

専 門 教 養
令和 3 年 7 月
60 分

受 験 教 科 等
中・高等学校共通 <b>理 科</b>

## 注 意

- 指示があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
- 全て係員の指示に従って、静粛に受験してください。
- 机上には、受験票、筆記用具、時計以外のものを出してはいけません。
- 他の受験者の迷惑になるような行為、スマートフォン等の使用及び不正行為をしてはいけません。
- 解答時間は60分です。途中退出はできません。
- 問題冊子のページ数は、33ページです。はじめにページ数を確認してください。
- 解答用紙に、**必要事項が正しく記入・マークされていない場合には、解答は全て無効**となります。解答用紙の【1】の欄には、**受験番号**を記入し、**受験番号に対応する数字をマーク**してください。【2】の欄には、**氏名**を記入してください。ただし、【3】の**選択問題を表す欄のマークは不要**です。
- この問題は、**共通問題 1 ~ 5**、科目別の**選択問題 物 物理、化 化学、生 生物**の各問題から構成されています。次の表に従って、解答してください。また、**選択問題で受験科目以外の問題を選択して解答した場合、解答は全て無効**となります。

共通問題（全員が解答する）		
共通問題 1 ~ 5（1ページ~11ページ）		
選択問題（受験科目により、いずれか一つを選択して解答する）		
物 理	化 学	生 物
<b>物 物理</b> (12ページ~19ページ)	<b>化 化学</b> (20ページ~25ページ)	<b>生 生物</b> (26ページ~33ページ)

- 問題冊子の余白等は、適宜使用しても構いませんが、どのページも切り離してはいけません。
- 問題文中の「学習指導要領」は、特に指示がある場合を除いて、平成29年又は平成30年告示の「学習指導要領」を表しています。
- 問題の内容についての質問には一切応じません。

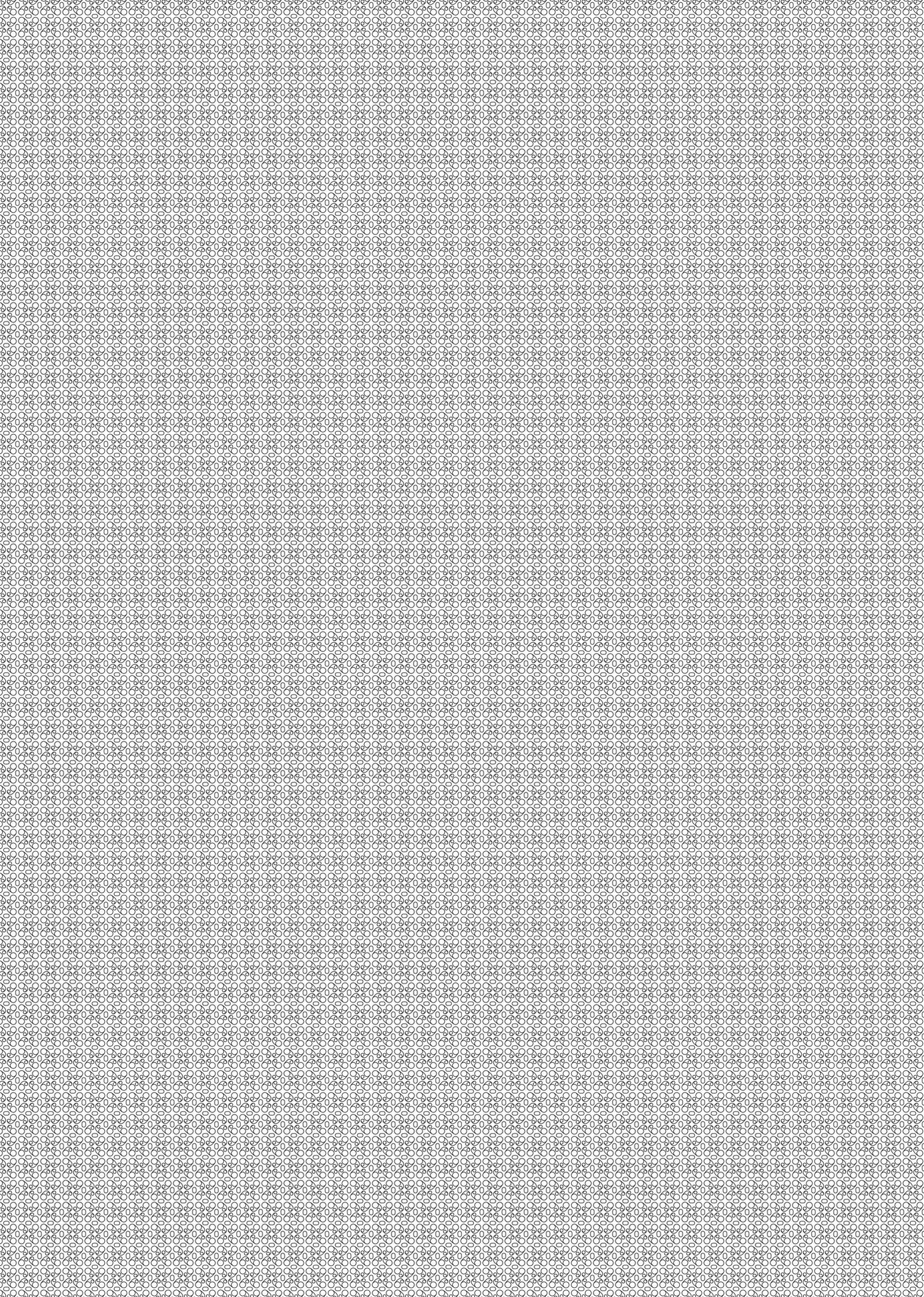
## 解答上の注意

- 解答は、問題文や解答用紙の注意事項に従って、解答欄にマークしてください。各問に対して、正答は一つだけです。**各解答欄に二つ以上マークした場合は誤り**とします。
- 「解答番号は **1**。」と表示のある問に対して、**3**と解答する場合には、次の(例1)のように解答番号 **1** の解答欄の③にマークしてください。

(例1)

解答番号	解答欄
<b>1</b>	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

解答上の注意の続きを、問題冊子の裏表紙に記載してあります。問題冊子を裏返して必ず読んでください。



必要があれば、原子量は次の値を用いよ。

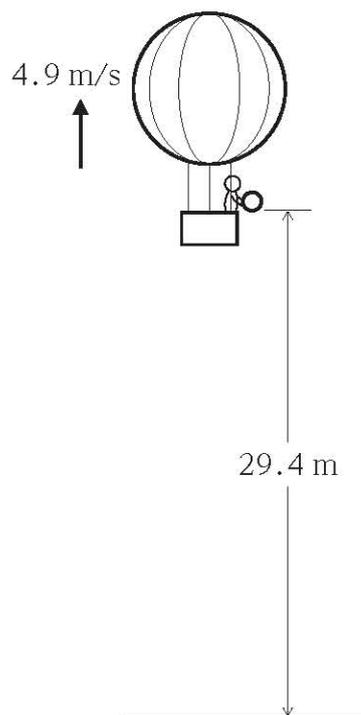
H	1.00	C	12.0	N	14.0	O	16.0	Na	23.0
S	32.1	Cl	35.5	Cu	63.5	Zn	65.4	I	127.0

