭素原子の右肩に「\*」を付けなさい。

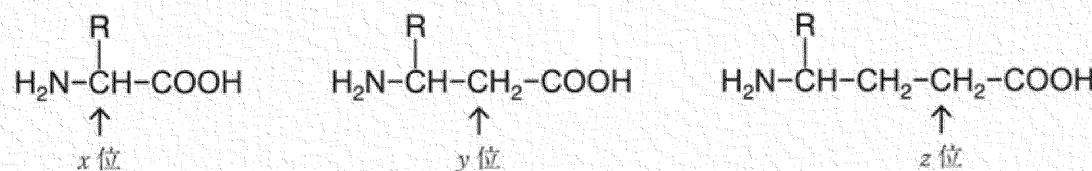
問5 化合物Dをある酵素で加水分解したところ、不斉炭素原子を持たないアミノ酸JとジペプチドKが得られた。Kに濃塩酸を加えて加熱して加水分解したところ、アミノ酸LとMが得られた。以下の(1), (2)の各問いに答えなさい。

- (1) アミノ酸Jの陽イオン( $J^+$ )、双性イオン( $J^\pm$ )、陰イオン( $J^-$ )、および水素イオン( $H^+$ )の濃度をそれぞれ $[J^+]$ 、 $[J^\pm]$ 、 $[J^-]$ 、 $[H^+]$ とおくと、等電点では $[J^+] = [J^-]$ が成立する。また、アミノ酸Jの第一電離、第二電離の電離定数をそれぞれ $K_1$ 、 $K_2$ とおくと、次のように書くことができる。

$$K_1 = \frac{[J^\pm][H^+]}{[J^+]} \quad K_2 = \frac{[J^-][H^+]}{[J^\pm]}$$

$K_1 = 4.57 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ である場合、 $K_2[\text{mol/L}]$ はいくらになるか求めなさい。ただし、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。

- (2) 図IIIのように、アミノ酸のカルボキシ基-COOHが結合している炭素原子の位置を、アミノ基-NH<sub>2</sub>が結合している炭素原子を起点に、x位、y位、z位とする。ジペプチドKはアミノ酸Lのz位の炭素原子に結合したカルボキシ基とアミノ酸Mのアミノ基が縮合した構造をもっている。ジペプチドKの構造式を図Iにならって書きなさい。



図III アミノ酸のカルボキシ基が結合している炭素原子の位置

Rは炭素原子または酸素原子を含む原子団、または水素原子を表す

問6 水溶液中のペプチドのカルボキシ基とアミノ基は、それぞれ電離平衡の状態にあり、中性付近のpH(たとえばpH=6.0)ではカルボキシ基は、-COO<sup>-</sup>として、アミノ基は、-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>として存在するものとする。以下の(1), (2)の各問いに答えなさい。

- (1) 化合物A～GをそれぞれpH=6.0で電気泳動すると1つだけが陽極方向に移動した。その化合物の記号と名称を答えなさい。
- (2) (1)でそう考えた理由を、50字程度で説明しなさい。

# 生物

1 次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(25点)

人体が病原体や異物の侵入を防ぎ異物を排除する仕組みには、物理的な防御、化学的な防御と、自然免疫および獲得免疫(適応免疫)がある。そのうち獲得免疫では、1という生体分子が大きな役割を担う。これは2から分化した細胞によって分泌されるもので、2は、病原体と接触した3からの情報伝達によって活性化される。

1は、初めて侵入・接触した病原体などの場合には十数日程度で分泌されるようになる。このような、ある病原体に対して初めて起きる獲得免疫の反応を、免疫の4という。一方、過去に侵入したことがある病原体に対しては、数日程度という短い期間で1が産生され、より速やかに病原体が排除される。これを免疫の5という。このように、繰り返し侵入した病原体に対して、速やかに獲得免疫が発動するようになる仕組みを6と呼ぶ。この仕組みを人工的に誘導することで、はしかやインフルエンザなどへの獲得免疫を付与し高める医療手段が7である。

