

令和3(2021)年度 入学試験問題 (1次)

数 学・理 科 (化学・生物)

令和3年1月23日 16時30分～17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	12～34	
	生 物	36～57	

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] $\frac{2\sqrt{3}+1}{2}$ の整数部分を a 、小数部分を b とする。

(1) $a = \boxed{\text{ア}}$, $b = \frac{\boxed{\text{イ}}\sqrt{\boxed{\text{ウ}}} - \boxed{\text{エ}}}{\boxed{\text{オ}}}$ である。

(2) $b(b+3) = \frac{\boxed{\text{カ}}}{\boxed{\text{キ}}}$ であり, $(\sqrt{b+3} + \sqrt{b})^2 = \boxed{\text{ク}}\sqrt{\boxed{\text{ケ}}}$ である。

[2] 関数 $f(x) = |2x-3| + |3x-10|$ について考える。

(1) $f(x)$ は $x = \frac{\boxed{\text{コサ}}}{\boxed{\text{シ}}}$ のとき, 最小値 $\frac{\boxed{\text{スセ}}}{\boxed{\text{ソ}}}$ をとる。

(2) $2 \leq x \leq 4$ における $f(x)$ の最大値は $\boxed{\text{タ}}$ である。

[3] m は自然数とする。 $\sqrt{\frac{10800}{m}}$ が整数となる最小の m は $\boxed{\text{チ}}$ である。また, $\sqrt{\frac{10800}{m}}$ が整数となる m は全部で $\boxed{\text{ツテ}}$ 個ある。

(下書き用紙)

数学の試験問題は次に続く。

第2問

2次関数 $f(x) = x^2 + (2a - 8)x + 2a$ について考える。ただし、 a は2より大きい実数の定数であるとする。

(1) $y = f(x)$ のグラフを C とする。

C の頂点は $(\boxed{\text{ア}} - a, -a^2 + \boxed{\text{イウ}} a - \boxed{\text{エオ}})$ である。

C が x 軸と異なる2点で交わる時、 a のとり得る値の範囲は $a > \boxed{\text{カ}}$ である。また、 C が x 軸から切り取る線分の長さが4となる a の値は $a = \boxed{\text{キ}} + \sqrt{\boxed{\text{クケ}}}$ である。

(2) $f(x)$ の定義域を $0 \leq x \leq a^2 - 2a$ とする。 $f(x)$ は

$2 < a \leq \boxed{\text{コ}} \sqrt{\boxed{\text{サ}}}$ のとき 最大値 $\boxed{\text{シ}} a$ を、

$\boxed{\text{コ}} \sqrt{\boxed{\text{サ}}} < a$ のとき 最大値 $a^4 - \boxed{\text{ス}} a^3 - \boxed{\text{セ}} a^2 + \boxed{\text{ソタ}} a$ を

とる。また、

$2 < a \leq \frac{\boxed{\text{チ}} + \sqrt{\boxed{\text{ツテ}}}}{\boxed{\text{ト}}}$ のとき、

最小値は $a^4 - \boxed{\text{ス}} a^3 - \boxed{\text{セ}} a^2 + \boxed{\text{ソタ}} a$ 、

$\frac{\boxed{\text{チ}} + \sqrt{\boxed{\text{ツテ}}}}{\boxed{\text{ト}}} < a \leq \boxed{\text{ナ}}$ のとき、

最小値は $-a^2 + \boxed{\text{ニヌ}} a - \boxed{\text{ネノ}}$ 、

$\boxed{\text{ナ}} < a$ のとき、

最小値は $\boxed{\text{シ}} a$

である。

(下書き用紙)

数学の試験問題は次に続く。

第3問

四角形 PQRS は円に内接し、 $PQ = 1$ 、 $PS = \sqrt{3}$ である。また、対角線 PR と QS は点 T で交わる。

$\triangle PQR$ 、 $\triangle PRS$ 、 $\triangle QRS$ 、 $\triangle PQS$ の面積をそれぞれ S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 とするとき、 $S_1 = S_2$ および $S_3 = 3S_4$ が成り立つものとする。

(1) PR を底辺とみて $\triangle PQR$ と $\triangle PRS$ の高さの比を考えることにより、

$$QT : TS = \boxed{\text{ア}} : \boxed{\text{イ}} \quad (\boxed{\text{ア}} : \boxed{\text{イ}} \text{ は最も簡単な整数比で答えよ。})$$

である。

同様に、QS を底辺とみて $\triangle QRS$ と $\triangle PQS$ の高さの比を考えることにより

$$PT : TR = \boxed{\text{ウ}} : \boxed{\text{エ}} \quad (\boxed{\text{ウ}} : \boxed{\text{エ}} \text{ は最も簡単な整数比で答えよ。})$$

である。

(2) $QT = s$ 、 $PT = t$ とおくと、

$$s = \sqrt{\boxed{\text{オ}}} t$$

が成り立つ。一方 $\angle PTQ = \theta$ とおくと、

$$s^2 + t^2 - 2st \cos \theta = \boxed{\text{カ}}, \quad s^2 + t^2 + 2st \cos \theta = \boxed{\text{キ}}$$

が成り立つから、

$$s^2 + t^2 = \boxed{\text{ク}}$$

である。

以上により、

$$s = \frac{\sqrt{\boxed{\text{ケ}}}}{\boxed{\text{コ}}}, \quad t = \frac{\sqrt{\boxed{\text{サ}}}}{\boxed{\text{シ}}}, \quad \cos \theta = \frac{\sqrt{\boxed{\text{ス}}}}{\boxed{\text{セ}}}$$

である。

さらに、四角形 PQRS の面積は $\boxed{\text{ソ}} \sqrt{\boxed{\text{タ}}}$ である。

(下書き用紙)

数学の試験問題は次に続く。

第4問

〔1〕 離れて置かれた円形のテーブルが2つあり、それぞれのテーブルを囲んで6人までの人が等間隔に並ぶことができる。

今、男性4人、女性4人の計8人が、2組に分かれてテーブルを囲んで等間隔に並ぶ。ただし、2つのテーブルは区別せず、各テーブルでの並び順については回転して同じになるものは一つに数える。

- (1) 8人が4人ずつ2組に分かれる別れ方は $\boxed{\text{アイ}}$ 通りあるから、2つのテーブルをそれぞれ4人が囲む座り方は $\boxed{\text{ウエオカ}}$ 通りある。
- (2) 4人の男性が同じテーブルを囲む座り方は $\boxed{\text{キクケ}}$ 通りある。

〔2〕 文字 a が書かれたカードが2枚、文字 b が書かれたカードが2枚、文字 c が書かれたカードが3枚ある。これら7枚のカードの中から1枚ずつ4枚を選び、選んだ順に左から右へ1列に並べる。

- (1) 並べた4枚のカードの中に c のカードが 含まれない 確率は $\frac{\boxed{\text{コ}}}{\boxed{\text{サシ}}}$ である。また、並べ

た4枚のカードの中にすべての c のカードが含まれる確率は $\frac{\boxed{\text{ス}}}{\boxed{\text{セソ}}}$ である。

- (2) 最も右が c のカードである確率は $\frac{\boxed{\text{タ}}}{\boxed{\text{チ}}}$ であり、両端がともに c のカードである確率は $\frac{\boxed{\text{ツ}}}{\boxed{\text{テ}}}$ である。

- (3) 少なくとも2枚の c が連続して並ぶ確率は $\frac{\boxed{\text{トナ}}}{\boxed{\text{ニヌ}}}$ である。

(下書き用紙)

化 学

〔化学基礎・化学〕

必要があれば、次の数値を使うこと。

原子量 H = 1.00, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Al = 27.0, Cl = 35.5

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

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(mol·K)

水のイオン積(25℃) $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)²

実在気体とことわりがない限り、気体は理想気体として扱うものとする。

第 1 問 次の問い(問 1～問 6)に答えよ。 ～

問 1 物質に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 塩素の水溶液には、殺菌作用がある。
- ② ガラスや陶磁器、セメントなどは、二酸化ケイ素やケイ酸塩を含む無機物質の原料を焼き固めてつくられる。
- ③ リチウムイオン電池は、放電によって電池全体の質量が減少するが、充電するとその質量が回復する。
- ④ 回収したアルミニウム製品を融解して、再生アルミニウムをつくれれば、鉱石(ボーキサイト)から製造するときの約 3% のエネルギーで済む。
- ⑤ 鉄は、クロムとニッケルとの合金(ステンレス鋼)にすることにより、錆びを防ぐことができる。
- ⑥ ポリエチレンテレフタレート(PET)は、ガラスに比べて軽く、割れにくい。