## 共通問題

**1** 物理に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 次の図1のように、 $4.9 \text{ m/s}$ の一定の速さで鉛直上向きに上昇している気球から、静かに小球を落とした。小球を落とした点の高度は地面から  $29.4 \text{ m}$ であった。小球を落としてから地面に落下するまでに要した時間[s]として最も適切なものは、下の **1**～**4**のうちではどれか。ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$ とし、空気抵抗は無視できるものとする。解答番号は 。

図1

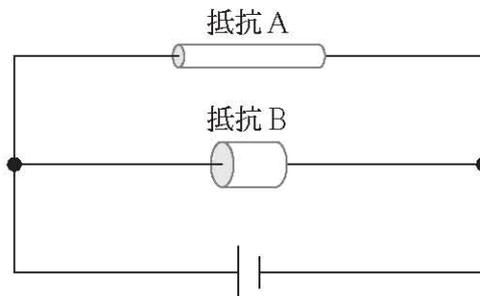


- 1 2.0
- 2 2.5
- 3 3.0
- 4 6.0

[問 2] おんきから振動数 400 Hz の音を発生させ、その近くで弦楽器のある 1 本の弦を鳴らしたところ、5 秒間に 10 回のうなりが聞こえた。弦を張る力を少しだけ強めたところ、うなりはなくなった。このとき、弦を張る力を強める前の弦楽器の弦の振動数は  [Hz] である。

[問 3] 円柱状の抵抗 A、B があり、それぞれ同じ材質でできている。A の長さは B の長さの 2.0 倍であり、A の直径は B の直径の 0.50 倍である。次の図 2 のような回路をつくったとき、B の消費電力は A の消費電力の  [倍] である。

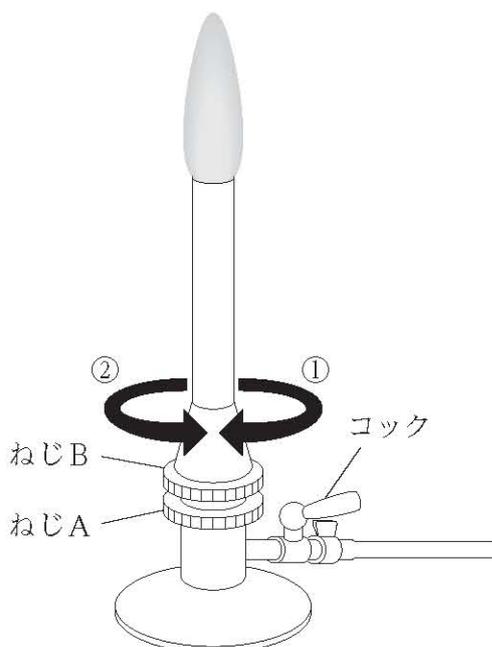
図 2



2 化学に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 次の図 1 は、点火したガスバーナーの様子を模式的に表したものであり、空気の量が不足して赤色の炎となっている。このとき、ガスの量は変えずに空気の量を増やして青色の炎とするために行う操作として最も適切なものは、下の 1 ~ 4 のうちではどれか。解答番号は  。

図 1



- 1 ねじAを押さえて、ねじBを①の方向に回す。
- 2 ねじAを押さえて、ねじBを②の方向に回す。
- 3 ねじBを押さえて、ねじAを①の方向に回す。
- 4 ねじBを押さえて、ねじAを②の方向に回す。

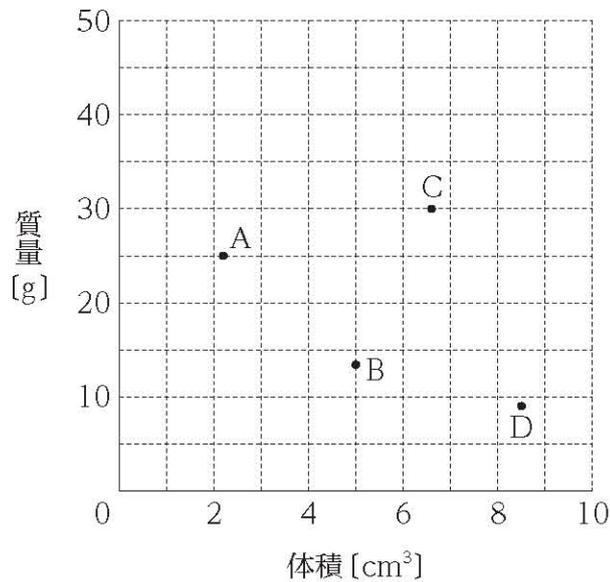
[問 2] アンモニア 1 分子中に含まれる陽子の数  $a$ 、電子の数  $b$  及び中性子の数  $c$  の大小関係を表しているものとして適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。ただし、このアンモニア分子は  $^1\text{H}$  と  $^{14}\text{N}$  からなるものとする。解答番号は  。

- 1  $a = b > c$
- 2  $a = b = c$
- 3  $b > a = c$
- 4  $c > a = b$

[問 3] 質量パーセント濃度 36%の濃塩酸に水を加えて希釈し、質量パーセント濃度 10%の希塩酸を  $1.0 \times 10^{-1}$  L 調製するときに必要な 36%の濃塩酸の質量は 910 [g] となる。ただし、10%の希塩酸の密度は、 $1.0 \text{ g/cm}^3$  とし、小数第一位を四捨五入して整数で求めよ。

[問 4] 次の図 2 は、固体の物質 A~D について、それぞれの体積 [ $\text{cm}^3$ ] と質量 [g] を測定した結果をまとめたものである。物質 A~D のうち、密度が最も大きい物質と、密度が最も小さい物質との組合せとして適切なものは、下の **1** ~ **8** のうちのどれか。解答番号は 11 。

図 2

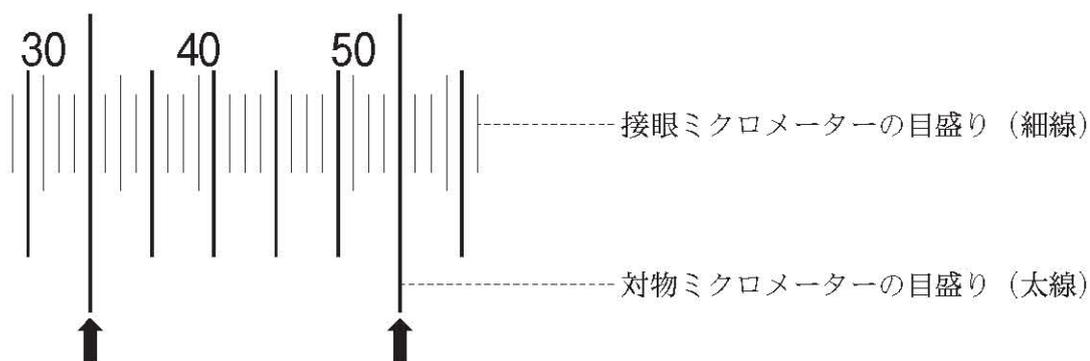


	密度が最も大きい物質	密度が最も小さい物質
<b>1</b>	物質 A	物質 C
<b>2</b>	物質 A	物質 D
<b>3</b>	物質 B	物質 C
<b>4</b>	物質 C	物質 A
<b>5</b>	物質 C	物質 B
<b>6</b>	物質 C	物質 D
<b>7</b>	物質 D	物質 A
<b>8</b>	物質 D	物質 C

