

# 令和2(2020)年度 入学試験問題 (1次)

## 数 学・理 科 (化学・生物)

令和2年1月25日

11時30分～12時30分

### 〈 全体的な注意事項 〉

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開けないでください。
2. 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所などがあった場合には申し出てください。

出題科目		ページ	選 択 方 法
数 学		2～10	左の3科目のうちから1科目 を選択し、解答してください。
理科	化 学	12～29	
	生 物	30～47	

3. 試験開始とともに、解答用紙の指定欄に受験番号・氏名を記入し、さらに解答用紙のマーク欄に受験番号をマークしてください。
4. 解答は解答用紙の所定の解答欄に記入してください。
5. やむを得ずトイレに行く場合や質問がある場合には、無言で手をあげ、試験監督者の指示に従ってください。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。持ち帰った場合は、失格となります。

### 〈 マーク記入上の注意事項 〉

1. 解答は各設問ごとに指定された数だけ選び、該当する記号を塗りつぶしてください。
2. 解答には、HBの鉛筆かシャープペンシルを使用してください。
3. 訂正は消しゴムできれいに消してください。



# 数 学

〔数学 I ・ 数学 A〕

## 解答上の注意

1. 問題文中の **ア** , **イウ** などには, 特に指示のないかぎり, 数字(0~9), 符号(-, ±)が入る。**ア**, **イ**, **ウ**, …の一つ一つは, これらのいずれか一つに対応している。それらを解答用紙の**ア**, **イ**, **ウ**, …で示された解答欄にマークして答えよ。

例 **アイウ** に -83 と答えたいとき

ア	● ⊕ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
イ	⊖ ⊕ 0 1 2 3 4 5 6 7 ● 9
ウ	⊖ ⊕ 0 1 2 ● 4 5 6 7 8 9

2. 分数形で解答する場合は, 既約分数で答えよ。符号は分子につけ, 分母につけてはならない。

例  $\frac{\text{エオ}}{\text{カ}}$  に  $-\frac{4}{5}$  と答えたいときは,  $\frac{-4}{5}$  として

エ	● ⊕ 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
オ	⊖ ⊕ 0 1 2 3 ● 5 6 7 8 9
カ	⊖ ⊕ 0 1 2 3 4 ● 6 7 8 9

## 第1問

(1)  $\frac{1}{\sqrt{3}+\sqrt{5}}$  の分母を有理化すると、 $\frac{\sqrt{\text{ア}}-\sqrt{\text{イ}}}{\text{ウ}}$  である。

また、

$$\frac{1}{1+\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}+\sqrt{5}} + \frac{1}{\sqrt{5}+\sqrt{7}} + \frac{1}{\sqrt{7}+\sqrt{9}} = \text{エ}$$

である。

(2) 不等式  $|4x-3| < 2x+1$  を解くと、

$$\frac{\text{オ}}{\text{カ}} < x < \text{キ}$$

である。

(3)  $P = x^4 - 6x^3 + x^2 + 24x - 20$

とする。  $t = x^2 - 3x$  とおくと

$$t^2 = x^4 - \text{ク} x^3 + \text{ケ} x^2$$

であることに注意して、  $P$  を  $t$  を用いて表すと

$$\begin{aligned} P &= t^2 - \text{コ} t - \text{サシ} \\ &= (t - \text{スセ})(t + \text{ソ}) \end{aligned}$$

となる。したがって、もとの  $x$  で表された  $P$  を因数分解すると

$$P = (x - \text{タ})(x - \text{チ})(x - \text{ツ})(x + 2)$$

である。ただし、 $\text{タ} < \text{チ} < \text{ツ}$  とする。

(下書き用紙)

数学の試験問題は次に続く。

## 第2問

$x$  の2次関数  $y=x^2-2x+4$  のグラフを  $G$  とする。

$G$  の頂点の座標は  $(\boxed{\text{ア}}, \boxed{\text{イ}})$  である。

(1)  $G$  を  $y$  軸方向に  $p$  だけ平行移動して得られるグラフが、 $x$  軸と異なる二つの共有点を持ち、それら共有点の  $x$  座標の差が2となるとき実数の定数  $p$  の値は  $\boxed{\text{ウエ}}$  である。

(2)  $a$  を実数の定数として、 $G$  を  $x$  軸方向に  $a$ 、 $y$  軸方向に  $2a$  だけ平行移動して得られるグラフを  $F$  とする。 $F$  の方程式を  $y=f(x)$  とすると、

$$f(x) = x^2 - \boxed{\text{オ}} (a + \boxed{\text{カ}})x + a^2 + \boxed{\text{キ}} a + \boxed{\text{ク}}$$

である。2次関数  $y=f(x)$  の  $3 \leq x \leq 5$  における最小値を  $m$  とすると、

$$a < \boxed{\text{ケ}} \text{ のとき} \quad m = a^2 - \boxed{\text{コ}} a + \boxed{\text{サ}}$$

$$\boxed{\text{ケ}} \leq a < \boxed{\text{シ}} \text{ のとき} \quad m = \boxed{\text{ス}} a + \boxed{\text{セ}}$$

$$\boxed{\text{シ}} \leq a \text{ のとき} \quad m = a^2 - \boxed{\text{ソ}} a + \boxed{\text{タチ}}$$

であり、 $m \leq 10$  を満たす  $a$  の値の範囲は

$$\boxed{\text{ツテ}} \leq a \leq \frac{\boxed{\text{ト}}}{\boxed{\text{ナ}}}$$

である。

(下書き用紙)

数学の試験問題は次に続く。

### 第3問

△ABCにおいて AB=4, BC=2, ∠ABC=120° とし, △ABC の外接円を  $K$ , その半径を  $R$  とする。

また, ∠ABC の二等分線と外接円  $K$  の交点のうち B でない方を  $D$  とし, 直線  $BD$  と辺  $AC$  の交点を  $E$  とする。

$$AC = \boxed{\text{ア}} \sqrt{\boxed{\text{イ}}}, R = \frac{\boxed{\text{ウ}} \sqrt{\boxed{\text{エオ}}}}{\boxed{\text{カ}}}$$

である。

(1) 線分  $BE$  の長さを  $x$  とすると

$$\triangle ABE \text{ の面積は } \sqrt{\boxed{\text{キ}}} x$$

$$\triangle BCE \text{ の面積は } \frac{\sqrt{\boxed{\text{ク}}}}{\boxed{\text{ケ}}} x$$

と表せる。この二つの面積の和が △ABC の面積に等しいことから

$$x = BE = \frac{\boxed{\text{コ}}}{\boxed{\text{サ}}}$$

である。

円周角に注意すると  $DC = \boxed{\text{シ}} \sqrt{\boxed{\text{ス}}}$  であり △ACD の面積がわかることから, 二つの線分  $BE, DE$  の長さの比について

$$\frac{BE}{DE} = \frac{\boxed{\text{セ}}}{\boxed{\text{ソ}}}$$

である。

(2) 直線  $AB$  と直線  $CD$  の交点を  $F$  とするとき, 四つの線分  $FA, FC, FB, FD$  の長さの比について

$$\frac{FC}{FA} = \frac{FB}{FD} = \frac{1}{\sqrt{\boxed{\text{タ}}}}$$

であり,

$$FB = \boxed{\text{チ}}$$

である。

(下書き用紙)

数学の試験問題は次に続く。

## 第4問

〔1〕 1から5までの番号のついた箱が一つずつ計五つある。それぞれの箱の一つずつ色のついた玉を入れることを考える。以下で何通りというとき、玉については色のみを区別するとし、どの色の玉も5個ずつあるとする。

- (1) 赤または白の玉を入れるとき、その入れ方は  $\boxed{\text{アイ}}$  通りある。
- (2) (1)のとき、赤、白どちらの玉も必ずどれかの箱に入るような入れ方は  $\boxed{\text{ウエ}}$  通りある。
- (3) 赤または白または青の玉を入れるとき、どの色も必ずどれかの箱に入るような入れ方は  $\boxed{\text{オカキ}}$  通りある。
- (4) 赤または白または青または黄の玉を入れるとき、どの色も必ずどれかの箱に入るような入れ方は  $\boxed{\text{クケコ}}$  通りある。

〔2〕 一つのサイコロを1回投げて、

奇数の目が出たら2点、

偶数の目が出たら1点

を得るゲーム  $G$  を考える。

ゲーム  $G$  を5回続けて行ったとき、得点すべての和が8となる確率は  $\frac{\boxed{\text{サ}}}{\boxed{\text{シス}}}$  である。