問2 テルル(Te)は、元素の周期表で第5周期の16族に配置される典型元素である。1個の $^{122}_{52}\text{Te}^{2-}$ の原子核に含まれる陽子数を a 、中性子数を b 、原子核の周りをまわる電子数を c とすると、それらの総和($a + b + c$)はいくつになるか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

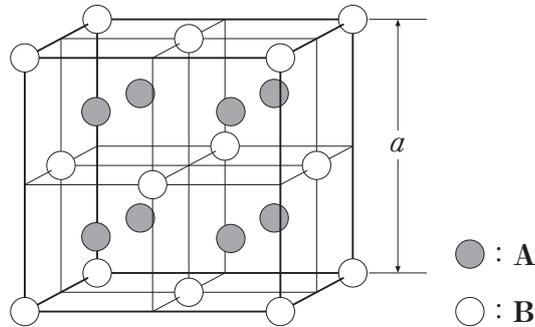
- ① 172 ② 174 ③ 176 ④ 224 ⑤ 226 ⑥ 228

問3 次のア～エのうち、原子どうしが共有結合している化合物はどれか。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。 3

ア 塩化水素 イ 黒鉛 ウ 二酸化ケイ素 エ 酸化クロム(Ⅲ)

- 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 次の図は、A と B からなるある化合物 X がイオン結晶になったときの立方体型の単位格子である。この結晶構造に関して、下の(1)、(2)に答えよ。すべてのイオンは歪みのない球であり、A は一辺の長さ $\frac{1}{2}a$ の8個の小立方体の中心の位置に存在している。



(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。 4

ア A の配位数は4、B の配位数は8である。

イ 1個のA に最も近い距離で配置しているA の数は8、1個のB に最も近い距離で配置しているB の数は12である。

ウ 最も近くに配置しているA とB の中心間の距離は $\frac{\sqrt{3}}{4}a$ である。

エ A が価電子数2の原子から生じる安定なイオン、B が価電子数7の原子から生じる安定なイオンである化合物もこの結晶構造をつくることができる。

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

(2) 化合物 X の結晶密度を d [g/cm³]、化合物 X のモル質量を M [g/mol]、単位格子一辺の長さを a [cm] とすると、アボガドロ定数 N_A [/mol] はどのように求められるか。最も適当な文字式を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① $\frac{d}{4a^3M}$ ② $\frac{M}{4a^3d}$ ③ $\frac{dM}{4a^3}$
 ④ $\frac{4d}{a^3M}$ ⑤ $\frac{4M}{a^3d}$ ⑥ $\frac{4dM}{a^3}$

問5 ある容器にヘリウムと少量の水(液体)を入れ、27℃で十分に長い時間静置すると、混合気体は 1.20×10^4 Pa の圧力を示し、容器の底部に水(液体)が残った。

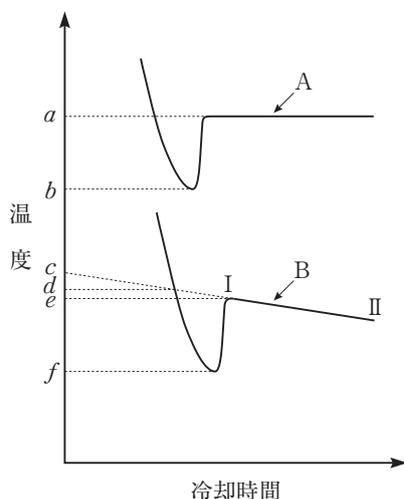
この状態から気体部分の体積を $\frac{1}{6}$ 倍に圧縮し、再び27℃で十分に長い時間静置したところ、容器内の混合気体は 5.40×10^4 Pa の圧力を示した。

27℃における水の蒸気圧は何 Pa か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、液体の体積および気体の液体への溶解は無視できるものとする。 Pa

① 2.4×10^3 ② 3.6×10^3 ③ 4.5×10^3

④ 5.0×10^3 ⑤ 5.4×10^3 ⑥ 6.0×10^3

問6 次の図は、純溶媒 A および溶媒 A に不揮発性の非電解質の少量を完全に溶解した溶液 B をそれぞれ一定速度で冷却したときの冷却時間と温度の関係を表したグラフである。このグラフに関して、下の(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。 7

ア 純溶媒 A は、冷却開始後、温度 b まで低下したときに凝固が始まり、再び温度 a まで上昇したときには全量が凝固している。

イ 純溶媒 A が、温度 a で一定温度になるのは、過冷却の状態になっているからである。

ウ 温度 a と温度 c との差が溶液 B の凝固点降下度である。

エ 溶液 B を冷却したときに、グラフ上の I～II の区間で温度が低下しているのは、溶液濃度が上昇して凝固点降下が進行するためである。

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

(2) ある量の水に 2.00 g の硝酸アンモニウムの結晶を完全に溶解した溶液の凝固点降下度は 0.148 K であった。溶解に使用した水の質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水のモル凝固点降下 K_f の値を $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とし、溶液中の電解質は完全に電離しているものとする。 8 g

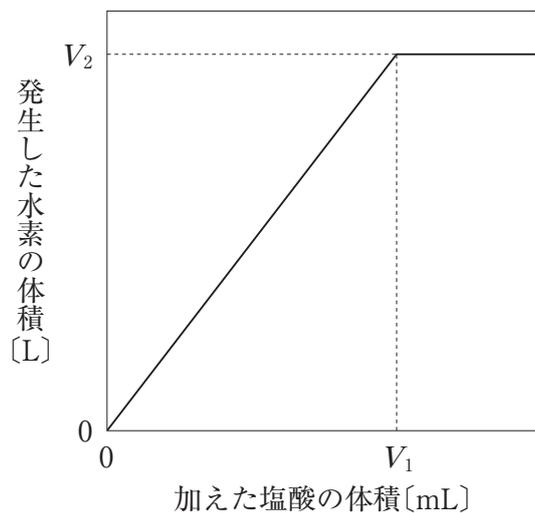
- ① 25.0 ② 50.0 ③ 104
 ④ 313 ⑤ 250 ⑥ 625

第2問 次の問い(問1～問6)に答えよ。 ～

問1 質量パーセント濃度が0.900%の塩化ナトリウム水溶液は、体液とほぼ等しい浸透圧を示す生理食塩水である。200 mL の生理食塩水をつくるために必要な2.50 mol/L の塩化ナトリウム水溶液は何 mL か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、生理食塩水の密度は 1.00 g/cm^3 であるものとする。 mL

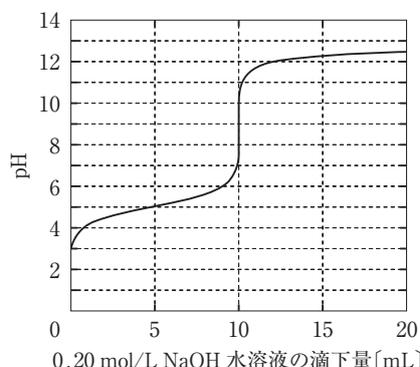
- ① 12.3 ② 25.0 ③ 33.6
④ 42.1 ⑤ 61.5 ⑥ 72.0

問2 0.180 g のアルミニウムに 0.250 mol/L の塩酸を加えて反応させた。次の図は、このときに加えた塩酸の体積[mL]と発生した水素の体積[L]とを示すグラフである。図中の V_1 [mL] と V_2 [L] に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、発生した水素の体積は標準状態における値である。 10



	V_1 [mL]	V_2 [L]
①	53.3	0.149
②	53.3	0.224
③	53.3	0.336
④	66.7	0.149
⑤	66.7	0.224
⑥	66.7	0.336
⑦	80.0	0.149
⑧	80.0	0.224
⑨	80.0	0.336

問3 次の図は、ある弱酸が0.10 mol/L のモル濃度で溶解している水溶液 20 mL を 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で滴定したときの滴定曲線である。このグラフに関して、下の(1)、(2)に答えよ。ただし、水溶液の温度は、常に 25℃ に保たれていたものとする。



(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。 11

ア 指示薬としてメチルオレンジ溶液を加えて滴定すると、溶液の色が赤色から橙黄色に変化するので、そのときを中和点とみなすことができる。

イ 滴定された弱酸は、一価の酸である。

ウ 滴定開始前の弱酸の水溶液 20 mL 中には、およそ 1.0×10^{-3} mol の水素イオン H^+ が含まれていた。

エ 0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液の滴下量が 30 mL になったとき、水溶液の pH は 13 より大きい値になっている。

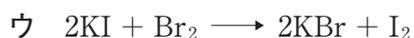
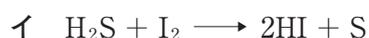
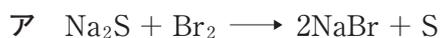
- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ
 ⑤ ア, イ ⑥ ア, ウ ⑦ イ, ウ ⑧ イ, エ ⑨ ウ, エ

