

# 令和7年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和7年1月27日

## 理 科 (120分)

### I 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 この問題冊子は92ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
 物理 4～36ページ  
 化学 38～55ページ  
 生物 56～87ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
 受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - ② 氏名欄  
 氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
 解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

### II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問①の③と表示のある問いに対して②と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				



(問題は次ページから始まる)

# 物 理

1 次の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

問 1 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

図 1 のようになめらかな水平面上に  $x$  軸をとり、 $x$  軸に沿って質量  $m$  の小物体 A と質量  $m$  の小物体 B を軽いばねで連結し、静止させておく。このとき、ばねは自然長である。図 1 の  $x$  軸正の向きを速度の正の向きとし、質量  $2m$  の小物体 C を  $x$  軸に沿って速度  $v_0$  で小物体 A に衝突させる。衝突を含む運動はすべて  $x$  軸上でのみ生じ、小物体 A と小物体 C の衝突は弾性衝突である。また、衝突した瞬間から直後までのばねの弾性力による力積は無視できると考えてよい。衝突直後の小物体 C の速度  $v_c$  は  $v_c = \text{ア} \times v_0$  となり、衝突直後の小物体 A、小物体 B およびばねからなる系の重心速度  $v_G$  は  $v_G = \text{イ} \times v_0$  となる。小物体 A、小物体 B およびばねからなる系を 1 つの物体 D と考え、重心速度  $v_G$  を物体 D の速度と見なし、衝突を小物体 C と物体 D の衝突と見なすと、C と D の間の反発係数（はね返り係数） $e$  は  $e = \text{ウ}$  となる。

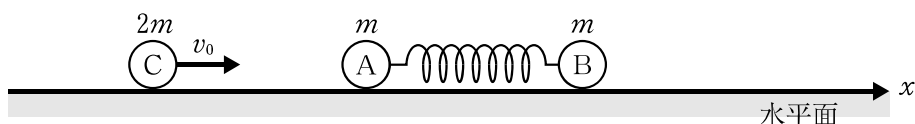


図 1

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
イ	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
ウ	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$



(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問2 次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入る式の組合せとして正しいものを、  
下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 2

抵抗に電流が流れるとジュール熱が発生する。単位時間あたりに発生するジュール熱を、自由電子が抵抗（導体棒）中を速度に比例する抵抗を受けながら等速運動するモデルを用いて考察してみよう。電子の電荷を  $-e(e>0)$  とし、導体棒中で自由電子の速さが  $v$  のときにはたらく抵抗力の大きさを、正の比例定数  $k$  を用いて  $kv$  とする。

図2のように、断面積  $S$ 、長さ  $L$  の一様な導体棒の両端に電圧  $V$  がかけられ、一定の大きさ  $I$  の電流が流れている場合、導体棒中を運動する自由電子の速さ  $v$  は  $v = \text{ア} \times V$  となる。単位時間あたりに導体棒内の電場が1個の自由電子にする仕事  $P$  は  $P = \text{イ} \times V^2$  となるので、単位体積あたりの自由電子の数を  $n$  とすると、単位時間あたりに導体棒で発生するジュール熱  $Q$  は、 $Q = \text{ウ} \times P$  となる。 $I = enSv$  と表せるので、 $Q = IV$  と表せることが導き出される。

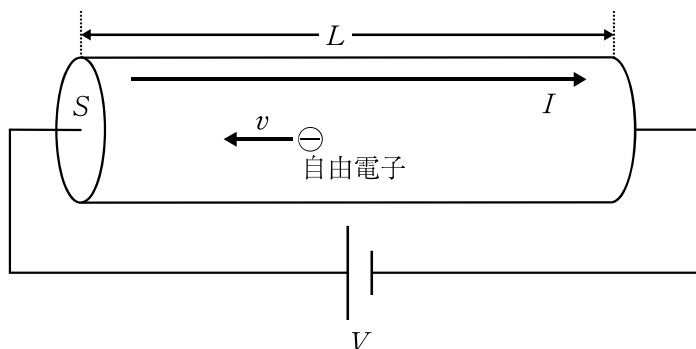


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{2kL}$	$\frac{e}{kL}$	$\frac{e}{kL}$	$\frac{e}{kL}$	$\frac{e}{kL}$
イ	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{2kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$	$\frac{e^2}{kL^2}$
ウ	$nSL$	$\frac{SL}{n}$	$nSL$	$\frac{SL}{n}$	$nSL$	$\frac{SL}{n}$	$nSL$	$\frac{SL}{n}$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問3 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、  
下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

空気中で、図3のように、ガラス管Pにピストンを取り付け、ピストンを自由に動かすことができるようにする。ガラス管Pの右側の管口近くに、一定の振動数  $f_0$  の音を発する音源Sを置いて音を出す。音源Sを静止させた状態で音を出し、ピストンを管の右端から左へ徐々に動かしていったところ、ガラス管Pの右側からピストンまでの距離が  $L$  のとき、初めて共鳴音が聞こえた。空気中の音速を  $V$  とし、開口端補正は無視できるものとする。これより、 $f_0 =$  ア となる。

次に、図4のように、音源Sを一定の速さ  $v$  ( $v < V$ ) でガラス管Pより遠ざけながら、気柱の長さが  $L$  の位置からピストンを左へ徐々に動かしていったところ、気柱の長さが  $L + \Delta L$  になったとき、再びPから共鳴音が聞こえた。これより、音源が遠ざかる速さ  $v$  は、 $v =$  イ  $\times V$  となる。

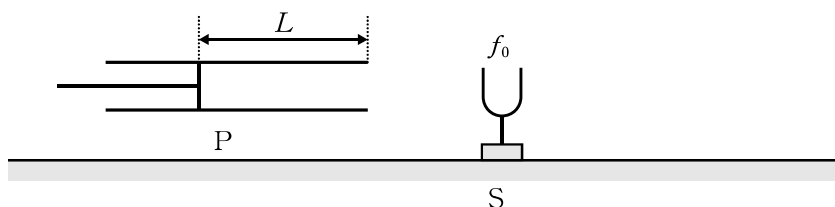


図3

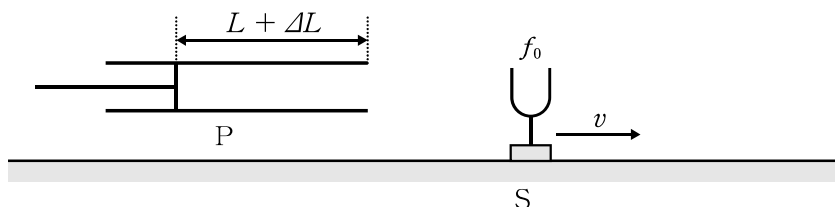


図4

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{4L}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{2L}$	$\frac{V}{2L}$
イ	$\frac{\Delta L}{2L}$	$\frac{\Delta L}{L}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{2L}}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{L}}$	$\frac{\Delta L}{2L}$	$\frac{\Delta L}{L}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{2L}}$	$\sqrt{\frac{\Delta L}{L}}$

(下 書 き 用 紙)

□1の問は次に続く。

問 4 次の文章中の空欄 ア， イ に入る数値の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

ウラン系列は，ウラン  $^{238}_{92}\text{U}$  から， $\alpha$  崩壊と  $\beta$  崩壊を繰り返しながら，ラドン  $^{222}_{86}\text{Rn}$  を経て，安定な鉛の同位体  $^{206}_{82}\text{Pb}$  に至る放射性元素の系列である。ウラン  $^{238}_{92}\text{U}$  から鉛  $^{206}_{82}\text{Pb}$  に至るまでに  $\beta$  崩壊は ア 回生じている。

ラドン  $^{222}_{86}\text{Rn}$  の原子核の数は約 15 日後にはじめの  $\frac{1}{16}$  となる。これより，ラドン  $^{222}_{86}\text{Rn}$  の半減期は約 イ 日である。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	6	6	6	8	8	8
イ	1.6	3.8	7.2	1.6	3.8	7.2

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4〕

図 1 は、地表面のわずかに外側を回る人工衛星 X と、地球内部に掘った地球の中心 O を通る直線状の細いトンネル AB に沿って運動する物体 Y の様子を表している。地球を、点 O を中心とした半径が  $R$  で一様な密度  $\rho$  の球と考え、人工衛星 X と物体 Y は、それぞれ地球からの万有引力のみを受けて運動するものとする。なお、地球の自転や公転、大気の影響、トンネルを掘ることによる地球の質量の変化は考えないものとし、万有引力定数を  $G$ 、地表面における重力加速度の大きさを  $g$  とする。また、物体 Y の運動は AB を通る直線上のみで生じ、人工衛星 X と物体 Y の大きさは無視できるものとする。

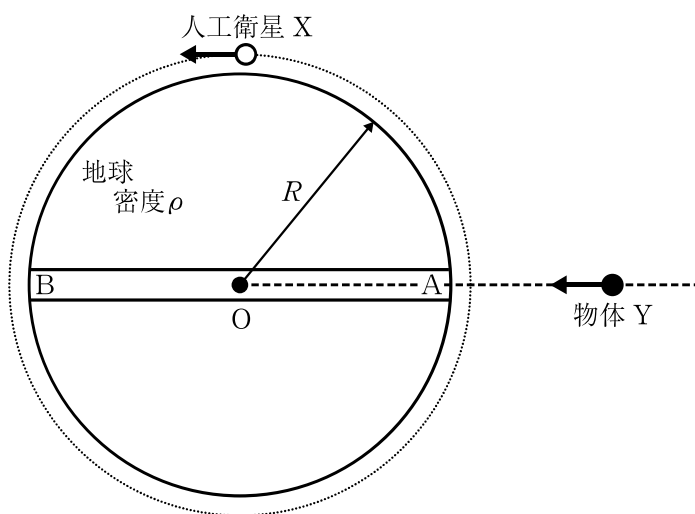


図 1



(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

問 1 次の文章中の空欄 ア , イ に入る式の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

地表面のわずかに外側を回る人工衛星 X は、地球から万有引力を受けて半径  $R$  の等速円運動をしている。このときの人工衛星 X の速さは ア と表される。これにより、人工衛星 X が地球を一回りするのに要する時間（周期）は  $2\pi \times$  イ となる。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\sqrt{\frac{gR}{2}}$	$\sqrt{\frac{gR}{2}}$	$\sqrt{gR}$	$\sqrt{gR}$	$\sqrt{2gR}$	$\sqrt{2gR}$
イ	$\sqrt{\frac{R}{2g}}$	$\sqrt{\frac{g}{2R}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{2R}{g}}$	$\sqrt{\frac{2g}{R}}$

次に、地球内部に掘ったトンネル AB に沿って運動する物体 Y について考えてみよう。図 2 のように地球の中心 O を原点とし、トンネルの端 B から端 A に向かう向きを正の向きとして  $x$  軸をとる。