(下書き用紙)



# 化 学

〔化学基礎・化学〕

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12, O = 16, Na = 23,

Al = 27, Cu = 64, Zn = 65

標準状態 (0℃,  $1.013 \times 10^5$  Pa) における気体 1 mol の体積 = 22.4 L

ファラデー定数  $F = 9.65 \times 10^4$  C/mol

第1問 次の問い(問1～5)に答えよ。  ～

問1  $^{32}\text{S}$  のもつ中性子と同数の中性子をもつ原子を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $^{20}\text{Ne}$       ②  $^{23}\text{Na}$       ③  $^{27}\text{Al}$       ④  $^{31}\text{P}$       ⑤  $^{34}\text{S}$       ⑥  $^{40}\text{Ar}$

問2 次の表は元素ア～オの原子の電子配置を示したものである。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

元素	電子殻			
	K	L	M	N
ア	2	7		
イ	2	8	1	
ウ	2	8	2	
エ	2	8	7	
オ	2	8	8	2

- ① 元素の周期表中で、アとエ、および、ウとオは、それぞれ同じ族に属する。  
② ア～オのうちで、原子のイオン化エネルギーが最も大きいのはイである。  
③ ア～オのうちで、電気陰性度が最も大きいのはアである。  
④ ア～オのうちで、原子半径が最も小さいのはアである。  
⑤ ア～オのうちで、金属元素は3種類ある。  
⑥ ア～オのうちで、単体が常温常圧で気体であるものは2種類ある。

問3 次のア～エのうち、無極性分子はどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。

ア アンモニア

イ クロロホルム (トリクロロメタン)

ウ 二酸化炭素

エ 硫化水素

① ア

② イ

③ ウ

④ エ

⑤ ア, イ

⑥ ア, ウ

⑦ イ, ウ

⑧ イ, エ

⑨ ウ, エ

問4 粉末状の金属の混合物 X がある。この混合物 X 中に含まれる金属はアルミニウム、亜鉛、および、銅であることがわかっている。混合物 X 3.00 g に十分な量の塩酸を加えたところ、金属の大部分が溶けて、標準状態で 2.24 L の水素が発生した。塩酸に溶けずに残った粉末状の金属をろ別して質量を測定したところ、0.73 g であった。混合物 X 中に含まれるアルミニウムの割合 (質量パーセント) は何 % か。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。  %

① 11

② 28

③ 35

④ 46

⑤ 54

⑥ 65

⑦ 72

⑧ 89

問5 酸・塩基に関して、次の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 次のア～エの記述のうち、正しいものはどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 5

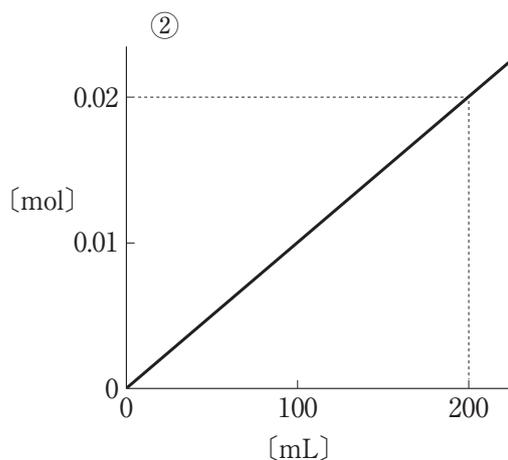
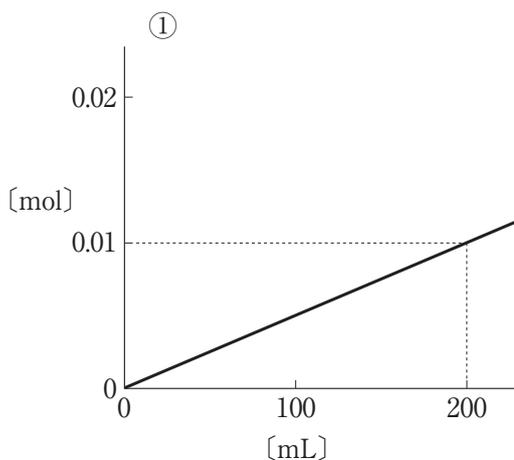
- ア 25℃でも、ヒトの体温の37℃でも、中性の水溶液のpHは7.0である。  
 イ pH 2.0の塩酸を水で10倍に希釈すると、希釈後の水溶液のpHは3.0になる。  
 ウ 25℃で、pH 2.0の塩酸10 mLとpH 12.0の水酸化ナトリウム水溶液10 mLとを混合すると、混合後の水溶液のpHは7.0になる。  
 エ 25℃で、pH 3.0の酢酸水溶液10 mLとpH 11.0の水酸化ナトリウム水溶液10 mLとを混合すると、混合後の水溶液のpHは7.0になる。

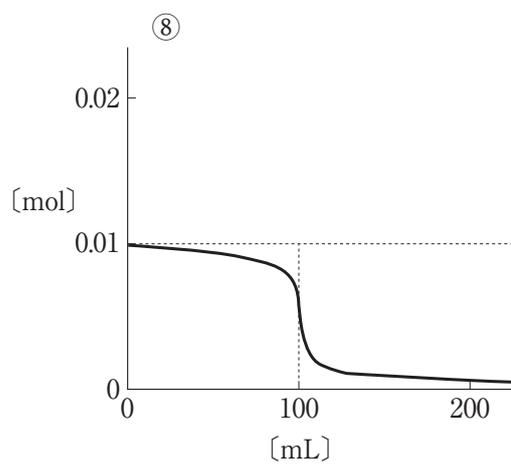
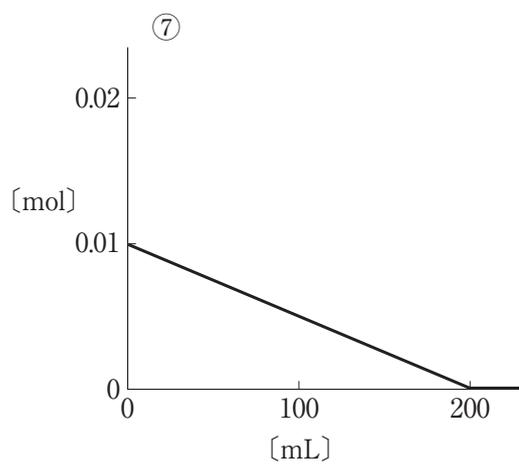
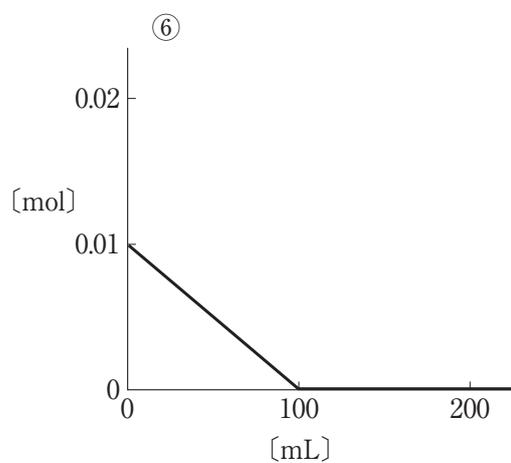
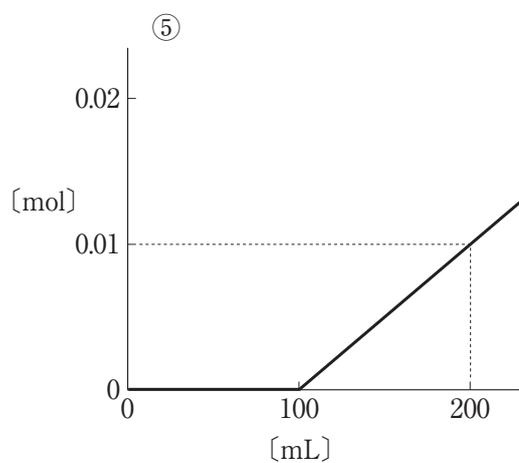
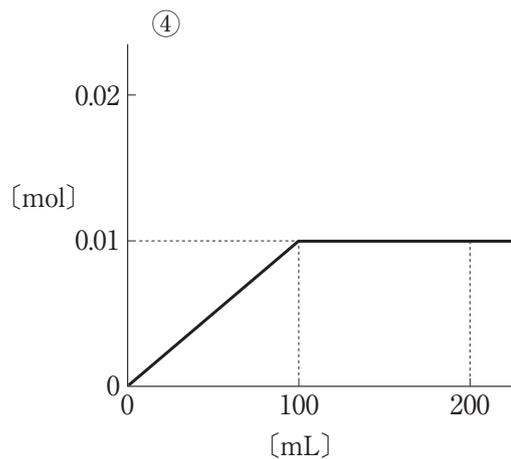
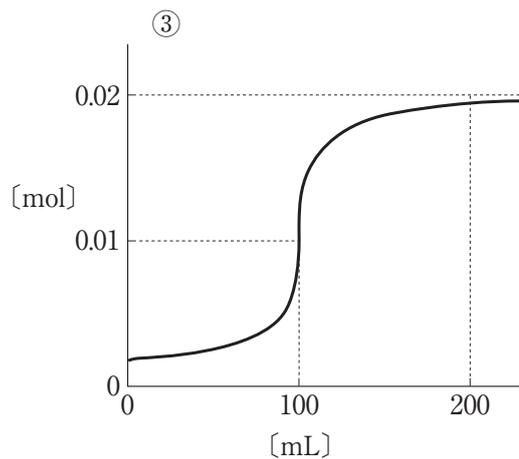
- ① ア                      ② イ                      ③ ウ                      ④ エ  
 ⑤ ア, イ                  ⑥ ア, ウ                  ⑦ イ, ウ                  ⑧ イ, エ                  ⑨ ウ, エ