(2) 滴定前の弱酸水溶液 20 mL に体積が 80 mL になるまで水を加えた水溶液を調製した。水溶液中の弱酸の電離度 α は、水を加える前に比べておよそ何倍に変化したか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水溶液中における弱酸の電離度 α は 1 に比べて極めて小さい値であり、 $1 - \alpha \cong 1$ の近似が成立するものとして考えよ。

12 倍

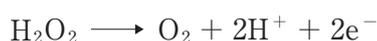
- ① 0.25 ② 0.50 ③ 1.0
 ④ 1.4 ⑤ 2.0 ⑥ 4.0

問4 次のア～ウの酸化還元反応が起こることから、臭素 Br_2 、ヨウ素 I_2 、硫黄 S の酸化作用(酸化力)の強さを推定できる。酸化作用(酸化力)の強弱の順として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 13



- ① $\text{Br}_2 > \text{I}_2 > \text{S}$ ② $\text{Br}_2 > \text{S} > \text{I}_2$ ③ $\text{I}_2 > \text{Br}_2 > \text{S}$
 ④ $\text{I}_2 > \text{S} > \text{Br}_2$ ⑤ $\text{S} > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ ⑥ $\text{S} > \text{I}_2 > \text{Br}_2$

問5 過酸化水素の水溶液は、オキシドールという名称で市販されている。市販のオキシドール中に含まれる過酸化水素の濃度を求めるために次の(i)～(iii)の実験を行った。実験結果から計算される市販のオキシドール中に含まれる過酸化水素の質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、市販のオキシドールの密度は 1.02 g/cm^3 であるとし、市販のオキシドール中には過酸化水素以外に過マンガン酸カリウムと反応する物質は含まれていないものとする。また、硫酸酸性溶液中での過マンガン酸イオンと過酸化水素の酸化剤あるいは還元剤としてののはたらきは、電子 e^- を含む次のイオン反応式で表される。 14 %



- (i) 市販のオキシドール 10.0 mL を、安全ピペットとホールピペットを用いて 100 mL のメスフラスコに入れ、これに標線まで水を加え、栓をしてよく振り混ぜた。
- (ii) (i) の水溶液 10.0 mL を、安全ピペットとホールピペットを用いてコニカルビーカーにとり、これに 2.0 mol/L の希硫酸 5.0 mL と水 35 mL とを加えて約 50 mL の溶液とした。
- (iii) (ii) の水溶液に、ビュレットに入れた 0.0200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を少量ずつ滴下してゆくと、18.0 mL 滴下したときに、かすかにうすい赤紫色が残って消えなくなったので、これを滴定の終点とした。

- ① 3.00 ② 3.06 ③ 3.12
 ④ 3.18 ⑤ 3.24 ⑥ 3.30

問6 容積一定の反応容器に二酸化硫黄と酸素を入れて T_1 [K] に保つと、次の式(i)の可逆反応が起こり、化学平衡の状態になった。これについて、下の(1)、(2)に答えよ。ただし、容器内の物質は常にすべて気体状態で存在している。



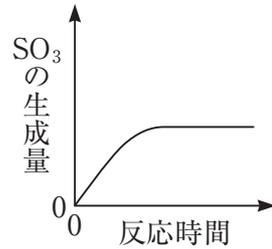
(1) 式(i)の反応は、式(ii)のような熱化学方程式で表すこともできる。



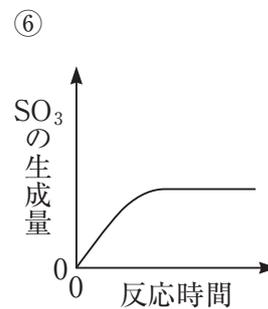
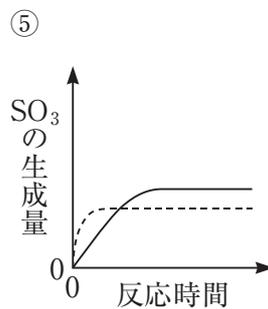
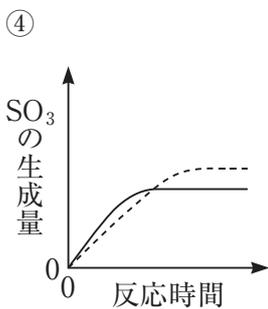
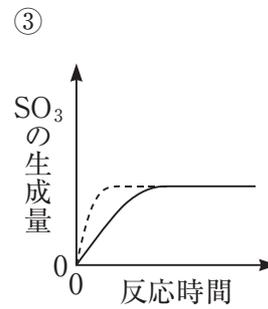
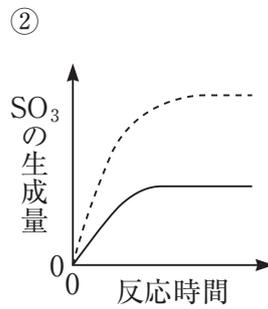
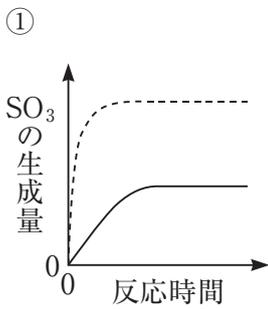
$\text{SO}_3(\text{気})$ の生成熱は何 kJ/mol か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、1 mol の S(固)を完全燃焼させて、1 mol の $\text{SO}_2(\text{気})$ が生じると、297 kJ の熱量が発生する。 kJ/mol

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 137 | ② 217 | ③ 377 |
| ④ 457 | ⑤ 584 | ⑥ 794 |

(2) 次の図は、二酸化硫黄と酸素を反応容器に入れて、 T_1 [K] に保って反応させたときの反応時間と SO_3 の生成量とを表すグラフである。



他の反応条件は変化させずに、温度だけを T_1 [K] より低温である T_2 [K] に保って、二酸化硫黄と酸素を反応容器に入れて反応させた。このときの反応時間と SO_3 の生成量とを表すグラフ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、グラフ中の実線は T_1 [K] のときの変化、点線は T_2 [K] のときの変化を表している。また、 T_1 [K] のときの変化と T_2 [K] のときの変化とが同じグラフで表されると考える場合には ⑥ を選べ。 16



第3問 次の問い(問1～問5)に答えよ。 17 ～ 21

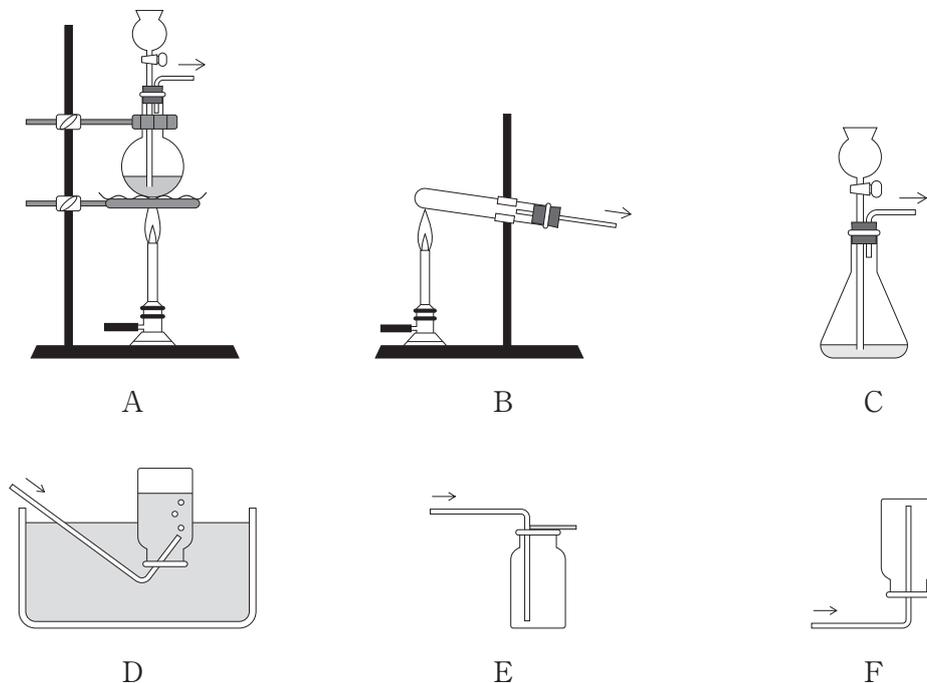
問1 非金属元素の単体と化合物に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 17

