

## (令5志理) 総合問題 II

問題部分 1 ～ 13 ページ

[ 第 1 問	:	1	～	3	ページ ]
[ 第 2 問	:	4	～	9	ページ ]
[ 第 3 問	:	10	～	13	ページ ]

### 注意事項

- (1) 使用できるもの: 黒鉛筆・シャープペンシル・プラスチック製の消しゴム・小型鉛筆削り・時計等, 「受験者心得」で指示したもの。
- (2) 受験番号欄は各答案用紙の解答欄と評点欄の2か所, 氏名欄は解答欄に1か所あります。受験番号は5けたの数字を枠内に1字ずつ明確に記入してください。
- (3) 受験番号及び氏名を指示されたところ以外に記入した場合や受験番号の数字が判別できない場合, 採点の対象になりません。
- (4) 解答は, 黒鉛筆またはシャープペンシルで答案用紙の所定の欄に, 明確に記入してください。
- (5) 答案用紙の裏面には何も記入してはいけません。
- (6) 答案用紙に指示された以外のことを記入しても採点の対象になりません。
- (7) 医学部保健学科以外の志願者は, 第 1 問～第 3 問より 2 問を選択・解答してください。医学部保健学科の志願者は, 第 1 問～第 3 問より 1 問を選択・解答してください。
- (8) 選択・解答した問題番号を, 別紙「選択問題登録用紙」に登録してください。登録した選択問題以外の問題を答案用紙に解答しても, 採点の対象とはなりません。



- ・ 医学部保健学科以外の志願者は、第 1 問～第 3 問より 2 問 を選択・解答してください。
- ・ 医学部保健学科の志願者は、第 1 問～第 3 問より 1 問 を選択・解答してください。

## 第 1 問

計算のために必要であれば、以下の値を用いよ。

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$

I (配点率 17 % 医学部保健学科のみ配点率 34 %)

以下の問い(問1～4)に答えよ。

周期表および元素，原子に関する以下の問いの(ア)～(チ)に当てはまる適当な語句，数字，あるいは記号を解答欄に記入せよ。

問1 原子は原子核を構成する(ア)と(イ)，さらに(ウ)からなる。同じ元素であっても(イ)の数の異なるものがあり，これを(エ)という。

問2 原子番号 11 の(オ)は(カ)イオンになりやすく，原子番号 17 の(キ)は(ク)イオンになりやすい。この 2 種のイオンから成る構造を(ケ)という。

問3 原子番号 14 の(コ)は地殻を構成する元素の中で質量パーセントが 2 番目に多い元素であり，1 番目は原子番号(サ)の(シ)である。この質量パーセントのことを(ス)という。

問4 原子番号 6 の(セ)は単体で異なる構造を取ることができ，非常に硬い(ソ)や剥離しやすい(タ)がある。これらを(チ)という。

II (配点率 16 % 医学部保健学科のみ配点率 32 %)

II-a アンモニアの生成反応に関する以下の問い(問1・問2)に答えよ。

問1 水素分子と窒素分子からアンモニアが生成する反応式を表せ。

問2 水素分子の H-H 結合の結合エネルギーを 436 kJ/mol, 窒素分子の N≡N 結合の結合エネルギーを 945 kJ/mol, アンモニア分子の N-H 結合の結合エネルギーを 391 kJ/mol とした場合, アンモニア生成の反応熱を有効数字 3 桁で求めよ。合わせてこの反応は吸熱と発熱反応のいずれであるかも示せ。

II-b 水素の燃焼反応に関して以下の問い(問3)に答えよ。

問3 密閉可能な金属の容器に 25.0 体積パーセントの水素と 75.0 体積パーセントの空気からなる混合ガスを  $1.00 \times 10^5$  Pa (大気圧), 25.0 °C で封入した。この状態で水素の燃焼反応を行った。反応熱のために容器内の気体の温度が 100 °C に上昇した。反応後の密閉容器内の圧力を有効数字 3 桁で求めよ。

気体は理想気体と考えてよく, また水素の燃焼反応では水のみが生成するとしてよい。また, ここでは空気の組成を窒素 80.0 体積パーセント, 酸素 20.0 体積パーセントとしなさい。

Ⅲ (配点率 17% 医学部保健学科のみ配点率 34%)