- (2) 0.10 mol/Lの酢酸水溶液100 mLをコニカルビーカーに入れ、これに0.10 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を滴下していくとき、コニカルビーカー内の水溶液中に存在する酢酸イオン $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、水酸化物イオン $\text{OH}^-$ の物質量的変化を表すグラフはどのようになるか。最も適当なグラフを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、グラフの横軸は水酸化ナトリウム水溶液の滴下量[mL]、縦軸は酢酸イオンまたは水酸化物イオンの物質量[mol]である。

酢酸イオン； 6

水酸化物イオン； 7





第2問 次の問い（問1～3）に答えよ。 8 ～ 13

問1 ある容器に  $20.0^{\circ}\text{C}$  の  $1.00\text{ mol/L}$  の塩酸  $100\text{ mL}$  を入れた。これに水酸化ナトリウム  $4.00\text{ g}$  を加え、攪拌して溶かしたところ、水溶液の温度が、時間の経過とともに下の図のように変化した。この結果、および、次の数値に基づいて、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和熱を求めると何  $\text{kJ/mol}$  になるか。最も適当な数値を、以下の①～⑥のうちから一つ選べ。

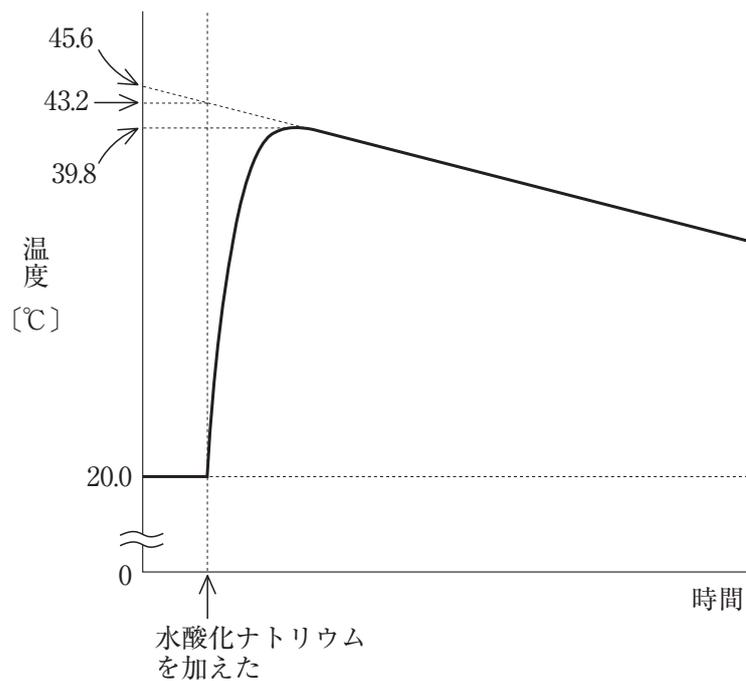
8  $\text{kJ/mol}$

水溶液の比熱；  $4.18\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$

$1.00\text{ mol/L}$  の塩酸の密度；  $1.01\text{ g}/\text{cm}^3$

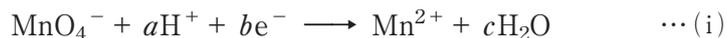
水酸化ナトリウムの溶解熱；  $46\text{ kJ/mol}$

- ① 42      ② 50      ③ 56      ④ 64      ⑤ 72      ⑥ 80



問2 河川水や排水の汚染度を表す指標の一つに化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand, COD) がある。COD は試料中の有機物を酸化分解するのに要する酸化剤 (過マンガンカリウム  $\text{KMnO}_4$  など) の量を、酸素  $\text{O}_2$  の量に換算したものであり、試料水 1 L 当たりの酸素の質量 [mg/L] で表される。これについて、次の (1), (2) に答えよ。

(1) 酸性条件下での過マンガン酸カリウムの酸化剤としてはたらきは、次の式 (i) の電子を含むイオン反応式で表される ( $a, b, c$  は係数である)。



また、酸素の酸化剤としてはたらきは、次の式 (ii) のイオン反応式で表される ( $p, q, r$  は係数である)。



式 (i), (ii) より、過マンガン酸イオン 1 mol が受け取る電子の物質質量と、酸素 1.25 mol が受け取る電子の物質質量が等しいことがわかる。

式 (i), (ii) の係数 ( $a, b, c, p, q, r$ ) の組合せとして最も適当なものを、次の ①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、係数が 1 の場合も、省略せずに記すものとする。 9

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| ① (4, 3, 2, 4, 2, 2) | ② (6, 4, 3, 2, 2, 1) |
| ③ (8, 5, 4, 4, 4, 2) | ④ (4, 3, 2, 4, 4, 2) |
| ⑤ (6, 4, 3, 4, 2, 2) | ⑥ (8, 5, 4, 2, 2, 1) |

(2) ある河川から採取した試料水 100 mL 中の有機物を硫酸酸性条件下で酸化分解するのに、 $5.00 \times 10^{-3}$  mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 2.00 mL を要した。この河川水の COD は何 mg/L か。最も適当な数値を、次の ①~⑧のうちから一つ選べ。 10 mg/L

- |        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| ① 0.40 | ② 0.60 | ③ 0.80 | ④ 2.0 |
| ⑤ 4.0  | ⑥ 6.0  | ⑦ 8.0  | ⑧ 10  |

問3 反応容器に水素とヨウ素を入れて高温に保つと次の式(i)の反応が起こり、平衡状態に到達する。これについて、以下の(1)、(2)に答えよ。ただし、HI(気体)の生成熱は9 kJ/molとする。



(1) H-H結合の結合エネルギーを436 kJ/mol, I-I結合の結合エネルギーを148 kJ/molとすると、H-I結合の結合エネルギーは何 kJ/molか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  kJ/mol

- ① 283      ② 297      ③ 301      ④ 566      ⑤ 593      ⑥ 602

(2) 容積10 Lの反応容器に水素とヨウ素を0.50 molずつ入れて $t_1$  [°C]に保ったところ、式(i)の反応が起こって平衡状態になり、ヨウ化水素が0.80 mol生じていた。

この状態で、ヨウ化水素 $x$  [mol]を追加して $t_1$  [°C]に保ったところ、再び平衡状態に達し、ヨウ化水素が1.60 mol生じていた。あとから追加したヨウ化水素の物質質量 $x$ は何 molか。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。  mol

- ① 0.20      ② 0.40      ③ 0.60      ④ 0.80      ⑤ 1.00      ⑥ 1.20

(3) 式(i)の反応が平衡状態にあるときに、次のア~エの操作を行うとする。これらの操作のうち、平衡が右(正反応の向き)に移動するものはどれか。正しく選択しているものを、下の①~⑨のうちから一つ選べ。

ア 温度、容積を一定に保って、少量の水素を加える。

イ 圧力を一定に保って、温度を上昇させる。

ウ 温度を一定に保って圧縮し、圧力を大きくする。

エ 温度、圧力を一定に保って、少量のヘリウムを加える。

- ① ア      ② イ      ③ ウ      ④ エ  
 ⑤ ア, イ      ⑥ ア, ウ      ⑦ イ, ウ      ⑧ イ, エ      ⑨ ウ, エ