物体 Y が位置  $x = r (r \leq R)$  にあるとき、地球から Y にはたらく万有引力の大きさは、半径  $r$  の球の内部にある質量がすべて点 O にあるとした場合の万有引力の大きさに等しく、半径  $r$  の球外部の質量にはよらないことに注目する。

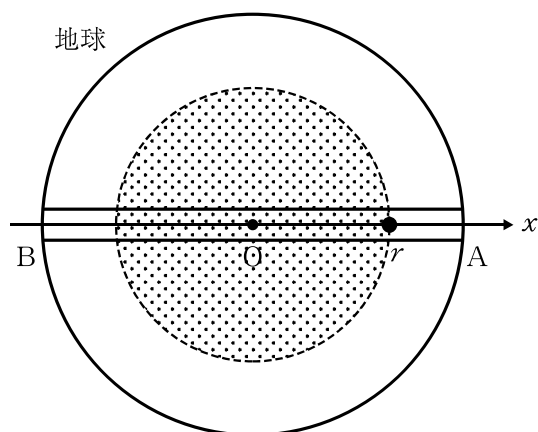


図 2

(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

問2 物体 Y が位置  $x = r (r \leq R)$  にあるとき、Y の加速度の大きさは、地表面における重力加速度の大きさ  $g$  の何倍か。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

①  $\frac{r}{R}$

②  $\frac{R}{r}$

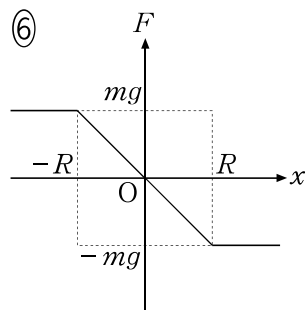
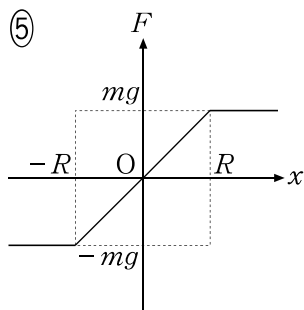
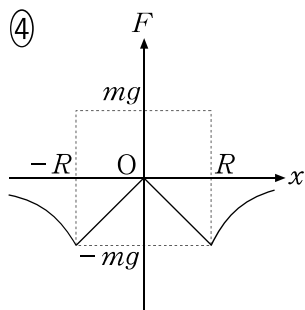
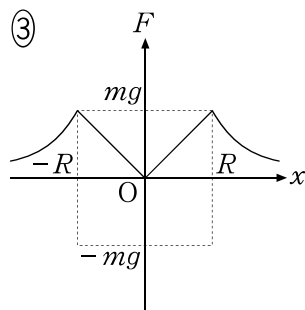
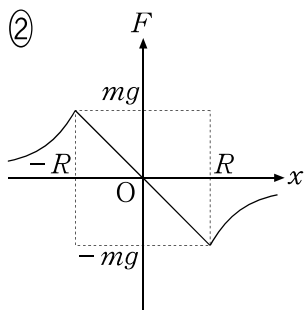
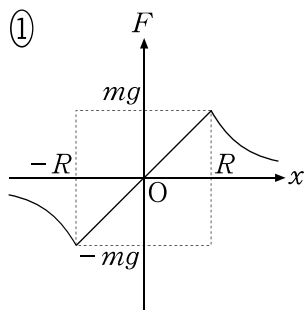
③  $\left(\frac{r}{R}\right)^2$

④  $\left(\frac{R}{r}\right)^2$

⑤  $\sqrt{\frac{r}{R}}$

⑥  $\sqrt{\frac{R}{r}}$

問3 物体 Y の質量を  $m$  としたとき、Y の位置  $x$  と Y にはたらく力  $F$  の関係を表すグラフの概形として最も適したものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、力  $F$  は  $x$  軸正の向きを正とする。 3



(下 書 き 用 紙)

2の問は次に続く。

物体 Y をトンネルの端 A において静かにはなすと、Y は点 O を中心とした単振動をする。

問 4 次の文章中の空欄 ア，イ に入る式および数値の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

物体 Y の単振動の角振動数は ア であり，その周期は，人工衛星 X が地球を一回りする時間の イ 倍である。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{g}{R}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$	$\sqrt{\frac{R}{g}}$
イ	$\frac{1}{2\pi}$	1	$2\pi$	$\frac{1}{2\pi}$	1	$2\pi$

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問 1 ～ 5 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5〕

図 1 のように、ついたてに開けた十分幅の狭いスリット O に、振動数  $f$ 、波長  $\lambda$  で位相のそろった平面波（光波）が入射し、スリット O を通って回折して、十分離れたスクリーンに届く。スクリーンはスリット O を中心とした半径  $L$  の半円形であり、O を通るついたてに対する垂線とスクリーンとの交点を  $O'$  とする。スクリーン上で波の変位を測定する可動観測点 Q を考える。点 Q の位置は、 $OO'$  に対する  $OQ$  のなす角を  $\theta \left( -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \right)$  [rad] として指定する。時刻  $t$  におけるスクリーン上の任意の点での光波の変位  $y_s(t)$  が、

$$y_s(t) = A \sin 2\pi \left( ft - \frac{L}{\lambda} \right) \quad \cdots \cdots (1)$$

で表せるものとする。なお、必要ならば、以下の三角関数の公式を用いよ。

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha \pm \beta}{2} \cos \frac{\alpha \mp \beta}{2}$$

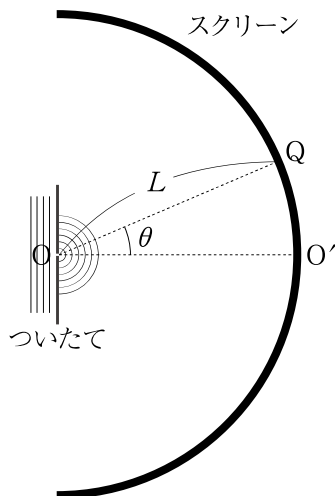


図 1

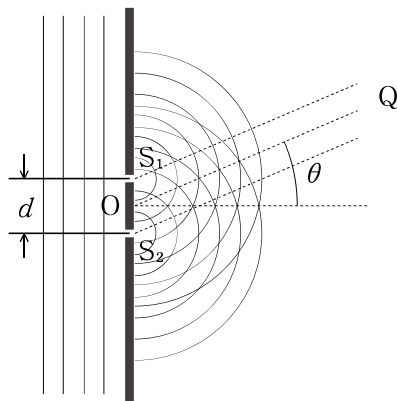


図 2



(下 書 き 用 紙)

3の問は次に続く。

問1 時刻  $t$  のときのスリット O における光波の変位  $y_0(t)$  はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし、スリット O における光波の振幅を  $A_0$  とする。 $y_0(t) =$  1

- ①  $-A_0 \sin 2\pi ft$     ②  $A_0 \sin 2\pi ft$     ③  $-A_0 \cos 2\pi ft$     ④  $A_0 \cos 2\pi ft$

図2のように、スリット O をふさぎ、O を中心として、2つのスリット  $S_1$ ,  $S_2$  を距離  $d$  だけ離して開ける。ただし、 $d$  は  $L$  に比べて十分小さいものとする。

問2  $OQ = L$  であり、 $d$  が  $L$  に比べて十分小さいことから、 $S_1Q = L - \Delta L$ ,  $S_2Q = L + \Delta L$  と近似できる。 $\Delta L$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 $\Delta L =$  2

- ①  $d \sin \theta$                       ②  $d \cos \theta$                       ③  $\frac{d}{2} \sin \theta$                       ④  $\frac{d}{2} \cos \theta$   
 ⑤  $\frac{d^2}{2} \sin \theta$                       ⑥  $\frac{d^2}{2} \cos \theta$                       ⑦  $\frac{d^2}{2L} \sin \theta$                       ⑧  $\frac{d^2}{2L} \cos \theta$

入射波は平面波なので、スリット  $S_1$ ,  $S_2$  での波の変位はスリット O での波の変位と等しく、 $y_0(t)$  である。スリット  $S_1$ ,  $S_2$  を通って回折し、スクリーンに届く光波の観測点 Q における変位をそれぞれ  $y_1(t)$ ,  $y_2(t)$  とする。

(下 書 き 用 紙)

3の問は次に続く。

問3 スリット  $S_1$  を通る光波の観測点  $Q$  における変位  $y_1(t)$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $y_1(t) = \boxed{3}$

- ①  $A \sin 2\pi\left(ft + \frac{\Delta L}{\lambda}\right)$                       ②  $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{\Delta L}{\lambda}\right)$   
 ③  $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L + \Delta L}{\lambda}\right)$                       ④  $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L - \Delta L}{\lambda}\right)$   
 ⑤  $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L + 2\Delta L}{\lambda}\right)$                       ⑥  $A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L - 2\Delta L}{\lambda}\right)$

問4 観測点  $Q$  で観測される合成波の変位  $y_1(t) + y_2(t)$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$y_1(t) + y_2(t) = 2A \sin 2\pi\left(ft - \frac{L}{\lambda}\right) \times \boxed{4}$$

- ①  $\sin \pi \frac{\Delta L}{\lambda}$                       ②  $\sin 2\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$                       ③  $\sin 4\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$   
 ④  $\cos \pi \frac{\Delta L}{\lambda}$                       ⑤  $\cos 2\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$                       ⑥  $\cos 4\pi \frac{\Delta L}{\lambda}$

問5  $d = 4\lambda$  の関係があるとき、可動観測点  $Q$  を  $\theta = -\frac{\pi}{2}$ ,  $\theta = \frac{\pi}{2}$  までゆっくりと動かすと、観測される光は明暗をくり返した。観測される明るさが極大となる位置は、半円形のスクリーン全体では何ヵ所か。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $\boxed{5}$

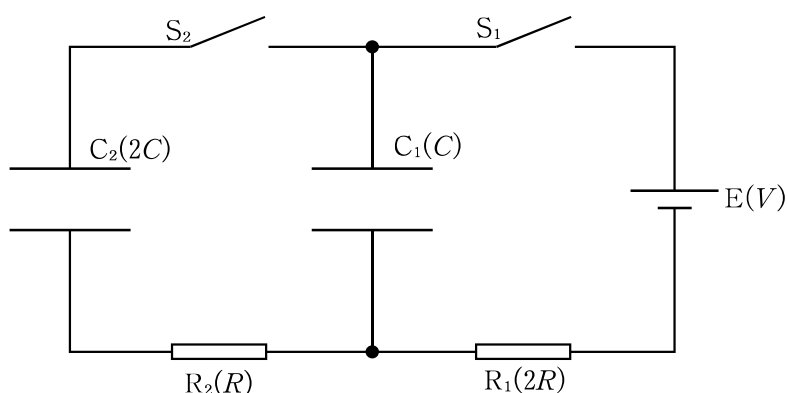
- ① 4                      ② 5                      ③ 6  
 ④ 7                      ⑤ 8                      ⑥ 9

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み，下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4〕