- ① 地表付近の乾燥空気中には、体積パーセントで窒素 N_2 、酸素 O_2 に次いでアルゴン Ar が3番目に多く含まれている。
- ② フッ化水素酸(HF水溶液)は、ガラスの主成分である二酸化ケイ素 SiO_2 を溶かすため、ガラス瓶ではなく、ポリエチレンの容器に保存される。
- ③ 七酸化二塩素 Cl_2O_7 、十酸化四リン P_4O_{10} などの酸性酸化物が水と反応するとオキソ酸が生じる。
- ④ 硫黄の単体には、斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄などの同素体が知られているが、常温では黄色塊状の斜方硫黄が最も安定である。
- ⑤ 一酸化炭素 CO は、常温・常圧の状態では無色・刺激臭で水に溶けにくい気体である。
- ⑥ ケイ素 Si の融解液を急冷したときに生じるアモルファスシリコンは、太陽電池の素材として広く利用されている。

問2 金属元素の単体と化合物に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 18

- ① 水酸化ナトリウム NaOH の固体結晶を空気中に放置すると、空気中の水分を吸収して溶ける。
- ② バリウムの単体 Ba は、水にも酸にも溶けにくく、X線の吸収力が大きいので胃や腸のX線撮影の造影剤として用いられている。
- ③ 鉛の単体 Pb とその酸化物である酸化鉛(IV) PbO_2 は、鉛蓄電池の負極活物質と正極活物質にそれぞれ利用されている。
- ④ 塩化鉄(II) $FeCl_2$ の淡緑色水溶液に塩素の単体 Cl_2 を通じると、溶解している鉄(II)イオンが酸化されて塩化鉄(III) $FeCl_3$ の黄褐色溶液に変化する。
- ⑤ 白色結晶の無水硫酸銅(II) $CuSO_4$ は、水を吸収すると青色結晶の硫酸銅(II)五水和物 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ に変化するので、水の検出に利用されている。
- ⑥ 金の単体 Au は、硝酸や熱濃硫酸とも反応しないが、濃硝酸と濃塩酸の混合物である王水とは反応して溶ける。

問3 次の図は、実験室で気体を発生させるときに使用する実験装置(A～C)と、発生する気体の捕集方法(D～F)を表す模式図である。



次のア～エの反応によって気体を発生させたい。このときに使用する最も適当な実験装置と発生する気体の捕集方法の組合せとして、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。 19

	反 応	実験装置	捕集方法
ア	銅と濃硝酸を反応させる。	A	E
イ	塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを反応させる。	B	F
ウ	亜鉛と希塩酸を反応させる。	C	D
エ	硫化鉄(Ⅱ)と希硫酸を反応させる。	C	F

- 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 無機物質の工業的な製造方法に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 20

- ① アンモニアは、触媒を用いて窒素と水素を直接反応させるハーバー・ボッシュ法によって工業的に製造される。
- ② オストワルト法には、アンモニアの燃焼で得られた一酸化窒素を、白金を触媒として空気中の酸素と約 450℃で反応させ、二酸化窒素を得る工程が含まれている。
- ③ 接触法(接触式硫酸製造法)では、三酸化硫黄を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、発煙硫酸を希硫酸で濃度調整して必要な濃度の硫酸を製造している。
- ④ 炭酸ナトリウムは、飽和塩化ナトリウム水溶液にアンモニアを吸収させた後、二酸化炭素を通じ、析出する炭酸水素ナトリウムの熱分解によって工業的に製造することができる。
- ⑤ 鉄は、鉄鉱石とともにコークスと石灰石を溶鉱炉に入れ、下から熱風を送り、主にコークスから生じた一酸化炭素によって鉄の酸化物を還元して製造される。
- ⑥ 粗銅板を陽極、純銅板を陰極に用いて、約 0.3～0.4 V の低電圧で硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると、粗銅板より純度の高い銅が陰極に析出する。

問5 塩化亜鉛，水酸化バリウム，硝酸銀，硫酸アンモニウムの4種類の化合物のうち，いずれか1種類の化合物のみがそれぞれ0.010 mol/Lで溶解している水溶液A～Cについて，次のア～ウの操作を行った。水溶液A～Cに溶解している化合物として最も適当な組合せを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。 21

ア 1.0 mLの水溶液Aに1.0 mLの水溶液Bを加えると，水に溶けにくい固体が沈殿し，この沈殿をろ過したろ液は，塩基性を示した。

イ 1.0 mLの水溶液Aに1.0 mLの水溶液Cを加えると，水に溶けにくい固体が沈殿し，この沈殿をろ過したろ液は，酸性を示した。

ウ 1.0 mLの水溶液Bに1.0 mLの水溶液Cを加えると，水に溶けにくい固体が沈殿し，この沈殿をろ過したろ液は，ほぼ中性を示した。

	A	B	C
①	塩化亜鉛	水酸化バリウム	硝酸銀
②	塩化亜鉛	硝酸銀	水酸化バリウム
③	塩化亜鉛	水酸化バリウム	硫酸アンモニウム
④	硝酸銀	塩化亜鉛	水酸化バリウム
⑤	硝酸銀	水酸化バリウム	塩化亜鉛
⑥	硝酸銀	硫酸アンモニウム	水酸化バリウム
⑦	水酸化バリウム	塩化亜鉛	硝酸銀
⑧	水酸化バリウム	硝酸銀	塩化亜鉛
⑨	硫酸アンモニウム	水酸化バリウム	塩化亜鉛

第4問 次の問い(問1～問7)に答えよ。 22 ～ 29

問1 有機化合物の性質に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 22

- ① 一酸化炭素 CO, 二酸化炭素 CO₂, 炭酸カルシウム CaCO₃, シアン化カリウム KCN などは、構成元素として炭素を含むが、有機化合物ではなく無機化合物に分類される。
- ② 可燃性の化合物が多く、十分量の酸素を加えて完全燃焼させると、おもに二酸化炭素と水が生成する。
- ③ 主な成分元素は、炭素、水素、酸素、窒素、硫黄、リン、ハロゲンなどで、無機化合物に比べて、構成元素の種類が少ない。
- ④ 炭素原子どうしが安定な共有結合で次々に結びついて、鎖状や環状など、種々の構造の分子が数多くできるため、無機化合物に比べて、化合物の種類が多い。
- ⑤ 構成する元素の原子が互いに共有結合をした分子からできているので、イオン結合からなる化合物に比べて、融点や沸点が高いものが多い。
- ⑥ 有機化合物の反応は、原子間の共有結合を切断しながら進むことが多いので、無機化合物の反応に比べて、反応速度が遅く、触媒や加熱を必要とする場合が多い。

問2 次の有機化合物の異性体に関する文章中の空欄(ア)と(イ)に当てはまる数値はそれぞれいくつか。最も適当な組合せを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。 23

有機化合物には、分子式が同じであっても、互いに構造が異なり、性質の異なる化合物が存在することがあり、これらの化合物を互いに異性体とよんでいる。異性体のうち、原子の結合順序、官能基の種類や位置が異なる異性体が構造異性体である。また、異性体には、原子や原子団の空間的な配置のみが異なる異性体もあり、これらが立体異性体である。分子式が C_3H_4BrCl で表される有機化合物には(ア)種類の構造異性体が存在し、これらの(ア)種類の構造異性体のうちの(イ)種類には立体異性体も存在する。

	(ア)	(イ)
①	8	5
②	8	6
③	8	7
④	9	5
⑤	9	6
⑥	9	7
⑦	10	5
⑧	10	6
⑨	10	7

問3 次の記述ア～ウに当てはまる炭化水素の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 24

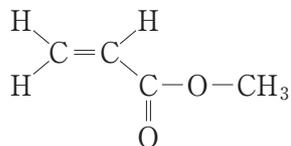
ア 25℃, 1.013×10^5 Paにおいて液体状態で存在し、臭素水を加えると臭素の色が脱色される。

イ 分子を構成する全ての炭素原子が常に同一平面上に存在し、触媒を用いて水を付加させると、不斉炭素原子をもつ化合物が生成する。

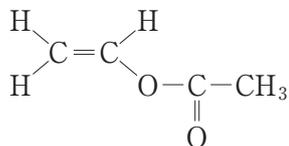
ウ 25℃, 1.013×10^5 Paにおいて固体状態で存在し、分子中の水素原子の1つを塩素原子に置き換えた化合物が2種類存在する。

	ア	イ	ウ
①	1-ヘキセン	2-ブテン	<i>p</i> -キシレン
②	1-ヘキセン	2-ブテン	ナフタレン
③	1-ヘキセン	エテン(エチレン)	<i>p</i> -キシレン
④	1-ヘキセン	エテン(エチレン)	ナフタレン
⑤	シクロヘキサン	2-ブテン	<i>p</i> -キシレン
⑥	シクロヘキサン	2-ブテン	ナフタレン
⑦	シクロヘキサン	エテン(エチレン)	<i>p</i> -キシレン
⑧	シクロヘキサン	エテン(エチレン)	ナフタレン