第3問 次の問い（問1～3）に答えよ。 14 ～ 20

問1 典型元素の単体や化合物に関して、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) リンに関連する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

14

- ① リン原子は価電子を5個もち、そのうちの3個は不対電子である。
- ② リンの同素体には黄リンや赤リンがあり、黄リンは $P_4$ 分子から成り、赤リンは高分子である。
- ③ 黄リンは反応性に富み、水と激しく反応して水素を発生するが、赤リンは水と反応しない。
- ④ 単体のリンを燃焼させると、十酸化四リンの白色固体が得られる。
- ⑤ 十酸化四リンに水を加えて煮沸すると、3価の弱酸であるリン酸が生じる。
- ⑥ リン酸ナトリウムは水に溶けて、その水溶液は塩基性を示すが、リン酸カルシウムは水に溶けにくい。

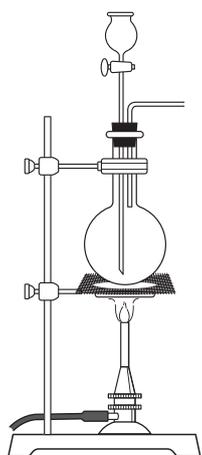
(2) 酸素に関連する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

15

- ① 酸素原子は価電子を6個もち、そのうちの2個は不対電子である。
- ② 気体の酸素中で無声放電を行うと、同素体であるオゾンが生じる。
- ③ オゾンは酸化作用を示し、水で湿らせたヨウ化カリウムデンプン紙を青色に変える。
- ④ 炭素の酸化物には一酸化炭素と二酸化炭素があり、いずれも石灰水を白濁させる。
- ⑤ 窒素の酸化物には一酸化窒素や二酸化窒素などがあり、二酸化窒素が水と反応すると硝酸が生じる。
- ⑥ アルカリ金属やアルカリ土類金属の酸化物は塩基性酸化物であり、水と反応すると水酸化物が生じ、酸と反応すると塩が生じる。

問2 次のア～オに記した試薬を用いて気体を発生させるとき、以下の図の発生装置と捕集装置を用いるのが最も適当である試薬の組合せはどれか。正しく選択しているものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 16

- ア. 銅と希硝酸
- イ. 硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸
- ウ. 塩化ナトリウムと濃硫酸
- エ. 酸化マンガン(Ⅳ)と濃塩酸
- オ. 塩化アンモニウムと水酸化カルシウム



発生装置



捕集装置

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

問3 3種類の陽イオンを含む水溶液 A と B について、次の操作を行った。

水溶液 A について、

操作1：水溶液 A に希硫酸を加えたところ、白色沈殿が生じた。

操作2：操作1で生じた沈殿をろ過したのち、ろ液に十分な量をアンモニア水を加えたところ、赤褐色沈殿が生じた。

操作3：操作2で生じた沈殿をろ過したのち、ろ液に硫化水素を通じたところ、白色沈殿が生じた。

水溶液 B について、

操作4：水溶液 B に塩酸を加えたところ、白色沈殿が生じた。沈殿をろ別し、沈殿にアンモニア水を加えても、変化が見られなかった。

操作5：操作4で沈殿をろ別して得たろ液に、十分な量をアンモニア水を加えたところ、白色沈殿が生じた。沈殿をろ別し、沈殿に水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、沈殿が溶けた。

操作6：操作5で生じた沈殿をろ別して得たろ液を白金線につけ、ガスバーナーの外炎に入れたところ、赤紫色の炎色反応を示した。

水溶液 A, B に含まれる陽イオンの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。水溶液 A : 17      水溶液 B : 18

- |  |  |
|--|--|
| ① $\text{Na}^+$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Al}^{3+}$       | ② $\text{Na}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$    |
| ③ $\text{K}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$     | ④ $\text{K}^+$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$        |
| ⑤ $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ | ⑥ $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ |
| ⑦ $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ | ⑧ $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ |

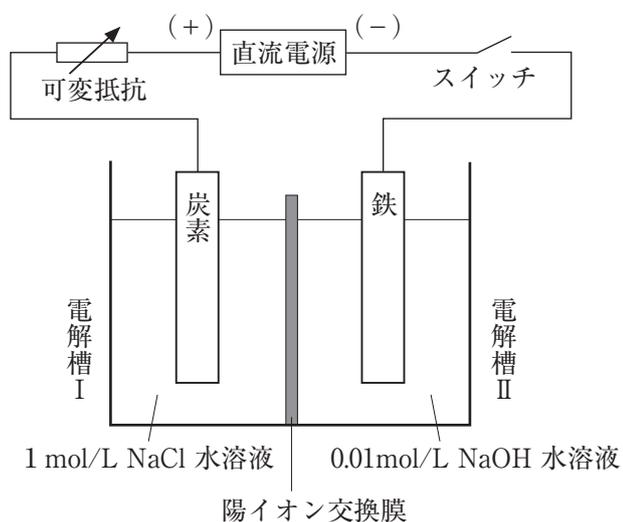
問4 合金とその主な成分金属の組合せとして誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 19

	合金	主な成分
①	ステンレス鋼	鉄, クロム, ニッケル
②	ニクロム	ニッケル, クロム
③	無鉛はんだ	スズ, 銅, 銀
④	黄銅 (真ちゅう)	銅, 亜鉛
⑤	青銅 (ブロンズ)	銅, スズ
⑥	ジュラルミン	チタン, 鉄

問5 水酸化ナトリウムは、イオン交換膜法による塩化ナトリウム水溶液の電気分解により製造される。

下図のように、陽イオン交換膜（陰イオンは通さず、陽イオンのみを通す膜）で電解槽を仕切り、陽極側の電解槽Ⅰに1 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液1 Lを、陰極側の電解槽Ⅱに0.01 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液1 Lを入れ、陽極に炭素を、陰極に鉄を用いて、1.50 A（アンペア）の電流を160分50秒間流した。この電気分解によって生成した水酸化ナトリウムの質量は何gか。最も適当な数値を、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 20 g

- ① 2.0                      ② 4.0                      ③ 6.0                      ④ 8.0  
 ⑤ 10                        ⑥ 12                      ⑦ 16                      ⑧ 20



第4問 次の問い(問1~3)に答えよ。 21 ~ 28

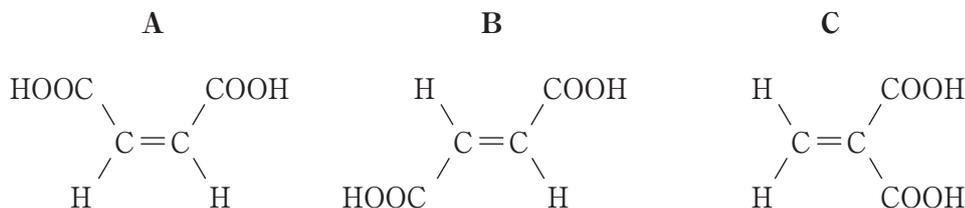
問1 次の(1), (2)に答えよ。

(1) 次のア~ウの記述のうち、正しいものはどれか。正しく選択しているものを、下の①~⑦のうちから一つ選べ。 21

- ア. 分子式が  $C_5H_{12}$  の化合物のうちには、不斉炭素原子をもつものがある。  
 イ. 分子式が  $C_5H_{10}$  の鎖式化合物は、立体異性体を区別しなければ、5種類ある。  
 ウ. 分子式が  $C_5H_{10}$  の環状化合物のうちには、不斉炭素原子をもつものがある。

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

(2) 次の化合物 A, B, C に関する以下のア~ウの記述のうち、正しいものはどれか。正しく選択しているものを、下の①~⑦のうちから一つ選べ。 22

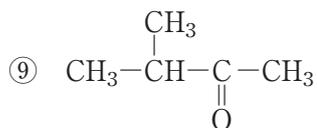
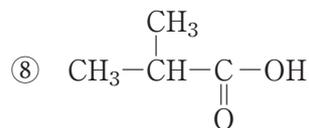
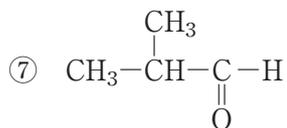
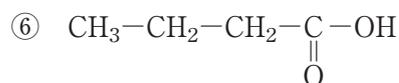
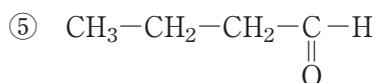
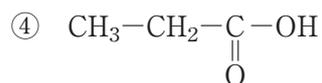
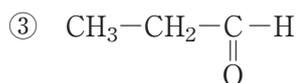
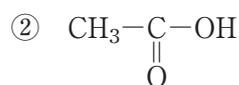
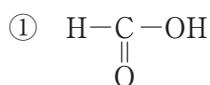