1は、免疫グロブリンというタンパク質でできており、図1に示された構造を持つ。免疫グロブリンは、H鎖とL鎖という2種類のポリペプチドが組み合わざって構成されており、共通な構造である定常部と、免疫グロブリンの間で異なったアミノ酸配列を持つ可変部から成る。H鎖の可変部を構成する遺伝子としてV、D、Jの3種類が存在し、標準的なヒトのゲノムには、Vが65種類、Dが25種類、Jが6種類コードされる(ここでは、遺伝子数の個人差・集團差は考慮しないこととする)。L鎖の可変部を構成する遺伝子は、 $\kappa$ と $\lambda$ という2つの独立したゲノム領域にコードされており、 $\kappa$ には30種類のVと4種類のJ、 $\lambda$ には40種類のVと5種類のJがコードされる。1つ1つの免疫グロブリンについて、H鎖の可変部は、V、D、Jからそれぞれ1つずつランダムに選ばれ連結されたDNA配列に基づいて生成される。L鎖の可変部は、 $\kappa$ または $\lambda$ 領域のどちらか一方から、VとJが1つずつランダムに選ばれ連結されたDNA配列から生成される。このような、(d)ランダムな選択と結合という遺伝子再編成の仕組みによって、膨大な種類の免疫グロブリン可変部が作られて、多種多様な病原体や異物に対応する。

