

理 科

【物理】 【化学】 【生物】

(60分 100点)

注意事項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ② 解答にはHBまたはBの黒鉛筆（シャープペンシルはHBまたはBの芯であれば使用可）を使用しなさい。
- ③ マークシートの解答用紙には、氏名、受験番号、科目を記入する欄と受験番号、解答科目をマークする欄があります。
- ④ 解答方法は、マーク式（解答番号を選択する方式）です。マークシートの解答用紙にマークしなさい。

例えば、10 と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の（例）のように解答番号10の解答欄の③にマークしなさい。

（例）

解答番号	解 答 欄									
10	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

- ⑤ 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高くあげて監督者に知らせなさい。



# 物 理

受験者は **1** から **4** 全てを解答しなさい。

**1**

傾斜角が  $\theta$  の摩擦のない斜面上に距離  $L$  だけ離れた点 A, B がある。図 1 のように質量  $m$  の物体に点 A より上方で初速度を与え、斜面上に沿ってすべらせる。次の問いに答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

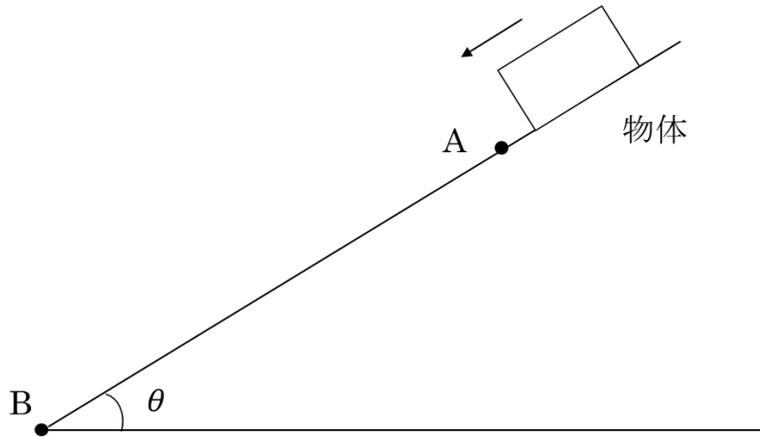


図 1

問 1 斜面上での物体の加速度の大きさとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

**1**

- ①  $g$       ②  $g\sin\theta$       ③  $g\cos\theta$       ④  $g\tan\theta$       ⑤  $\frac{g}{\sin\theta}$       ⑥  $\frac{g}{\cos\theta}$

問 2 点 A での物体の運動エネルギーを  $K_A$ 、点 B での物体の運動エネルギー  $K_B$ 、AB 間で重力が物体にする仕事を  $W$  とする。 $K_A$ 、 $K_B$ 、 $W$  の関係を正しく表している式を、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ①  $K_B - K_A = W$       ②  $K_B + K_A = -W$       ③  $K_A - K_B = W$       ④  $K_A + K_B = W$

つぎに、斜面に摩擦がある場合を考える。ただし、物体と斜面との間の動摩擦係数を  $\mu$  とする。

問3 斜面上に質量  $m$  の物体を置き、手を離すと、静止したままであった。このときの摩擦力の大きさとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

- ①  $mg$       ②  $mg\sin\theta$       ③  $mg\cos\theta$       ④  $\mu mg$       ⑤  $\mu mg\sin\theta$       ⑥  $\mu mg\cos\theta$

さらに、この斜面上の点 A より上方で物体に初速度を与えると、物体は斜面上をすべり出した。

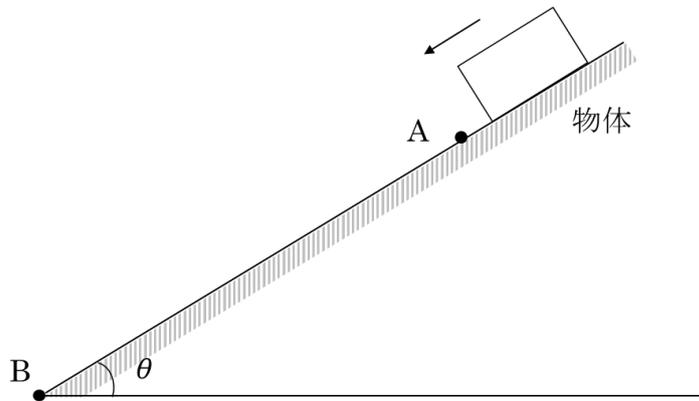


図 2

問4 AB 間で動摩擦力が物体にする仕事として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

- ①  $\mu mgL\sin\theta$                       ②  $-\mu mgL\sin\theta$                       ③  $\mu mgL\cos\theta$   
 ④  $-\mu mgL\cos\theta$                       ⑤  $\mu mgL\tan\theta$                       ⑥  $-\mu mgL\tan\theta$

問5 物体が AB 間をすべり降りる速さは一定であった。問4 と位置エネルギーの変化量の間係を考えたとき、 $\mu$  の条件として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

- ①  $\mu = \sin\theta$       ②  $\mu = \cos\theta$       ③  $\mu = \tan\theta$       ④  $\mu = \frac{1}{\sin\theta}$       ⑤  $\mu = \frac{1}{\cos\theta}$       ⑥  $\mu = \frac{1}{\tan\theta}$

2

極板間が空気で極板間隔が  $d$ 、極板面積が  $S$  の平行板コンデンサーの電気容量を  $C$  とする。このコンデンサーの極板間全てを比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体で満たした。ただし、空気中での誘電率を  $\epsilon_0$  とする。

問1 この誘電体で満たしたコンデンサーの電気容量を表すものとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 [6]

- ①  $\epsilon_r \frac{S}{d}$       ②  $\epsilon_r \frac{d}{S}$       ③  $\epsilon_0 \frac{S}{d}$       ④  $\epsilon_0 \frac{d}{S}$       ⑤  $\epsilon_r \epsilon_0 \frac{S}{d}$       ⑥  $\epsilon_r \epsilon_0 \frac{d}{S}$

次に、誘電体で満たしていないコンデンサーに電圧  $V$  の電池をつないだ。その後、図1のように極板間の下半分を比誘電率  $\epsilon_r$  の誘電体で満たし、その誘電体の上面を厚さの無視できる金属板でおおった。