抵抗値がそれぞれ  $2R$ ,  $R$  の抵抗  $R_1$ ,  $R_2$ ，電気容量がそれぞれ  $C$ ,  $2C$  のコンデンサー  $C_1$ ,  $C_2$ ，起電力が  $V$  の電池  $E$  およびスイッチ  $S_1$ ,  $S_2$  を図のように接続した回路がある。最初，スイッチは開いており，コンデンサーに電荷は蓄えられていない。 $R_1$ ,  $R_2$  以外の電気抵抗はすべて無視でき，回路の自己インダクタンスも無視できるものとする。



スイッチ  $S_1$  を閉じると，抵抗  $R_1$  に電流が流れ，コンデンサー  $C_1$  の充電が始まる。

問 1 スイッチ  $S_1$  を閉じた直後に，抵抗  $R_1$  に流れる電流の大きさ  $I_0$  はいくらか。

正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $I_0 =$ 1 $\times \frac{V}{R}$

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

(下 書 き 用 紙)

4の問は次に続く。

問2 抵抗  $R_1$  を流れる電流の大きさが  $\frac{1}{3}I_0$  となった瞬間にスイッチ  $S_1$  を開いた。

このとき、コンデンサー  $C_1$  に蓄えられている静電エネルギー  $U_1$  はいくらか。

正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $U_1 = \boxed{2} \times CV^2$

- ①  $\frac{1}{10}$     ②  $\frac{1}{9}$     ③  $\frac{2}{9}$     ④  $\frac{4}{9}$     ⑤  $\frac{1}{2}$     ⑥  $\frac{2}{3}$

問2のあと、スイッチ  $S_2$  を閉じると、抵抗  $R_2$  に電流が流れた。

問3 抵抗  $R_2$  に流れる電流の大きさが  $I_0$  となったとき、コンデンサー  $C_2$  に蓄えられた電荷  $Q_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$Q_2 = \boxed{3} \times CV$

- ①  $\frac{1}{18}$     ②  $\frac{1}{9}$     ③  $\frac{5}{18}$     ④  $\frac{7}{18}$     ⑤  $\frac{5}{9}$     ⑥  $\frac{7}{9}$

問4 スイッチ  $S_2$  を閉じてから抵抗  $R_2$  に流れる電流の大きさが  $I_0$  となるまでに、

抵抗  $R_2$  で発生したジュール熱  $W_2$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$W_2 = \boxed{4} \times CV^2$

- ①  $\frac{7}{216}$     ②  $\frac{1}{18}$     ③  $\frac{7}{108}$     ④  $\frac{17}{108}$     ⑤  $\frac{5}{18}$     ⑥  $\frac{5}{9}$



(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

気体の温度と気体分子の速さの関係を調べるために、図 1 に示す装置を組み立て、真空中に設置した。気体を断熱材でできた容器に入れ、温度調節器で気体の温度を任意の温度に保つことができるようにした。容器の壁には小穴  $O$  が開いていて、ここから気体分子が容器の外部へ飛び出す。容器の外には 2 枚の薄い円盤  $R_1$  および  $R_2$  が中心を間隔  $s$  だけ離して中心を貫く軸で連結して置かれている。円盤には、それぞれ小さなスリット  $S_1$ 、 $S_2$  が開けられ、 $S_2$  は  $S_1$  に対して角度  $\theta$  ( $0 < \theta < 2\pi$ ) [rad] だけずらしてある。円盤  $R_2$  のすぐ右側には気体分子を検出するための検出器が置かれており、検出した分子の数を測定することができる。

小穴  $O$  と検出器を結ぶ直線（以下射線と呼ぶ）と円盤の連結軸は平行で、円盤の連結軸を回転させると、射線をスリット  $S_1$ 、 $S_2$  が横切る。スリットは気体分子がちょうど通り抜けられる幅となっているため、小穴  $O$  を飛び出し、検出器で検出される気体分子は、特定の速度をもつものに限定される。連結軸の回転の角速度の大きさを  $\omega$  とし、気体分子にはたらく重力の影響は無視できるものとする。以下では、検出器に到達する気体分子は、スリット  $S_1$  がちょうど射線を横切るときに  $S_1$  を通過し、その後スリット  $S_2$  がはじめて射線を横切るときに  $S_2$  を通過するもののみを考えればよいものとする。また、気体はすべて理想気体として扱ってよいものとする。なお、気体定数を  $R$ 、ボルツマン定数を  $k$  とする。

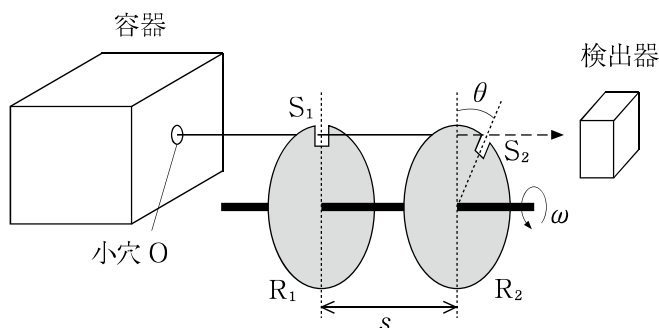


図 1

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

問1 小穴 O を飛び出して検出器に到達する気体分子の速さ  $v_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $v_0 = \boxed{1}$

①  $\frac{s\omega}{\theta}$

②  $\frac{\theta}{s\omega}$

③  $\frac{s\omega}{2\pi}$

④  $\frac{\theta\omega}{2\pi}$

⑤  $\frac{2\pi s}{\omega\theta}$

⑥  $\frac{s\omega\theta}{2\pi}$

容器内の気体には、様々な速度の気体分子が含まれる。気体分子の速度  $v$  について、 $v^2$  の分子全体の平均を  $\overline{v^2}$  とすると、 $\sqrt{\overline{v^2}}$  は二乗平均速度と呼ばれ、分子の速さを表すひとつの目安となる。

問2 容器内の気体が、温度  $T$ 、分子 1 個の質量  $m$  の単原子分子理想気体であるとき、 $\sqrt{\overline{v^2}}$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$\sqrt{\overline{v^2}} = \boxed{2}$

①  $\sqrt{\frac{kT}{2m}}$

②  $\sqrt{\frac{3kT}{2m}}$

③  $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$

④  $\frac{kT}{2m}$

⑤  $\frac{3kT}{2m}$

⑥  $\frac{3kT}{m}$

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

問3 図2は、単原子分子であり分子量が40であるアルゴン Ar の温度  $T_1$  における分子の速さの分布である。また、図3は、温度  $T_2$  の場合の Ar と単原子分子 X の速さ分布である。なお、図3中の破線で表される曲線は、図2中の曲線と同様のものである。気体分子の速さの分布については、分子数が最大値をとるときの分子の速さを  $v_p$  とすれば二乗平均速度が  $\sqrt{v^2} \doteq 1.2v_p$  で与えられることが知られている。このとき、温度  $T_1$ 、 $T_2$  の大小関係および、分子 X の組合せとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、分子 X は Ne (20), Kr (84), Xe (131) のいずれかであり、括弧内の数値はそれぞれの分子量を表している。

3

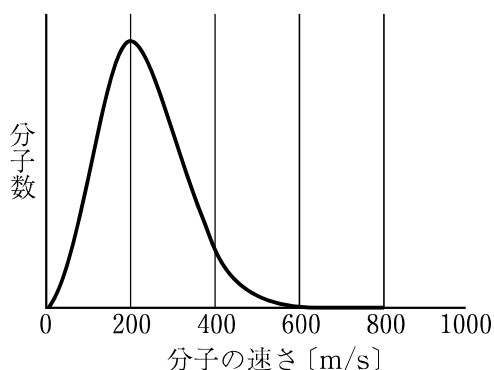


図2

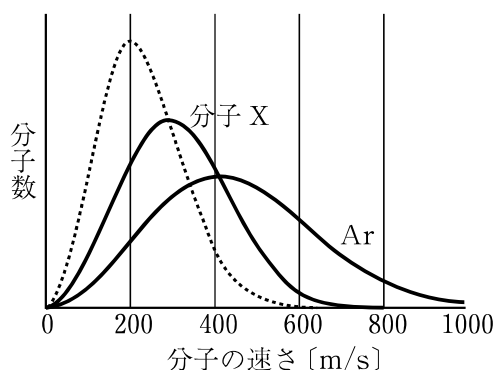


図3

	①	②	③	④	⑤	⑥
温度の大小関係	$T_1 < T_2$	$T_1 < T_2$	$T_1 < T_2$	$T_1 > T_2$	$T_1 > T_2$	$T_1 > T_2$
分子 X	Ne	Kr	Xe	Ne	Kr	Xe

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

分子が複数の原子からなる気体については、分子の並進運動のほかに回転運動や振動運動の効果も考える必要がある。気体の温度が上昇していくと回転運動の効果が加わるが、温度がそれほど高くない場合は、並進運動による運動エネルギーと回転運動による運動エネルギーを分離して、それぞれ考えてよく、理想気体 1 mol 当たりの内部エネルギーは、単原子分子理想気体では  $\frac{3}{2}RT$ 、二原子分子理想気体では回転の寄与があるため、 $\frac{5}{2}RT$  である。以下、温度がそれほど高くない場合について考えるものとする。

**問 4** 分子の回転運動による気体の内部エネルギーへの効果を確認してみよう。図 4 に示すように、容積  $V_0$  の容器 A と容積  $2V_0$  の容器 B を細いパイプで連結し、パイプの途中にバルブを付け、バルブを閉めた状態で A にヘリウム He ガスを、B に水素  $H_2$  ガスをそれぞれ  $n_A$  [mol] および  $n_B$  [mol] ずつ詰めた。最初、容器 A 内の He ガスの圧力は  $P_0$ 、絶対温度は  $T_0$ 、容器 B 内の  $H_2$  ガスの圧力は  $2P_0$ 、絶対温度は  $2T_0$  であった。バルブをゆっくり開き、十分時間が経って熱平衡になった。このときの容器内の気体の絶対温度を  $T$  とする。 $T$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、容器 A、容器 B、パイプ、およびバルブは断熱材でできていて、パイプやバルブの体積は無視でき、気体は理想気体とする。 $T = \boxed{4} \times T_0$

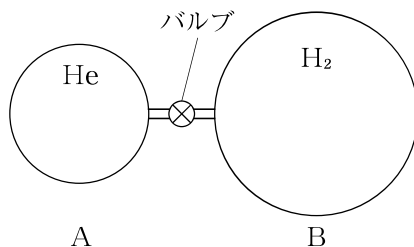


図 4

①  $\frac{5}{4}$

②  $\frac{3}{2}$

③  $\frac{2}{3}$

④  $\frac{7}{10}$

⑤  $\frac{3}{5}$

⑥  $\frac{23}{13}$



(下 書 き 用 紙)

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    O : 16    Na : 23    Cl : 35.5    Ag : 108