**3** 生物に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 次の図 1 は、光学顕微鏡において対物レンズを 40 倍、接眼レンズを 10 倍の組合せにより、対物マイクロメーターを用いて接眼マイクロメーターを測定する際に見られた像を模式的に表したものである。なお、図中の二つの矢印は、対物マイクロメーターの目盛りと、接眼マイクロメーターの目盛りが明確に一致していることが確認できた箇所を示している。下の(1)、(2)の各問に答えよ。

図 1



(1) 対物マイクロメーター 1 目盛りの長さが 0.01 mm であるとき、接眼マイクロメーター 1 目盛りの長さ [ $\mu\text{m}$ ] として適切なものは、次の **1** ~ **4** のうちのどれか。解答番号は **12**。

- 1  $2.5 \times 10^{-3}$
- 2  $2.5 \times 10^{-1}$
- 3 2.5
- 4 25

(2) 対物レンズが 40 倍のときの接眼マイクロメーター 1 目盛りの長さを  $L_1$ 、対物レンズが 10 倍のときの接眼マイクロメーター 1 目盛りの長さを  $L_2$  としたとき、 $L_2/L_1$  の値として適切なものは、次の **1** ~ **4** のうちのどれか。解答番号は **13**。

- 1 0.0625
- 2 0.25
- 3 4
- 4 16

[問 2] 次の図 2 は、ヒトの消化の過程を模式的に表したものであり、下向きの矢印は、食物中の各成分が分解される過程を、右向きの矢印は、食物中の各成分が消化酵素 A ~ F によって分解を受けていることを示している。この図 2 中の A ~ F のうち、トリプシン、ペプチダーゼ及びリパーゼに当てはまるものとして適切なものは、下の 1 ~ 6 のうちのどれか、それぞれ選び答えよ。ただし、A ~ F について、同じ記号の箇所には、同じ消化酵素が入るものとする。解答番号はトリプシンが 、ペプチダーゼが 、リパーゼが 。

図 2

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

- 1 A
- 2 B
- 3 C
- 4 D
- 5 E
- 6 F

[問 3] 次の記述は、形質転換の実験について説明したものである。記述中の空欄 **ア** ~ **エ** に当てはまるものの組合せとして適切なものは、下の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は **17**。

肺炎双球菌には、マウスに感染しても発病しない病原性をもたない R 型菌と、マウスに感染すると発病する病原性をもつ S 型菌が存在する。エイブリーらはグリフィスが発見した肺炎双球菌の形質転換に着目し、肺炎双球菌の S 型菌から抽出液を取り出した後、その抽出液にタンパク質分解酵素又は DNA 分解酵素を入れ、R 型菌と混ぜて培養し、形質転換が起きるかを調べた。表はその実験結果と形質転換の有無をまとめたものである。

表

分解酵素	実験結果	形質転換
なし	S 型菌が出現した。	+
タンパク質分解酵素	<b>ア</b>	<b>イ</b>
DNA 分解酵素	<b>ウ</b>	<b>エ</b>

※ 表中の+は形質転換したことを、-は形質転換しなかったことを示すものとする。

	<b>ア</b>	<b>イ</b>	<b>ウ</b>	<b>エ</b>
<b>1</b>	S 型菌が出現した。	+	S 型菌は出現しなかった。	-
<b>2</b>	S 型菌は出現しなかった。	+	S 型菌が出現した。	-
<b>3</b>	S 型菌が出現した。	-	S 型菌は出現しなかった。	+
<b>4</b>	S 型菌は出現しなかった。	-	S 型菌が出現した。	+

4

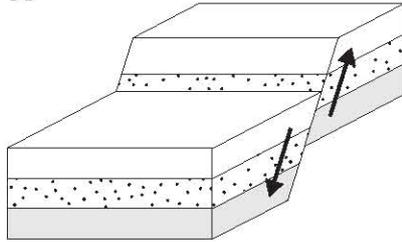
地学に関する事物・現象について、次の各問に答えよ。

[問 1] 次の図 1 の A 及び B は、断層を模式的に表したものである。また、図中の矢印は岩盤のずれの向きを表している。逆断層を表しているものと、逆断層ができるときの水平方向に岩盤にはたらく力との組合せとして最も適切なものは、下の 1 ~ 4 のうちではどれか。

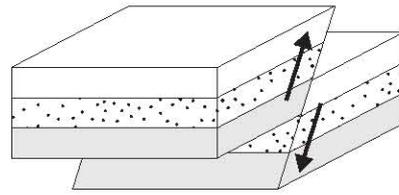
解答番号は  。

図 1

A



B



	逆断層	水平方向に 岩盤にはたらく力
1	A	引っばりの力
2	A	圧縮の力
3	B	引っばりの力
4	B	圧縮の力

[問 2] 次の記述は、あるプレートの運動の変化に関するものである。このプレートの運動の変化に関する記述として最も適切なものは、下の 1 ~ 4 のうちではどれか。解答番号は

**19**。

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

図 2

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

- 1 プレートの運動は、北北西向き 9 cm/年から西北西向き 8 cm/年に変化した。
- 2 プレートの運動は、北北西向き 8 cm/年から西北西向き 9 cm/年に変化した。
- 3 プレートの運動は、南南東向き 9 cm/年から東南東向き 8 cm/年に変化した。
- 4 プレートの運動は、南南東向き 8 cm/年から東南東向き 9 cm/年に変化した。

[問 3] 日本周辺の気圧配置に関する記述として適切なものは、次の 1～4 のうちのどれか。解答番号は 。

- 1 冬は大陸にシベリア高気圧が発達する。一方、千島・アリューシャン方面には低気圧が発達し、日本列島付近は東西方向の等圧線が密集した状態になる。
- 2 春になると、上空の貿易風の影響により、温帯低気圧と移動性高気圧が交互に西から東に通過し、日本付近では 3～5 日程度で周期的に天気に変化するようになる。
- 3 梅雨前線は、オホーツク海の上空にできるオホーツク海低気圧と、次第に北上してきた太平洋高気圧の間に発生する。
- 4 7月下旬になり、偏西風が日本の北に移動して弱くなると、発達した太平洋高気圧から高温多湿の季節風が日本列島に吹き込み、蒸し暑い晴天が続く。

[問 4] 太陽に関する記述として適切なものは、次の 1～4 のうちのどれか。解答番号は 。

- 1 太陽は、水素やヘリウムなどからなる巨大なガスのかたまりで、その直径は地球の約 100 倍もあり、その質量は太陽系を構成する天体の全質量の 90% を占めている。
- 2 天体望遠鏡で太陽像を白紙に投影すると、中央部が最も暗く、周辺部に行くほど明るくなっているように見える。
- 3 太陽表層に見られる黒点の位置を数日間継続して観測すると、次第に太陽面上を移動していくように見えることから、太陽が自転していることがわかる。
- 4 皆既日食のとき、月に隠された太陽表層の外側に真珠色の淡い光が見える。この極めて希薄な太陽の大気層をコロナといい、その温度は 4000℃ 程度である。