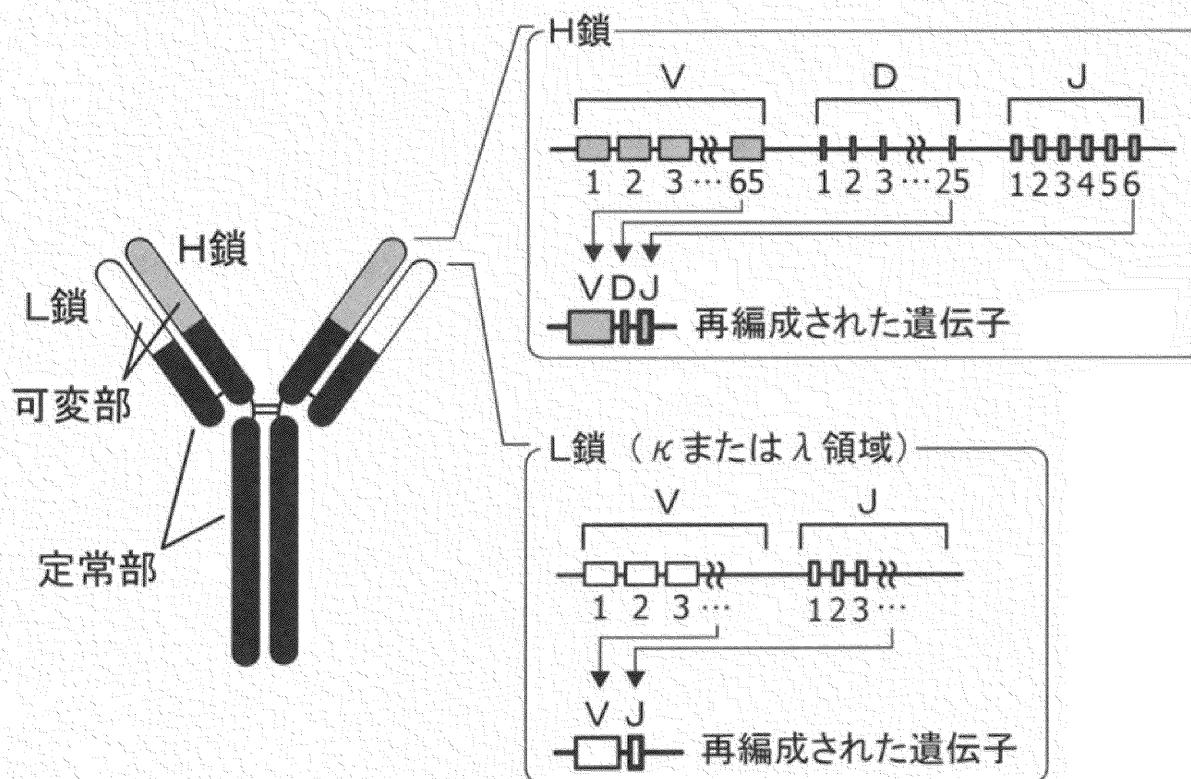


図1 ヒト免疫グロブリン(IgG)の構造と遺伝子の関係

問1 文章中の **1** ~ **7** に最も適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部(a)の物理的な防御の記述として最も適した文章を次の(ア)~(ウ)から選び、その記号を答えなさい。

- (ア) 血液とリンパ液は、互いに混じり合わない仕組みになっていることで、病原体や異物の侵入を防いでいる。
- (イ) 鼻腔、口腔、消化管内壁などの粘膜は、分泌する粘液によって病原体や異物の侵入を防いでいる。
- (ウ) 骨と骨が連結する関節部では、軟骨や関節液などが力学的負荷を吸収して、損傷や病気を防いでいる。

問3 下線部(b)の化学的な防御の記述として最も適した文章を次の(ア)~(ウ)から選び、その記号を答えなさい。

- (ア) 皮膚の傷口は、血小板やフィブリンというタンパク質が凝固することによって、速やかにふさがれる。
- (イ) 紫外線などで損傷を受けたDNAは、複数種類の酵素によって修復され、病気の発症が抑えられている。
- (ウ) 胃液は、塩酸を含有することで強い酸性を示し、病原体を分解・殺菌する。

問4 下線部(c)の自然免疫として、免疫細胞が病原体を直接取り込み、消化・分解する「食作用」がある。この食作用を担う免疫細胞の名前として、適切なものを2つ答えなさい。

問5 H鎖の可変部を構成するV, D, J遺伝子配列の組み合わせ数は、合計でいくつになるか。計算過程を含めて答えなさい。

問6 免疫グロブリン全体として、可変部(H鎖とL鎖)の遺伝子配列の組み合わせの総数はいくつになるか。計算過程を含めて答えなさい。なお、1つの免疫グロブリンが持つ2本のH鎖およびL鎖は各々同一であるとする。

問7 次の文のAとBにあてはまる最も適切な語句を記入しなさい(順不同)。

免疫グロブリン可変部の多様性をさらに増加させる仕組みとして、遺伝子再編成の過程で起きるDNA塩基の**A**や**B**が挙げられる。

問8 下線部(d)のような仕組みによって、限られた数の遺伝子情報から、膨大な種類の免疫グロブリン可変部がつくられることを証明した**C**は、日本人で初となるノーベル生理学・医学賞を受賞した。Cにあてはまる適切な人名を、次の(ア)~(オ)から選び記号で答えなさい。