- ア. A, B, C はたがいにシス-トランス異性体の関係にある。  
 イ. A に水を付加させると不斉炭素原子をもつ化合物が得られるが、B に水を付加させると不斉炭素原子をもたない化合物が得られる。  
 ウ. A を約  $160^\circ\text{C}$  に加熱すると脱水して酸無水物に変化するが、B を同じ温度に加熱しても変化が起こらない。

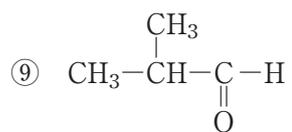
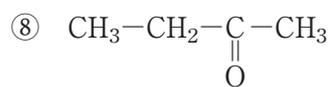
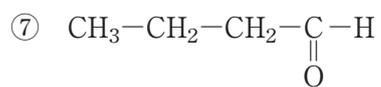
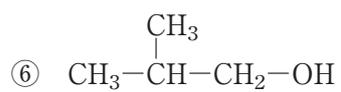
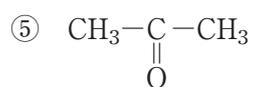
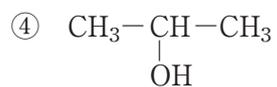
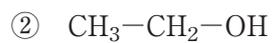
- ① ア                      ② イ                      ③ ウ  
 ④ ア, イ                ⑤ ア, ウ                ⑥ イ, ウ                ⑦ ア, イ, ウ

問2 化合物 X は炭素，水素，酸素からなり，分子量が 102 で，X 0.51 g を完全燃焼させると，二酸化炭素 1.10 g と水 0.45 g が生じる。X を加水分解すると，酸性の化合物 Y と中性の化合物 Z が 1 : 1 の物質質量比で得られる。Y と Z はいずれも銀鏡反応を示さない。Z を硫酸酸性の二クロム酸カリウムでおだやかに酸化すると，フェーリング液を還元する化合物が生成し，また，Z にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると，特有のにおいをもつ黄色沈殿が生じる。Y と Z の構造式として最も適当なものを，それぞれの解答群の ①～⑨ のうちから一つずつ選べ。 Y : 23      Z : 24

[Y の解答群]



[Zの解答群]



問3 次の文章を読んで、下の(1)~(3)に答えよ。

ベンゼンと（ア）を反応させるとクメンが得られる。クメンを酸素で酸化したのち、硫酸で分解すると、（イ）とともにフェノールが得られる。フェノールを水酸化ナトリウムと反応させてナトリウムフェノキシドとし、これに高温・高圧のもとで（ウ）を反応させたのち、希硫酸を作用させるとサリチル酸が得られる。

(1) 上の文章の（ア）、（イ）、（ウ）に当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つ選べ。 25

	ア	イ	ウ
①	クロロエタン	塩化水素	酢酸
②	クロロエタン	塩化水素	無水酢酸
③	クロロエタン	塩素	無水酢酸
④	2-プロパノール	アセトン	無水酢酸
⑤	2-プロパノール	水	二酸化炭素
⑥	2-プロパノール	水	酢酸
⑦	プロペン（プロピレン）	アセトン	酢酸
⑧	プロペン（プロピレン）	アセトン	二酸化炭素
⑨	プロペン（プロピレン）	水	二酸化炭素

(2) ベンゼン 6.5 g を出発原料にしてサリチル酸（分子量 138）を合成したところ、最終的にサリチル酸が 6.9 g 得られた。この実験におけるサリチル酸の収率は何 % か。最も適当な値を次の ①~⑧ のうちから一つ選べ。ただし、収率とは、実際に得られた生成物の量の、化学反応式から理論的に計算される生成物の量に対する割合（%）である。 26 %

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| ① 55 | ② 60 | ③ 65 | ④ 70 |
| ⑤ 75 | ⑥ 80 | ⑦ 85 | ⑧ 90 |

(3) サリチル酸, サリチル酸メチル, アセチルサリチル酸に関する記述として誤りを含むものを, 次の①~⑥のうちから一つ選べ。 27

- ① 常温常圧で, サリチル酸とアセチルサリチル酸は固体であるが, サリチル酸メチルは液体である。
- ② サリチル酸にメタノールと濃硫酸を加えて加熱すると, サリチル酸メチルが生成する。
- ③ サリチル酸に無水酢酸を反応させると, アセチルサリチル酸が生成する。
- ④ サリチル酸, サリチル酸メチル, アセチルサリチル酸はいずれも, 水にもジエチルエーテルにもよく溶ける。
- ⑤ サリチル酸メチルは塩化鉄(Ⅲ)水溶液による特有の呈色反応を示すが, アセチルサリチル酸は塩化鉄(Ⅲ)水溶液による呈色反応を示さない。
- ⑥ アセチルサリチル酸を炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると気体が発生するが, サリチル酸メチルを炭酸水素ナトリウム水溶液に加えても気体は発生しない。

問4 油脂やセッケンに関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

28

- ① 一般に、ステアリン酸のような飽和脂肪酸を多く含む油脂は常温で固体であり、リノール酸のような不飽和脂肪酸を多く含む油脂は常温で液体である。
- ② 常温で液体の油脂にニッケルを触媒として水素を付加させると、常温で固体の硬化油が得られる。
- ③ 油脂を水酸化ナトリウム水溶液とともに加熱すると、グリセリンとセッケンが得られる。
- ④ セッケンがある濃度以上で水に溶かすと、炭化水素基を外側に、電離したカルボキシ基を内側に向けて集合してミセルを形成する。
- ⑤ セッケン水に横から強い光線を当てると、光の進路が明るく輝いて見える。
- ⑥ 脂肪油にセッケン水を加えて振り混ぜると、脂肪油が脂肪酸イオンに取り囲まれて乳濁液の状態になる。

# 生 物

[生物基礎・生物]

**第1問** 細胞膜とタンパク質に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

細胞の内外を仕切る細胞膜のおもな成分は、ア同一分子中に親水性の部分と疎水性の部分をもつリン脂質と、さまざまなタンパク質である。リン脂質分子は固定されておらず、タンパク質はリン脂質からなる膜の中に点在し、比較的自由に動くことができる。このような膜構造のモデルを **a** モデルと呼ぶ。また、細胞膜だけでなく、細胞小器官を構成する膜も同様の構造をしており、これらの膜を総称して **b** と呼ぶ。細胞は生命の基本単位であり、その生命活動にともなって、細胞膜を介してさまざまな物質を細胞内外に輸送する。細胞膜には、特定の物質を透過させる性質があり、これを **c** と呼ぶ。イイオンのように、正や負の電荷をもった物質はリン脂質の層を透過しにくく、タンパク質を介した輸送が行われる。このようなイオンの輸送に関する膜タンパク質として、ウチャネルやポンプがある。さらに、リン脂質の層や膜タンパク質を通過できないような大きさの物質が細胞内外を出入りする場合は、細胞膜などの膜自体がそれらの物質を包み込んだ小胞を形成し、細胞外に放出したり、細胞内に取り込んだりする。例えば、エ分泌性タンパク質は、細胞内で合成された後、分泌小胞に包まれ、その小胞の膜と細胞膜が融合してエキソサイトーシスにより細胞外へ放出される。

**問1** 下線部アに関して、細胞膜におけるリン脂質分子の並び方を説明する記述として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **1**

- ① 親水性の部分細胞の内側に向け、疎水性の部分細胞の外側に向けた一層の構造を取る。
- ② 疎水性の部分細胞の内側に向け、親水性の部分細胞の外側に向けた一層の構造を取る。
- ③ 細胞の内外の両面に親水性の部分と疎水性の部分が混在した一層の構造を取る。
- ④ 親水性の部分どうしを内側に向け、疎水性の部分外側に向けた二層の構造を取る。
- ⑤ 親水性の部分外側に向け、疎水性の部分どうしを内側に向けた二層の構造を取る。
- ⑥ 細胞の内外の両面に親水性の部分と疎水性の部分が混在した二層の構造を取る。

問2 上の文章の空欄 a～c に入る最も適切な語の組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

	a	b	c
①	生体膜	選択的透過性	流動モザイク
②	生体膜	流動モザイク	選択的透過性
③	選択的透過性	生体膜	流動モザイク
④	選択的透過性	流動モザイク	生体膜
⑤	流動モザイク	生体膜	選択的透過性
⑥	流動モザイク	選択的透過性	生体膜