[問 5] 次の記述は、星の明るさに関するものである。記述中の空欄  に当てはまるものとして適切なものは、下の 1～4 のうちのどれか。解答番号は 。

肉眼で見える最も暗い恒星を 6 等星として、それより 100 倍明るい星を 1 等星とするとき、星の等級が 1 等級小さくなると明るさは約  倍になる。

- 1 1/20
- 2 1/2.5
- 3 2.5
- 4 20

**5** 学習指導要領に関する次の各問に答えよ。

[問 1] 中学校学習指導要領理科の「各分野の目標及び内容」の「内容の取扱い」に関する記述として適切なものは、次の1～4のうちのどれか。解答番号は **23**。

- 1 「光と音」の「光の反射・屈折」については、熱の伝わり方、放射線にも触れること。また、「エネルギーの変換」については、その総量が保存されること及びエネルギーを利用する際の効率も扱うこと。
- 2 「植物の体のつくりと働き」の「葉・茎・根のつくりと働き」については、身近な生物の観察を扱うが、ルーペや双眼実体顕微鏡などを用いて、外見から観察できる体のつくりを中心に扱うこと。
- 3 「化学変化と物質の質量」の「質量変化の規則性」については、粒子のモデルと関連付けて扱い、質量パーセント濃度にも触れること。また、「溶解度」については、溶解度曲線にも触れること。
- 4 「日本の気象」の「大気の動きと海洋の影響」については、地球を取り巻く大気の動きにも触れること。また、地球の大きさや大気の厚さにも触れること。

[問 2] 高等学校学習指導要領理科の「科学と人間生活」の「内容」において、身に付けることができるよう指導する事項に関する記述として適切なものは、次の1～4のうちのどれか。解答番号は **24**。

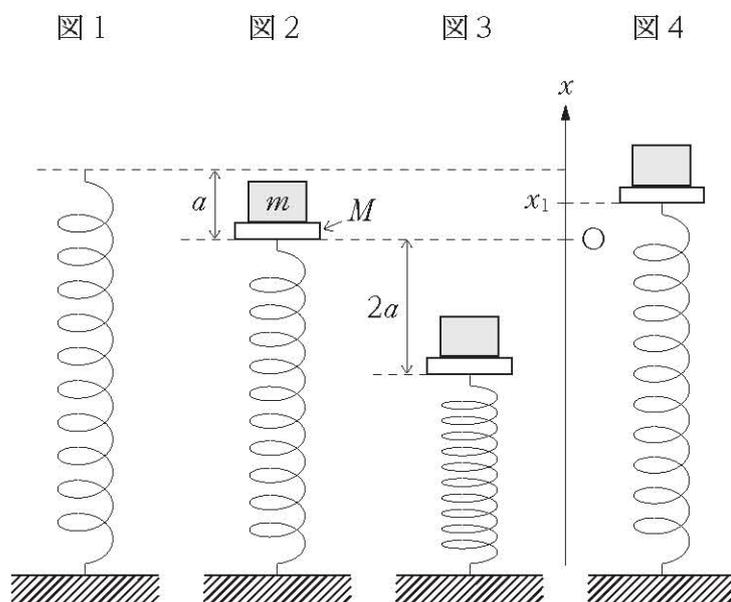
- 1 「光や熱の科学」の「光の性質とその利用」については、凸レンズの働きについての実験を行い、物体の位置と像のでき方との関係を見いだして理解すること。
- 2 「物質の科学」の「衣料と食品」については、衣料と食品に関する観察、実験などを行い、身近な衣料材料の性質や用途、食品中の主な成分の性質について、日常生活と関連付けて理解すること。
- 3 「生命の科学」の「ヒトの生命現象」については、体細胞分裂の観察を行い、その順序性を見いだして理解するとともに、細胞の分裂と生物の成長とを関連付けて理解すること。
- 4 「宇宙や地球の科学」の「自然景観と自然災害」については、身近な自然環境について調べ、様々な要因が自然界のつり合いに影響していることを理解するとともに、自然環境を保全することの重要性を認識すること。

## 選 択 問 題

12ページから33ページまでの選択問題 **物** 物理 (12ページ～19ページ)、**化** 化学 (20ページ～25ページ)、**生** 生物 (26ページ～33ページ) のうちから、表紙の指示に従って、一つを選択し解答せよ。

### 物 理

**物1** 次の図1のように質量の無視できる軽いばねの一端を固定し鉛直に立てた。次に、図2のようにこのばねの上端に質量  $M$  [kg] の板をつけ、その上に質量  $m$  [kg] のおもりをのせたところ、ばねが自然の長さから  $a$  [m] 縮んだ位置でつりあった。この位置を原点  $O$  とし、鉛直上向きを正の向きとして  $x$  軸をとる。原点  $O$  からさらに図3のように  $2a$  [m] だけ上から押し縮めて手を放すと、ばねが伸び、図4のようにおもりは板とともに上昇した後、ある位置で板から離れた。おもり、板及びばねは  $x$  軸方向のみに運動するものとし、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、次のページの各問に答えよ。



[問 1] 手を放してから、板の下端が原点  $O$  をはじめて通過するときのおもりの速さ [m/s] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

- 1  $\sqrt{2ga}$
- 2  $\sqrt{3ga}$
- 3  $2\sqrt{ga}$
- 4  $2\sqrt{2ga}$

[問 2] 図 4 のように、手を放してから板の下端が  $x$  軸上のある点  $x_1$  をはじめて通過するとき、おもりが板から受ける力の大きさ [N] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

- 1  $\frac{mgx_1}{a}$
- 2  $-\frac{mgx_1}{a}$
- 3  $mg\left(\frac{x_1}{a} - 1\right)$
- 4  $mg\left(1 - \frac{x_1}{a}\right)$

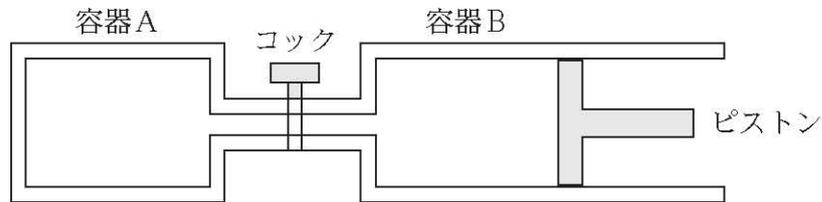
[問 3] 手を放してから、はじめておもりが板から離れるまでの時間 [s] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

- 1  $\frac{2}{3}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$
- 2  $\frac{3}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$
- 3  $\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$
- 4  $2\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$

**物2**

次の図のように容器Aと容器Bが開閉できるコックの付いた細管でつながれている。容器Aの体積は  $V_0$  [m<sup>3</sup>] であり、容器Bにはピストンが付いていて体積を変化させることができる。はじめコックは閉じられており容器Bの体積は  $V_0$  [m<sup>3</sup>] である。このとき、容器Aには2 mol、容器Bには3 molの単原子分子理想気体が入っており、温度はともに  $T_0$  [K] であった。その後、ピストンを固定したままコックを開いて十分時間をおいたところ、中の気体は熱平衡状態となった。このときの容器中の気体の温度を  $T_1$  [K]、気体の圧力を  $P_1$  [Pa] とする。次にピストンをゆっくり動かして容器Bの体積を  $V_2$  [m<sup>3</sup>] としたところ、容器中の気体の温度は  $T_2$  [K]、容器Aの気体は3 mol となった。ただし、容器A、容器B、ピストンなどの装置は全て断熱材でできており、二つの容器をつなぐ細管の部分の体積は無視できるものとする。また、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とする。後の各問に答えよ。