- (ア) 下村脩
- (イ) 本庶佑
- (ウ) 利根川進
- (エ) 大村智
- (オ) 大隅良典

2

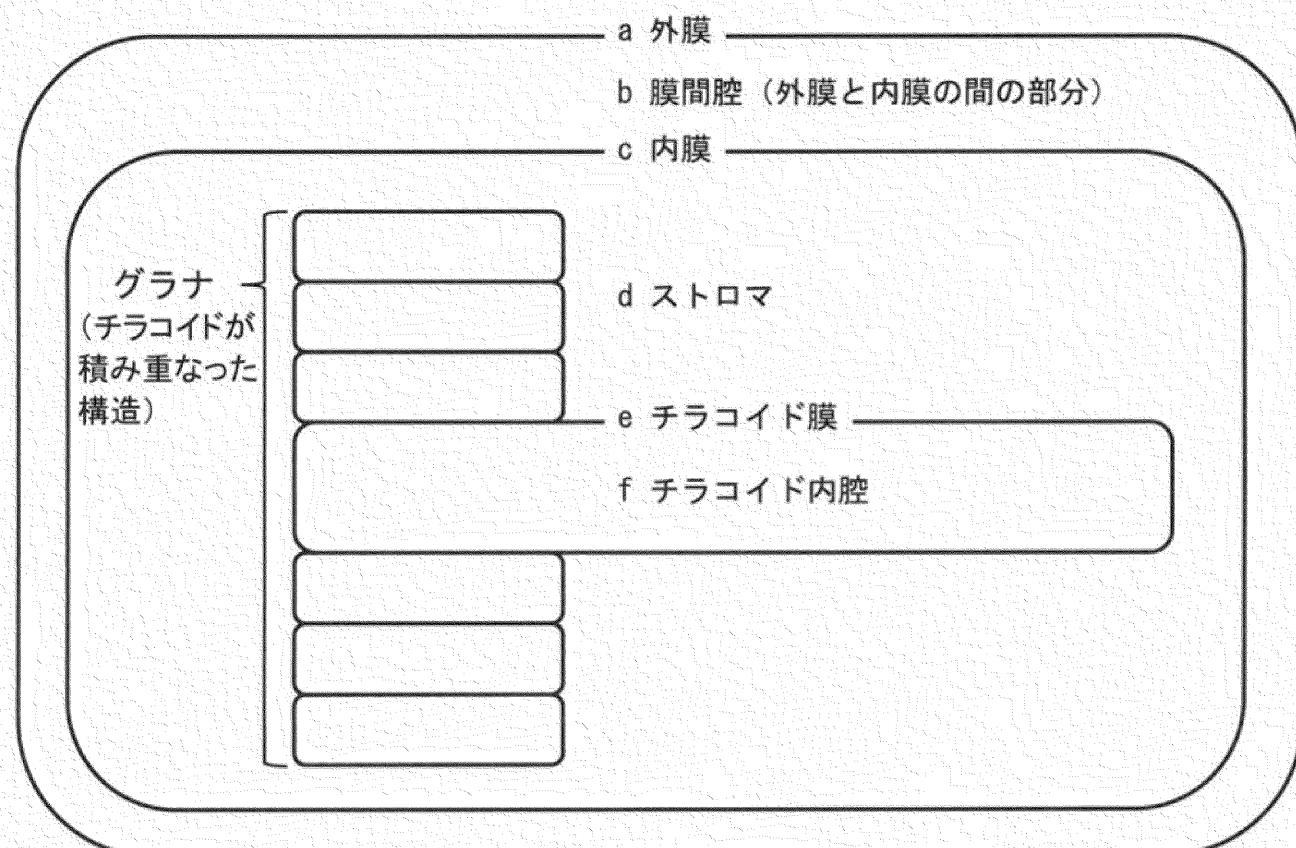
次の文章を読んで、以下の各間に答えなさい。(25点)

細胞小器官である葉緑体は光合成の場である。葉緑体の起源はシアノバクテリアだと考えられており、葉緑体には核内のDNAとは異なる独自のDNAが存在する。<sup>(a)</sup>1986年に、杉浦らによりおよそ16万塩基対からなるタバコ葉緑体DNAの全塩基配列が決定された。このことはDNA配列から新しい遺伝子が次々と発見されるなど、先に塩基配列を決定してから遺伝子を探すというゲノムプロジェクトの先駆けとなった。

問1 下線部(a)のように、一部の細胞小器官が、原核生物由来であるとする説は何と呼ばれるか答えなさい。

問2 下の図Ⅱは葉緑体の膜(a, c, e)およびそれらの膜で囲まれた部分(b, d, f)を模式的に表したものである。(1)～(5)に当てはまるものをa～fより選びなさい。

- (1) ATP合成酵素が存在する場所
- (2) H<sub>2</sub>Oを分解しO<sub>2</sub>を生じる反応に関与する色素タンパク質複合体が存在する場所
- (3) H<sup>+</sup>が蓄積する場所
- (4) CO<sub>2</sub>が固定される場所
- (5) 葉緑体の起源と考えられるシアノバクテリアには存在しない膜