問3 下線部イに関して、細胞膜のリン脂質の層の透過性が最も高い物質を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① 水                      ② 酸素                      ③ アミノ酸  
④ グルコース            ⑤ スクロース

問4 下線部ウに関して、次のア～カの記述は、チャネルまたはポンプについて述べたものである。最も適切な記述の組合せを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

チャネル 4      ポンプ 5

- ア 濃度勾配に従う輸送を行う。  
イ 濃度勾配に逆らう輸送を行う。  
ウ ATPなどのエネルギーを必要とする。  
エ ATPなどのエネルギーを必要としない。  
オ  $\text{Na}^+$  を細胞内から細胞外へ輸送するものがある。  
カ  $\text{K}^+$  を細胞内から細胞外へ輸送するものがある。

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

問5 下線部Eに関して、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 分泌性タンパク質は、細胞内をどのような順序で移動して分泌小胞に包まれるか。最も適当なものを、次の①~⑨のうちから一つ選べ。 6

- ① 核 → 小胞体 → ゴルジ体 → 分泌小胞
- ② 核 → ゴルジ体 → 小胞体 → 分泌小胞
- ③ 核 → リボソーム → ゴルジ体 → 小胞体 → 分泌小胞
- ④ 小胞体 → リボソーム → 分泌小胞
- ⑤ 小胞体 → 核 → ゴルジ体 → 分泌小胞
- ⑥ 小胞体 → ゴルジ体 → リボソーム → 分泌小胞
- ⑦ リボソーム → 核 → 小胞体 → ゴルジ体 → 分泌小胞
- ⑧ リボソーム → 小胞体 → ゴルジ体 → 分泌小胞
- ⑨ リボソーム → ゴルジ体 → 小胞体 → 分泌小胞

- (2) 分泌されたタンパク質はさまざまな役割をもっている。次の(i)~(iii)の役割をもつタンパク質の名称として最も適当なものを、下の①~⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(i) 脂肪を分解して脂肪酸とグリセリンを生成する。 7

(ii) 血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる。 8

(iii) 免疫細胞などが分泌し、細胞間の情報伝達物質としてはたらく。 9

- ① アミラーゼ                      ② グロブリン                      ③ ペプシン
- ④ リパーゼ                        ⑤ 成長ホルモン                  ⑥ フィブリノーゲン
- ⑦ パラトルモン                   ⑧ サイトカイン                   ⑨ カタラーゼ

- (3) ニューロンの軸索末端でもエキソサイトーシスによる神経伝達物質の放出がみられる。交感神経，副交感神経，運動神経の末端から放出される神経伝達物質の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

	交感神経	副交感神経	運動神経
①	アセチルコリン	アセチルコリン	ノルアドレナリン
②	アセチルコリン	ノルアドレナリン	アセチルコリン
③	アセチルコリン	ノルアドレナリン	ノルアドレナリン
④	ノルアドレナリン	ノルアドレナリン	アセチルコリン
⑤	ノルアドレナリン	アセチルコリン	ノルアドレナリン
⑥	ノルアドレナリン	アセチルコリン	アセチルコリン

**第2問** 遺伝子の発現に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

すべての生物の遺伝子発現の過程は基本的に共通であり、DNA上の遺伝情報をもとにRNAが合成される第1段階と、3種類のRNAが関与してタンパク質が合成される第2段階がある。しかし、ア原核細胞と真核細胞では異なる点も存在する。第1段階では、DNAの特別な塩基配列の領域である **a** に **b** という酵素が結合し、この酵素のはたらきによりRNAがつくられる。真核細胞では、合成直後のRNAはmRNA前駆体と呼ばれ、イ スプライシングやいくつかの処理を受けて成熟mRNAとなる。成熟mRNAは細胞質へ移動してリボソームと結合し、第2段階が始まる。第2段階では、ウ mRNAのコドンに、アミノ酸を結合したtRNAのアンチコドンと呼ばれる部位が結合していくことにより、タンパク質合成が進行していく。

次の図1は、あるタンパク質の開始コドンと終止コドンを含む遺伝子領域のDNAのセンス鎖であり、遺伝子領域にイントロンは存在しない。なお、このタンパク質は、開始コドンから翻訳されたポリペプチドの一部が切り離されることはない。

5'-CAGAGATGCAGCGCTGCGTAACCTCTAGGACACAAATATGACTTTAA-3'

図1

**問1** 下線部アに関して、次の①～⑥の記述は、遺伝子発現の過程について述べたものである。

原核細胞だけにみられる過程と、真核細胞だけにみられる過程として最も適当なものを、それぞれ一つずつ選べ。

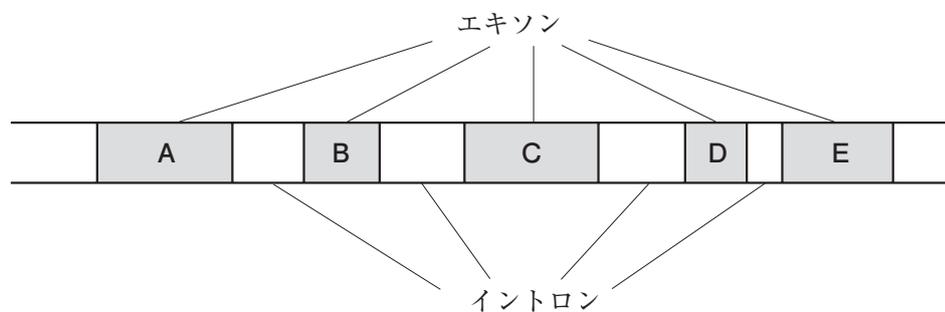
原核細胞 **11** 真核細胞 **12**

- ① 第1段階で基本転写因子を必要とする。
- ② 第2段階で基本転写因子を必要とする。
- ③ 第1段階と第2段階が同時に進行する。
- ④ 第2段階の次に第1段階が行われることがある。
- ⑤ 調節タンパク質によって第1段階が調節される。
- ⑥ 調節タンパク質によって第2段階が調節される。

問2 上の文章の空欄 a・b に入る最も適切な語の組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

	a	b
①	オペレーター	DNA リガーゼ
②	オペレーター	DNA ポリメラーゼ
③	オペレーター	RNA ポリメラーゼ
④	プロモーター	DNA リガーゼ
⑤	プロモーター	DNA ポリメラーゼ
⑥	プロモーター	RNA ポリメラーゼ

問3 下線部イに関して、真核細胞では、一つの遺伝子から、選択的スプライシングによって2種類以上の mRNA が合成され、その結果、一つの遺伝子から2種類以上のタンパク質が合成されることがある。次の図に示す A～E の5つのエクソンをもつ遺伝子から、選択的スプライシングによって最大で何種類の成熟 mRNA の合成が可能か。最も適切な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、エクソン A と E は必ず選択され、A B C D E の順が入れ替わることはないものとする。 14



- ① 5                      ② 8                      ③ 10                      ④ 16                      ⑤ 32

問4 下線部ウに関して、2本の RNA 鎖の結合には、DNA 鎖どうしの結合と同様の方向性がある。ロイシンのコドン CUA と結合するアンチコドンの 5' 側から1番目の塩基として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

- ① A                      ② G                      ③ C                      ④ T                      ⑤ U

問5 図1に関して、次の(1)~(4)に答えよ。なお、解答にあたって、必要であれば表1の遺伝暗号表を用いよ。

(1) このタンパク質のアミノ酸数として最も適当なものを、次の①~⑦のうちから一つ選べ。 16

- ① 10                      ② 11                      ③ 12                      ④ 13  
 ⑤ 14                      ⑥ 15                      ⑦ 16

(2) このタンパク質の2番目と4番目のアミノ酸の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、最初に翻訳されるアミノ酸を1番目とする。 17

	2番目	4番目		2番目	4番目
①	アルギニン	セリン	②	グルタミン	システイン
③	アルギニン	バリン	④	グルタミン	トレオニン
⑤	アルギニン	システイン	⑥	グルタミン	アルギニン

(3) この遺伝子に突然変異が起こり、図1のDNA鎖の左から27番目の塩基がAからCに置換したとき、合成されるタンパク質はどうなるか。最も適当な記述を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 18

- ① 1アミノ酸が置換する。  
 ② 終止コドンが出現してアミノ酸数が少ないタンパク質となる。  
 ③ 終止コドンが消失してアミノ酸数が多いタンパク質となる。  
 ④ 変異した所から読み枠がずれて、アミノ酸配列が変わる。  
 ⑤ 変化はみられない。