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

1 次の問 1 ～ 10 に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

問 1 周期表の第 1 周期から第 4 周期に含まれる元素からなる単体のうち、常温常圧 (25℃,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ) のもと、気体として存在するものの数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  種類

① 6    ② 7    ③ 8    ④ 9    ⑤ 10    ⑥ 11

問 2 元素 M の同位体には相対質量が  $m - 1$ ,  $m$ ,  $m + 1$  のもののみが存在し、相対質量  $m + 1$  のものは相対質量  $m$  のものの 1.1 倍の割合で存在している。M の原子量が  $m - 0.68$  と表されるとすると、相対質量  $m$  のものの存在比は全体の何 % か。その値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  
 %

① 5    ② 10    ③ 13    ④ 17    ⑤ 20    ⑥ 25

問3 次の(a)～(c)のうち、水にもジエチルエーテルにもよく溶ける物質をすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

3

(a) アセトン            (b) 塩化銀            (c) ヨウ素

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb  
⑤ aとc      ⑥ bとc      ⑦ aとbとc

問4 化学反応と光に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4

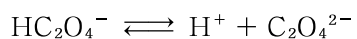
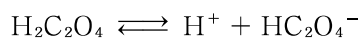
- ① 臭化銀は、光が当たると銀の微粒子を生成する。  
② 光を照射すると硬化する高分子は感光性高分子である。  
③ 植物が光を吸収して二酸化炭素と水から糖類を合成するはたらきを光合成という。  
④ 生体内でルシフェリンが酸化される過程で光が放出される現象を生物発光という。  
⑤ ルミノールは、血中のヘモグロビンを触媒とし、過酸化水素と反応して発光する。  
⑥ 塩素に光を照射しながらメタンと反応させると、光が触媒としてはたらき、置換反応が進む。

問5 可逆反応  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  が平衡状態にある。次の(a)～(c)のうち、この平衡を右に移動させる変化をすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。ただし、この変化でヨウ化水素が生成する反応は発熱反応である。 5

- (a) 温度一定で圧力を上げる。
- (b) 圧力一定で温度を下げる。
- (c) 温度と圧力一定で触媒を加える。

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb
- ⑤ aとc      ⑥ bとc      ⑦ aとbとc

問6 シュウ酸は水溶液中では次のように二段階で電離する。



水の電離を無視すると、シュウ酸水溶液中の水素イオンの濃度に関して次の関係式が成立する。ただし、 $[\text{X}]$  は  $\text{X}$  のモル濃度  $[\text{mol/L}]$  を表している。

$$[\text{H}^+] = a[\text{HC}_2\text{O}_4^-] + b[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$$

この式中の係数  $a$ 、 $b$  の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

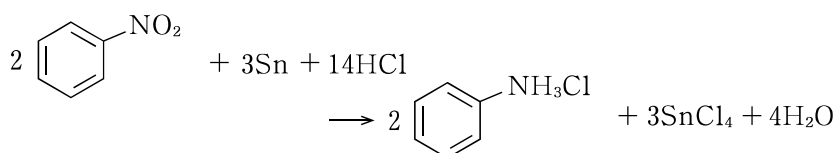
6

	$a$	$b$
①	1	0.5
②	1	1
③	1	2
④	2	0.5
⑤	2	1
⑥	2	2

問7 炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウム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なさい。 7

- ① いずれも白色の固体である。
- ② いずれの水溶液も塩基性を示す。
- ③ 炭酸水素ナトリウムは酸性塩である。
- ④ 炭酸水素ナトリウムを加熱すると炭酸ナトリウムが得られる。
- ⑤ いずれの水溶液もサリチル酸メチルを加えると、二酸化炭素が発生する。
- ⑥ いずれの水溶液も白金棒につけてガスバーナーの炎に入れると、黄色の炎色反応が見られる。

問8 ニトロベンゼンを塩酸酸性の条件下でスズと反応させると、次の化学反応式によってアニリン塩酸塩が生じる。



この反応によるニトロベンゼン中の窒素原子の酸化数の変化として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 8

- ① 2 だけ減少した。    ② 4 だけ減少した。    ③ 6 だけ減少した。
- ④ 2 だけ増加した。    ⑤ 4 だけ増加した。    ⑥ 6 だけ増加した。

問9 平均分子量が  $1.5 \times 10^3$  のポリグリシン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なさい。 9

- ① この化合物は不斉炭素原子をもつ。
- ② 水酸化ナトリウムとともに加熱すると、化合物中の窒素原子はすべて窒素の単体となる。
- ③ 濃硝酸に加えると黄色に呈色する。
- ④ 硫酸酸性の硫酸銅(Ⅱ)水溶液に加えると赤紫色に呈色する。
- ⑤ ニンヒドリン溶液に加えて加温すると青紫色に呈色する。
- ⑥ 臭素水に加えると臭素水が脱色する。

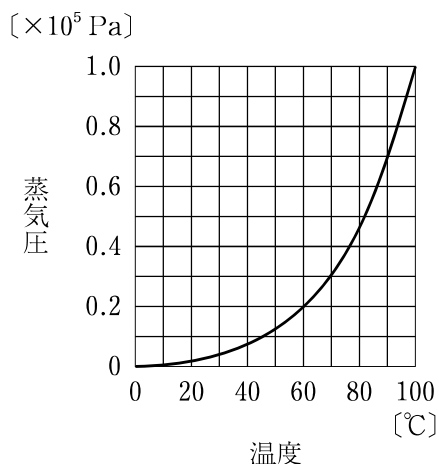
問10 ポリビニルアルコール 2.20 g をはかり取り、水に溶かして 100 mL とした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、浸透圧の値は  $27^\circ\text{C}$  のもとで 623 Pa を示した。このポリビニルアルコールの平均分子量の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 10

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $1.1 \times 10^4$ | ② $2.2 \times 10^4$ | ③ $4.4 \times 10^4$ |
| ④ $8.8 \times 10^4$ | ⑤ $2.2 \times 10^5$ | ⑥ $4.4 \times 10^5$ |

2 次の文章を読み、下の問 1 ～ 4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6〕

内容積が可変のピストン付き容器の中に、 $60^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ のもとで  $100 \text{ mL}$  の酸素  $\text{O}_2$  と  $V [\text{mL}]$  (ただし  $0 < V \leq 200$  とする) の水素  $\text{H}_2$  のみを入れた。この容器を  $60^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  に保った。

点火装置を用いて容器内の水素を完全燃焼させたのち、容器内を  $60^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  になるまで放置した。なお、反応後に液体の水が生じた場合、水の体積およびその水への気体の溶解は無視できるものとする。また、水の蒸気圧曲線は次の図のとおりである。



問 1  $60^{\circ}\text{C}$ における水の飽和蒸気圧  $[\text{Pa}]$  の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1  $\text{Pa}$

- |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $1.2 \times 10^4$ | ② $2.0 \times 10^4$ | ③ $3.6 \times 10^4$ |
| ④ $6.0 \times 10^4$ | ⑤ $7.2 \times 10^4$ | ⑥ $1.0 \times 10^5$ |



問2 次の文中の空欄  に入る式として最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

反応後、容器内に液体の水が存在しない場合、水蒸気分圧  $P_{\text{H}_2\text{O}}$  [Pa] は、入れた水素  $\text{H}_2$  の体積  $V$  [mL] を用いて

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \boxed{\text{ア}} \times 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

と表せる。

- ①  $\frac{V}{100 \text{ mL} - V}$       ②  $\frac{V}{100 \text{ mL} + V}$       ③  $\frac{V}{200 \text{ mL} - 2V}$   
④  $\frac{V}{200 \text{ mL} + 2V}$       ⑤  $\frac{2V}{200 \text{ mL} - V}$       ⑥  $\frac{2V}{200 \text{ mL} + V}$

問3  $V = 20 \text{ mL}$  として上記の操作を行ったところ、容器内に液体の水は存在しなかった。次の(1)、(2)に答えなさい。

(1) 反応後の容器の体積 [mL] の値として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。  mL

- ① 80      ② 90      ③ 100      ④ 110      ⑤ 120

(2) 反応後の容器内の相対湿度 [%] の値として最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、相対湿度とは

$$\frac{\text{容器内の H}_2\text{O の分圧 [Pa]}}{\text{その温度における水の飽和蒸気圧 [Pa]}} \times 100$$

で表される値である。  %

- ① 67      ② 75      ③ 80      ④ 89      ⑤ 91

問4  $V = 120 \text{ mL}$  として上記の操作を行ったところ、容器内に液体の水が生じていた。次の(1), (2)に答えなさい。

(1) 反応後の容器の体積〔mL〕の値として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。  mL

- ① 40      ② 50      ③ 100      ④ 160      ⑤ 220

(2) 反応後の容器内に存在する水のうち、水蒸気として存在するものの割合は何%となるか。その値として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。  %

- ① 8.3      ② 10      ③ 25      ④ 67      ⑤ 88

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問 1 ～ 6 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6〕

アルブチンは炭素、水素、酸素のみからなる分子量が 272 の化合物であり、グルコースに化合物 X が結合した構造をとっている配糖体（グリコシド結合により、糖類と他の原子団が結合した化合物）の一種である。アルブチンを構成するグルコースの構造によって、 $\alpha$ -アルブチンと  $\beta$ -アルブチンが存在する。アルブチンをフェーリング液に加えて加熱しても変化は見られなかった。アルブチンを適切な酵素により加水分解するとグルコースと化合物 X が物質質量比 1 : 1 で得られた。

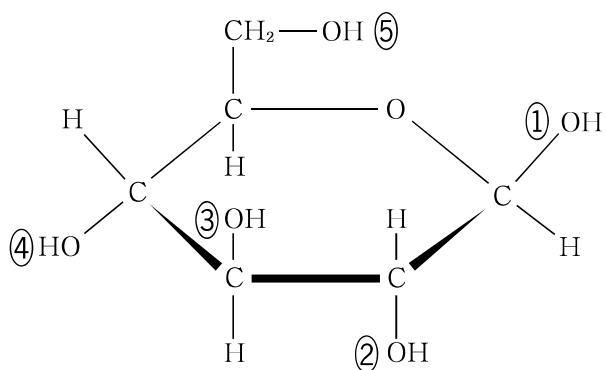
化合物 X はベンゼンの二置換体であり、この 27.5 mg を完全燃焼したところ、二酸化炭素が 66.0 mg と水が 13.5 mg が得られた。また、化合物 X のベンゼン環上の水素原子一つを塩素原子に置換する場合、生じうる化合物は 1 種類である。以上より、化合物 X はベンゼン環の ア 位に イ 置換基が結合している化合物であることがわかる。

問 1 グルコースに関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

- ① グルコースは水にもジエチルエーテルにもよく溶ける。
- ② グルコースはアルコール発酵によりメタノールと水に分解される。
- ③ グルコースとリボースは互いに構造異性体の関係にある。
- ④ マルトースを加水分解するとグルコースのみが得られる。
- ⑤ デンプンは  $\beta$ -グルコースが多数重合して得られる高分子化合物である。