問4 次の記述ア～エについて、アクリル酸メチルと酢酸ビニルに共通して当てはまるものはどれか。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。 25



アクリル酸メチル



酢酸ビニル

ア エチン(アセチレン)に適切な触媒を用いて酢酸を付加させたときに、主生成物または副生成物として生じる。

イ 分子内にエステル結合をもつ。

ウ 加水分解すると、安定な1価アルコール(一価アルコール)と1価カルボン酸(一価カルボン酸)が、同じ物質で生じる。

エ ジエチルエーテルのような有機溶媒には溶けにくいですが、水には任意の割合で混じり合う。

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

問5 次の芳香族化合物に関する文章中の化合物 A と B に当てはまる化合物の構造式(ア～カ)の組合せとして最も適当なものを、下の ①～⑨ のうちから一つ選べ。 26

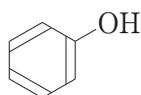
ベンゼンスルホン酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物を加熱融解したときに得られる芳香族化合物 A は水に溶けやすく、その水溶液は弱い塩基性を示す。

ニトロベンゼンをニッケルや白金などを触媒として水素で還元したときに生じた化合物を希塩酸に加え、氷で冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると溶液中に芳香族化合物 B が生成する。

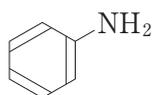
A の水溶液を 5℃ 以下に冷却した B の水溶液に加えると、水に極めて溶けにくい橙赤色の固体が析出し、この物質は染料としても利用されている。

また、A の水溶液に二酸化炭素を通じると、B の水溶液を 5℃ 以上に加温したときと同じ芳香族化合物が水溶液から遊離する。この芳香族化合物とホルムアルデヒドを原料として熱硬化性の合成樹脂が製造されている。

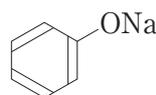
ア



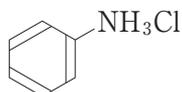
イ



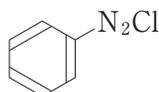
ウ



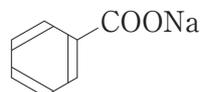
エ



オ



カ

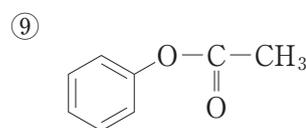
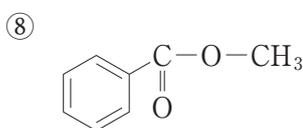
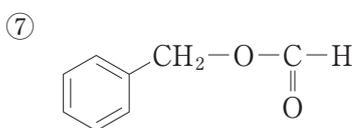
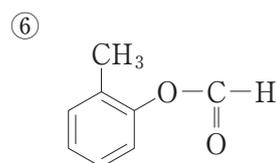
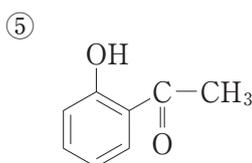
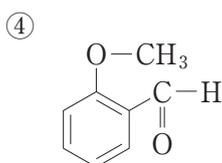
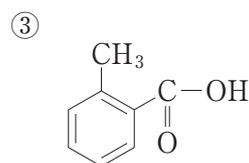
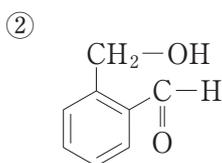
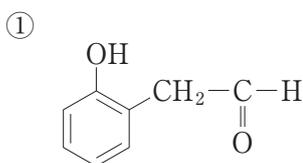
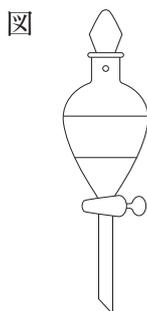


	化合物 A	化合物 B
①	ア	エ
②	ア	オ
③	ア	カ
④	イ	エ
⑤	イ	オ
⑥	イ	カ
⑦	ウ	エ
⑧	ウ	オ
⑨	ウ	カ

問6 互いに異性体である芳香族化合物 A と B の構造を決定するために次の実験操作を行った。実験結果から推定される A と B の構造式として最も適当なものを、下の①～⑨のうちから一つ選べ。A : 27 B : 28

化合物 A を水酸化ナトリウム水溶液に加えて十分に長い時間加熱した。加熱した混合物を室温まで冷却した後、その全量を下図のガラス器具(分液ろうと)に移した。これにエーテル(ジエチルエーテル)を加えて振り混ぜた後、二層に分離するまで静置したところ、上層には化合物 A₁ が、下層には化合物 A₂ のナトリウム塩が溶解した。アンモニア性硝酸銀水溶液を入れたガラス試験管に、下層から単離した A₂ を加えてしばらく約 60℃ に保つと、水溶液から無色の気体が発生し、試験管のガラス壁には金属元素の単体が析出した。

化合物 B についても化合物 A と同様の操作を行ったところ、上層には有機化合物は溶解せず、下層のみに B のナトリウム塩が溶解した。下層の溶液が酸性になるまで希塩酸を加えると、溶液から B が析出した。ろ過によって単離した B を塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加えても、水溶液の色の変化は観察されなかった。



問7 次の有機化合物に関連する記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 29

- ① メタノールは、人体に無毒で保湿作用がある。
- ② エタノールは、殺菌作用がある。
- ③ ジエチルエーテルは、生物に対し^{ますい}麻酔作用がある。
- ④ ホルムアルデヒドの水溶液(ホルマリン)は、防腐剤としてのはたらきがある。
- ⑤ アセチルサリチル酸は、熱や頭痛を抑えるはたらきがある。
- ⑥ サリチル酸メチルは、筋肉痛などをやわらげるはたらきがある。

生 物

〔生物基礎・生物〕

第1問 細胞の構造と光学顕微鏡に関する次の文章A・Bを読み、下の問い(問1～9)に答えよ。

A 生物のからだは細胞で構成されている。細胞には、ア原核細胞と真核細胞があり、その構造は大きく異なっているが、細胞内外が細胞膜で隔てられていることや、遺伝情報を担うDNAを含むことなどは共通している。ヒトの細胞内には遺伝情報を保持する核、呼吸の反応によってATPを生産する **a**，細胞外への物質の分泌に関与する **b** などの構造物が見られる。核や **a** は二重膜をもち、**b** は一枚の膜で構成されている。これらの構造物は細胞小器官とよばれる。また、近年は観察技術の向上によって、アクチンフィラメント、微小管、中間径フィラメントなどの イ細胞骨格の構造と機能が徐々に明らかになってきている。

問1 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。

1

	a	b
①	ミトコンドリア	リボソーム
②	ミトコンドリア	ゴルジ体
③	リボソーム	ミトコンドリア
④	リボソーム	ゴルジ体
⑤	ゴルジ体	リボソーム
⑥	ゴルジ体	ミトコンドリア

問2 下線部アに関して、原核細胞からなる生物の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **2**

- | | |
|----------------|----------------|
| ① 酵母, アオカビ | ② ゾウリムシ, ミドリムシ |
| ③ プラナリア, サナダムシ | ④ シイタケ, マツタケ |
| ⑤ オオカナダモ, クロモ | ⑥ イシクラゲ, ネンジュモ |

問3 下線部イに関して、次の(1)~(3)に答えよ。

(1) 3種の細胞骨格を直径の大きい順に並べるとどのようになるか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 3

- ① アクチンフィラメント > 微小管 > 中間径フィラメント
- ② アクチンフィラメント > 中間径フィラメント > 微小管
- ③ 微小管 > アクチンフィラメント > 中間径フィラメント
- ④ 微小管 > 中間径フィラメント > アクチンフィラメント
- ⑤ 中間径フィラメント > アクチンフィラメント > 微小管
- ⑥ 中間径フィラメント > 微小管 > アクチンフィラメント

(2) 細胞骨格を構成するタンパク質に関する記述として最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① 微小管はチューブリンという球状のタンパク質が結合して構成されている。
- ② 微小管はケラチンという繊維状のタンパク質が集合して構成されている。
- ③ アクチンフィラメントは繊維状のアクチンと球状のトロポミオシンというタンパク質で構成されている。
- ④ 中間径フィラメントはアルブミンという繊維状のタンパク質が集合して構成されている。
- ⑤ 中間径フィラメントはフィブリンという球状のタンパク質が結合して構成されている。

- (3) 細胞骨格のはたらきについて説明した次の文章の空欄 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。 5