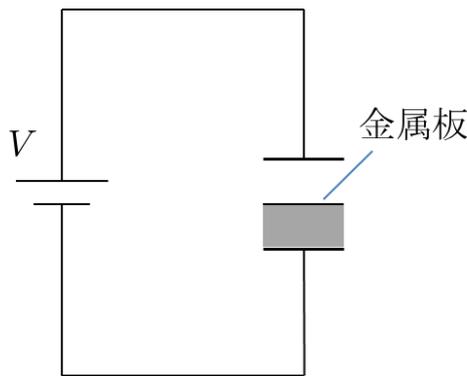


図1

問2 このときコンデンサーにたくわえられる電気量として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 [7]

- ①  $\frac{(1-\epsilon_r)CV}{2\epsilon_r}$       ②  $\frac{(1+\epsilon_r)CV}{2\epsilon_r}$       ③  $\frac{2\epsilon_r CV}{(1-\epsilon_r)}$       ④  $\frac{2\epsilon_r CV}{(1+\epsilon_r)}$

問3 誘電体を挿入する前後でのコンデンサーの静電エネルギーの変化量を表すものとして正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 [8]

- ①  $\frac{(\epsilon_r-1)}{2(\epsilon_r+1)} CV^2$       ②  $\frac{(\epsilon_r+1)}{2(\epsilon_r-1)} CV^2$       ③  $\frac{2(\epsilon_r+1)}{(\epsilon_r-1)} CV^2$       ④  $\frac{2(\epsilon_r-1)}{(\epsilon_r+1)} CV^2$

次に、電気容量がそれぞれ  $4.0\mu\text{F}$ 、 $6.0\mu\text{F}$ 、 $4.0\mu\text{F}$  のコンデンサー  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、電圧  $5.0\text{V}$  の電池  $E$ 、およびスイッチ  $S_1$ 、 $S_2$  を用いて、図2のような回路をつくる。最初、 $S_1$ 、 $S_2$  は開いており、各コンデンサーの電気量は  $0$  であった。

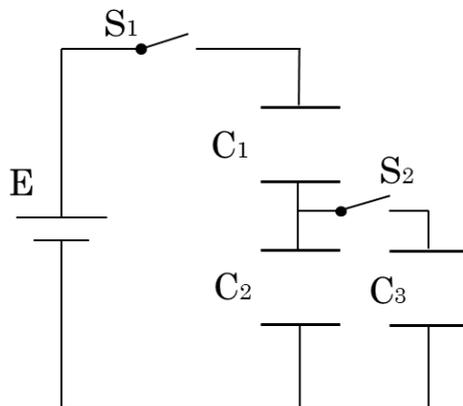


図2

問4 まず  $S_1$  のみを閉じる。十分な時間が経過したのち、 $C_2$  にたくわえられる電気量 [C] として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 9 [C]

- ①  $1.2 \times 10^{-5}$       ②  $5.0 \times 10^{-5}$       ③  $1.2 \times 10^{-6}$       ④  $5.0 \times 10^{-6}$

問5 続いて、 $S_1$  を開いて  $S_2$  を閉じた。十分な時間が経過したのち、 $C_2$  にたくわえられる電気量 [C] として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 10 [C]

- ①  $2.0 \times 10^{-6}$       ②  $3.0 \times 10^{-6}$       ③  $4.8 \times 10^{-6}$       ④  $7.2 \times 10^{-6}$

3

図1のように、ピストンを挿入したガラス管と、ガラス管の開口側に設置したスピーカーがある。スピーカーから発生する音の振動数は  $f$  で、開口端からピストンまでの距離  $L$  は連続的に変えられる。ただし、音速を  $V$  とし、開口端補正は考慮しないものとする。

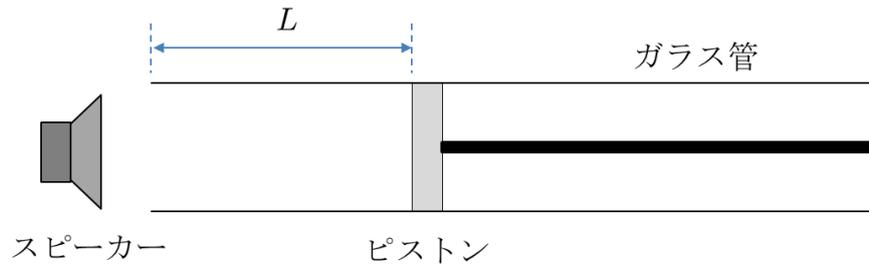


図1

スピーカーから発せられた音波は [ ア ] として空气中を伝わり、ピストンで [ イ ] 端反射し、ガラス管内に定常波が生じる。このとき、ガラス管の開口端には定常波の [ ウ ] が現れる。また、時間とともに空気の密度が大きく変化するのは、定常波の [ エ ] の部分である。

問1 文中の空欄 [ア] , [イ] に当てはまる語として正しい組み合わせを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 [11]

- ① ア：縦波，イ：自由      ② ア：横波，イ：自由      ③ ア：衝撃波，イ：自由  
④ ア：縦波，イ：固定      ⑤ ア：横波，イ：固定      ⑥ ア：衝撃波，イ：固定

問2 文中の空欄 [ウ] , [エ] に当てはまる語として正しい組み合わせを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。 [12]

- ① ウ：腹，エ：腹      ② ウ：腹，エ：節      ③ ウ：節，エ：腹      ④ ウ：節，エ：節

問3  $L=0$  からピストンをゆっくりと右向きに引いた。はじめて音が大きく聞こえたときのガラス管の長さ  $L$  を、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 [13]

- ①  $2fV$       ②  $\frac{V}{2f}$       ③  $\frac{V}{4f}$       ④  $\frac{4V}{f}$       ⑤  $\frac{2V}{f}$       ⑥  $4fV$

$L=0$  からピストンをゆっくりと右向きに引くと、3 回音が大きくなった後、4 回目の大きな音が聞こえる前にピストンは管から抜けた。

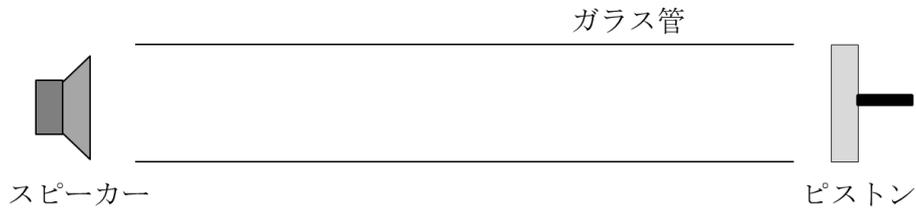


図 2

問 4 ピストンが抜けた後、音は大きく聞こえていたとすると、ガラス管の全長はいくらか、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。14