問2 ここでは $\beta$ -アルブチンについて考えるものとする。下線部の結果から、 $\beta$ -アルブチンでは $\beta$ -グルコースのどのヒドロキシ基を用いて化合物 X と結合しているか。最も適切なものを、次の図中の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

2



問3 文中の空欄 **ア** , **イ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

	<b>ア</b>	<b>イ</b>
①	オルト	同一の
②	オルト	異なる
③	パラ	同一の
④	パラ	異なる
⑤	メタ	同一の
⑥	メタ	異なる

問4 化合物 X に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ  
選びなさい。 4

- ① 一对の鏡像異性体が存在する。
- ② 炭酸水素ナトリウム水溶液に発泡しながら溶解する。
- ③ 水酸化ナトリウムと反応して水素が発生する。
- ④ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると黄色沈殿が生じる。
- ⑤ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加えると特有の呈色が見られる。

問5 アルブチンの分子式を  $C_xH_yO_z$  で表したとき、 $z$  の値として最も適切なもの  
を、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 5    ② 6    ③ 7    ④ 8    ⑤ 9

問6 化合物 X は次に示すように 2 価の還元剤として作用し、化合物 Y に変化する  
ことが知られている。



2.72 g のアルブチンを完全に加水分解したのち、十分量のアンモニア性硝酸銀水  
溶液を加えて加熱した。このときに得られる銀の質量 [g] の値として最も適切  
なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし、グルコースは 2 価の  
還元剤として作用するものとする。 6 g

- ① 0.540    ② 1.08    ③ 2.16    ④ 4.32    ⑤ 6.48

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問 1～4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6 〕

$\text{Cl}^-$  と  $\text{CrO}_4^{2-}$  を含む混合水溶液に  $\text{AgNO}_3$  の水溶液を少しずつ加えると、まず ア 色の  $\text{AgCl}$  の沈殿が、次いで イ 色の  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の沈殿が生じる。これらの沈殿生成反応を利用し、 $\text{K}_2\text{CrO}_4$  を指示薬として  $\text{Cl}^-$  を定量する方法をモール法という。この方法を用いて、次の操作 1～4 を行い、しょうゆ中の塩化物イオン濃度を調べた。

操作 1 市販のしょうゆ 1.0 mL を、ホールピペットを用いて 50 mL のメスフラスコに移し、純水で正確に 50 倍に希釈した。

操作 2 希釈したしょうゆ 10 mL を、ホールピペットを用いてコニカルビーカーに移した。ここに純水を 20 mL 加えたのち、 $\text{CrO}_4^{2-}$  の濃度が  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$  となるように  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液を加えた。

操作 3  $2.0 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$  の  $\text{AgNO}_3$  水溶液を、ビュレットを用いて滴下し、イ 色の沈殿が観測された時点で滴下を終えた。

操作 4 操作 2～3 を 3 回繰り返し、次の滴定結果を得た。

実験	1 回目	2 回目	3 回目
滴下量 [mL]	3.01	2.97	3.02

以下の問いにおいて、必要ならば、 $\text{AgCl}$  の溶解度積は  $2.0 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 、 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の溶解度積は  $1.0 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$  を用いなさい。また、実験を通して、試料中には  $\text{AgCl}$  や  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の沈殿に影響を与えたり、他に沈殿を形成したりするイオンなどは含まれていないものとする。



問1 文中の空欄 ア， イ に入る色の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">ア</span>	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">イ</span>
①	白	黒
②	白	赤褐
③	黒	白
④	黒	赤褐
⑤	赤褐	白
⑥	赤褐	黒

問2 モール法の原理に関する次の(1)，(2)に答えなさい。

(1)  $\text{Cl}^-$  と  $\text{CrO}_4^{2-}$  の濃度がいずれも  $0.010 \text{ mol/L}$  である混合水溶液に  $\text{AgNO}_3$  水溶液を滴下すると，まず  $\text{AgCl}$  の沈殿が生じ，次いで  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の沈殿が生じる。 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の沈殿が生じ始めた時点で，沈殿せずに水溶液中に残存する  $\text{Cl}^-$  の物質量はもとの何%となっているか。その値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし， $\text{AgNO}_3$  水溶液の滴下による混合水溶液の体積の変化は起こらないものとする。 2 %

- ①  $1.0 \times 10^{-3}$       ②  $2.0 \times 10^{-3}$       ③  $1.0 \times 10^{-2}$   
 ④  $2.0 \times 10^{-2}$       ⑤  $1.0 \times 10^{-1}$       ⑥  $2.0 \times 10^{-1}$

- (2) この実験では、試料中に共存する試薬によって  $\text{AgNO}_3$  水溶液の滴下量に誤差が生じる。次の(a)～(c)のうち、試料の水溶液に加えることによって  $\text{AgNO}_3$  水溶液の滴下量が増える物質をすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 3

- (a) 硝酸  
(b) アンモニア  
(c) 水酸化ナトリウム

- ① aのみ      ② bのみ      ③ cのみ      ④ aとb  
⑤ aとc      ⑥ bとc      ⑦ aとbとc

- 問3 操作1～4に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 4

- ① ホールピペットが純水でぬれている場合は、これから用いる液体で内部を数回すすいでから用いる。  
② 操作2で加える純水 20 mL を正確にはかり取る必要はない。  
③ メスフラスコは純水でぬれたまま用いてもよい。  
④ コニカルビーカーの代わりに三角フラスコを用いることもできる。  
⑤ 本実験では無色のビュレットを用いる必要がある。

問4 希釈前のしょうゆ中の塩化ナトリウム量に関する次の(1), (2)に答えなさい。ただし、しょうゆ中の  $\text{Cl}^-$  はすべて塩化ナトリウムから生じるものとする。

(1) このしょうゆ中の塩化物イオン濃度  $[\text{mol/L}]$  の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5  $\text{mol/L}$

- ① 0.33    ② 0.67    ③ 1.5    ④ 2.0    ⑤ 3.0    ⑥ 5.0

(2) このしょうゆの密度が  $1.1 \text{ g/cm}^3$  であるとする、しょうゆ中の塩化ナトリウムの質量パーセント濃度  $[\%]$  の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6  $\%$

- ① 1.8    ② 3.6    ③ 8.0    ④ 11    ⑤ 16    ⑥ 27

# 生 物

1 細胞と分子に関する次の文（A～C）を読み，下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 細胞にはリン脂質二重層からなる a 生体膜 でできた構造体が多数みられる。それらには細胞質の最外層にある細胞膜のほか，核や小胞体，ゴルジ体，ミトコンドリア，葉緑体などの b 細胞小器官 がある。細胞膜や細胞小器官を構成する生体膜は基本的に共通の構造をもっている。

問1 下線部 a に関して，生体膜の構造と性質に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 生体膜の内側には脂質やタンパク質に結合した炭水化物（糖鎖）が多数存在するが，生体膜の外側には存在していない。
- ② 生体膜の厚さはおよそ  $5\sim 6\ \mu\text{m}$  である。
- ③ 生体膜は，リン脂質の親水性の部分が向き合った二重層になっている。
- ④ 生体膜を構成するリン脂質分子は，1分子のグリセリンに3分子の脂肪酸と1分子のリン酸が結合してできている。
- ⑤ 二重に並んだリン脂質分子の疎水性の部分は固定されているが親水性の部分は固定されていないため，膜タンパク質は細胞膜内を自由に動くことができる。
- ⑥ リン脂質二重層は水を通しにくいため，細胞内外の水の移動にはチャネルと呼ばれるタンパク質がはたらく。

問2 下線部 **b** に関して，細胞小器官の構造とはたらきに関する記述として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。 

2
---

- ① 液胞はタンパク質に糖を付加する他，物質の貯蔵と分泌にかかわる。
- ② 核膜は2枚の生体膜からなり，外側の膜はゴルジ体と結合している。
- ③ ゴルジ体は微小管の形成中心となり，細胞分裂時にはたらく。
- ④ 表面にリボソームが付着した小胞体は，おもに脂質の合成などにかかわっている。
- ⑤ ミトコンドリアは線状のDNAをもつ。
- ⑥ リソソームは不要になった細胞小器官などを分解するオートファジー（自食作用）に関係している。

**B** タンパク質の立体構造は、アミノ酸が鎖状に繋がったものが、さらに折りたたまれることでつくられる。タンパク質の立体構造はタンパク質のはたらきと密接に関係している。

**問3** タンパク質内にみられる結合の種類と、その結合の名称の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

結合の種類	結合の名称
① タンパク質の一次構造をつくる結合	ジスルフィド結合
② タンパク質の一次構造をつくる結合	水素結合
③ $\alpha$ ヘリックス、 $\beta$ シートをつくる結合	ジスルフィド結合
④ $\alpha$ ヘリックス、 $\beta$ シートをつくる結合	水素結合
⑤ システインの側鎖どうしの結合	ペプチド結合
⑥ システインの側鎖どうしの結合	水素結合

**問4** タンパク質の立体構造に変化をもたらさない現象として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 4

- ① 細胞膜のナトリウムポンプによる ATP の分解
- ② 細胞膜におけるホルモンとホルモン受容体との結合
- ③ 細胞膜のグルコース輸送体へのグルコースの結合
- ④ シナプス後膜の伝達物質依存性ナトリウムチャネルへの神経伝達物質の結合
- ⑤ ①～④にはない。

問5 生体膜を介した物質輸送のうち、受動輸送として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 

5
---

- ① 筋繊維における収縮後の  $\text{Ca}^{+}$  の筋小胞体への移動
- ② 細胞膜におけるナトリウム—カリウム ATP アーゼによる  $\text{Na}^{+}$  の輸送
- ③ 小腸におけるグルコースの吸収
- ④ ミトコンドリアの電子伝達系における  $\text{H}^{+}$  のマトリックスから膜間腔への輸送
- ⑤ 葉緑体のチラコイド膜における  $\text{H}^{+}$  のチラコイド内腔からストロマへの輸送

C 生体内において化学反応が秩序だって行われ、恒常性が維持されるためには酵素のはたらきが重要である。

問6 酵素に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ  
選びなさい。 

6
---

- ① 細胞質基質ではたらく酵素の多くは、最適 pH が 3～5 である。
- ② 酵素は活性化エネルギーを増大させることで化学反応を速やかに進行させる。
- ③ ヒトは十分な量の酵素を合成することができないので、食事によって酵素を体内に取り込むことで補っている。
- ④ 酵素が基質との反応を進行する際に必要な低分子の有機物を補酵素と呼ぶ。
- ⑤ すべての酵素は反応に補酵素を必要とする。



問7 次の図1は同じ物質を基質として分解する酵素ア～ウの、酵素の反応速度と基質濃度の関係を示している。これら3つの酵素を基質と結合しやすい（親和性の高い）順に並べたものとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、酵素ア～ウの濃度は等しく、それぞれの酵素の反応は最適な温度・pHのもとで行った。