植物細胞において、細胞小器官が一定の方向にゆっくりと動く原形質流動(細胞質流動)という現象には、c とモータータンパク質が関与している。また、べん毛や繊毛の運動には、d とモータータンパク質が関与している。d とともにはたらくモータータンパク質は2種類が知られているが、べん毛や繊毛の屈曲運動はe の機能によって起こる。

	c	d	e
①	微小管	アクチンフィラメント	ダイニン
②	微小管	アクチンフィラメント	キネシン
③	微小管	アクチンフィラメント	ミオシン
④	アクチンフィラメント	微小管	ダイニン
⑤	アクチンフィラメント	微小管	キネシン
⑥	アクチンフィラメント	微小管	ミオシン

B 細胞の観察を行う目的で、ある単細胞生物を用いた次のような実験を行い、結果を得た。

〔実験と結果〕

1. 光学顕微鏡を適当な場所に置いた。
2. ウ 光学顕微鏡にレンズを取り付け、視野を明るくした。
3. 単細胞生物を水で封じてプレパラートを作製した。
4. プレパラートをステージ上に置き、エ 調節ねじを用いてピントを調節し、適切な像が得られるように **f** を調節して光量を加減した。
5. いったんプレパラートを外して、対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターをセットしてピントを調節したところ、オ 対物マイクロメーター 36 目盛りと接眼マイクロメーター 25 目盛りの長さが一致していた。なお、対物マイクロメーター 1 目盛りの長さは $10\mu\text{m}$ である。
6. 対物マイクロメーターを外して、再びプレパラートをステージ上に置くと、単細胞生物が図 1 のように カ 視野の左下に見えたので、視野の中央に移動させて長径を測ったところ、キ 接眼マイクロメーターの 16 目盛りに相当していた。

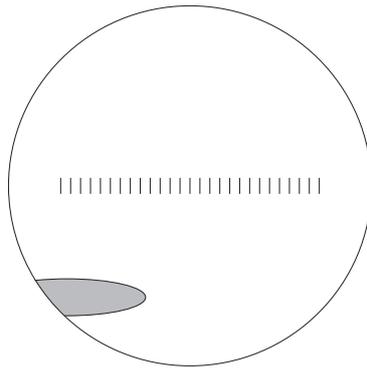


図 1

問 4 上の文章の空欄 f に入る最も適当な語を、次の ①～⑥ のうちから一つ選べ。 **6**

- | | | |
|--------|-------|---------|
| ① クリップ | ② アーム | ③ 鏡台 |
| ④ 鏡筒 | ⑤ しぼり | ⑥ レボルバー |

問5 下線部ウに関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。 7

- ① 接眼レンズよりも対物レンズを先に取り付ける。倍率は高いものから順に使う。
- ② 接眼レンズよりも対物レンズを先に取り付ける。倍率は低いものから順に使う。
- ③ 対物レンズよりも接眼レンズを先に取り付ける。倍率は高いものから順に使う。
- ④ 対物レンズよりも接眼レンズを先に取り付ける。倍率は低いものから順に使う。
- ⑤ 接眼レンズ，対物レンズのどちらを先に取り付けてもよい。倍率は高いものから順に使う。
- ⑥ 接眼レンズ，対物レンズのどちらを先に取り付けてもよい。倍率は低いものから順に使う。

問6 下線部エに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 8

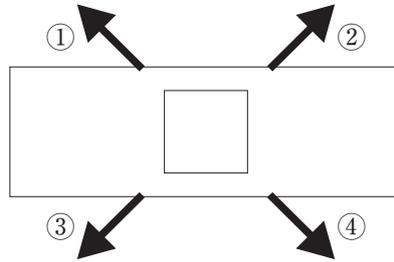
- ① 接眼レンズをのぞきながら対物レンズとプレパラートを近付けた後，遠ざけながらピントを合わせる。
- ② 接眼レンズをのぞきながら対物レンズとプレパラートを遠ざけた後，近付けながらピントを合わせる。
- ③ 横から見ながら対物レンズとプレパラートを近付けた後，接眼レンズをのぞき，対物レンズとプレパラートを遠ざけながらピントを合わせる。
- ④ 横から見ながら対物レンズとプレパラートを遠ざけた後，接眼レンズをのぞき，対物レンズとプレパラートを近付けながらピントを合わせる。
- ⑤ 接眼レンズをのぞき，対物レンズを上下させながらピントを合わせる。

問7 下線部オに関して，このときの接眼マイクロメーター1目盛りの長さとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 9

- ① $6.9\ \mu\text{m}$ ② $10\ \mu\text{m}$ ③ $12.2\ \mu\text{m}$
- ④ $14.4\ \mu\text{m}$ ⑤ $17.5\ \mu\text{m}$ ⑥ $22.5\ \mu\text{m}$

問8 下線部カに関して，図1の単細胞生物を視野の中央に移動させるためには，プレパラートをどの方向に移動させればよいか。最も適当なものを，下図の①～④のうちから一つ選べ。

10



問9 下線部キ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。

11

- ① この単細胞生物の長径は，ヒトの精子の全長よりも小さい。
- ② この単細胞生物の長径は，ヒトの赤血球の直径よりも大きい。
- ③ この単細胞生物の長径は，大腸菌の長径よりも大きい。
- ④ この単細胞生物の長径は，ヒトの肝細胞の直径よりも大きい。
- ⑤ この単細胞生物の長径は，陸上植物の葉緑体よりも大きい。

第2問 代謝に関する次の文章を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

植物は動物とは異なり光合成を行うことができる。植物の光合成は、ア葉緑体で行われる。葉緑体内には光化学系とよばれる反応系があり、光が照射されると反応中心としてはたらく光合成色素のクロロフィルから電子が放出される。このクロロフィルは波長 **a** nm 付近の赤色光と波長 **b** nm 付近の青紫色光を特によく吸収する。**c** では、電子を失って **d** された反応中心のクロロフィルは、水の分解によって生じた電子を受け取り、**e** される。このとき、イ水が分解された結果として、酸素が発生する。一方、**f** では、クロロフィルから放出された電子は **g** の **e** に用いられ、**h** が生成する。**f** のクロロフィルは、ウ電子伝達系を介して **c** から移動してくる電子を受け取り **e** される。**h** や、電子伝達系で合成された ATP は、エカルビン・ベンソン回路とよばれる回路反応で二酸化炭素の固定に利用される。また、植物には動物が行えないオ窒素を利用するしくみも存在している。

問1 上の文章の空欄 a・b に入る最も適当な数値の組合せを、次の ①～⑥のうちから一つ選べ。 **12**

	a	b
①	400～450	650～700
②	400～450	730～780
③	650～700	400～450
④	650～700	730～780
⑤	730～780	400～450
⑥	730～780	650～700

問2 上の文章の空欄 c～f に入る最も適当な語の組合せを、次の ①～④のうちから一つ選べ。

13

	c	d	e	f
①	光化学系 I	酸化	還元	光化学系 II
②	光化学系 I	還元	酸化	光化学系 II
③	光化学系 II	酸化	還元	光化学系 I
④	光化学系 II	還元	酸化	光化学系 I

問3 上の文章の空欄 g・h 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。

14

	g	h
①	NAD ⁺	NADH
②	NADP ⁺	NADPH
③	FAD	FADH ₂
④	NADH	NAD ⁺
⑤	NADPH	NADP ⁺
⑥	FADH ₂	FAD

問4 下線部ア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。

15

- ① 二重の膜で囲まれている。
- ② DNA を含んでいる。
- ③ 分裂して増殖する。
- ④ 植物の葉緑体は、光合成を行う原核生物に由来すると考えられている。
- ⑤ 光合成色素としてクロロフィル以外にフォトトロピンを含んでいる。

問5 下線部イに関して述べた次の文章の空欄 i ~ k に入る最も適当な語句の組合せを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 16

20世紀、i は葉緑体を含む懸濁液にシュウ酸鉄(Ⅲ)を加え、光を照射すると酸素が発生することを確かめた。この実験では、酸素はj。また、ルーベンは酸素の同位体(^{18}O)を高い割合で含むkをクロレラに与え、光合成を行わせ、たくさんの $^{18}\text{O}_2$ が発生することを確かめた。これらの実験によって、光合成で生じる酸素は水に由来することが明らかとなった。

	i	j	k
①	パスツール	二酸化炭素がないと発生しなかった	水
②	パスツール	二酸化炭素がないと発生しなかった	二酸化炭素
③	パスツール	二酸化炭素がなくても発生した	水
④	パスツール	二酸化炭素がなくても発生した	二酸化炭素
⑤	ヒル	二酸化炭素がないと発生しなかった	水
⑥	ヒル	二酸化炭素がないと発生しなかった	二酸化炭素
⑦	ヒル	二酸化炭素がなくても発生した	水
⑧	ヒル	二酸化炭素がなくても発生した	二酸化炭素