凝固に関する以下の問いに答えよ。

Ⅲ-a 図に純溶媒の冷却曲線を示した。以下の問い(問1~4)に答えよ。

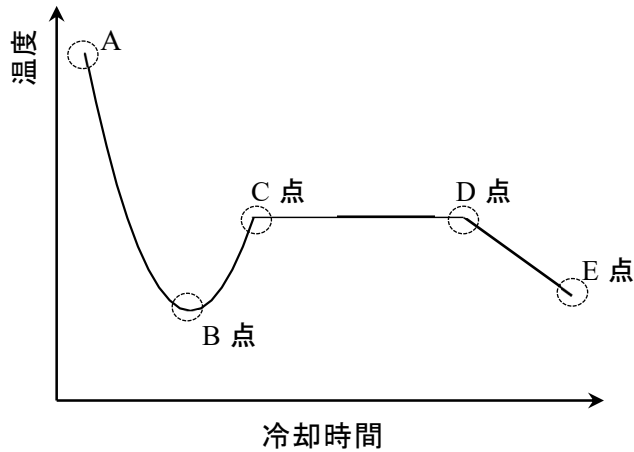


図1 純物質の冷却曲線

問1 凝固点(凝固温度)を求める方法を解答欄の冷却曲線図を用いて説明せよ。

問2 区間 A-B で起こっている現象をその理由を含めて説明せよ。

問3 区間 C-D で温度が一定になるのは何故か説明せよ。

問4 区間 D-E で温度が低下する現象について説明せよ。

Ⅲ-b 溶媒に溶質を溶解させたときに起こる凝固点降下に関する以下の問い(問5~7)に答えよ。

問5 溶質が溶解した溶液での冷却曲線を解答欄の純物質の冷却曲線と比較できるように図中に記入し、凝固点(凝固温度)を求める方法を説明し凝固点降下を示せ。

問6 凝固点降下が起こっている場合の純溶媒の冷却曲線の区間 C-D に相当する温度挙動について説明し、純溶媒との違いを理由も含めて説明せよ。

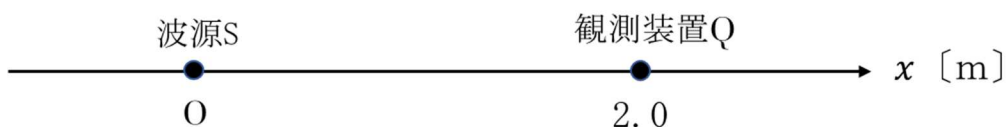
問7 凝固点降下の原理を応用した生活に役立つ技術について例を挙げて説明せよ。

## 第2問

I (配点率 12% 医学部保健学科のみ配点率 24%)

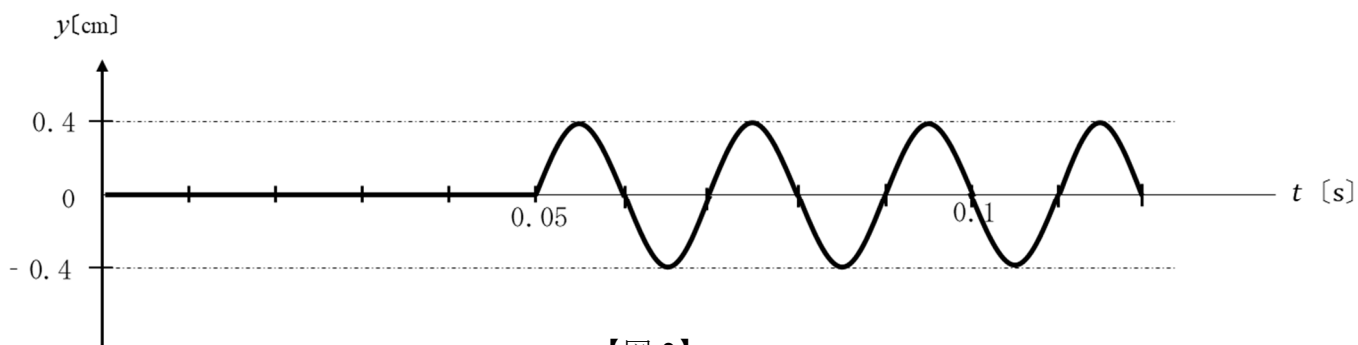
図1のように、 $x$  軸上の原点  $O$  に、 $x$  方向に伝わる正弦波を発生する波源  $S$  が置かれており、 $x = 2.0$  [m] の点には観測装置  $Q$  が置かれている。波源  $S$  から正弦波が発生し始めた瞬間を時刻  $t = 0$  [s] として、以下の問い(問1~6)に答えよ。

ただし、波の減衰や波源  $S$  および観測装置  $Q$  による波の乱れは無視してよい。



【図1】

観測装置  $Q$  で観測された波の変位  $y$  [cm] と時刻  $t$  [s] との関係は図2のようになった。



【図2】

問1 この波の以下の値をそれぞれ単位も含めて答えよ。

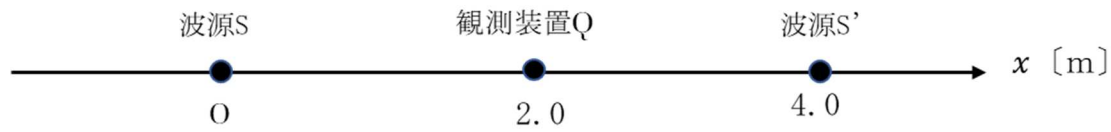
- (1) 振幅
- (2) 周期
- (3) 振動数
- (4) 伝わる速さ
- (5) 波長