図Ⅱ 葉緑体構造の模式図

問3 タバコ葉緑体DNAのシトシンの割合が20%である時、アデニンは16万塩基対の中に何個存在するか。計算過程を含めて  
答えなさい。

問4 葉緑体DNAが環状で、DNAポリメラーゼの合成速度が毎秒800塩基の時、タバコ葉緑体DNAはおよそ何秒で複製が完了すると考えられるか。計算過程を含めて答えなさい。ただし、リーディング鎖とラギング鎖は協調して合成され、複製開始点は1カ所とする。

問5 制限酵素と遺伝子組換えに関する以下の各間に答えなさい。

(1) シトシン含量20%、16万塩基対のタバコ葉緑体DNAを5'-GGGCC-3'の6塩基対を認識する制限酵素で切断した時に生じると期待されるDNA断片の数は以下の(ア)～(エ)のどれが最も近いと考えられるか。記号を答えなさい。

- (ア) 10 (イ) 40 (ウ) 110 (エ) 250

(2) 制限酵素で切断し、得られたDNA断片を塩基配列決定など更に解析を行うために、大腸菌などで複製可能な運び屋の(b)役割をする別のDNA分子につなぎ換えることがよく行われる。次の問(I)および問(II)に答えなさい。

(I) 下線部(b)のDNA分子は通常何と呼ばれるか、名称を答えなさい。

(II) 下線部(b)のDNA分子と目的のDNA断片をつなぐ時に使われる酵素の名称を答えなさい。

問6 近年、遺伝子組換え作物に導入された外来遺伝子が花粉によって飛散し、生物多様性に影響を与えることが問題になっている。有性生殖においてミトコンドリアや葉緑体は雌性配偶子によってのみ接合子に伝えられることを利用して、環境中への外来遺伝子の流出を抑えられる遺伝子組換え作物を作成する方法について理由を合わせて説明しなさい。

物 理 解 答 用 紙 (医学部医学科)

受験番号

1

- |                        |                                 |                     |   |
|------------------------|---------------------------------|---------------------|---|
| ① $4Mg$                | ② $\frac{21}{2}RT_0$            | ③ $\frac{4}{21}$    | ④ $\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{2/3}T_1$ |
| ⑤ $L_0 - \frac{v}{2f}$ | ⑥ $\sin\alpha = \sqrt{n^2 - 1}$ | ⑦ $k\frac{q}{4a^2}$ | ⑧ $2aqE$                                  |
| ⑨ $\frac{hc}{eV}$      | ⑩ ア                             |                     |   |

2

- |                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 問 1 $v = \sqrt{\frac{k}{m}}x$  | 問 2 $v_B = \frac{v}{2}$             |
| 問 3 $V = \frac{2m}{2m + M}v_B$ | 問 4 $\frac{Mv_B^2}{2(M + 2m)g\mu'}$ |
| 問 5 $\frac{MV}{2mg\mu'}$       |                                     |

3

- A
- |               |     |     |         |           |                 |
|---------------|-----|-----|---------|-----------|-----------------|
| 問 1 $I_3$ の向き | $a$ | 大きさ | 2.0 [A] | 問 2 $R =$ | 12 [ $\Omega$ ] |
|---------------|-----|-----|---------|-----------|-----------------|
- B
- |           |                 |    |   |           |                      |
|-----------|-----------------|----|---|-----------|----------------------|
| 問 3 力の大きさ | $\frac{VBl}{R}$ | 向き | イ | 問 4 $v =$ | $\frac{mgR}{B^2l^2}$ |
| 問 5       | $mgv$           |    |   |           |                      |

受験番号	得点
物 理	

化学解答用紙(医学部医学科用)