問6 下線部ウ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。 17

- ① 電子を伝達するタンパク質は葉緑体内のストロマに存在している。
- ② 電子の伝達にともない放出されるエネルギーは、水素イオンの濃度勾配を形成するために用いられる。
- ③ ストロマ側からチラコイド内腔への水素イオンの移動は濃度勾配に逆らって行われる。
- ④ チラコイド内腔からストロマ側へ移動する水素イオンは、ATP合成酵素の中を通過して移動する。
- ⑤ 葉緑体の電子伝達系が動いたことによるATP合成の仕組みは光リン酸化とよばれる。

問7 下線部エに関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。 18

- ① 取り込まれた二酸化炭素はまず C₅ 化合物と反応し、C₂ 化合物に変化する。
- ② 取り込まれた二酸化炭素はまず C₅ 化合物と反応し、C₃ 化合物に変化する。
- ③ 取り込まれた二酸化炭素はまず C₅ 化合物と反応し、C₄ 化合物に変化する。
- ④ 取り込まれた二酸化炭素はまず C₃ 化合物と反応し、C₄ 化合物に変化する。
- ⑤ 取り込まれた二酸化炭素はまず C₃ 化合物と反応し、C₅ 化合物に変化する。
- ⑥ 取り込まれた二酸化炭素はまず C₃ 化合物と反応し、C₆ 化合物に変化する。

問8 下線部オに関して述べた次の文章の空欄 l～o に入る最も適当な語の組合せを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 19

動物は無機窒素化合物から有機窒素化合物を合成することはできないが、植物は体内の有機物と根から吸収した l や m を用い、有機窒素化合物を合成することができる。根から吸収された l は、亜硝酸イオンを経て m に変えられた後、n と反応して o を生じる。1分子の o は1分子のケトグルタル酸と反応して2分子の n に変化する。

	l	m	n	o
①	アンモニウムイオン	硝酸イオン	グルタミン	グルタミン酸
②	アンモニウムイオン	硝酸イオン	コハク酸	フマル酸
③	アンモニウムイオン	硝酸イオン	フマル酸	コハク酸
④	アンモニウムイオン	硝酸イオン	グルタミン酸	グルタミン
⑤	硝酸イオン	アンモニウムイオン	グルタミン	グルタミン酸
⑥	硝酸イオン	アンモニウムイオン	コハク酸	フマル酸
⑦	硝酸イオン	アンモニウムイオン	フマル酸	コハク酸
⑧	硝酸イオン	アンモニウムイオン	グルタミン酸	グルタミン

第3問 生物の体内環境の維持に関する次の文章A・Bを読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

A ヒトの体液は^ア血液、組織液、リンパ液に分けられる。そのうち血液の重量は体重のおよそ13分の1を占め、その比重は約1.05 g/mLである。血液の液状成分は血しょうとよばれる。血しょうの質量の約 %は水であり、約 %のタンパク質を含んでいる。血液の有形成分は血球とよばれ、^イ酸素の運搬を行う赤血球、血液凝固の際にはたらく血小板、免疫において重要な役割を果たす白血球がある。血液は、^ウ心臓の拍動によって血管内を循環し、さまざまな物質を輸送している。^エヒトの血管には動脈、静脈、毛細血管がある。

問1 上の文章の空欄a・bに入る最も適当な数値の組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	a	b
①	50	1
②	50	7
③	50	15
④	90	0.1
⑤	90	1
⑥	90	7

問2 下線部アに関して述べた次の文章の空欄 c・d に入る最も適当な数値の組合せを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 21

体重 52 kg の A さんは、献血をすることにした。献血では 200 mL または 400 mL のどちらかの量の血液を提供することが多いが、今回は 400 mL 献血を行うつもりである。A さんの体重から考えると、全身の血液は約 c mL なので、400 mL はその d % に相当することになる。

	c	d
①	3800	9.5
②	3800	10.5
③	3800	11.5
④	4200	8.5
⑤	4200	9.5
⑥	4200	10.5

問3 下線部イに関して、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 酸素の運搬にはたらくタンパク質について説明した次の文章の空欄 e～g に入る最も適当な語の組合せを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 22

酸素は赤血球の e に含まれるヘモグロビンというタンパク質に結合して運搬される。このタンパク質は4本のポリペプチドが組合せられた f 構造を形成している。酸素と結合して酸素ヘモグロビンの状態になると、 g になる。

	e	f	g
①	核内	三次	暗赤色
②	核内	三次	鮮紅色
③	核内	四次	暗赤色
④	核内	四次	鮮紅色
⑤	細胞質中	三次	暗赤色
⑥	細胞質中	三次	鮮紅色
⑦	細胞質中	四次	暗赤色
⑧	細胞質中	四次	鮮紅色

- (2) 次の表は、二酸化炭素濃度が40および60(相対値)のときの、酸素濃度40, 70, 100(相対値)の各条件における酸素ヘモグロビンの割合(%)を示している。肺胞の二酸化炭素濃度は40, 酸素濃度は100であり、組織の二酸化炭素濃度は60, 酸素濃度は40であるとする。動脈血中の酸素ヘモグロビンのうち、何%が組織で酸素を解離することになるか。最も適当なものを、下の①~⑦のうちから一つ選べ。 23

酸素濃度	二酸化炭素濃度	
	40	60
40	45%	35%
70	85%	78%
100	95%	90%

- ① 40% ② 43% ③ 45% ④ 55%
 ⑤ 60% ⑥ 63% ⑦ 65%

- (3) (2)の表からわかるように、ヘモグロビンは周囲の酸素濃度や二酸化炭素濃度の影響を受け、酸素との結合のしやすさを変化させる。このことに関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。 24

- ① 運動時の筋肉のような、酸素濃度と二酸化炭素濃度がともに高い組織において、血液からより多くの酸素を放出することができる。
- ② 運動時の筋肉のような、酸素濃度と二酸化炭素濃度がともに高い組織において、血液中により多くの酸素を蓄えることができる。
- ③ 運動時の筋肉のような、酸素濃度と二酸化炭素濃度がともに低い組織において、血液からより多くの酸素を放出することができる。
- ④ 運動時の筋肉のような、酸素濃度と二酸化炭素濃度がともに低い組織において、血液中により多くの酸素を蓄えることができる。
- ⑤ 運動時の筋肉のような、酸素濃度が低く二酸化炭素濃度が高い組織において、血液からより多くの酸素を放出することができる。
- ⑥ 運動時の筋肉のような、酸素濃度が低く二酸化炭素濃度が高い組織において、血液中により多くの酸素を蓄えることができる。

問4 下線部ウ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。 25

- ① ニワトリの心臓は二心房二心室からなる。
- ② イルカの心臓は二心房二心室からなる。
- ③ ヒトの心臓の右心房と右心室には静脈血が流れている。
- ④ ヒトの心臓の左心房と左心室には動脈血が流れている。
- ⑤ ヒトの心臓の左心房上部には洞房結節がある。

問5 下線部エに関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。 26

- ① 最も筋肉の層が厚いのは静脈である。
- ② 動脈と静脈には血液の逆流を防ぐ弁が等間隔で存在する。
- ③ 毛細血管の壁からは血しょう成分や一部の血球が組織中に移行することができる。
- ④ 肝臓には動脈がつながっていない。
- ⑤ 消化管から出た静脈は上大静脈へ直接つながっている。
- ⑥ 全身のリンパ液は太いリンパ管に流入し、そのリンパ管が大動脈に合流する。

B 生体防御のシステムのうち、過去の感染の経験によらず、即座にさまざまな病原体に対して幅広くはたらくものを、自然免疫という。自然免疫では、各種の白血球が食作用というはたらきによって病原体を排除する。それらの白血球のうち、**h** は最も数が多く、マクロファージは単球とよばれる白血球が分化してできる。また、**i** は自然免疫にはたらくだけでなく、獲得免疫(適応免疫)ではたらくリンパ球に情報を伝える役割も果たす。獲得免疫において、**i** から情報を受け取った後、他のリンパ球やマクロファージを活性化させるのは**j**である。リンパ球のうち**j**や**k**は**l**で分化、成熟する。**j**によって活性化させられた**k**やマクロファージがはたらく獲得免疫を細胞性免疫といい、**j**によって活性化されたB細胞がはたらく獲得免疫を体液性免疫という。

問6 上の文章の空欄 h・i 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。

27

	h	i
①	好酸球	好中球
②	好酸球	樹状細胞
③	好中球	好酸球
④	好中球	樹状細胞
⑤	樹状細胞	好酸球
⑥	樹状細胞	好中球

問7 上の文章の空欄 j～l 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。

28

	j	k	l
①	ヘルパー T細胞	キラー T細胞	ひ臓
②	ヘルパー T細胞	キラー T細胞	骨髄
③	ヘルパー T細胞	キラー T細胞	胸腺
④	キラー T細胞	ヘルパー T細胞	ひ臓
⑤	キラー T細胞	ヘルパー T細胞	骨髄
⑥	キラー T細胞	ヘルパー T細胞	胸腺