問2 時刻  $t = 0.05$  [s] の瞬間に、 $x$  軸上の  $0 < x < 2.0$  [m] の範囲で、変位  $y$  が  $y = 0.4$  [cm] である点はどこか。その  $x$  座標 [m] をすべて求めよ。

問3 もしも、この波が縦波だとすれば、時刻  $t = 0.05$  [s] の瞬間に、 $x$  軸上の  $0 < x < 2.0$  [m] の範囲で、媒質の密度が最大である点はどこか、その  $x$  座標 [m] をすべて求めよ。

ただし、変位  $y$  の正の向きは  $x$  軸の正の向きに対応している。

次に、 $x = 4.0$  [m] の点に、波源 S と同位相で振動する波源 S' を置き、時刻  $t = 0$  [s] に S と S' から同時に正弦波を発生させた (図 3)。しばらくすると、 $x$  軸上の  $0 < x < 4$  [m] の範囲に定常波が生じた。ただし、波の減衰や波源 S および S'、観測装置 Q による波の乱れは無視してよい。



【図 3】

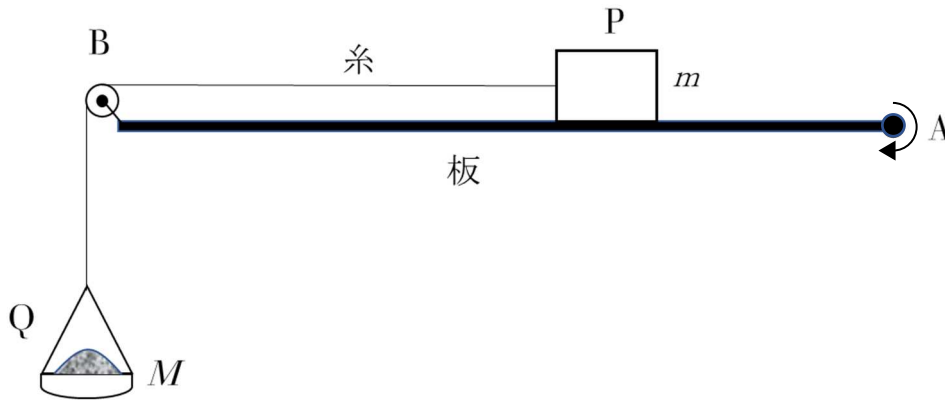
問4 定常波が生じているとき、Q で観測される波の振幅 [cm] を求めよ。

問5  $0 < x < 4$  [m] の範囲で、定常波の節はいくつあるか、答えよ。

問6  $0 < x < 4$  [m] の範囲のすべての点で、変位  $y$  が同時に  $y = 0$  となる瞬間がある。 $t > 0$  [s] で初めてそのような時刻 [s] を求めよ。

II (配点率 12% 医学部保健学科のみ配点率 24%)

表面の粗い平らな板があり、支点 A を中心に回転できるようになっている。まず、図 1 のように、板を水平に固定し、その上に質量  $m$  の物体 P を置く。P に軽くて伸びない糸を取り付け、滑車 B を介して糸の他端に砂を入れた皿を吊るす。砂と皿(以下、おもり Q とよぶ)の質量は合わせて  $M$  であり、全体は静止している。P と滑車 B の間の糸は板と平行であり、滑車 B はなめらかなものとする。重力加速度の大きさを  $g$  として、以下の問い(問1~6)に答えよ。



【図 1】

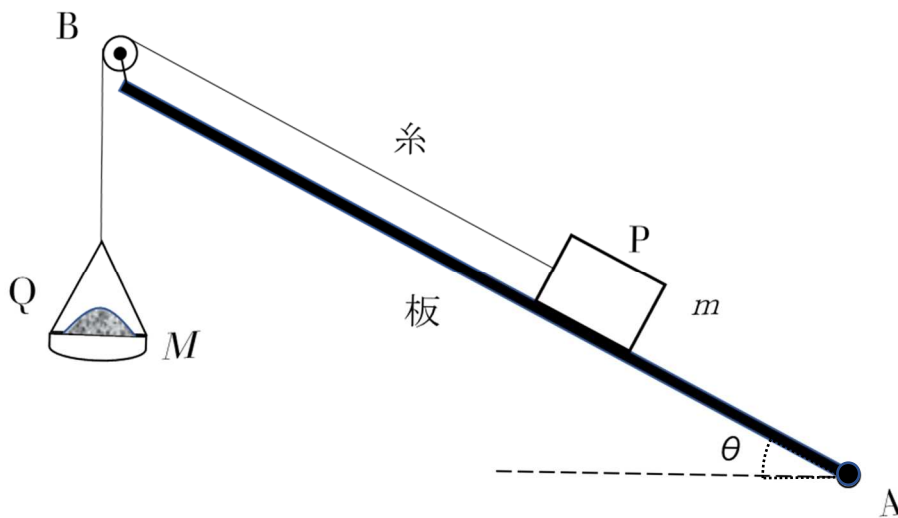
問1 このとき P にはたらく力を矢印で解答欄に図示し、それぞれの矢印の近くに下に示す力の名称を記せ。力の作用点や力の大きさの正確性は問わない。