- ①  $\frac{V}{f}$     ②  $\frac{3V}{2f}$     ③  $\frac{5V}{2f}$     ④  $\frac{7V}{2f}$     ⑤  $\frac{5V}{4f}$     ⑥  $\frac{7V}{4f}$

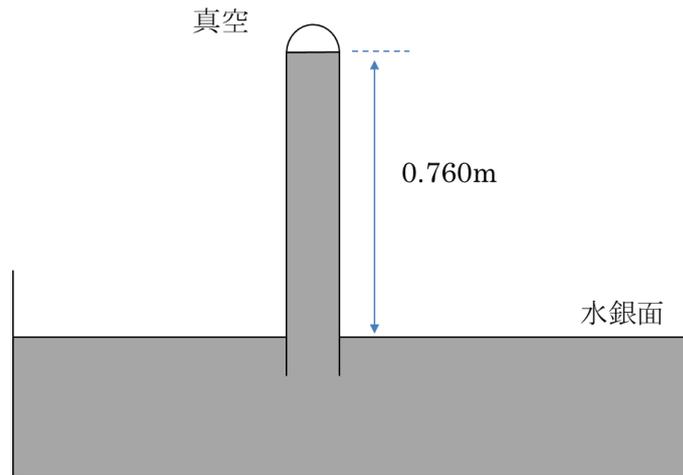
問 5 実際にこの実験をするときには、開口端補正を考える必要がある。問 4 と同様に、 $L=0$  からピストンをゆっくりと右向きに引くと、3 回音が大きくなった後、4 回目の大きな音が聞こえる前にピストンは管から抜け、抜けた後、音は大きく聞こえた。このときガラス管の全長が 1.0m、はじめて音が大きく聞こえたときの  $L$  は 16 cm であったとすると、開口端補正の値として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。15 cm

- ① 1.0    ② 2.0    ③ 3.0    ④ 4.0    ⑤ 5.0    ⑥ 6.0

4 次の文章（I・II）を読み，以下の問いに答えなさい。

I

図のように，太さが一様で一端を閉じたガラス管を水銀で満たし，水銀を入れた容器に倒立させたと  
ころ，管内の水銀柱の高さは，外部の水銀面から測って  $0.760\text{m}$  であった。ただし，管内の水銀柱の上部  
は真空であり，水銀の密度を  $1.36 \times 10^4 \text{kg/m}^3$ ，重力加速度の大きさを  $9.80 \text{m/s}^2$  とする。



図

問1 大気圧に関する身近な道具や現象としてふさわしくないものを，次の①～⑥のうちから一つ選  
びなさい。16

- |                  |                   |
|------------------|-------------------|
| ① 吸盤を壁につける       | ② 灯油ポンプで灯油を入れる    |
| ③ ふとん圧縮袋で布団を圧縮する | ④ ストローでジュースを飲む    |
| ⑤ 飛行機で上昇中に耳が痛くなる | ⑥ 高圧洗浄機を用いて水で車を洗う |

問2 この実験で得られる大気圧の大きさとその単位として正しいものを，次の①～④のうちから一つ  
選びなさい。17

- |                                 |                                  |                                |                                    |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| ① $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ | ② $1.01 \times 10^5 \text{ hPa}$ | ③ $1.00 \times 10^5 \text{ N}$ | ④ $1.00 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ |
|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|

問3 ガラス管を取り除き，この水銀に立方体の物体を浮かべると，高さが  $\frac{1}{8}$  だけ沈んで水平を  
保って静止した。この物体の密度として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。18 [ $\text{kg/m}^3$ ]

- |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $1.1 \times 10^5$ | ② $1.1 \times 10^4$ | ③ $1.1 \times 10^3$ | ④ $1.7 \times 10^5$ | ⑤ $1.7 \times 10^4$ | ⑥ $1.7 \times 10^3$ |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|

## II

微小な大きさの油滴が空気中を運動するときに受ける空気の抵抗力は、油滴の速さに比例し、その比例定数を  $k$  とする。ここで、質量  $m$  の微小な大きさの油滴を空気中に入れたとき、油滴が一定の速さ  $v_1$  で落下した。さらに、この油滴に電荷  $q$  ( $q > 0$ ) を与え、鉛直上向きに大きさ  $E$  の電場を加えたとき、油滴が一定の速さ  $v_2$  で上昇した。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

問1 電場  $E$  を加えたとき、油滴にはたらく力のつり合いの式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。[19]

- ①  $mg + kv_2 - qE = 0$       ②  $mg + kv_2 + qE = 0$       ③  $mg - kv_2 - qE = 0$       ④  $mg - kv_2 + qE = 0$

問2 この油滴に与えた電荷  $q$  として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。[20]

- ①  $\frac{k(v_1 - v_2)}{E}$                       ②  $\frac{k(v_1 + v_2)}{E}$                       ③  $\frac{k(v_2 - v_1)}{E}$   
 ④  $\frac{mg - kv_1}{E}$                       ⑤  $\frac{mg + kv_1}{E}$                       ⑥  $\frac{mg - kv_2}{E}$

問3 この実験で、5個の油滴について電荷を求めたところ、以下の数値を得た。この実験から求めることのできる電気素量  $e$  [C] としてもっとも適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。[21] [C]

(実験で得た数値) 4.70, 6.40, 7.90, 11.20, 14.30 ( $\times 10^{-19}\text{C}$ )

- ①  $1.58 \times 10^{-18}$                       ②  $1.59 \times 10^{-18}$                       ③  $1.60 \times 10^{-18}$   
 ④  $1.58 \times 10^{-19}$                       ⑤  $1.59 \times 10^{-19}$                       ⑥  $1.60 \times 10^{-19}$

(余 白)

# 化 学

必要があれば、次の値を使うこと。

原子量 H 1.0 C 12 N 14 O 16 Al 27 S 32 Cu 64

気体定数  $8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数  $9.65 \times 10^4 \text{C}/\text{mol}$

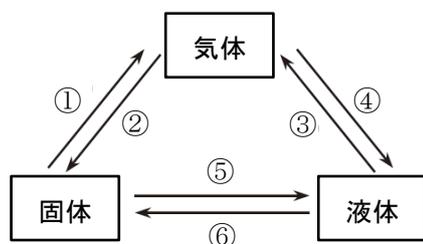
気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