7

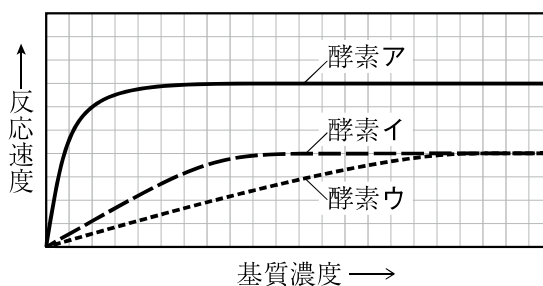


図1

- ① 酵素ア > 酵素イ > 酵素ウ
- ② 酵素ア > 酵素イ = 酵素ウ
- ③ 酵素ア > 酵素ウ > 酵素イ
- ④ 酵素イ > 酵素ア > 酵素ウ
- ⑤ 酵素イ > 酵素ウ > 酵素ア
- ⑥ 酵素イ = 酵素ウ > 酵素ア
- ⑦ 酵素ウ > 酵素ア > 酵素イ
- ⑧ 酵素ウ > 酵素イ > 酵素ア

2 光合成に関する次の文を読み、下の問1～8に答えなさい。

〔解答番号 1 ～ 10 〕

真核生物の、光合成は葉緑体で行われる。細胞内共生説によれば、葉緑体は現在みられる ア のような イ に由来すると考えられている。光合成は A 光化学系Ⅰ、B 光化学系Ⅱ、C 電子伝達系、D カルビン回路の4つの反応に分けることができる。光化学系ⅠとⅡでは、光合成色素であるクロロフィルによる光エネルギーの吸収が起こる。光化学系ⅠとⅡではたらく a 光合成色素はクロマトグラフィーによって分離することができる。

カルビン回路は二酸化炭素を固定する反応であり、次のような過程を経る。6分子の二酸化炭素が ウ 分子の  $C_5$  物質である エ と反応し、12分子の  $C_3$  物質となる。この反応を触媒する酵素はルビスコと呼ばれる。

光化学系ⅠとⅡならびに電子伝達系は、かつてヒル反応と呼ばれた反応系である。ヒルはガラスの容器内にホウレンソウの葉をすりつぶした液、オ されやすいシュウ酸鉄(Ⅲ)、酸素と結合すると色が カ なるヘモグロビン、水を入れ、二酸化炭素のない状態で光を当てたところ、酸素が発生することを示した。この反応では、発生した酸素は キ に由来すると考えられる。

光合成は、植物以外では イ や b 緑色硫黄細菌、紅色硫黄細菌 なども行う。

問1 文中の ア・イ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 1

- | ア       | イ        |
|---------|----------|
| ① シャジクモ | シアノバクテリア |
| ② シャジクモ | 好気性細菌    |
| ③ ネンジュモ | シアノバクテリア |
| ④ ネンジュモ | 好気性細菌    |
| ⑤ ミドリムシ | シアノバクテリア |
| ⑥ ミドリムシ | 好気性細菌    |

問2 文中の ウ ・ エ にあてはまる数値と語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 2

- |   | ウ  | エ    |
|---|----|------|
| ① | 3  | GAP  |
| ② | 3  | RuBP |
| ③ | 3  | PGA  |
| ④ | 6  | GAP  |
| ⑤ | 6  | RuBP |
| ⑥ | 6  | PGA  |
| ⑦ | 12 | GAP  |
| ⑧ | 12 | RuBP |
| ⑨ | 12 | PGA  |

問3 文中の オ ～ キ にあてはまる語句の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

- |   | オ  | カ   | キ        |
|---|----|-----|----------|
| ① | 還元 | 明るく | シュウ酸鉄(Ⅲ) |
| ② | 還元 | 明るく | 水        |
| ③ | 還元 | 暗く  | シュウ酸鉄(Ⅲ) |
| ④ | 還元 | 暗く  | 水        |
| ⑤ | 酸化 | 明るく | シュウ酸鉄(Ⅲ) |
| ⑥ | 酸化 | 明るく | 水        |
| ⑦ | 酸化 | 暗く  | シュウ酸鉄(Ⅲ) |
| ⑧ | 酸化 | 暗く  | 水        |

問4 太陽光をプリズムに通すと、図1のようなスペクトルが見られる。図1中のク～コのうち、クロロフィルがよく吸収する光の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 4

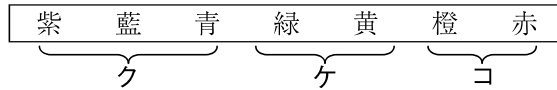


図1

- ① クのみ      ② ケのみ      ③ コのみ  
 ④ ク、ケ      ⑤ ク、コ      ⑥ ケ、コ      ⑦ ク、ケ、コ

問5 文中の下線部A～Dに関して、次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

(1) 下線部A～Dのうち、葉緑体のチラコイドで起こる反応を過不足なく含むものはどれか。次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 5

- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ  
 ⑤ A、B      ⑥ C、D      ⑦ A、B、C

(2) 下線部A～Dのうち、ATPを消費する過程を過不足なく含むものはどれか。次の①～⑦のうちから一つ選びなさい。 6

- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ      ④ Dのみ  
 ⑤ A、B      ⑥ C、D      ⑦ A、B、C

問6 下線部 a に関する次の文を読み、下の(1)・(2)の問いに答えなさい。

ホウレンソウに含まれる複数の光合成色素を、ジエチルエーテルを用いて抽出した。その後、光合成色素を分離するために、図2のような装置を用いて展開した。展開溶媒は **サ** を用い、図2中の **シ** の所まで展開溶媒を入れた。その結果、クロロフィル a、クロロフィル b、カロテン、およびキサントフィルが分離した。原点からの移動距離が最も大きなものは **ス** であり、橙色を呈した。青緑色を呈する色素は **セ** であった。

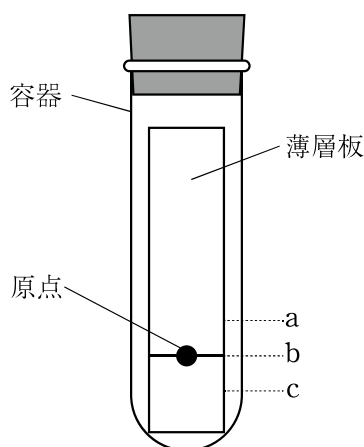


図2

- (1) 文中の **サ** ・ **シ** にあてはまる語句と記号の組合せとして最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **7**

	サ	シ
①	生理食塩水	a
②	生理食塩水	b
③	生理食塩水	c
④	石油エーテルとアセトンの混合液	a
⑤	石油エーテルとアセトンの混合液	b
⑥	石油エーテルとアセトンの混合液	c

- (2) 文中の ス ・ セ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 8

	ス	セ
①	カロテン	クロロフィル a
②	カロテン	クロロフィル b
③	キサントフィル	クロロフィル a
④	キサントフィル	クロロフィル b
⑤	クロロフィル a	クロロフィル b
⑥	クロロフィル b	クロロフィル a

- 問 7 下線部 b は光合成細菌と呼ばれる。緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べなさい。

9

- ① 光化学系 I と II をもつが、カルビン回路をもたない。
- ② クロロフィル a をもつ。
- ③ 光合成によって酸素を発生しない。
- ④ 光合成の反応において二酸化炭素を用いない。
- ⑤ 光エネルギーを用いず、無機物を酸化して得られるエネルギーを用いる。

問8 ある植物の葉について調べたところ、呼吸速度が  $4 \text{ mgCO}_2 / (\text{時間} \cdot 100 \text{ cm}^2)$  であり、12 キロルクスの光を照射したときの見かけの光合成速度は  $14 \text{ mgCO}_2 / (\text{時間} \cdot 100 \text{ cm}^2)$  であった。この植物の  $200 \text{ cm}^2$  の葉に 12 キロルクスの光を 16 時間照射したのち、8 時間光の当たらない場所に置いた。実験開始から増加したこの葉の有機物の質量 (mg) として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお、呼吸速度は明るさによらず一定であり、つくられる有機物はすべてグルコースとし、葉から移動しないものとする。また、原子量は  $\text{H} = 1.0$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{O} = 16$  とする。 10 mg

- ① 109      ② 131      ③ 218      ④ 262      ⑤ 524

3 発生と遺伝子発現に関する次の文（A～C）を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 動物では、発生の比較的早い段階で、将来配偶子に分化する細胞が生じる。この細胞を始原生殖細胞という。始原生殖細胞は、オスでは精巣、メスでは卵巣に分化する部分に移動し、個体の成熟後にはそれぞれ精子と a 卵 に分化する。このような b 配偶子形成の過程 では、体細胞分裂と減数分裂が行われている。

問1 下線部 a に関して、動物の卵形成の過程では、卵細胞とともに極体と呼ばれる小型の細胞ができる。正常な卵形成で 10 個の卵細胞が形成されたとき、その過程で生じる極体の数として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、第一極体は分裂を行うものとする。

- ① 5 個              ② 10 個              ③ 15 個  
④ 20 個            ⑤ 30 個              ⑥ 40 個

問2 下線部 b に関して、動物の配偶子形成で減数分裂が起こる過程として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① 一次卵母細胞が卵になるまでの過程  
② 始原生殖細胞から卵原細胞になるまでの過程  
③ 精原細胞が一次精母細胞になるまでの過程  
④ 精細胞が精子になるまでの過程  
⑤ 卵原細胞が増殖する過程



**B** カエルの背腹軸は、卵に精子が進入した際の位置により決定され、そのしくみには母性因子と呼ばれる物質が関与している。**ア**は卵の細胞質全体に分布している。また、**イ**は植物極側に局在しているが、卵に精子が進入することで生じる表層回転により、精子進入点と反対の方向へ移動する。**イ**は**ア**の分解を抑制するため、**イ**の移動によって**ア**の濃度勾配が形成される。原腸胚期以降に起こる c 神経誘導 にも、さまざまなタンパク質が関与している。

問3 文中の **ア**・**イ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **3**

- |   | ア            | イ       |
|---|--------------|---------|
| ① | インテグリン       | ディシエベルド |
| ② | インテグリン       | ノーダル    |
| ③ | カドヘリン        | ディシエベルド |
| ④ | カドヘリン        | ノーダル    |
| ⑤ | $\beta$ カテニン | ディシエベルド |
| ⑥ | $\beta$ カテニン | ノーダル    |

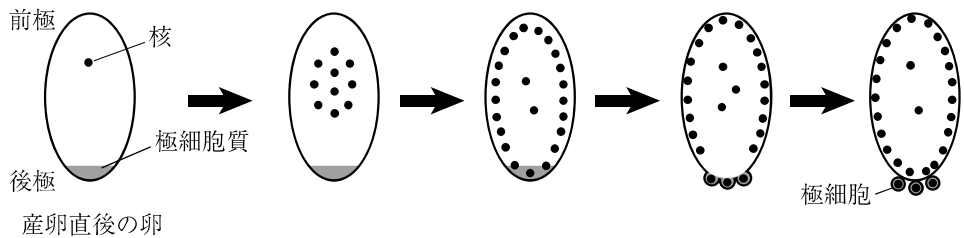
問4 下線部 c に関して、神経誘導が起こる時期には、外胚葉の細胞の表皮と神経への分化が起こる。このしくみに関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