力の名称: 張力 重力 垂直抗力 静止摩擦力

問2 糸の張力および P が板から受けている静止摩擦力の大きさをそれぞれ求めよ。

問3 滑車 B が糸から受けている力(合力)の大きさを求めよ。

次に、図 2 のように、板を徐々に傾けていくと、板の傾斜角が  $\theta$  を越えたとき、物体 P は板にそって下向きに滑り出した。



【図 2】



問4 傾斜角が  $\theta$  のときの、糸の張力の大きさを  $T$ 、 $P$  が板から受ける静止摩擦力の大きさを  $F$ 、垂直抗力の大きさを  $N$  とする。 $P$  についての力のつり合いを表す式を、斜面方向と斜面に垂直な方向とに分けてそれぞれ答えよ。

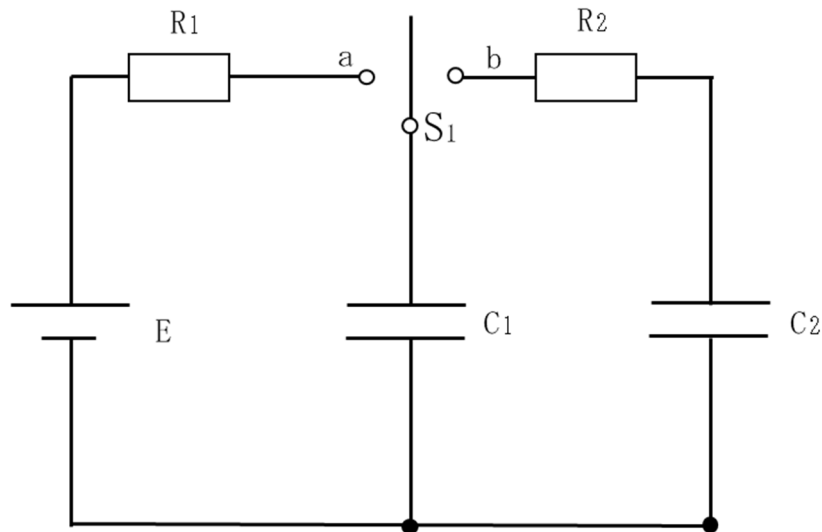
問5  $P$  と板との間の静止摩擦係数  $\mu$  を求め、 $m$ 、 $M$ 、 $\theta$  を用いて答えよ。

最後に、傾斜角を  $\theta$  に固定し、砂を少しずつ加え、おもり  $Q$  の質量を徐々に増していくと、やがて  $Q$  の質量が  $M'$  を越えたとき、物体  $P$  は板にそって上向きに滑り出した。

問6  $M'$  を  $\mu$ 、 $m$ 、 $\theta$  を用いて答えよ。

Ⅲ(配点率 12% 医学部保健学科のみ配点率 24%)

下図に示す回路において、 $E$  は起電力  $E[V]$  の電池、 $R_1, R_2$  は抵抗値がそれぞれ  $R[\Omega]$ 、 $2R[\Omega]$  の抵抗、 $C_1, C_2$  は電気容量がそれぞれ  $C[F]$ 、 $2C[F]$  のコンデンサー、 $S_1$  は切り替えスイッチである。はじめ、 $S_1$  は  $a, b$  いずれの端子にも接続されていない。また、 $C_1, C_2$  は電荷をたくわえていない。導線の抵抗および  $E$  の内部抵抗は無視できるものとし、 $E, R, C$  のうちから必要なものを用いて以下の問い(問1・問2)に答えよ。



【図】

問1 まず、 $S_1$  を端子  $a$  に接続した。

- (1) 接続した直後に  $R_1$  を流れる電流の大きさはいくらか、答えよ。
- (2) 十分に時間がたったとき、
  - (ア)  $C_1$  にたくわえられている電気量はいくらか、答えよ。
  - (イ)  $C_1$  にたくわえられている静電エネルギーはいくらか、答えよ。
- (3)  $S_1$  を端子  $a$  に接続してから十分に時間がたつまでの間に、 $R_1$  で消費されたエネルギーはいくらか、答えよ。

問2 続いて、 $S_1$  を端子  $b$  に接続し、十分に時間がたった。

- (4)  $C_1$  にかかっている電圧はいくらか、答えよ。
- (5)  $S_1$  を端子  $b$  に接続してから十分に時間がたつまでの間に、 $R_2$  を通過した電気量の大きさはいくらか、答えよ。

IV (配点率 14% 医学部保健学科のみ配点率 28%)

水の比熱を  $4.2\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ , 氷の比熱を  $1.9\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  として, 以下の問いに答えよ。