(4) この遺伝子に突然変異が起こり、図1のDNA鎖の左から10番目のヌクレオチドが欠失したとき、合成されるタンパク質のアミノ酸数として最も適当なものを、次の①~⑦のうちから一つ選べ。 19

- ① 3                      ② 4                      ③ 5                      ④ 6  
 ⑤ 8                      ⑥ 10                      ⑦ 12

表1

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU } フェニル UUC } アラニン UUA } ロイシン UUG }	UCU } UCC } セリン UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } (終止) UAG }	UGU } システイン UGC } UGA (終止) UGG } トリプトファン	U C A G
C	CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }	CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } CAG } グルタミン	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } イソロイシン AUA } AUG } メチオニン (開始)	ACU } ACC } ACA } ACG } トレオニン	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } AGG } アルギニン	U C A G
G	GUU } GUC } バリン GUA } GUG }	GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }	GAU } アスパラギン GAC } 酸 GAA } グルタミン GAG } 酸	GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }	U C A G

問6 大腸菌の細胞には、約  $1.0 \times 10^{-3}$  m の長さの DNA が入っている。その全域にわたってすきまなくタンパク質をコードしているものと仮定した場合、大腸菌がつくることのできるタンパク質は約何種類となるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、DNA 鎖の 10 塩基対の長さは  $3.4 \times 10^{-9}$  m であり、タンパク質は平均して 150 個のアミノ酸からなるものとする。 20

- ① 585                      ② 1950                      ③ 5850  
④ 6500                      ⑤ 65000

**第3問** ヒトの腎臓に関する次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。

腎臓は、老廃物の排出と体液濃度の調節を行う重要な器官である。次の図1は、ヒトの腎臓の構造の模式図である。

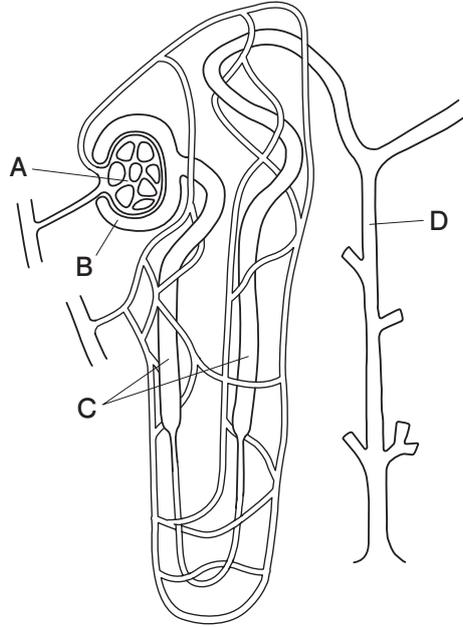


図1

問1 図1について、次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) A～Dの各部分の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 21

	A	B	C	D
①	糸球体	腎小体	細尿管(腎細管)	集合管
②	糸球体	腎小体	集合管	細尿管(腎細管)
③	糸球体	ボーマンのう	細尿管(腎細管)	集合管
④	糸球体	ボーマンのう	集合管	細尿管(腎細管)
⑤	腎小体	糸球体	細尿管(腎細管)	集合管
⑥	腎小体	糸球体	集合管	細尿管(腎細管)
⑦	腎小体	ボーマンのう	細尿管(腎細管)	集合管
⑧	腎小体	ボーマンのう	集合管	細尿管(腎細管)

- (2) AとBを合わせた構造と、AとBとCを合わせた構造の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

	AとB	AとBとC
①	糸球体	腎小体
②	糸球体	腎単位(ネフロン)
③	腎小体	糸球体
④	腎小体	腎単位(ネフロン)
⑤	腎単位(ネフロン)	糸球体
⑥	腎単位(ネフロン)	腎小体

**問2** 次の(1)～(3)は血しょうに含まれる成分である。健康なヒトでは、これらの成分は原尿中と尿中にどのように含まれるか。(1)～(3)について最も適当な記述を、下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- (1) 尿素 23      (2) グルコース 24      (3) タンパク質 25

- ① 原尿中に含まれない。
- ② 原尿中に含まれるが、尿中には含まれない。
- ③ 原尿中と尿中にはほぼ等しい濃度で含まれる。
- ④ 原尿中よりも尿中の方が高濃度に含まれる。
- ⑤ 尿中よりも原尿中の方が高濃度に含まれる。

**問3** 物質Xは、血しょう中から原尿中にろ過されるが再吸収されずに尿中にすべて排出される物質であり、これを静脈注射することによって、腎臓の機能を調べることができる。物質Xを注射してから一定時間後、物質Xの血しょう中の濃度が0.4 mg/mL、尿中の濃度が50 mg/mLであった。また、尿の生成量は1分間に1 mLであった。次の(1)・(2)に答えよ。

- (1) 1日にろ過される原尿量(L)として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 26 L

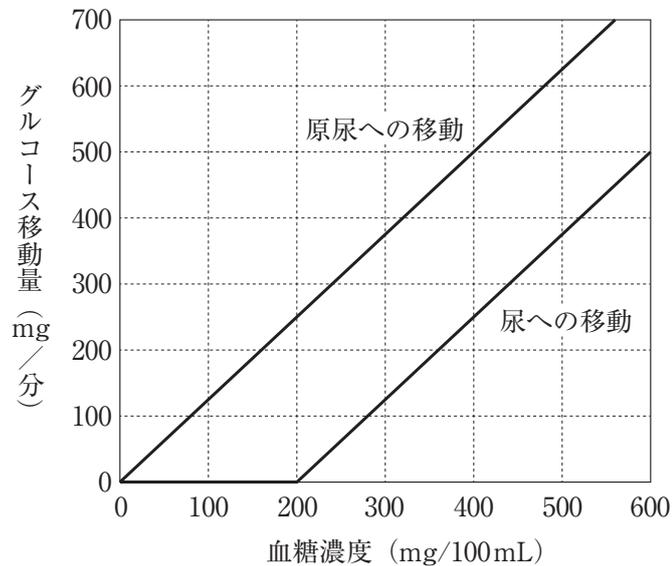
- ① 7.5                      ② 18                      ③ 75
- ④ 125                      ⑤ 173                      ⑥ 180

- (2) 物質Yは、血しょう中から原尿中にろ過された後、一部再吸収されて尿中に排出される。物質Yの血しょう中の濃度が0.3 mg/mL、尿中の濃度が20 mg/mLであったとき、1分間の再吸収量(mg)として最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

mg

- ① 16                      ② 17.5                      ③ 20                      ④ 36  
 ⑤ 37.5                      ⑥ 47                      ⑦ 57.5

問4 次の図は、グルコースの血しょう濃度と原尿および尿へのグルコースの移動量との関係調べたものである。なお、このヒトの腎臓の機能は正常である。次の(1)・(2)に答えよ。



- (1) 糖尿がみられる血糖濃度の閾値として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  mg/100mL

- ① 100                      ② 200                      ③ 300  
 ④ 400                      ⑤ 500                      ⑥ 600

- (2) 原尿から再吸収されるグルコース量(mg/分)のおよその最大値として最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  mg/分

- ① 100                      ② 150                      ③ 200  
 ④ 250                      ⑤ 300                      ⑥ 350

問5 腎臓は体液濃度の調節に関わる器官としても重要であり、その調節にはバソプレシンや鉱質コルチコイドが関係している。これに関する次のア～カの記述のうち、正しいものの組合せを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 30

ア バソプレシンは間脳の視床下部でつくられ、脳下垂体後葉から分泌される。

イ バソプレシンは水の再吸収を抑制する。

ウ バソプレシンは $\text{Na}^+$ の再吸収を促進する。

エ 鉱質コルチコイドは副腎髄質でつくられる。

オ 鉱質コルチコイドは水の再吸収を抑制する。

カ 鉱質コルチコイドは $\text{Na}^+$ の再吸収を促進する。

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① ア, エ | ② ア, オ | ③ ア, カ |
| ④ イ, エ | ⑤ イ, オ | ⑥ イ, カ |
| ⑦ ウ, エ | ⑧ ウ, オ | ⑨ ウ, カ |

**第4問** 植物の環境応答に関する次の文章A・Bを読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

A 植物の体内で生産され、植物の形態形成や生理的状态を調節する物質を総称して植物ホルモンという。オーキシンは、マカラスムギの幼葉鞘が示す **a** に関与する物質として研究され、最初に発見された植物ホルモンで、植物が合成するオーキシンは **b** という化学物質である。現在では、アオーキシンの他に、サイトカイニンやエチレンなど、10種類以上の植物ホルモンが知られている。