4
---

- ① ノギン、コーディンが結合した細胞は神経に分化する。BMP はノギン、コーディンと細胞の結合を阻害する。ノギン、コーディンが結合しなかった細胞は表皮に分化する。
- ② ノギン、コーディンが結合した細胞は表皮に分化する。BMP はノギン、コーディンと細胞の結合を阻害する。ノギン、コーディンが結合しなかった細胞は神経に分化する。
- ③ BMP が結合した細胞は神経に分化する。ノギン、コーディンは BMP と細胞の結合を阻害する。BMP が結合しなかった細胞は表皮に分化する。
- ④ BMP が結合した細胞は神経に分化する。ノギン、コーディンは BMP を分解する。BMP 濃度が低下した領域の細胞は表皮に分化する。
- ⑤ BMP が結合した細胞は表皮に分化する。ノギン、コーディンは BMP と細胞の結合を阻害する。BMP が結合しなかった細胞は神経に分化する。
- ⑥ BMP が結合した細胞は表皮に分化する。ノギン、コーディンは BMP を分解する。BMP 濃度が低下した領域の細胞は神経に分化する。

C ショウジョウバエの幼虫のからだは 14 の体節からなり，各体節にはそれぞれ特定の構造がつくられる。体節の形成過程では，d3 種類の分節遺伝子が順に発現する。また，ショウジョウバエの生殖細胞は，胚発生の初期に卵の後極側に形成される極細胞と呼ばれる細胞に由来する。極細胞の形成には，ミトコンドリアのゲノムにあってミトコンドリア内で転写される mtlrRNA が関与している。mtlrRNA は，極細胞質中でのみミトコンドリア外へ移送され，極顆粒と呼ばれる構造物に局在することがわかっている。極顆粒は極細胞質中のみに観察される，極細胞の形成に必須な構造物である。極顆粒は，産卵直後の卵の極細胞質中ではミトコンドリアと接触しており，mtlrRNA はミトコンドリアと極顆粒の境界部に観察される。この状態は産卵後約 30 分間継続する。一連の過程を図 1 に示している。mtlrRNA のはたらきを調べるため，以下のような実験を行った。

#### 極細胞形成の過程



#### mtlrRNA の分布の様子

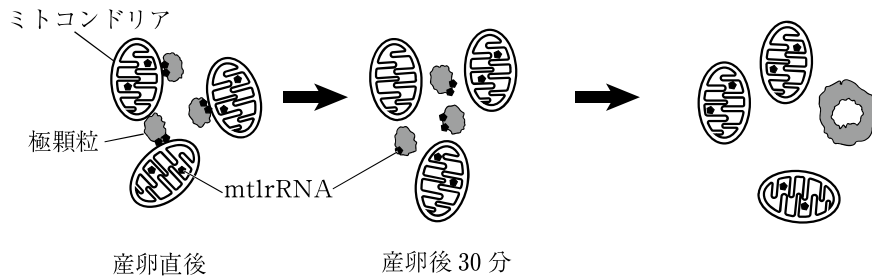


図 1

実験1: mtlrRNA を特異的に切断する分子を極細胞質（後極付近の細胞質）の細胞質基質中に注入すると、極細胞の形成が阻害された。なお、この分子は生体膜を通過しない。

実験2: ミトコンドリアに存在するタンパク質 T の機能を低下させると、極顆粒は形成されミトコンドリアと接触していたが、極顆粒が小さく、極顆粒上に mtlrRNA は観察されなかった。

問5 下線部 d に関して、分節遺伝子の発現とはたらきに関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 

5
---

- ① ギャップ遺伝子、セグメントポラリティ遺伝子、ペアルール遺伝子の順に発現する。
- ② セグメントポラリティ遺伝子のはたらきによって、体節の前後と境界が決定する。
- ③ 7種のギャップ遺伝子は、それぞれ前後軸に沿った7本のしま状に発現する。
- ④ 発現するホメオティック遺伝子の種類によって、特定のペアルール遺伝子が発現する。
- ⑤ 母性因子の濃度勾配にしたがって、領域ごとに特定のセグメントポラリティ遺伝子が発現する。

問6 実験1から考察されることとして最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 6

- ① 極細胞の形成には、mtlrRNAが極細胞質中に存在することが重要である。
- ② 極細胞の形成には、極細胞質中のmtlrRNAが時間と共に減少することが重要である。
- ③ 極細胞の形成には、極細胞質中のミトコンドリア内にmtlrRNAが存在することが重要である。
- ④ 極細胞の形成には、後極に多く前極で少なくなるmtlrRNAの段階的な濃度勾配が重要である。
- ⑤ 極細胞の形成には、前極に多く後極で少なくなるmtlrRNAの段階的な濃度勾配が重要である。

問7 実験2から考察される、タンパク質Tの機能として最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。 7

- ① 極顆粒の小型化
- ② ミトコンドリアから極顆粒へのmtlrRNAの移動
- ③ ミトコンドリアと極顆粒の接触
- ④ ミトコンドリア内でのmtlrRNAの合成の抑制

4 ヒトの神経系と内分泌系に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～8に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 8 〕

A ヒトの神経系は ア 神経系と イ 神経系からなる。ア 神経系は脳と脊髄によって構成され、ウ に由来する。発生の過程で ウ の前端部が膨らんで脳となり、後半は細長く伸びて脊髄となる。脊髄は脊椎骨に包まれた円柱状の構造で、中心部には細胞体が密に存在する エ，周辺部には オ 神経の軸索が集まった カ がある。

イ 神経系には キ 神経系と自律神経系がある。キ 神経系は受容器からの情報を中枢へと伝える感覚神経と中枢からの情報を骨格筋に伝える運動神経からなる。自律神経系は交感神経と副交感神経からなり、ク に作用することで体内環境の維持にはたらいっている。

問1 文中の ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	中枢	末梢	神経管
②	中枢	末梢	脊索
③	中枢	末梢	表皮
④	末梢	中枢	神経管
⑤	末梢	中枢	脊索
⑥	末梢	中枢	表皮

問2 文中の **エ** ～ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは  
 どれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。 **2**

	エ	オ	カ
①	灰白質	無髄	白質
②	灰白質	有髄	白質
③	白質	無髄	灰白質
④	白質	有髄	灰白質

問3 文中の **キ** ・ **ク** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものは  
 どれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **3**

	キ	ク
①	遠心性	拮抗的
②	遠心性	相補的
③	求心性	拮抗的
④	求心性	相補的
⑤	体性	拮抗的
⑥	体性	相補的

問4 ヒトの脊髄からは 31 対の神経の束が、左右の背根と腹根を通して出ている。

感覚神経、運動神経、自律神経が通る経路と脊髄神経節の位置の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 4

	感覚神経	運動神経	自律神経	脊髄神経節の位置
①	背根	腹根	背根	背根
②	背根	腹根	背根	腹根
③	背根	腹根	腹根	背根
④	背根	腹根	腹根	腹根
⑤	腹根	背根	背根	背根
⑥	腹根	背根	背根	腹根
⑦	腹根	背根	腹根	背根
⑧	腹根	背根	腹根	腹根

問5 ヒトの脳と脊髄に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

- ① 運動神経は脊髄で、感覚神経は延髄で左右が交さする。
- ② 屈筋反射の中樞は中脳であり、だ液分泌の中樞は延髄である。
- ③ 膝蓋腱反射における伸筋の反射弓では、感覚神経と運動神経が直接シナプスを形成している。
- ④ 脊髄は瞳孔反射の中樞としてはたらく。
- ⑤ 大脳の右半分を損傷すると、からだの右半分が<sup>まひ</sup>麻痺する。
- ⑥ 脳では灰白質が内側、白質が外側に位置する。



B 哺乳類や鳥類は、体温が一定の範囲に保たれる恒温動物であり、体温調節のしくみがよく発達している。ヒトでは、皮膚や血液の温度の低下を **ケ** にある体温調節中枢が感知すると、交感神経のはたらきによって皮膚の血管が収縮して放熱が抑制される。また、**コ** からアドレナリン、**サ** から糖質コルチコイド、**シ** から a チロキシン が分泌されることで代謝が活発になり、熱生産量が増加する。

問6 文中の **ケ** にあてはまる語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べなさい。 **6**

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ① 延髄 | ② 間脳 | ③ 小脳 |
| ④ 脊髄 | ⑤ 大脳 | ⑥ 中脳 |

問7 文中の **コ** ～ **シ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べなさい。 **7**

- |   | コ    | サ    | シ    |
|---|------|------|------|
| ① | 副腎髄質 | すい臓  | 甲状腺  |
| ② | 副腎髄質 | すい臓  | 副甲状腺 |
| ③ | 副腎髄質 | 副腎皮質 | 甲状腺  |
| ④ | 副腎髄質 | 副腎皮質 | 副甲状腺 |
| ⑤ | 副腎皮質 | すい臓  | 甲状腺  |
| ⑥ | 副腎皮質 | すい臓  | 副甲状腺 |
| ⑦ | 副腎皮質 | 副腎髄質 | 甲状腺  |
| ⑧ | 副腎皮質 | 副腎髄質 | 副甲状腺 |

問8 図1はヒトの視床下部と脳下垂体の模式図である。下線部 a のチロキシンの分泌に関して説明した次の文中の ス ～ ソ にあてはまる記号の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし A と B は神経分泌細胞を表し、C と D は脳下垂体の各部分を表す。 8

代謝を活発にするはたらきのあるチロキシンは、ある分泌腺が分泌するホルモンの作用によって分泌が促進される。チロキシンの分泌を促進するこのホルモンは ス から分泌され、ス からのホルモンの分泌は セ から分泌される放出ホルモンによって調節されている。また、ソ では腎臓の集合管に作用して水の再吸収を促進するホルモンが合成される。

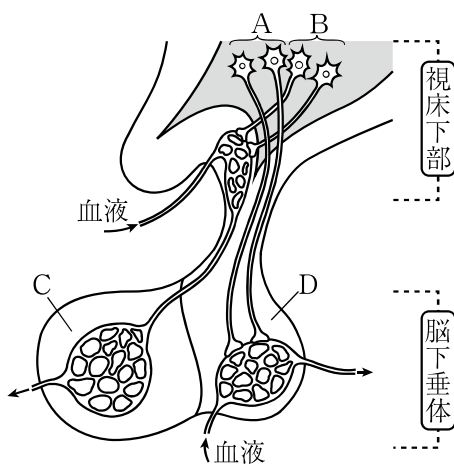


図1

- |   | ス | セ | ソ |
|---|---|---|---|
| ① | C | B | A |
| ② | C | B | B |
| ③ | C | B | C |
| ④ | D | A | A |
| ⑤ | D | A | B |
| ⑥ | D | A | C |