1 各問いに答えよ。

問1 次の a・b は、下図のどの状態変化を表しているか。最も適当なものを下図の①～⑥の中から一つずつ選べ。

a 防虫剤のナフタレンを放置すると、白い固体がなくなった。 1

b 寒いところから暖かい部屋に入ると、眼鏡が曇った。 2



問2 次の各操作の名称として、最も適当なものを解答群から一つずつ選べ。

a 食塩水に硝酸銀水溶液を加えたときに生じる白色沈殿を分離する操作。 3

b 少量の硫酸銅(Ⅱ)五水和物を含む硝酸カリウムを、高温の水に溶解させたのち、室温まで冷却することで、純粋な硝酸カリウムの固体を得る操作。 4

c 大豆をジエチルエーテル中に入れて放置し、油脂成分をジエチルエーテルに溶出させる操作。 5

- ① 昇華法    ② ろ過    ③ 抽出    ④ 再結晶  
⑤ 蒸留    ⑥ クロマトグラフィー    ⑦ 吸着    ⑧ 分留

問3 原子の構成を $\frac{A}{Z}M$ と表したとき、次の a・b は、A と Z を用いてどのように表されるか。最も適当なものを解答群から一つずつ選べ。

a 陽子の数 6

b 中性子の数 7

- ① A    ② Z    ③ A+Z    ④ A-Z    ⑤ A×Z    ⑥ A÷Z

問4 イオン結晶の性質および例として、最も適当なものをそれぞれの解答群から一つずつ選べ。

(性質)

- ① 引き延ばして細い線にできる。      ② 非常に硬く、融点が極めて高い。  
③ やわらかく、融点の低いものが多い。      ④ 硬いが、割れやすい。

(例)

- ① 硝酸カリウム      ② 銀      ③ ドライアイス      ④ ダイヤモンド

問5 不純物を含むアルミニウムの粉末がある。この粉末 2.0g に希硫酸を加えてアルミニウムをすべて溶かしたところ、0.10mol の水素が発生した。不純物は希硫酸と反応しないものとして、この粉末のアルミニウムの純度は、質量パーセントで何%か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 %

- ① 45      ② 55      ③ 70      ④ 80      ⑤ 90      ⑥ 95

問6 次の(a)~(c)の水溶液を pH の小さい順に並べたものとして、最も適当なものを解答群から一つ選べ。ただし、強酸、強塩基は完全に電離するものとする。

(a) 0.015mol/L の塩酸      (b) 0.010mol/L の硫酸      (c) 0.010mol/L の酢酸

- ①  $a < b < c$       ②  $a < c < b$       ③  $b < a < c$   
④  $b < c < a$       ⑤  $c < a < b$       ⑥  $c < b < a$

問7 食酢を正確に 10.0mL とり、器具 X に入れて水を加え、全量を 100mL とした。このうすめた水溶液 20.0mL を器具 Y を用いてコニカルビーカーにとり、フェノールフタレインを数滴加えたのち、0.100mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。中和点までに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積は 11.6mL であった。

a 器具 X と Y はそれぞれ何か。最も適当なものを解答群から一つずつ選べ。

X  Y

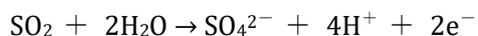
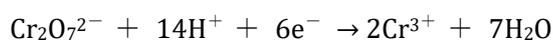
- ① ホールピペット    ② メスフラスコ    ③ ビュレット  
④ 駒込ピペット    ⑤ 三角フラスコ    ⑥ コニカルビーカー

b もとの食酢中の酢酸の質量パーセント濃度は何%か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、食酢の密度は 1.0g/cm<sup>3</sup> とし、食酢中の酸はすべて酢酸とする。

%

- ① 2.5    ② 3.0    ③ 3.5    ④ 4.0    ⑤ 4.5    ⑥ 5.0

問8 次の電子 e<sup>-</sup>を用いた反応式について、二クロム酸イオン 0.20mol と反応する二酸化硫黄は何 mol か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。  mol



- ① 0.10    ② 0.20    ③ 0.30    ④ 0.40    ⑤ 0.50    ⑥ 0.60

(余 白)

2 各問いに答えよ。

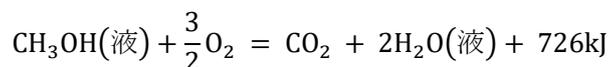
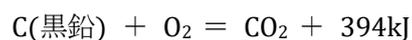
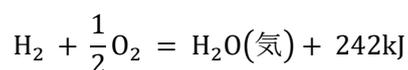
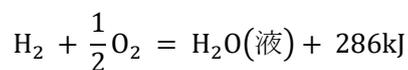
問1 次の各気体を同じ質量とり、同温・同体積下でその圧力を測定した。圧力の最も大きい気体はどれか。最も適当なものを解答群から一つ選べ。 16

- ① CO    ② NH<sub>3</sub>    ③ NO<sub>2</sub>    ④ H<sub>2</sub>S    ⑤ SO<sub>2</sub>

問2 水 100g に 0.100mol の塩化ナトリウム NaCl を溶解させたところ、その水溶液の沸点は  $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$  のもとで  $101.03^\circ\text{C}$  となった。スクロース 0.100mol を水 500g に溶解させた水溶液の沸点は何 $^\circ\text{C}$ になるか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。ただし、 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$  における水の沸点を  $100.00^\circ\text{C}$  とする。また、電解質は完全に電離するものとする。 17 $^\circ\text{C}$

- ① 100.05    ② 100.10    ③ 100.21    ④ 100.52    ⑤ 101.03

問3 次の熱化学方程式を用いて、メタノール CH<sub>3</sub>OH(液)の生成熱を求め、最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 18 kJ/mol



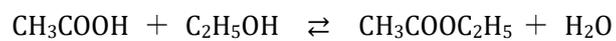
- ① -904    ② -46    ③ 240    ④ 482    ⑤ 1406    ⑥ 1692

問4 白金電極を用い、硫酸銅(II)水溶液を 2.0A の電流で 48 分 15 秒間電気分解した。このとき、陰極に析出する物質は何 g か。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。

19 g

- ① 0.64    ② 1.3    ③ 1.9    ④ 2.5    ⑤ 3.2    ⑥ 3.8

問5 酢酸 1.00mol とエタノール 1.00mol の混合物を反応させ、ある一定温度で平衡状態に達したとき、酢酸が 0.25mol に減少していた。この温度における反応の平衡定数はいくらか。最も適当な数値を解答群から一つ選べ。 20



- ① 2.0      ② 4.0      ③ 6.0      ④ 9.0      ⑤ 12

3 各問いに答えよ。

問1 硫酸に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 硫酸は、工業的には白金を触媒としたオストワルト法で製造される。 21
- b 濃硫酸は吸湿性が強く、乾燥剤に用いられる。 22
- c 濃硫酸は不揮発性であり、塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、揮発性の塩化水素が発生する。 23
- d 濃硫酸を銅と反応させると二酸化硫黄が発生し、希硫酸を銅と反応させると水素が発生する。 24
- e 濃硫酸を薄めて希硫酸にする際には、濃硫酸に水を少しずつ加えていく。 25