問1 上の文章の空欄 a・b に入る最も適当な語の組合せを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **31**

	a	b		a	b
①	正の光傾性	インドール酢酸	②	正の光傾性	オキサロ酢酸
③	負の光傾性	インドール酢酸	④	負の光傾性	オキサロ酢酸
⑤	正の光屈性	インドール酢酸	⑥	正の光屈性	オキサロ酢酸
⑦	負の光屈性	インドール酢酸	⑧	負の光屈性	オキサロ酢酸

問2 下線部アに関して、植物ホルモンの作用に関する次のア～カの記述のうち、(1)オーキシン、(2)サイトカイニン、(3)エチレンの作用の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(1) **32**      (2) **33**      (3) **34**

- ア 側芽の成長を抑制する。
- イ 側芽の成長を促進する。
- ウ 細胞壁を柔らかくする。
- エ 細胞分裂を促進する。
- オ 果実の成熟を促進する。
- カ 離層の形成を促進する。

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

B 植物は、成長の過程や生命活動の調節にさまざまな波長の光を利用している。その一つに、発芽の調節がある。種子には、休眠状態になることによって生存に不適切な季節を乗り切るといふ役割があり、生育に適切な条件、すなわち光合成可能な環境が与えられると、休眠が打破され発芽が起こる。植物種によっては、発芽条件として水分や温度、酸素以外に光を必要とするものがある。

ある種のレタスの種子を 25℃ で培養すると、暗所ではほとんど発芽しないが、短時間光を照射するとほとんどの種子が発芽するようになる。そこで、十分に吸水した種子に、あらかじめ光を当てて約 50% の種子が発芽できる状態にした後、同じ強さの異なる波長の光を照射して発芽率を調べ、図 1 の結果を得た。

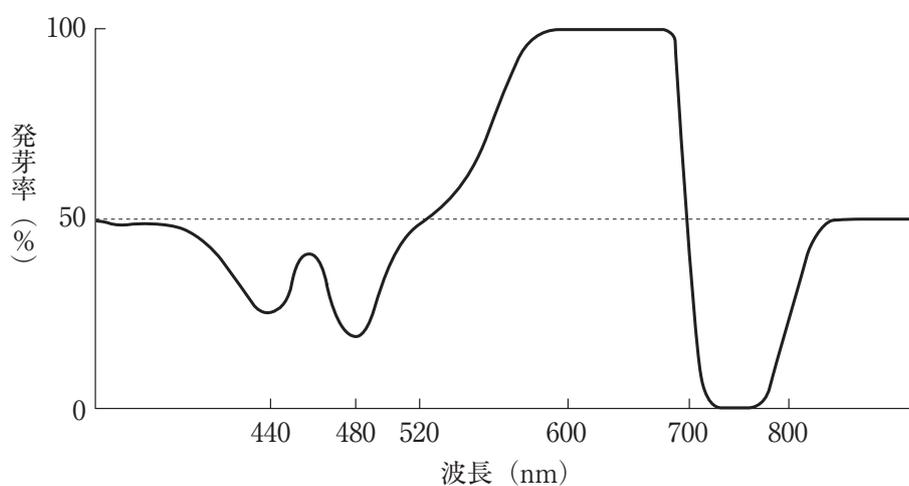


図 1

レタス種子の光による発芽の調節には、光受容体であるフィトクロムが関与している。フィトクロムには Pr 型と Pfr 型があり、両者は立体構造が異なり、図 2 に示すように、吸収スペクトルが異なっている。この Pr 型と Pfr 型はそれぞれ異なる特定の波長を吸収することによって可逆的に相互に変換する。すなわち、660 nm の波長の光を照射すると Pr 型は Pfr 型に変化し、730 nm の波長の光を照射すると Pfr 型は Pr 型に変化する。

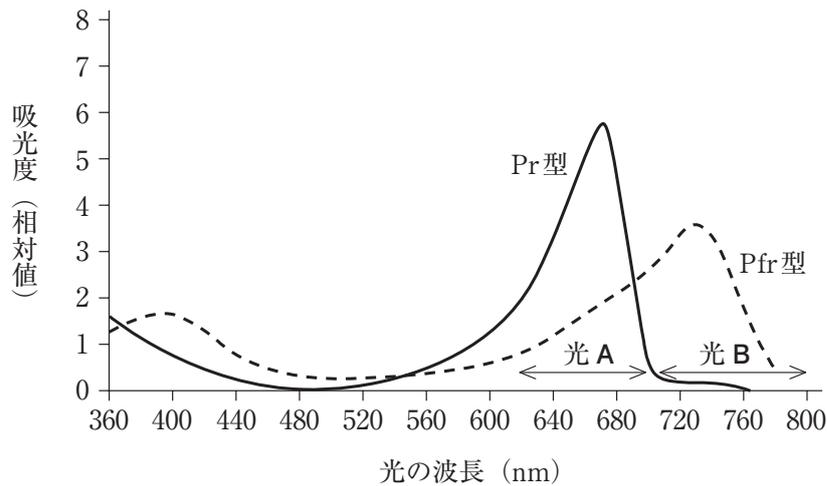


図 2

問 3 下線部イについて、種子の休眠の打破すなわち発芽の促進に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 35

- ① 胚で合成されたアブシシン酸が発芽を促進する。
- ② 胚乳で合成されたアブシシン酸が発芽を促進する。
- ③ 種皮で合成されたアブシシン酸が発芽を促進する。
- ④ 胚で合成されたジベレリンが発芽を促進する。
- ⑤ 胚乳で合成されたジベレリンが発芽を促進する。
- ⑥ 種皮で合成されたジベレリンが発芽を促進する。

問4 図1の結果から、光には波長によって発芽を誘導する効果と抑制する効果があることがわかる。(1)発芽誘導に最も効果的な波長域と、(2)発芽抑制に最も効果的な波長域を、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(1)  (2)

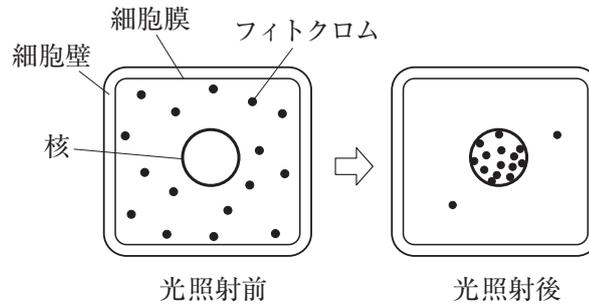
- ① 300～400 nm                      ② 400～500 nm                      ③ 500～600 nm  
 ④ 600～700 nm                      ⑤ 700～800 nm                      ⑥ 800～900 nm

問5 図2に関する次の文章の空欄c～eに入る最も適当な語の組合せを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

レタス種子に図2の光Aを照射すると発芽が誘導され、光Bを照射すると発芽が抑制された。これは光Aを照射したときにはフィトクロムの  型の割合が高くなり、光Bを照射したときには  型の割合が高くなっていると考えられ、  型の割合が高くなると発芽が誘導されると考えられる。

	c	d	e		c	d	e
①	Pr	Pr	Pfr	②	Pr	Pfr	Pr
③	Pfr	Pr	Pr	④	Pfr	Pfr	Pr
⑤	Pfr	Pr	Pfr	⑥	Pr	Pfr	Pfr

問6 フィトクロムに光Aまたは光Bを照射し，細胞内のフィトクロムの分布を調べたところ，光Aを照射したときに次の図のような結果が得られた。光Bを照射したときには，照射前(左の図)とほとんど変わらなかった。この結果から，フィトクロムはどのようなはたらきをもつと考えられるか。最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 39



- ① Pr型は核内に移動して発芽を誘導する遺伝子の発現を促進する。
- ② Pr型は核内に移動して発芽を誘導する遺伝子の発現を抑制する。
- ③ Pfr型は核内に移動して発芽を誘導する遺伝子の発現を促進する。
- ④ Pfr型は核内に移動して発芽を誘導する遺伝子の発現を抑制する。

問7 フィトクロムの他にも，特定の波長の光を受容する光受容体が存在する。光受容体に関する記述として誤っているものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 40

- ① クリプトクロムは青色光を受容する。
- ② クリプトクロムが光を受容すると，茎の伸長成長が抑制される。
- ③ フォトリピンは青色光を受容する。
- ④ フォトリピンが光を受容すると，気孔が閉じる。
- ⑤ フィトクロムは短日植物の光周性に関与する。