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

- 5 バイオームおよび植生と遷移に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～7に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 9 〕

A さまざまな地域にどのような動植物が分布するかは、それぞれの気候によって決まり、ある地域の植生とそこに生息する動物などを含めた生物の集まりをバイオームという。バイオームの種類や分布は、気候を決定するおもな要因である降水量と気温に対応して変化する。

図1は世界のいくつかのバイオームにおける降水量と気温の関係について示したものである。なお、図中の折れ線グラフは月平均気温を、棒グラフは月降水量を示している。

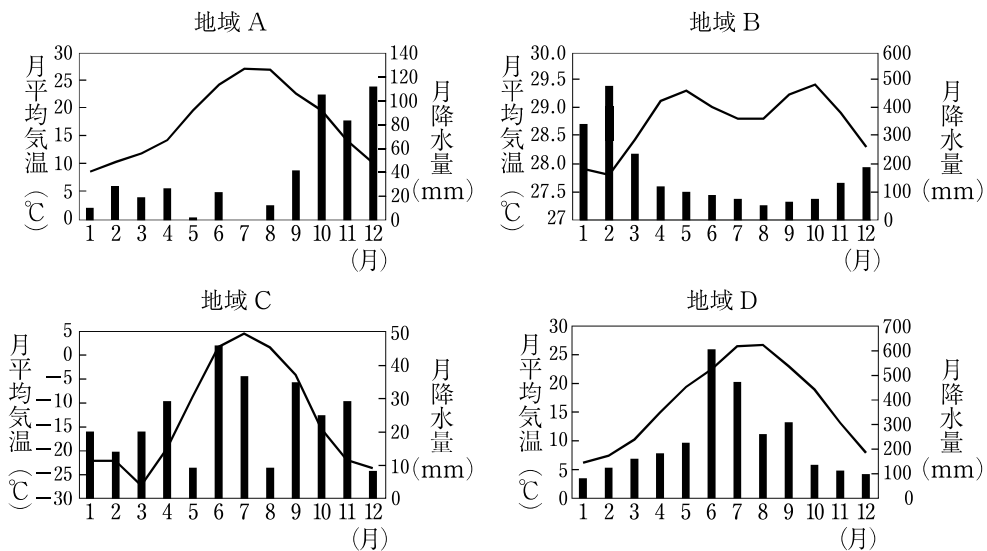


図1

問1 図1のうち、次のア・イにあてはまる地域の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選べなさい。 1

ア スダジイやアラカシが優占する地域

イ 地衣類やコケ類が優占する地域

- | ア      | イ    |
|--------|------|
| ① 地域 A | 地域 B |
| ② 地域 A | 地域 D |
| ③ 地域 B | 地域 A |
| ④ 地域 B | 地域 C |
| ⑤ 地域 C | 地域 A |
| ⑥ 地域 C | 地域 D |
| ⑦ 地域 D | 地域 B |
| ⑧ 地域 D | 地域 C |

問2 地中海性気候の地域に分布するバイオームを X とする。X の名称と、図1のうち X にあてはまる地域の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べなさい。 2

- | X の名称  | X にあてはまるグラフ |
|--------|-------------|
| ① 雨緑樹林 | 地域 C        |
| ② 雨緑樹林 | 地域 D        |
| ③ 硬葉樹林 | 地域 A        |
| ④ 硬葉樹林 | 地域 B        |
| ⑤ 照葉樹林 | 地域 B        |
| ⑥ 照葉樹林 | 地域 C        |
| ⑦ 針葉樹林 | 地域 A        |
| ⑧ 針葉樹林 | 地域 D        |

問3 草原に分類されるバイオームにサバンナとステップがある。この2つのバイオームに関する記述として最も適切なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

3
---

- ① サバンナにはアカシアなどの樹木がまばらにみられる。
- ② サバンナにはカラマツなどの葉の細い木本類がまばらにみられる。
- ③ サバンナにはサボテンなどの多肉植物がまばらにみられる。
- ④ ステップにはアカシアなどの樹木がまばらにみられる。
- ⑤ ステップにはカラマツなどの葉の細い木本類がまばらにみられる。
- ⑥ ステップにはサボテンなどの多肉植物がまばらにみられる。

問4 バイオームの垂直分布に関する次の文を読み、下の(1)・(2)の問いに答えなさい。

日本は降水量が十分にあるので、バイオームの分布はおもに気温の影響を受けて決定する。また、同じ緯度でも、標高が100 m 高くなるにつれ、平均気温は約0.5～0.6℃ずつ低くなる。このため、陸上のバイオームは標高により相観が変化する。図2は日本の中部山岳地帯における標高とバイオームの関係を示したものである。

垂直分布は海洋の海藻や植物プランクトンにもみられる。一般に藻類では、浅いところには緑藻が分布し、深くなると褐藻が、さらに深くなると紅藻が分布する。しかし、陸上では海拔1000 m 程度の山でも植物が多く分布しているのに対し、海洋では水深約100 m より深い場所では藻類や植物プランクトンは分布できない。藻類などが分布できなくなる水深を補償深度と呼び、水面から補償深度までを キ、それより深い層を ク と呼ぶ。

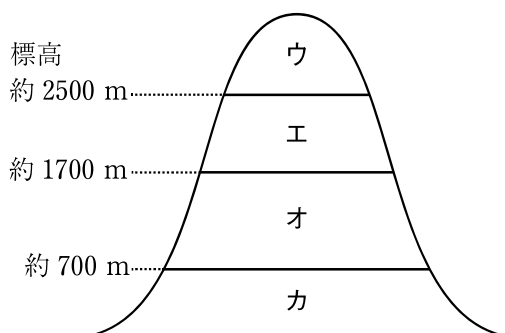


図2

- (1) 図2中のⅠにあてはまるバイオームの垂直分布の名称と、Ⅰに生育する植物の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4

	垂直分布の名称	Ⅰに生育する植物
①	亜高山帯	コメツガ
②	亜高山帯	ミズナラ
③	高山帯	スダジイ
④	高山帯	ハイマツ
⑤	山地帯	コケモモ
⑥	山地帯	ブナ

- (2) 文中の キ ・ ク にあてはまる語句として最も適当なものはどれか。  
次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。

キ 5      ク 6

- |       |        |       |
|-------|--------|-------|
| ① 生物層 | ② 無生物層 | ③ 分解層 |
| ④ 生産層 | ⑤ 明層   | ⑥ 暗層  |



**B** ある場所の植生が時間の経過とともに移り変わり、一定の方向性をもって変化することを遷移という。たとえば、火山の噴火などにより出現した裸地は、長い年月が経過するとさまざまな植物が繁茂する森林になる。図3は、裸地からはじまる遷移の経過を示した例であり、シは遷移の最終段階を示すものとする。

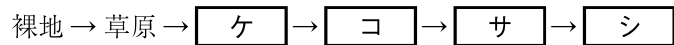


図3

**問5** 図3中のコ・サにあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。7

- |   | コ   | サ   |
|---|-----|-----|
| ① | 混交林 | 陰樹林 |
| ② | 混交林 | 陽樹林 |
| ③ | 低木林 | 混交林 |
| ④ | 低木林 | 陽樹林 |
| ⑤ | 陽樹林 | 陰樹林 |
| ⑥ | 陽樹林 | 混交林 |

問6 ある火山島で、溶岩の噴出年代が異なる8箇所の地点において100 m<sup>2</sup>あたりの生育樹種数の調査を行った。図4はその結果である。なお、噴出年代が新しい地点から順にアルファベット順で示している。F地点では100 m<sup>2</sup>あたり16種の樹木がみられたが、G地点では100 m<sup>2</sup>あたり5種の樹木しかみられなかった。この理由について、噴出年代の違いをもとに考察した記述として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

8

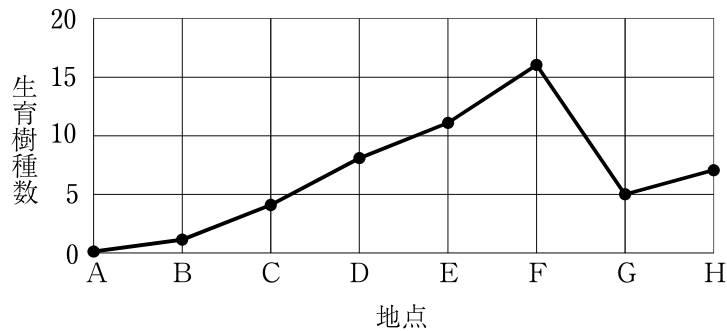


図4

- ① 生育する樹木の密度が高くなり、密度効果によって減少した。
- ② 台風などによって高木が倒れ、ギャップが生じた。
- ③ 地表の乾燥が進み、乾燥への耐性が低い樹種が生育できなくなった。
- ④ 地表の温度変化が大きくなり、温度変化への耐性が低い樹種が生育できなくなった。
- ⑤ 土壌の有機物が減少し、貧栄養への耐性が低い樹種が生育できなくなった。
- ⑥ 林床の照度が低下し、耐陰性が低い樹種が生育できなくなった。

問7 次の図5は、ある森林生態系での物質収支を示したものである。この森林では年間  $1\text{ m}^2$  あたり  $2500\text{ g}$  の有機物が光合成によって合成されている。合成された有機物のうち  $43\%$  が植物の呼吸によって消費され、 $23\%$  が植物の枯死・落枝・落葉によって土壌の微生物に利用される。また、枯死・落枝・落葉によって土壌の微生物が得られる有機物のうち、 $21\%$  が土壌の微生物の呼吸によって消費される。この森林生態系全体の呼吸量 ( $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$ ) として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、動物による被食量や動物の呼吸量などは無視できるものとする。 9  $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$

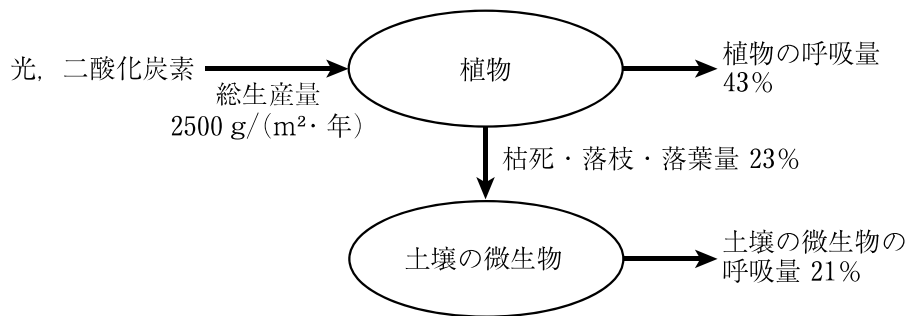


図5

- |        |         |         |
|--------|---------|---------|
| ① 120  | ② 600   | ③ 1200  |
| ④ 6000 | ⑤ 12000 | ⑥ 60000 |