問2 炭素とその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 炭素の同素体にはダイヤモンドや黒鉛などがあり、黒鉛は炭素原子が正四面体の頂点方向で共有結合で結合した結晶で電気を通さない。 26
- b 一酸化炭素は、血液中のヘモグロビンと結合するとヘモグロビンの酸素運搬機能が失われるので、有毒である。 27
- c 一酸化炭素には、金属の酸化物を還元する性質がある。 28
- d 二酸化炭素は水にわずかに溶け、その水溶液は弱酸性を示す。 29
- e 二酸化炭素を石灰水に吹き込むと、水に溶けにくい炭酸カルシウムが生成して白濁し、さらに吹き込み続けると水に溶けやすい炭酸水素カルシウムに変わり、白濁が消える。 30

問3 ナトリウムとその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a ナトリウムの単体は、常温で水と激しく反応して酸素を発生する。 31
- b ナトリウム塩は、橙色の炎色反応を示す。 32
- c 水酸化ナトリウムは、無色の固体で潮解性があり、また空気中の二酸化炭素も吸収するので、固体の正確な質量は測定しにくい。 33
- d 炭酸ナトリウムは、工業的にはアンモニアソーダ法(ソルベー法)によって製造され、水溶液は塩基性を示す。 34
- e 炭酸水素ナトリウムの水溶液は弱酸性であり、塩酸と反応させると二酸化炭素が発生する。 35

問4 銅とその化合物に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 銅を二酸化炭素を含む空気中に放置すると、表面に黒色のさびが生じる。 36
- b 銅の単体は、主に黄銅鉱を原料として得られる粗銅を陰極に、純銅を陽極にして硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電解液とした電気分解(電解精錬)によって製造される。 37
- c 硫酸銅(Ⅱ)五水和物は青色の結晶で、加熱すると白色の無水物となる。 38
- d 酸化銅(Ⅰ)は、還元性のある有機化合物がフェーリング液を還元したときに生成する黒色の化合物である。 39
- e 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると青白色の水酸化銅(Ⅱ)の沈殿が生成し、さらに過剰のアンモニア水を加えるとテトラアンミン銅(Ⅱ)イオンが生成して溶けて深青色の水溶液となる。 40

4 各問いに答えよ。

問1 有機化合物の特徴に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 有機化合物における炭素原子間の結合距離は、長い方から C—C、C=C、C≡C の順である。 41
- b 炭素数 3 のアルカンには構造異性体が存在し、炭素数 3 のアルケンには幾何異性体が存在する化合物がある。 42
- c 一般式  $C_nH_{2n}$  の分子式をもつ有機化合物は、アルケンまたはシクロアルケンに分類され、互いに位置異性体の関係にある。 43
- d 光学異性体(鏡像異性体)の関係にある異性体どうしは、融点や沸点が大きく異なる。 44
- e 有機化合物の元素分析をする際には、有機化合物を燃焼させて生じた二酸化炭素と水の両方をソーダ石灰に吸収させる。 45

問2 カルボン酸に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a ギ酸にはアルデヒド基もあるため、相手を還元する性質をもつ。 46
- b シュウ酸は相手を酸化すると、自身は二酸化炭素に変化する。 47
- c フマル酸は加熱すると容易に脱水し、酸無水物となる。 48
- d フタル酸は加熱すると容易に脱水し、酸無水物となる。 49
- e フタル酸をエチレンと縮合重合させると、ポリエチレンテレフタレートが生成する。 50

問3 フェノールの製法に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a ベンゼンスルホン酸ナトリウムに固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱融解し、ナトリウムフェノキシドを得る操作を、アルカリ融解という。 51
- b クメン法では、ベンゼンにプロペン(プロピレン)を置換反応させてクメンを合成する。 52
- c クメン法では、フェノールとともにアセトンも合成される。 53
- d 塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液の温度を  $5^{\circ}\text{C}$  以上にすると、窒素を生じながらフェノールが生成する。 54
- e フェノールは—OH 基をもち塩基性の有機物であるため、最終的には溶液を塩基性にすることでフェノールが得られる。 55

問4 有機化合物の分離に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 分液漏斗を用いて有機化合物を振り混ぜる際には、常に密閉された状態のまま振り続ける必要がある。 56
- b 分離する際の溶媒にジエチルエーテルを用いると、水が上層、ジエチルエーテルが下層となる。 57
- c エーテル溶液中のトルエンとアニリンは、塩酸を加えると水層とエーテル層に分離することができる。 58
- d エーテル溶液中のニトロベンゼンとアニリンは、水酸化ナトリウム水溶液を加えると水層とエーテル層に分離することができる。 59
- e 水溶液中の安息香酸ナトリウムとナトリウムフェノキシドは、二酸化炭素とエーテルを加えると水層とエーテル層に分離することができる。 60

問5 油脂に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a 油脂は、グリセリンと脂肪酸からなるエステルである。 61
- b 油脂の中で、常温で固体のものを脂肪という。 62
- c 空気中に放置すると容易に固まる油脂を硬化油という。 63
- d 炭素間二重結合が多い油脂ほど、空気中に放置すると固まりやすい。 64
- e 炭素間二重結合数を調べるためには、油脂を水酸化カリウムでけん化すればよい。 65

問6 多糖類に関する各記述について、正しい場合は①を、誤りを含む場合は②を選べ。

- a デンプンを構成するアミロースもアミロペクチンも水には溶けにくく、セルロースは水に溶けやすい。 66
- b デンプンがヨウ素デンプン反応をするのは、アミロースもアミロペクチンもグルコースが直線状につながっているからである。 67
- c デンプンをアミラーゼで加水分解すると、二糖類のマルトースになる。 68
- d セルロースは植物の細胞壁の主成分である。 69
- e セルロースを濃硝酸と濃硫酸を用いてエステル化するとトリニトロセルロースが得られ、綿火薬として活用される。 70

(余 白)

# 生 物

1 腎臓に関する次の文章を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

ヒトは、生命活動の結果生じたさまざまな老廃物を排出するしくみをもっている。例えば、タンパク質の分解によって生じる **ア** は、肝臓で毒性の低い **イ** に変えられ、**イ** は腎臓から尿の成分として体外に排出される。陸上生活を行う脊椎動物では腎臓により、尿を生成する過程で、水分や無機塩類などの再吸収を調節することにより、体液浸透圧が一定の範囲に維持されている。