問 8 下線部オに関して、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) 獲得免疫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。

29

- ① 異物を排除した後形成される記憶細胞は、マクロファージが分化したものである。
- ② 異物が侵入したとき、最初の侵入時よりも2回目の侵入時のほうが短時間で強い免疫反応が起こる。
- ③ インフルエンザの予防接種は獲得免疫を利用したものである。
- ④ HIV(ヒト免疫不全ウイルス)に感染して長期間が経過すると、獲得免疫の機能が損なわれるおそれがある。
- ⑤ 花粉症などのアレルギーは、獲得免疫が過敏に起こることで生じる。

(2) 獲得免疫の異常によって起こる疾患として、I型糖尿病が知られている。この疾患に関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。

30

- ① インスリンを受容する肝臓の細胞が破壊されており、血糖値が通常より低くなる。
- ② インスリンを受容する肝臓の細胞が破壊されており、血糖値が通常より高くなる。
- ③ チロキシンを分泌する甲状腺の細胞の機能が異常に高くなっており、血糖値が通常より低くなる。
- ④ チロキシンを分泌する甲状腺の細胞の機能が異常に高くなっており、血糖値が通常より高くなる。
- ⑤ インスリンを分泌するすい臓の細胞が破壊されており、血糖値が通常より低くなる。
- ⑥ インスリンを分泌するすい臓の細胞が破壊されており、血糖値が通常より高くなる。

第4問 生殖と発生に関する次の文章A・Bを読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

A 動物の受精卵は、ア卵割とよばれる体細胞分裂を繰り返し、細胞の数を増加させていく。卵割によって生じた細胞は割球とよばれる。卵割の様式はその動物の卵に含まれる卵黄の量と分布によって決まり、カエルでは第二卵割までは均等な卵割が起こるが、第三卵割では不均等な卵割が起こり、側に小さな割球が個、側に大きな割球が個形成される。カエルの卵では、受精の際に表層の細胞質が約回転する。これはとよばれる。これによって、未受精卵の植物極付近に存在していたディシェベルドというタンパク質が精子進入点と側へと移動する。ディシェベルドが移動した側は、将来の背側となる。卵割が繰り返され、細胞数が増加すると、とよばれる胚から胞胚へと変化し、陥入が始まってとよばれる胚になる。この時期には細胞層の位置関係がはっきりしてくる。外側の細胞は外胚葉、内部の細胞は内胚葉および中胚葉とよばれる。陥入が進行するとともに、イ神経誘導が起こり、将来神経に分化する細胞の予定運命が決定する。

問1 上の文章の空欄a～dに入る最も適当な語と数値の組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	a	b	c	d
①	動物極	2	植物極	4
②	動物極	4	植物極	2
③	動物極	4	植物極	4
④	植物極	2	動物極	4
⑤	植物極	4	動物極	2
⑥	植物極	4	動物極	4

問2 上の文章の空欄 e ~ g 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。

32

	e	f	g
①	30°	表層回転	同じ
②	30°	表層回転	反対
③	30°	表層反応	同じ
④	30°	表層反応	反対
⑤	90°	表層回転	同じ
⑥	90°	表層回転	反対
⑦	90°	表層反応	同じ
⑧	90°	表層反応	反対

問3 上の文章中の空欄 h・i に入る最も適当な語の組合せを、次の ①~⑥ のうちから一つ選べ。

33

	h	i
①	桑実胚	尾芽胚
②	桑実胚	原腸胚
③	尾芽胚	桑実胚
④	尾芽胚	原腸胚
⑤	原腸胚	桑実胚
⑥	原腸胚	尾芽胚

問4 下線部ア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。

34

- ① 間期と分裂期が交互に繰り返される。
- ② 分裂の前後で核相は変化しない。
- ③ 通常の体細胞分裂と比較して細胞周期は短い。
- ④ 分裂後に細胞が成長しない。
- ⑤ 相同染色体の間で乗換えが起こる。

問5 下線部イに関して、次の(1)・(2)に答えよ。

(1) 神経はどの胚葉から分化するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

35

- ① 外胚葉 ② 中胚葉 ③ 内胚葉
④ 外胚葉と中胚葉 ⑤ 外胚葉と内胚葉 ⑥ 中胚葉と内胚葉

(2) 予定神経域の細胞の周囲にはタンパク質Xが存在している。このタンパク質Xが細胞表面に存在するタンパク質X受容体(Xレセプター)に結合した場合、その細胞は神経への分化を抑制され、表皮に分化するようになる。神経誘導においては、誘導を行う領域Pからタンパク質Yが分泌される。このタンパク質Yはタンパク質Xに結合することで、タンパク質XとXレセプターの結合を阻害する。タンパク質XがXレセプターに結合しなかった場合、細胞は神経へと分化する。予定神経域の細胞を取り出し、次のような処理をして培養した場合、細胞が神経に分化しないと考えられるのはどれか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

36

- ① 細胞を等張液でよく洗浄し、細胞の周囲にあるタンパク質Xを除去する。
② 培養液に高濃度のタンパク質Yを添加する。
③ Xレセプターのみを分解することのできる酵素で細胞を処理する。
④ 胚から切り出した領域Pと密着させて培養する。
⑤ 培養液にタンパク質Yのみを分解できる酵素と、高濃度のタンパク質Xを添加する。

B 被子植物の一種であるシロイヌナズナは、適当な条件で栽培すると、播種後、3週間程度で花芽を形成する。若いつぼみのめしべでは、胚珠の中に胚のう母細胞が形成される。1個の胚のう母細胞からは、減数分裂を経て j 個の k が形成される。 k からは l 回の核分裂の後に細胞質分裂を経て、7個の細胞からなる胚のうが形成される。おしべの葯では多数の花粉母細胞が形成され、それぞれの花粉母細胞が減数分裂を行って花粉四分子となる。その後、さらにそれぞれの細胞が分裂して m と花粉管細胞からなる花粉が形成される。受粉後、 m はさらに分裂して精細胞を形成するので、1個の花粉母細胞からは n 個の精細胞が形成されることになる。シロイヌナズナを含む被子植物では胚のう内の卵細胞と中央細胞が同時に受精する、重複受精が起こる。

問6 上の文章中の空欄 $j \sim l$ に入る最も適当な語と数値の組合せを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 37

	j	k	l
①	1	卵原細胞	2
②	1	卵原細胞	3
③	1	胚のう細胞	2
④	1	胚のう細胞	3
⑤	4	卵原細胞	2
⑥	4	卵原細胞	3
⑦	4	胚のう細胞	2
⑧	4	胚のう細胞	3

問7 上の文章中の空欄 $m \cdot n$ に入る最も適当な語と数値の組合せを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 38

	m	n
①	精原細胞	2
②	精原細胞	4
③	精原細胞	8
④	雄原細胞	2
⑤	雄原細胞	4
⑥	雄原細胞	8

問 8 下線部ウに関して，次の図 1 は重複受精の後，イネの胚珠が成熟して種子になった様子を
示したものである。図中の Z についての記述として最も適当なものを，下の ①～⑥ のうち
から一つ選べ。 39

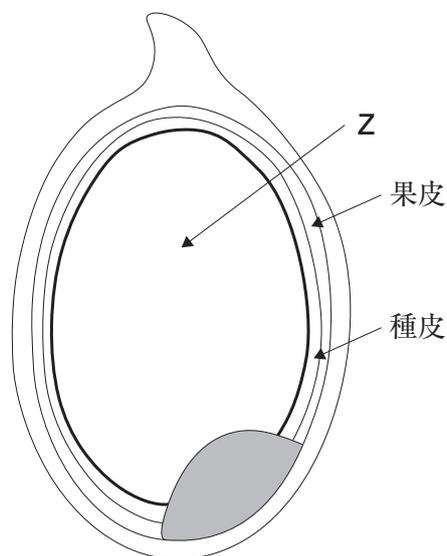


図 1

- ① 受精した卵細胞から形成される部分であり，発芽後には主として葉になる。
- ② 受精した卵細胞から形成される部分であり，発芽後には主として根になる。
- ③ 受精した卵細胞から形成される部分であり，発芽の際のエネルギー源として消費される。
- ④ 受精した中央細胞から形成される部分であり，発芽後には主として葉になる。
- ⑤ 受精した中央細胞から形成される部分であり，発芽後には主として根になる。
- ⑥ 受精した中央細胞から形成される部分であり，発芽の際のエネルギー源として消費される。