図



[問 1] コックを開いた後の容器内の気体の圧力  $P_1$  [Pa] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

1  $\frac{RT_0}{2V_0}$

2  $\frac{5RT_0}{6V_0}$

3  $\frac{3RT_0}{2V_0}$

4  $\frac{5RT_0}{2V_0}$

[問 2] ピストンをゆっくり動かした後の容器 B の体積  $V_2$  [m<sup>3</sup>] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

1  $\frac{2V_0}{3}$

2  $V_0$

3  $\frac{3V_0}{2}$

4  $\frac{5V_0}{3}$

[問 3] 理想気体の断熱変化において、圧力を  $p$  [Pa]、体積を  $V$  [m<sup>3</sup>]、比熱比を  $\gamma$  とすると、 $pV^\gamma = \text{一定}$  の関係が成り立つ。この関係を利用するとき、温度  $T_2$  [K] を  $T_1$  [K] 及び  $\gamma$  で表したのとして適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。ただし、定積モル比熱を  $C_V$  [J/(mol·K)]、定圧モル比熱を  $C_p$  [J/(mol·K)] とし、 $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$  で表されるものとする。解答番号は  。

1  $T_1 \left(\frac{5}{6}\right)^{\gamma+1}$

2  $T_1 \left(\frac{5}{6}\right)^{\gamma-1}$

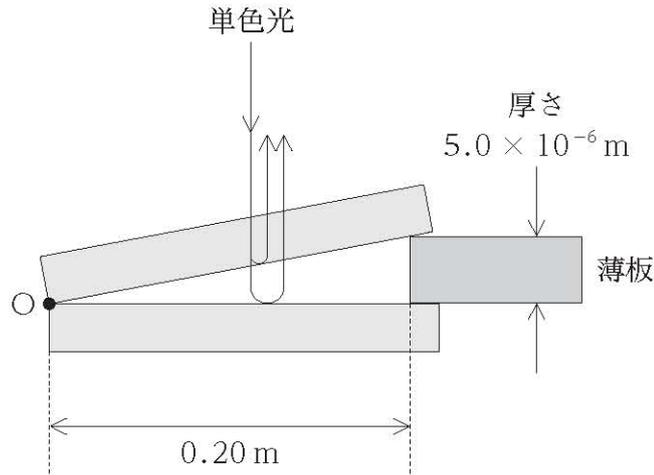
3  $T_1 \left(\frac{6}{5}\right)^{\gamma+1}$

4  $T_1 \left(\frac{6}{5}\right)^{\gamma-1}$

**物3**

次の図は、空気中で2枚の平面ガラス板を重ね、2枚のガラス板が接している点Oから0.20 mの位置に厚さ $5.0 \times 10^{-6}$  mの薄板をはさみ、くさび形のすき間を作った状態を模式的に表したものである。ガラス板の真上から平行な波長 $6.5 \times 10^{-7}$  mの単色光を入射させ、ガラス板の真上から観察すると、明暗が一定の間隔で並んだ縞模様が見れた。ただし、空気に対するガラスの屈折率は1.5とする。下の各問に答えよ。

図



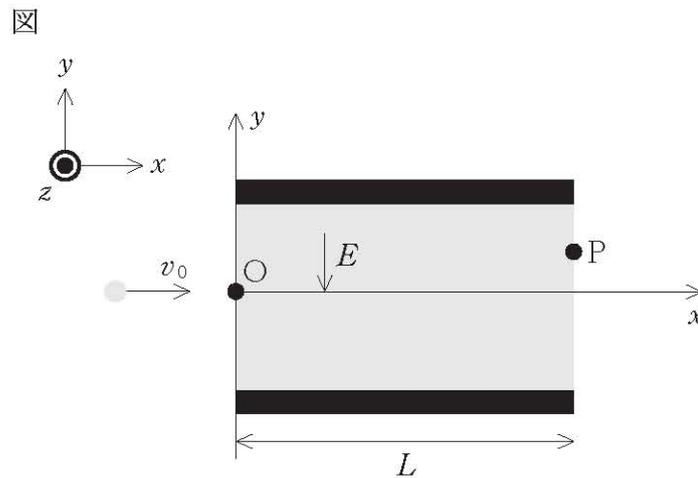
[問 1] 一定の間隔で並んだ縞模様の、隣り合う明線の間隔  $\Delta x_1$  は  $\boxed{31.32} \times 10^{-2}$  m である。有効数字2桁で求めよ。

[問 2] 空気に対する屈折率1.3の液体でくさび形のすき間を満たしたとき、隣り合う明線の間隔は  $\boxed{33.34} \times 10^{-2}$  m である。有効数字2桁で求めよ。

[問 3] くさび形のすき間を空気とし、ガラス板の真上から当てる単色光を波長が  $5.2 \times 10^{-7}$  m の単色光に替えたとき、隣り合う明線の間隔を  $\Delta x_2$  とすると、 $\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1}$  は  $\boxed{35.36}$  である。小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。

余 白

**物4** 真空中で質量  $m$  [kg]、電気量  $-e$  [C] ( $e > 0$ ) をもつ電子が運動する場合を考える。次の図に示すように、紙面右方を  $x$  軸正方向、上方を  $y$  軸正方向とし、紙面手前を  $z$  軸正方向にとる。 $y$  軸に垂直に配置された一対の平行極板の間に、 $y$  軸負方向に一様な強さ  $E$  [V/m] の電場を加える。極板の  $x$  軸方向の長さは  $L$  [m] である。原点  $O$  を  $x$  軸正方向に速さ  $v_0$  [m/s] で通過した電子は、極板間の電場によってその軌道が変化し、 $x = L$ 、 $z = 0$  の点  $P$  を通過した。ただし、電場は平行極板にはさまれた領域の外にはもれ出ておらず、重力と地磁気の影響は無視できるものとする。下の各問に答えよ。



[問 1] 点  $P$  の  $y$  座標として適切なものは、次の **1** ~ **4** のうちのどれか。解答番号は 37 。

- 1  $\frac{eEL}{mv_0}$
- 2  $\frac{eEL^2}{mv_0^2}$
- 3  $\frac{eEL}{2mv_0}$
- 4  $\frac{eEL^2}{2mv_0^2}$

[問 2] 点 P を通過するときの電子の速さ [m/s] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

1  $\sqrt{v_0^2 + \frac{e^2 E^2 L}{m^2 v_0}}$

2  $\sqrt{v_0^2 + \frac{2e^2 E^2 L}{m^2 v_0}}$

3  $\sqrt{v_0^2 + \left(\frac{eEL}{mv_0}\right)^2}$

4  $\sqrt{v_0^2 + 2\left(\frac{eEL}{mv_0}\right)^2}$

[問 3] 平行極板にはさまれた電場が加えられている領域に対し、 $z$  軸に平行に磁束密度  $B$  [T] の一様な磁場を加え、再び電子を原点  $O$  より  $x$  軸正方向に速さ  $v_0$  [m/s] で入射させたところ、電子は速度を変えずに直進した。このとき、磁場の方向と磁束密度  $B$  [T] との組合せとして適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