IV-a 熱容量が  $60\text{J}/\text{K}$  の容器の中に  $200\text{g}$  の水を入れたとき, 全体の温度が  $30^\circ\text{C}$  で一定になった。この中に,  $100^\circ\text{C}$  に熱した質量  $200\text{g}$  の金属球を入れたところ, 全体の温度が  $40^\circ\text{C}$  になった。金属球の比熱は  $c[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$  とし, 熱量は水, 容器, 金属球の間だけでのみ移動するものとする。以下の問い(問1~3)に答えよ。

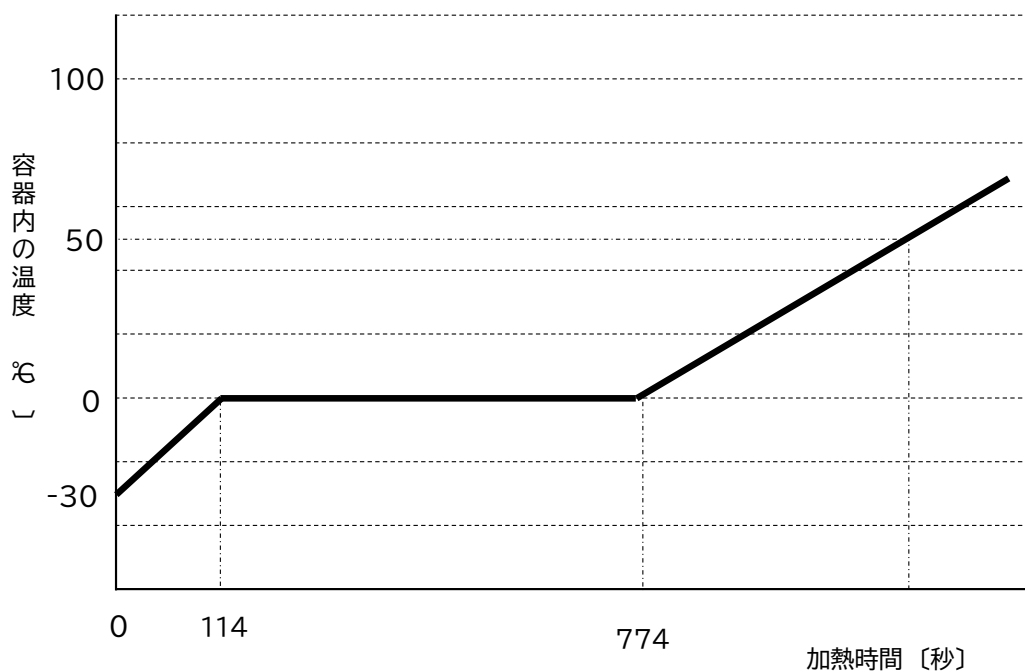
問1 金属球を入れたときに水が得た熱量  $[\text{J}]$  を求めよ。

問2 金属球が失った熱量  $[\text{J}]$  を  $c$  を用いて表せ。

問3 金属球の比熱  $c[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$  を求めよ。

IV-b 断熱された容器の中に,  $-30^\circ\text{C}$  の氷が  $500\text{g}$  入っている。加熱器を用いて, この容器内を一定電力で加熱を行った。加熱開始(0 秒)から, 容器内の温度は下図に示すような温度変化をした。

加熱開始 114 秒後に, 容器内の温度は  $0^\circ\text{C}$  になり, その後しばらく温度は一定となった。さらに加熱開始 774 秒後には, 氷は完全に溶けて水になり, 再び温度が上昇し始めた。容器からの熱の出入りはなく, 容器の熱容量は無視できるものとする。以下の問い(問4~7)に答えよ。



【図】

問4  $-30^\circ\text{C}$  の氷が  $0^\circ\text{C}$  の氷になるまでの間に与えられた熱量  $[\text{J}]$  を求めなさい。ただし, 氷は  $0^\circ\text{C}$  になるまでは融解しなかったとする。

問5 この加熱器の電力  $P[\text{W}]$  を求めよ。

問6  $0^\circ\text{C}$  において, 氷  $1\text{g}$  あたりを完全に溶かして水にするために必要な熱量  $[\text{J}/\text{g}]$  を求めよ。

問7 水温が  $50^\circ\text{C}$  になるのは, 加熱開始何秒後  $[\text{s}]$  を求めよ。

### 第3問

I (配点率 18% 医学部保健学科のみ配点率 36%)