受験番号

1	問1	0.30 mol		問3	$K_4\sqrt{RT}$			
	問2	$\frac{K_2 K_3^3}{K_4}$		問5	242 kJ			
	問4	$2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$		問7	(フ)	(イ)	(ウ)	(エ)
	問6	$\frac{Q_2 + 3Q_3 - Q_1}{2} \text{ kJ/mol}$		左	左	左	左	
				小計				
2	問1	$5.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$		問2	(1) $(\text{COOH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow (\text{COONa})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$			
	問2	(2) $\frac{1}{x} \text{ mol/L}$		(3)	フェノールフタレン			
	問3	(1) $\frac{10^{-2}x}{y}$		(2)	$2.5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$			
	問4	実験器具	コニカルビーカー		問5	理由 純水で薄まても溶液中の溶質の物質量は変わらないため		
		(ウ)		小計				

採点欄	1	2	3	合 計

受験番号

3

問1 1 赤 2 赤紫 3 黒

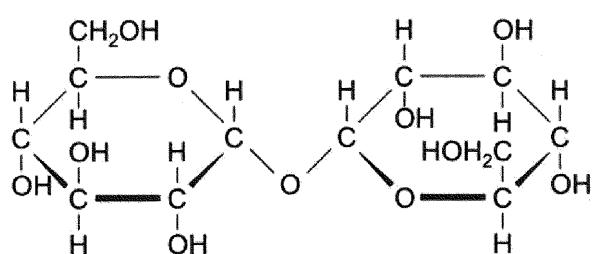
問2

1.06

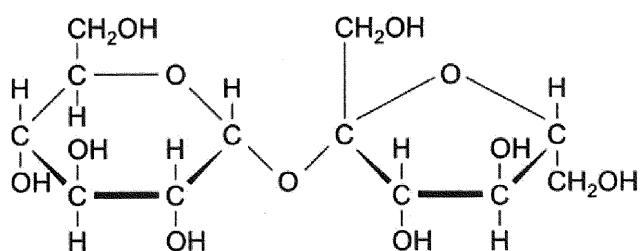
g

問3

化合物Fの構造式

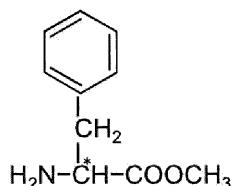


化合物Gの構造式



問4

エステルHの構造式

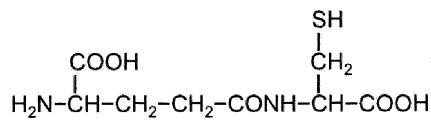


(2)

問5

(1)  $2.2 \times 10^{-10}$ 

mol/L



問6

(1) 記号

D

名称

グルタチオン

(2)

グルタチオンはカルボキシ基2つとアミノ基1つを含むため、pH=6での電荷の総和が-1となるから。

小計

# 生物解答用紙（医学部医学科）

受験番号

1

問1

1	抗体	2	B細胞	3	樹状細胞
4	一次応答	5	二次応答	6	免疫記憶
7	ワクチン				

問2

イ

問3

ウ

問4

マクロファージ

好中球

問5

$$65 \times 25 \times 6 = 9,750$$

問6

$$9,750 \times ([30 \times 4] + [40 \times 5]) = 3,120,000$$

問7

A

挿入

B

欠失

問8

C

ウ

得点

生物

2

問1

細胞内共生説

問2

(1)	e	(2)	e	(3)	f
(4)	d	(5)	a		

問3

$$\begin{aligned} C:G:A:T &= 0.2: 0.2: 0.3: 0.3 \\ 160000 \times 2 \text{ (二本鎖)} \times 0.3 &= 96000 \end{aligned}$$

問4

$$160000 / 2 \times 800 \text{ (両方向複製)} = 100 \text{ (秒)}$$

問5

(1)	(ア)	
(2)	(I)	ベクター
	(II)	DNAリガーゼ

問6

葉緑体DNAに目的の外来遺伝子を導入した組換え作物を作成する。花粉は雄性配偶子により作られるため雌性配偶子によってのみ伝えられる葉緑体内のDNAは花粉により環境中へ流出しないと考えられる。

生物	得点