	磁場の方向	磁束密度 $B$
1	$z$ 軸正方向	$v_0 E$
2	$z$ 軸正方向	$\frac{E}{v_0}$
3	$z$ 軸負方向	$v_0 E$
4	$z$ 軸負方向	$\frac{E}{v_0}$

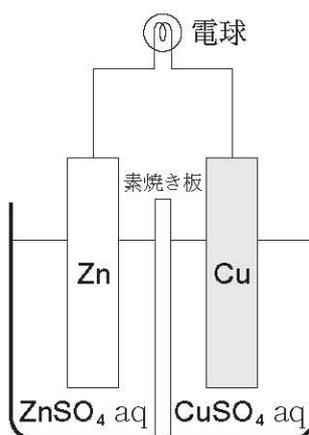
## 化 学

化1 次の各問に答えよ。

[問 1] 1.0 L の燃料で 18 km 走行できる自動車は排出する  $\text{CO}_2$  の質量は、1.0 km 当たり  $\boxed{25.26} \times 10^2$  [g] である。ただし、燃料は完全燃焼したものとし、燃料に含まれる炭素原子の質量の割合は 84%、燃料の密度は  $0.72 \text{ g/cm}^3$  とする。有効数字 2 桁で求めよ。

[問 2] 次の図は、銅板と亜鉛板を電極としたダニエル電池をつくり、電極間に電球をつないだ状態を模式的に表したものである。図中の電球に  $1.93 \times 10^2 \text{ C}$  の電気量が流れたときの銅板の質量変化として適切なものは、下の 1 ~ 4 のうちのどれか。ただし、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。解答番号は  $\boxed{27}$  。

図



- 1 63.5 mg 増加した。
- 2 127 mg 増加した。
- 3 63.5 mg 減少した。
- 4 127 mg 減少した。

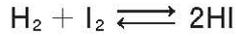
[問 3] 3種類の金属イオン  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$  を含む水溶液から、 $\text{Al}^{3+}$  のみを沈殿として分離する方法に関する記述として最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は  。

- 1 アンモニア水を過剰に加える。
- 2 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- 3 室温で希塩酸を加える。
- 4 硫化水素を通じる。

[問 4] 標準状態における密度が  $1.35 \text{ g/L}$  である窒素と酸素の混合気体がある。この混合気体全体の、物質量に対する酸素の物質量の割合は   [%] である。ただし、標準状態における気体  $1 \text{ mol}$  の占める体積は  $22.4 \text{ L}$  とし、有効数字 2 桁で求めよ。

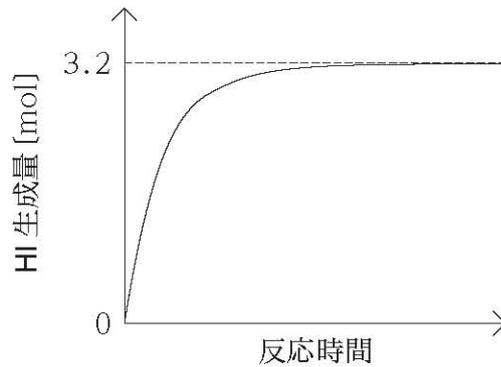
**化2**

水素とヨウ素を混合すると一部が化合してヨウ化水素が生成する反応がおこる。この反応は可逆反応で、次のように表される。

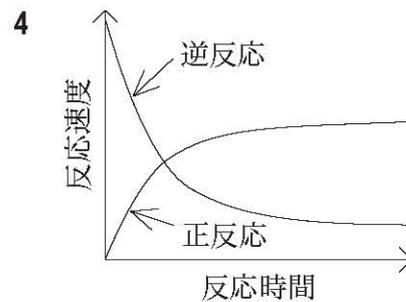
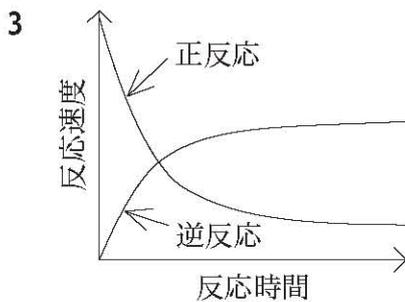
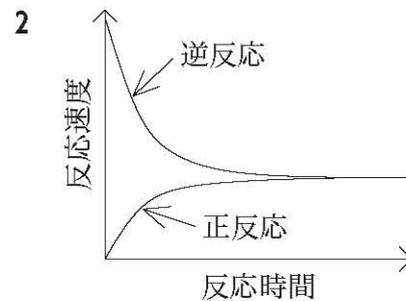
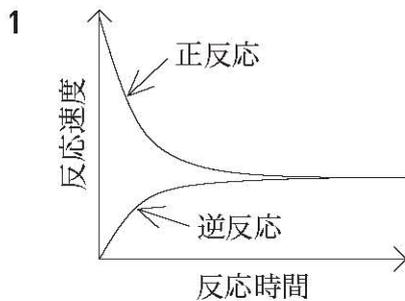


この式の右向きを正反応、左向きを逆反応とすると、正反応は発熱反応である。容積が一定の容器に 4.0 mol の水素と 3.0 mol のヨウ素を入れ、ヨウ素が気体となるように容器内を一定温度に保つと反応が平衡状態に達した。次の図は、反応時間と容器内のヨウ化水素の生成量を表している。後の各問に答えよ。

図



[問 1] この反応が平衡状態に達するまでの正反応と逆反応の反応速度の変化を表したものとして最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は **31**。



[問 2] この反応が平衡状態に達したとき、平衡定数  $K$  の値として最も適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちではどれか。解答番号は  。

- 1 0.33
- 2 0.85
- 3 1.9
- 4 3.0

[問 3] この反応の平衡定数  $K$  に関する記述として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は  。

- 1 容器内の温度を高くすると、 $K$  は小さくなる。
- 2 容器内の温度を低くすると、 $K$  は小さくなる。
- 3 容器内の温度を一定に保ったまま水素を加えると、 $K$  は小さくなる。
- 4 容器内の温度を一定に保ったままヨウ化水素を加えると、 $K$  は小さくなる。

**化3** 高分子化合物に関する次の各問に答えよ。

[問 1] スチレンと *p*-ジビニルベンゼンを物質質量比 9 : 1 の割合で共重合させ、平均分子量  $1.0 \times 10^5$  の樹脂状高分子をつくった。この高分子 75 g を濃硫酸で処理すると、樹脂中の全てのベンゼン環の **3435** [%] がスルホン化され、陽イオン交換樹脂 100 g が得られた。ただし、濃硫酸で樹脂中のベンゼン環のパラ位のみがスルホン化されたものとする。また、小数第一位を四捨五入して整数で求めよ。