DNAに関する以下の問い(問1～3)に答えよ。

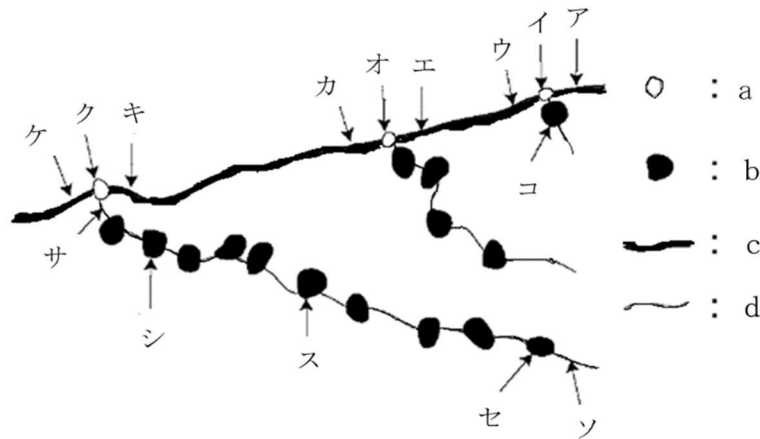
問1 次の①～⑤について、真核細胞にあてはまるものには A, 原核細胞にあてはまるものには B, 両方にあてはまるものには C, に分類し記号で答えよ。

- ① 1本のDNAにつき1か所の複製起点からDNAの複製が始まり、両側に広がる。
- ② DNAは、ヒストンというタンパク質に結合している。
- ③ DNAは、二重らせん構造をもつ。
- ④ DNAは、ほぼ裸の状態で細胞内に存在する。
- ⑤ DNAが環状構造をしている。

問2 近年、DNAを操作する技術が開発され、大腸菌や枯草菌などの<sup>(ア)</sup>細菌にある小形の環状DNAにヒトの遺伝子を導入した組換えDNAをつくり、これを細菌にとりこませて<sup>(イ)</sup>菌体内でヒトのタンパク質を合成させることが可能になった。この遺伝子組換えには、DNAを特定の部分で切断する<sup>(ウ)</sup>“はさみ”に相当する酵素と切断部位を連結する<sup>(エ)</sup>“のり”に相当する酵素の発見が必須であった。遺伝子組換え技術を用いることで<sup>(オ)</sup>動植物の品種改良はもとより、ヒトの疾患の治療も可能になってきた。

- (1) 下線部(ア)は、何と呼ばれるものか、答えよ。
- (2) 下線部(イ)のように、原核生物にヒトのタンパク質をつくらせることができる根本的な理由を簡潔に説明せよ。
- (3) 下線部(ウ), (エ)の酵素名を答えよ。
- (4) 下線部(オ)のように「外来の遺伝子が導入され、その組換え遺伝子が体内で発現するようになった生物」を何と呼ぶか、答えよ。

問3 下図は大腸菌内でタンパク質合成が行われているようすをとらえた電子顕微鏡写真のスケッチである。ただし図には、この系に存在しているポリペプチド鎖は描かれていない。



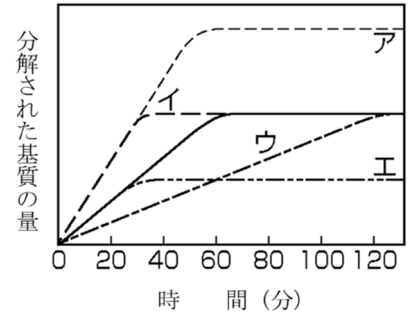
【図】

- (1) 図中のa, b, c, dで示されたものは何か。①～⑥から選び記号で答えよ。
  - ① DNA    ② mRNA    ③ リボソーム    ④ tRNA
  - ⑤ RNAポリメラーゼ(RNA合成酵素)    ⑥ DNAポリメラーゼ(DNA合成酵素)
- (2) 電子顕微鏡で見るとcはdよりも太く見えた。それはなぜか。cとdに相当する物質の構造の違いを念頭において、理由を簡潔に説明せよ。
- (3) 図に示されているア～ソの中で、転写の反応が開始された場所にもっとも近い場所を指しているものはどれか、1つ選び記号で答えよ。
- (4) 図のア～ソの中にはポリペプチド鎖が存在している場所を指しているものがいくつかある。その中で比較してもっとも長いポリペプチド鎖が存在している場所を指しているものはどれか。1つ選び記号で答えよ。

II (配点率 10% 医学部保健学科のみ配点率 20%)

酵素反応に関する以下の問い(問1・問2)に答えよ。

問1 一定量のある物質 M を基質としてアミラーゼを作用させたら、M の分解量は図1の実線のように変化した。実験条件は 37℃、pH7 であった。

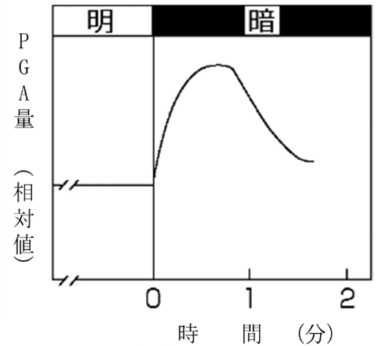


【図1】

- (1) ある物質 M とは何か、答えよ。
- (2) 分解の結果生じた物質は何か、答えよ。
- (3) 酵素による基質の分解が 60 分以降ほとんど進んでいないのはどうしてか。簡単に説明せよ。
- (4) 他の条件を変えないで、基質の量を半分にした場合、どのような分解曲線になるか。図中のア～エより選び記号で答えよ。
- (5) 他の条件を変えないで、酵素の量を 2 倍にした場合、どのような分解曲線になるか。図中のア～エより選び記号で答えよ。