ヒトの腎臓には、腎単位（ネフロン）とよばれる尿を生成する単位があり、腎動脈から糸球体へ送り込まれた血しょうの一部はろ過されて原尿となり、必要に応じて原尿から水分や無機塩類などが再吸収されて尿がつくられる。

健康なヒトの血しょう、原尿、および尿を採取して、それぞれに含まれるタンパク質、グルコース、尿素の濃度 (mg/mL) を測定し、その結果を表に示した。なお、1 分間に生成された尿量は 1 mL であり、イヌリンは、こし出されるが再吸収や追加排出されないものとする。

表

	血しょう	原尿	尿
タンパク質	70	<b>ウ</b>	<b>エ</b>
グルコース	1	<b>オ</b>	<b>カ</b>
尿素	0.3	0.3	20
イヌリン	1	1	120

問1 文中の空欄 **ア** ・ **イ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **1**

- | <b>ア</b> | <b>イ</b> | <b>ア</b> | <b>イ</b> |
|----------|----------|----------|----------|
| ① 尿素     | 尿酸       | ② 尿素     | アンモニア    |
| ③ アンモニア  | 尿酸       | ④ アンモニア  | 尿素       |

問2 下線部に関して、この調節には腎臓ではたらくホルモンが関与している。腎臓において水分の再吸収を促進するホルモンと、ナトリウムの再吸収を促進するホルモンの組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **2**

- | 水分の再吸収     | ナトリウムの再吸収 |
|------------|-----------|
| ① パラトルモン   | 鉱質コルチコイド  |
| ② バソプレシン   | 鉱質コルチコイド  |
| ③ 鉱質コルチコイド | バソプレシン    |
| ④ アセチルコリン  | バソプレシン    |
| ⑤ バソプレシン   | パラトルモン    |

問3 ネフロンに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 腎小体と細尿管からなる構造体をネフロンという。
- ② ヒトの1個の腎臓は、約50万個のネフロンから構成されている。
- ③ 腎小体では血液中のアルブミンなどのタンパク質がほとんどろ過される。
- ④ ボーマンのうでは浸透圧差を利用して物質の再吸収が行われる。

問4 表の ウ ～ カ に入る値の組み合わ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。 4

	ウ	エ	オ	カ
①	70	70	1	1
②	70	70	0	0
③	70	0	1	1
④	70	0	1	0
⑤	0	0	1	0
⑥	0	0	0	0

問5 本文および表の結果から、1分間にこし出された血しょうの量は何mL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。 5 mL

- ① 12      ② 60      ③ 90      ④ 120      ⑤ 150      ⑥ 170

問6 本文および表の結果から、健康なヒトの腎臓における1分間あたりの尿素の再吸収量(mg)として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 6 mg

- ① 0      ② 1      ③ 16      ④ 23      ⑤ 36      ⑥ 52

問7 次の経路Ⅰ～Ⅳのうち、腎動脈から糸球体に入った尿素が通過する経路として可能性があるものをすべて含む組み合わせはどれか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

経路Ⅰ 腎動脈 → 糸球体 → 毛細血管 → 腎静脈

経路Ⅱ 腎動脈 → 糸球体 → ボーマンのう → 細尿管 → 毛細血管 → 腎静脈

経路Ⅲ 腎動脈 → 糸球体 → ボーマンのう → 細尿管 → 集合管 → 腎う

経路Ⅳ 腎動脈 → 糸球体 → 毛細血管 → 集合管 → 細尿管 → 腎静脈

- ① 経路Ⅰ、経路Ⅱ                      ② 経路Ⅰ、経路Ⅲ                      ③ 経路Ⅱ、経路Ⅲ
- ④ 経路Ⅰ、経路Ⅱ、経路Ⅲ          ⑤ 経路Ⅰ、経路Ⅱ、経路Ⅳ          ⑥ 経路Ⅱ、経路Ⅲ、経路Ⅳ

2 発生に関する次の文章（Ⅰ・Ⅱ）を読み、下の問い（問1～7）に答えよ。

Ⅰ カエルでは、精子が **ア** 半球から卵内に入ると、卵の表層の細胞質が約 30° 回転し、その結果、ある領域に周囲と色調が異なる **イ** とよばれる領域が生じる。この領域の近くには、受精前に植物極に局在していたディシェベルドとよばれるタンパク質が卵の表層の回転に伴って移動し、背腹軸が決定される。

問1 文中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **8**

- | <b>ア</b> | <b>イ</b> | <b>ア</b> | <b>イ</b> |
|----------|----------|----------|----------|
| ① 動物     | 卵黄栓      | ② 動物     | 灰色三日月(環) |
| ③ 植物     | 卵黄栓      | ④ 植物     | 灰色三日月(環) |

問2 下線部に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **9**

- ① **イ** は、精子が進入した位置に形成される。
- ② 発生が進行すると、**イ** のある側が背側となる。
- ③ **イ** は、後にできる原口よりもやや植物極側に形成される。
- ④ はじめに母性因子の濃度勾配が変化し、その後の表層回転により、**イ** ができる。

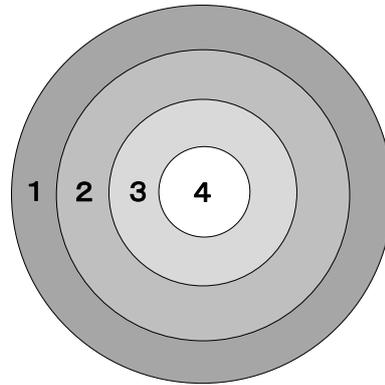
問3 両生類の胚を用いた実験に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **10**

- ① 胞胚から動物極を含む領域と、植物極を含む領域を切り出し、両者を接触させて培養すると、動物極を含む切片から中胚葉性の組織が分化する。
- ② 初期原腸胚から予定神経域の一部を切り出し、別の初期原腸胚の予定表皮域に移植すると、二次胚が形成される。
- ③ 初期原腸胚から原口背唇部を切り出し、別の初期原腸胚の予定表皮域に移植すると、移植片は表皮に分化する。
- ④ 初期神経胚から神経板の一部を切り出し、別の初期神経胚の表皮域に移植すると、移植片は表皮に分化する。

問4 次の文は、ウニの初期発生について述べたものである。これらのうち、誤っているものを次の①～④のうちから一つ選べ。 **11**

- ① 植物極と動物極を結ぶ面で最初の卵割が起こる。
- ② 原腸胚期にふ化する。
- ③ 原口は、やがて肛門となる。
- ④ 16細胞期の胚は、大・中・小割球の3種類の割球からなる。