[問 2] 次の〔操作〕に関する記述を読んで、下の(1)、(2)の各問に答えよ。

**〔操作〕**

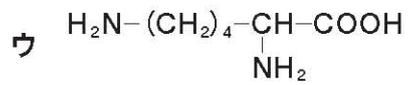
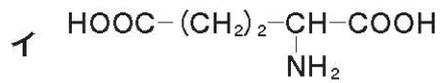
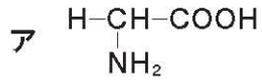
0.15 mol/L の硫酸マグネシウム水溶液 20 mL を、スルホ基をもつ陽イオン交換樹脂を十分な量詰めたカラムに通した後、純水で完全に洗い流した。そして、得られた全ての溶出液を、0.20 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で中和した。

(1) 下線部について、中和までに必要な水酸化ナトリウムは **3637** [mL] である。

(2) 〔操作〕によって低下した陽イオン交換樹脂の機能を再生させる方法に関する記述として最も適切なものは、次の **1** ~ **4** のうちではどれか。解答番号は **38** 。

- 1 陽イオン交換樹脂に多量の塩酸を流して、吸着している陽イオンを  $H^+$  と交換する。
- 2 陽イオン交換樹脂に多量の塩酸を流して、吸着している陰イオンを  $OH^-$  と交換する。
- 3 陽イオン交換樹脂に多量の水酸化ナトリウム水溶液を流して、吸着している陽イオンを  $H^+$  と交換する。
- 4 陽イオン交換樹脂に多量の水酸化ナトリウム水溶液を流して、陰イオンを  $OH^-$  と交換する。

[問 3] 陰イオン交換樹脂をカラムに詰め、次のアミノ酸ア～ウの混合溶液をカラムに流したところ、全てのアミノ酸が樹脂に吸着した。このカラムに流す緩衝液の pH を 11 から 2.5 まで順次下げていったときに、カラム出口から流れ出るアミノ酸を順に並べたものとして最も適切なものは、下の 1～4 のうちではどれか。解答番号は 39。



- 1 ア → イ → ウ
- 2 イ → ア → ウ
- 3 ウ → ア → イ
- 4 ウ → イ → ア

# 生 物

生1 次の記述を読んで、次のページの各問に答えよ。

赤血球に含まれているヘモグロビンが酸素と結合する力は、周囲の酸素分圧<sup>\*1</sup>や、周囲の二酸化炭素分圧<sup>\*2</sup>によっても影響を受ける。

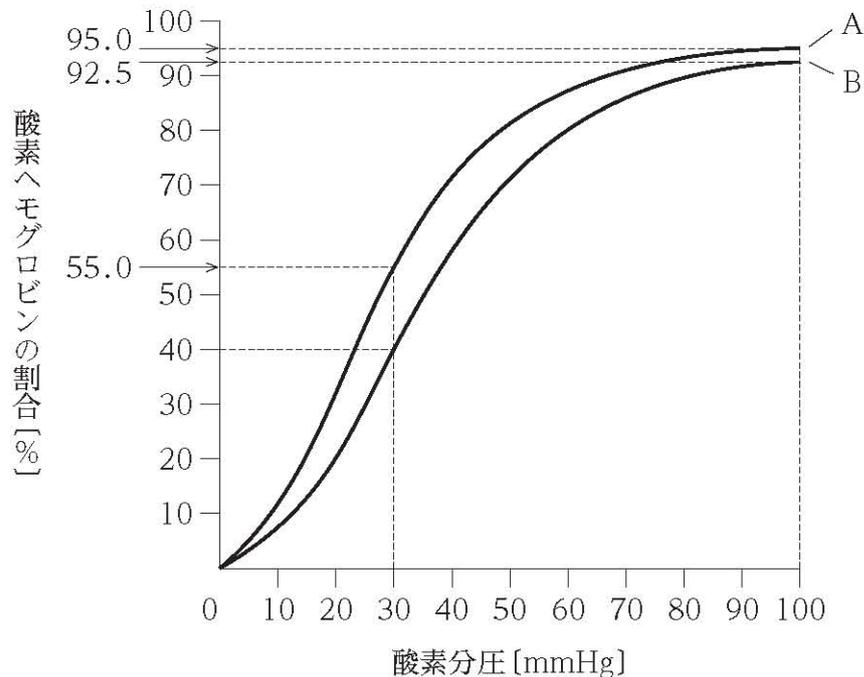
肺静脈や大動脈の血液では、酸素分圧が高く、二酸化炭素分圧が低いため、多くのヘモグロビンが酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなる。また、組織では、酸素分圧が低く、二酸化炭素分圧が高いため、多くの酸素ヘモグロビンは酸素と解離してヘモグロビンとなる。

次の図は、ヒトの生体における酸素分圧と酸素ヘモグロビンの割合との関係を示す酸素解離曲線である。曲線A、曲線Bは、それぞれ二酸化炭素分圧が低い場合又は高い場合のいずれかの酸素解離曲線であり、一方は肺胞と同じ二酸化炭素分圧の場合を、もう一方は組織と同じ二酸化炭素分圧の場合を示している。

※1 血しょう中に物理的に溶解している酸素が示す分圧

※2 血しょう中に物理的に溶解している二酸化炭素が示す分圧

図



[問 1] ヘモグロビンに関する記述として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は 。

- 1 ヘモグロビンの構成成分であるヘム 1 分子には、酸素 2 分子が可逆的に結合する。
- 2 血液中にヘモグロビンをもつ無脊椎動物は存在しない。
- 3 ヒトのヘモグロビンは 4 対のポリペプチドからなる四量体である。
- 4 ヒトの鎌状赤血球貧血はヘモグロビンの構造異常により発症する。

[問 2] 図について、次の(1)、(2)の各問に答えよ。

(1) 肺胞の酸素分圧が 100 mmHg、組織の酸素分圧が 30 mmHg であった場合、肺胞中の酸素ヘモグロビンのうち、組織で酸素を放出する割合は  [%] である。小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。

(2) 肺胞の酸素分圧が 100 mmHg、組織の酸素分圧が 30 mmHg であった場合、100 mL の血液によって組織に与えられる酸素の量は  [mL] である。ただし、1 g のヘモグロビンは 1.34 mL の酸素と結合でき、血液中のヘモグロビンの濃度は 15 g/100 mL とする。また、小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。

**生 2** 次の記述を読んで、次のページの各問に答えよ。

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

☒

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

[問 1] 記述中の空欄 **ア** に当てはまるものとして最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は **32**。

- 1 キーストーン種
- 2 固有種
- 3 在来種
- 4 優占種

[問 2] ペインが行った実験の結果として最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は **33**。

- 1 ヒトデの除去により、イボニシが増加し、イボニシがイガイやフジツボ以外の生物を捕食した。
- 2 ヒトデの除去により、ヒザラガイとカサガイが増加し、ヒザラガイとカサガイが他の岩礁へ移動した。
- 3 ヒトデの除去により、イガイやフジツボが増加して岩礁を覆い、同じ岩礁に生息する生物がすめなくなった。
- 4 ヒトデの除去により、元の 11 種以外の生物が岩礁で増加し、元からいる 11 種が 8 種へと減少した。

[問 3] ペインが行った実験を踏まえて、生態系におけるヒトデの役割を明らかにするための対照実験として最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は **34**。

- 1 生物群集を構成する種がより少ない岩礁で、ヒトデの除去を行わない実験。
- 2 生物群集を構成する種が等しい岩礁で、ヒトデの除去を行わない実験。
- 3 生物群集を構成する種がより多い岩礁で、ヒトデの除去を行う実験。
- 4 生物群集を構成する種に関係なく、複数の岩礁におけるヒトデの除去を行う実験。