問2 以下の(1), (2)の設問に答えよ。

- (1) 十分な光の条件下で緑藻に  $^{14}\text{CO}_2$  を 10 分間供給して光合成をさせると、RuBP と PGA の分子のすべての炭素原子の位置に  $^{14}\text{C}$  が一様に分布した。この状態で急に光を遮断すると、 $^{14}\text{C}$  を含む PGA の量は一時的に増加したが、その後減少した(図 2)。PGA が増加した理由を簡潔に説明せよ。

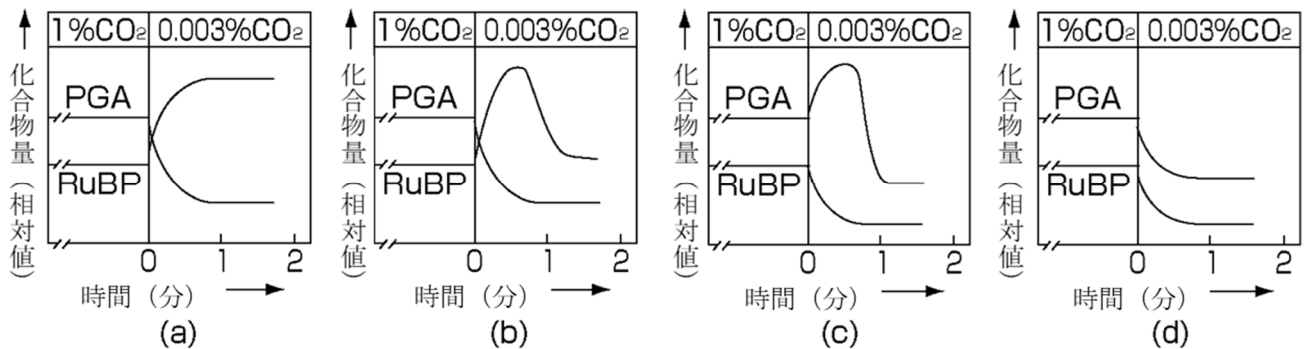


【図2】

注: RuBP は、 $\text{CO}_2$  の受容体となる  $\text{C}_5$  化合物のこと

PGA は、RuBP と  $\text{CO}_2$  が結合した後の初期の産物である  $\text{C}_3$  化合物であり、RuBP などとともにカルビン・ベンソン回路を構成する物質のこと

- (2) 十分な光条件下で緑藻に  $^{14}\text{CO}_2$  を含む 1% $\text{CO}_2$  濃度の空気を 10 分間供給して光合成をさせた後、 $\text{CO}_2$  濃度を 0.003% に下げた場合、 $^{14}\text{C}$  を含む PGA と RuBP の量の経時的变化は下の図 3 の (a) ~ (d) のうちのどれに最も近いのか、記号で答えよ。(全  $\text{CO}_2$  中の  $^{14}\text{CO}_2$  の割合は変化なし。)



【図3】

Ⅲ (配点率 10% 医学部保健学科のみ配点率 20%)

免疫に関する以下の問い(問1～4)に答えよ。

免疫は、自己物質と異物を区別して異物を排除するしくみである。ヒトが細菌やウイルスに感染すると、これらの異物と特異的に反応する抗体が(ア)細胞から分化した抗体産生細胞でつくられる。抗体をつくらせるものになる物質を抗原という。免疫反応には①抗体が関与する反応と、抗体が関与せず②(イ)細胞が直接異物を処理する反応がある。

免疫系が異物に対してはたらかなくなるため、体内で、ウイルスや細菌、カビ、原虫などが繁殖し、徐々に組織や器官が侵される場合がある。これは、(ウ)と呼ばれ、先天的な場合もあるが、後天的にウイルスに感染した結果、病気になる場合もある。ウイルスによるこの病気の名称を「後天性(ウ)症候群(AIDS, エイズ)」といい、HIVというウイルスによって起こる。

このウイルスは、免疫系全体を活性化する(エ)やマクロファージに侵入して、これを破壊してしまう性質をもつため、免疫機構のはたらきが低下してしまう。このため、通常 of 免疫力があるときには増殖が抑えられている微生物が体内で増殖し、徐々に身体を侵し、体力をうばい、ついには死にいたる。