II 被子植物の花を構成する構造(花器官)は花の外側から **ウ** の順に、同心円状に配列している。シロイヌナズナなどの花の形成は、遺伝子 *A*、遺伝子 *B*、遺伝子 *C* の 3 種類の調節遺伝子のはたらきによって調節されている。正常な花では遺伝子 *A* は次の図の **1** と **2** の領域で、遺伝子 *B* は **2** と **3** の領域で、遺伝子 *C* は **3** と **4** の領域ではたらき、各領域に特有の花器官が形成される。しかし、これらの遺伝子の機能が欠損した突然変異体では、花器官の形成が正常なものとは異なったものとなる。



図

問 5 文章中の空欄 **ウ** に入るものとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **12**

- ① 花弁・がく・おしべ・めしべ
- ② 花弁・がく・めしべ・おしべ
- ③ がく・花弁・おしべ・めしべ
- ④ がく・花弁・めしべ・おしべ

問 6 本来遺伝子 *C* が機能する領域で、遺伝子 *C* が機能せずに遺伝子 *A* が機能するようになった場合、次の領域にはどのような花器官が形成されるようになるかと推測されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、遺伝子 *B* の発現は、遺伝子 *A* や *C* の発現の有無による影響を受けないものとする。

(1) 領域 1 **13**      (2) 領域 4 **14**

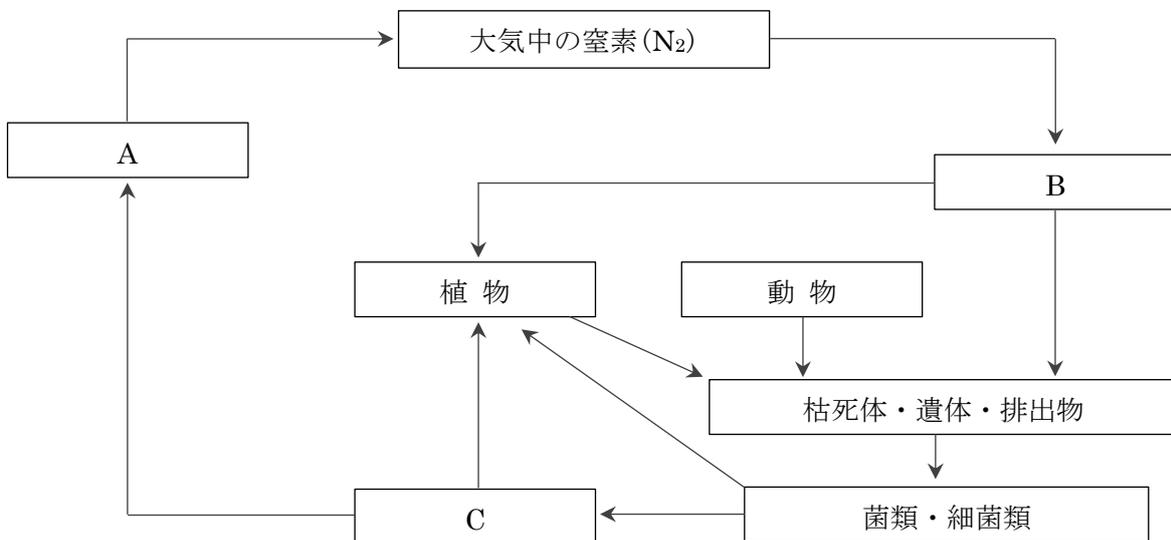
- ① 正常な花の **1** の領域に形成される花器官
- ② 正常な花の **2** の領域に形成される花器官
- ③ 正常な花の **3** の領域に形成される花器官
- ④ 正常な花の **4** の領域に形成される花器官

問 7 下線部のような器官形成に関わる調節遺伝子の総称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **15**

- ① オペロン      ② 母性効果遺伝子      ③ 転写調節領域      ④ ホメオティック遺伝子

3 生態系と窒素循環に関する次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

多くの生物は、太陽の光エネルギーを生命の維持に利用している。生産者である植物は、太陽の光エネルギーを光合成により **ア** エネルギーに変換して有機物に蓄える。この **ア** エネルギーは消費者である植物食性動物（一次消費者）が摂食し、さらに、動物食性動物（二次消費者）がこれを摂食することで生態系内を移動し、最終的には **イ** エネルギーとなって大気中に放出される。次の図は、窒素の循環のようすを模式的に示したものである。一般的に植物は、大気中の窒素(N<sub>2</sub>)を直接利用することはできないが、他の生物が生産したアンモニウムイオンや硝酸イオンなどを利用することができる。また、植物の中には、窒素固定を行う細菌と共生関係を築くことで、窒素を利用しているものがある。共生関係を築かない通常の植物と、共生関係を築く植物においては、ともに十分な窒素を獲得しているとき、これらの植物は光合成による生育に必要な栄養分を十分に得ることができる。



図

問1 文中の空欄 **ア**・**イ** に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **16**

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| <b>ア</b> | <b>イ</b> | <b>ア</b> | <b>イ</b> |
| ① 熱      | 光        | ② 熱      | 化学       |
| ③ 化学     | 熱        | ④ 化学     | 光        |

問2 生産者から一次消費者、二次消費者へと食物連鎖の段階を一つ経るごとに、上位の生物が利用できるエネルギーは減少する。この理由として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **17**

- ① 呼吸によって失われる部分があるため。
- ② 死滅により失われる部分があるため。
- ③ 光合成によって失われる部分があるため。
- ④ 不消化排出物により失われる部分があるため。

問3 下線部に関して、物質とエネルギーの移動に関する記述として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。 18

- ① エネルギーは物質とともに生態系内を循環する。
- ② エネルギーも物質も、ともに生態系内を循環しない。
- ③ 物質は生態系内を循環するのに対し、エネルギーは循環せず、一方向的に流れるのみである。
- ④ エネルギーは生態系内を循環するのに対し、物質は循環せず、一方向的に流れるのみである。

問4 窒素循環に関する図のA～Cに入る生物名の組み合わせとして最も適当なものを、次の①～⑥から一つ選べ。 19

	A	B	C
①	シアノバクテリア・根粒菌	硝化細菌(硝化菌)	脱窒素細菌
②	脱窒素細菌	硝化細菌(硝化菌)	シアノバクテリア・根粒菌
③	硝化細菌(硝化菌)	シアノバクテリア・根粒菌	脱窒素細菌
④	脱窒素細菌	シアノバクテリア・根粒菌	硝化細菌(硝化菌)
⑤	硝化細菌(硝化菌)	脱窒素細菌	シアノバクテリア・根粒菌
⑥	シアノバクテリア・根粒菌	脱窒素細菌	硝化細菌(硝化菌)

問5 窒素固定細菌と共生関係を築く植物は、通常の植物が窒素を十分獲得できず、光合成能力が低下するような場合に生存に有利になり、優占種となりうる。どのような環境下のときに共生的窒素固定を行う植物が優占種となりうると考えられるか。最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選べ。 20

- ① 土壌が十分に形成されていない裸地などの一次遷移の初期の環境。
- ② 山火事や伐採跡地など二次遷移の土壌形成段階の環境。
- ③ 遷移が十分に進行し、極相となった安定した環境。
- ④ 台風による倒木などにより比較的大きなギャップが生じた環境。

問6 本文や図を参考に、窒素循環に関する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 21 ・ 22

- ① 土壌中の硝酸イオンからアンモニウムイオンに変えるはたらきを硝化(作用)という。
- ② 硝酸イオンや亜硝酸イオンを気体の窒素(N<sub>2</sub>)にまで還元する作用を脱窒という。
- ③ 大気中の窒素(N<sub>2</sub>)は安定的で、窒素固定以外でN<sub>2</sub>が減少することはない。
- ④ 体外から取り入れた硝酸イオンやアンモニウムイオンをもとに有機窒素化合物を合成するはたらきを窒素同化という。
- ⑤ 大気中の気体の窒素(N<sub>2</sub>)から硝酸イオンを合成する植物体内の酸化反応を窒素固定という。
- ⑥ 窒素固定の反応は、ニトロゲナーゼという酵素の作用で進行し、ATPのエネルギーを必要としない。

4 遺伝子とその発現に関する次の文章（I・II）を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。

I 生体内で重要な役割を担うタンパク質は、DNAの遺伝情報に基づいて合成される。このとき、RNAは両者を橋渡しする役割を担う。DNAとRNAはともに塩基を含むが、(A)それぞれを構成する塩基の種類は一部が異なる。DNAの遺伝情報はmRNAにアされる。mRNAの情報にしたがって、イとよばれる過程によって(B)タンパク質が合成される。

問1 下線部(A)に関して、DNAとRNAとで異なる塩基の組み合わ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。 23

DNA にあって RNA がない塩基		RNA にあって DNA がない塩基	
①	アデニン		シトシン
②	アデニン		チミン
③	チミン		ウラシル
④	チミン		シトシン
⑤	ウラシル		シトシン
⑥	ウラシル		チミン
⑦	シトシン		ウラシル
⑧	シトシン		チミン

問2 上の文章中の ア・イ に入る語として最も適当なものを、次の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ア 24 イ 25

- ① 複製      ② 翻訳      ③ 転写      ④ 逆転写      ⑤ 形質転換

問3 下線部(B)に関連する記述として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 26・27

- ① mRNAの塩基三つの並び(コドン)が、一つのタンパク質を指定している。
- ② 同一個体でも、組織や細胞の種類によって合成されるタンパク質の種類や量に違いが生じる。
- ③ タンパク質はヌクレオチドがペプチド結合により連結された高分子化合物である。
- ④ RNAの遺伝情報がDNAを経てタンパク質に一方方向に変換される過程は、セントラルドグマとよばれる。
- ⑤ 遺伝子突然変異が起こり、DNAの塩基配列が変化しても、タンパク質は全く変化しない場合もある。
- ⑥ 原核生物にはイントロンがなく、スプライシングも行われなため、タンパク質はほとんど合成されないことも多い。

II 多細胞生物の真核生物では、同じ個体の体細胞は基本的に同じゲノムをもっている。しかしながら、  
(c)ゲノムを構成する DNA から mRNA に写し取られる遺伝子の種類は細胞の種類によって異なる。  
ゲノム DNA の塩基配列には、mRNA に写し取られる配列以外に、プロモーター領域や(d)転写調節領域などの配列がある。遺伝子が mRNA に写し取られる過程では、転写調節領域に調節タンパク質が結合することによって活性化されたり、抑制されたり制御されている。また、原核生物でも遺伝子発現の調節が緻密に行われており、ラクトースオペロンや(e)トリプトファンオペロンなどはその代表例である。

問 4 下線部(C)に関して、真核生物の体細胞において、mRNA に写し取られる遺伝子の種類が細胞の種類によって異なる理由の記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 28

- ① 染色体の数やゲノムサイズが細胞の種類によって異なっている。
- ② アミノ酸の1つをコードする遺伝子の数が細胞の種類によって異なっている。
- ③ 調節タンパク質の種類や量が細胞の種類によって異なっている。
- ④ 転写調節領域やオペレーターの数が細胞の種類によって異なっている。

問 5 下線部(D)に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 29

- ① 転写調節領域と結合した調節タンパク質は、RNA ポリメラーゼによって転写された mRNA がリボソームへ結合することを促す。
- ② 転写調節領域は、調節タンパク質のアミノ酸配列を指定し、複雑な立体構造を決定する。
- ③ 転写調節領域は、DNA ポリメラーゼにより複製された mRNA の核内から細胞質基質への運搬を促進する。
- ④ 転写調節領域に結合した調節タンパク質は、プロモーター上の基本転写因子と RNA ポリメラーゼとの複合体にはたらく。

問 6 下線部(E)に関して、大腸菌のトリプトファン合成に関わるトリプトファン合成酵素遺伝子(遺伝子 E)の発現は、トリプトファンと結合する調節タンパク質(タンパク質 R)により制御されている。大腸菌は細胞内でトリプトファンを合成できるが、細胞内のトリプトファン濃度が高くなると、遺伝子 E の発現は抑制される。タンパク質 R による遺伝子 E の発現制御機構として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 30

- ① トリプトファンに結合したタンパク質 R が遺伝子 E の転写を促進する。
- ② トリプトファンに結合したタンパク質 R が遺伝子 E の転写を抑制する。
- ③ トリプトファンに結合しないタンパク質 R が遺伝子 E の転写を促進する。
- ④ トリプトファンに結合しないタンパク質 R が遺伝子 E の転写を抑制する。
- ⑤ 細胞内のトリプトファン濃度と無関係にタンパク質 R が遺伝子 E の転写を促進する。
- ⑥ 細胞内のトリプトファン濃度と無関係にタンパク質 R が遺伝子 E の転写を抑制する。
- ⑦ 大腸菌はトリプトファンに対して遺伝子調節機構をもつが、その効果はあまり大きくない。

(余 白)