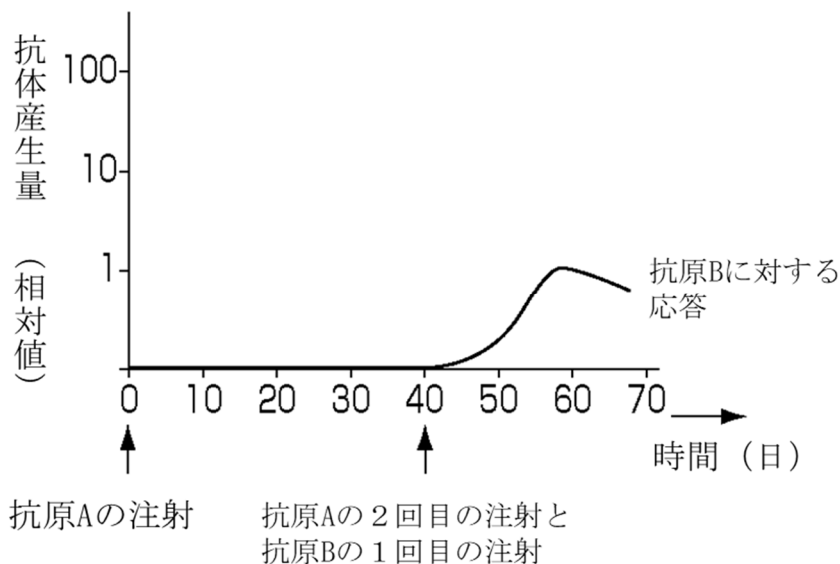
問1 文中の(ア)～(エ)に適切な用語を答えよ。

問2 下線部①と②の免疫反応をそれぞれ何免疫というか、答えよ。

問3 下線部②の免疫と関係があるのは次の a～c のどれか、記号で答えよ。

- a. インフルエンザのワクチン接種
- b. ツベルクリン注射
- c. ヘビ毒血清注射

問4 1回目に抗原Aを接種した。40日後に抗原AとBを同時に接種した。抗原Bに対する抗体産生量は下図のとおりである。抗原Aに対する0日から70日までの抗体産生パターンを解答欄の図に書き入れよ。



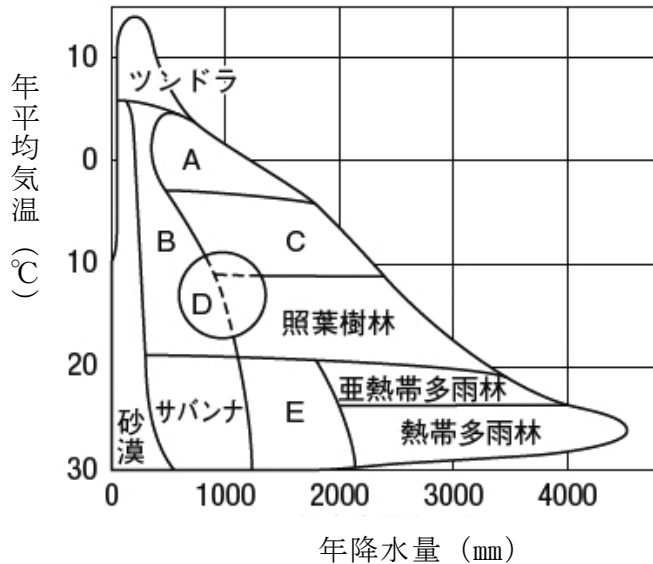
【図】

IV (配点率 12% 医学部保健学科のみ配点率 24%)

植物のバイオームに関する以下の問い(問1～6)に答えよ。

植物群落の外観を相観という。相観はその地域の気候要因に対応しており、気候要因が類似している地域には基本的に同じ相観の植物群落が成立する。

下図は、世界の気温・降水量とバイオームの関係を示したものである。



【図】

問1 相観は、一般に出現頻度が高く、被度が大きい植物種によって特徴づけられる。相観を特徴づける植物種を何と呼ぶか、答えよ。

問2 図中の A～E に最もよくあてはまる語句を、次の①～⑨からそれぞれ 1 つずつ選び記号で答えよ。

- ① 熱帯多雨林    ② サバンナ    ③ 雨緑樹林    ④ 硬葉樹林
- ⑤ 夏緑樹林    ⑥ 照葉樹林    ⑦ 針葉樹林    ⑧ ステップ
- ⑨ 亜熱帯多雨林

問3 日本では、緯度の違いによって各地域の気候要因が変化する。そのため日本では南北方向にバイオームが移り変わり 4 つの異なる森林が分布している。このような緯度の差に応じたバイオームの分布を何と呼ぶか、答えよ。

問4 神戸市では、どのバイオームが形成されるか。問 2 の①～⑨から 1 つ選び記号で答えよ。

問5 日本において、バイオームの分布の違いを決定している最も重要な気候要因は何か。その気候要因を1つ答えよ。

問6 次の(ア)～(ウ)の植物は、どのバイオームの構成種か。問2の①～⑨からそれぞれ 1 つずつ

つ選び記号で答えよ。

- (ア) ブナ    (イ) クスノキ    (ウ) シラビソ

\*このページ以降は白紙です