[問 4] 図中の 11 種の生物の食物網において、実験区内の全てのヒトデが 1 日に捕食する被食者より得られるエネルギーが総計 100 キロカロリーであった場合、この実験区内において、ヒトデがフジツボを直接捕食することで得られるエネルギーは **3536** [キロカロリー] である。

**生3** 次の記述を読んで、次のページの各問に答えよ。

ハエやユスリカなどの幼虫のだ腺を観察すると、だ腺染色体が見られ、だ腺染色体には全長にわたって多数の横じまがあるほか、特定の部位が膨らんでいることがある。この膨らみをパフと呼ぶ。だ腺染色体上におけるパフの位置と大きさは、幼虫から蛹になるにつれて、さまざまに変化する。

次の図1は、キイロショウジョウバエの発生にともなうだ腺染色体のパフの変化を模式的に示したものであり、図中A～Gはパフが生じる位置を示している。また、図2は、縦軸にパフの大きさの程度を、横軸にキイロショウジョウバエの発生の段階を示したものであり、各曲線はだ腺染色体の特定の部位のパフの大きさの変化を示している。

図1

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

図2

掲載許可が得られていませんので、掲載いたしません。

[問 1] だ腺染色体の実験と観察に関する記述として最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は  。

- 1 摘出しただ腺染色体を TTC 溶液で染色すると、横じまを特異的に緑色に染色することができる。
- 2 摘出しただ腺染色体をメチルグリーン・ピロニン溶液で染色すると、DNA を赤色に、RNA を青色に染色することができる。
- 3 幼虫にエクジステロイドを注射すると、パフの形成が抑制され、幼虫の蛹への成長を抑制することができる。
- 4 幼虫に放射性同位体の水素をもつウリジンを注射すると、ウリジンがパフに集まる事が確認できる。

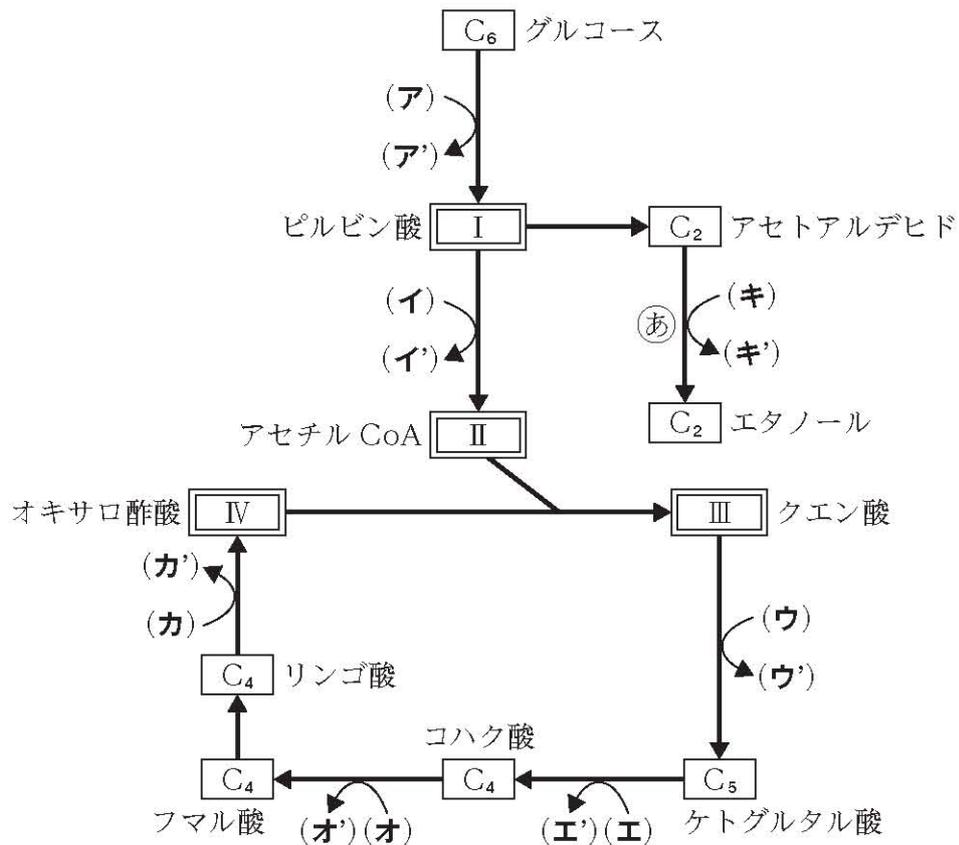
[問 2] 図 1 及び図 2 を踏まえて分かることとして最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。解答番号は  。

- 1 図 1 から、幼虫期、蛹になる中間段階の両方の段階で発現する共通の遺伝子が存在することが分かる。また、図 2 から、DNA の複製が活発に行われているパフの大きさの程度が発生時期によって異なることが分かる。
- 2 図 1 から、幼虫期、蛹になる中間段階の両方の段階で発現する共通の遺伝子が存在することが分かる。また、図 2 から、遺伝情報の転写が活発に行われているパフの大きさの程度が発生時期によって異なることが分かる。
- 3 図 1 から、幼虫期、蛹になる中間段階の両方の段階で発現する共通の遺伝子は存在しないことが分かる。また、図 2 から、DNA の複製が活発に行われているパフの大きさの程度が発生時期によって異なることが分かる。
- 4 図 1 から、幼虫期、蛹になる中間段階の両方の段階で発現する共通の遺伝子は存在しないことが分かる。また、図 2 から、遺伝情報の転写が活発に行われているパフの大きさの程度が発生時期によって異なることが分かる。

生 4 次の記述を読んで、下の各問に答えよ。

次の図は、ある生物においてグルコースが呼吸及び発酵によって分解される過程を模式的に示したものである。図中の  $C_2$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$  は、Cが炭素を、数字はそれぞれの化合物 1 分子当たりの炭素原子の数を示しており、 $\boxed{\text{I}}$  ~  $\boxed{\text{IV}}$  にも同様にCと数字が当てはまる。ただし、図中の化合物の係数や水分子については示していない。また、図中の (ア) ~ (キ) には補酵素  $\text{NAD}^+$  もしくは  $\text{FAD}$  が、(ア') ~ (キ') には水素を受け取った補酵素  $\text{NADH}$  もしくは  $\text{FADH}_2$  が当てはまる。

図



[問 1] 異化に関する記述として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は

$\boxed{39}$ 。

- 1 解糖系は、ATP の合成だけでなく、ATP の分解もともなう反応である。
- 2 グルコースが解糖系において分解される過程では、酸素が必要である。
- 3 クエン酸回路はミトコンドリアの内膜で、電子伝達系はミトコンドリアのマトリックスで進行する。
- 4 グルコースが 1 分子消費されると、電子伝達系に隣接する ATP 合成酵素では最大 38 分子の ATP が合成される。

[問 2] 図中の空欄 I ~ IV に当てはまるものの組合せとして適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は 40 。

	I	II	III	IV
1	C <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>4</sub>
2	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>
3	C <sub>6</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
4	C <sub>6</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>3</sub>

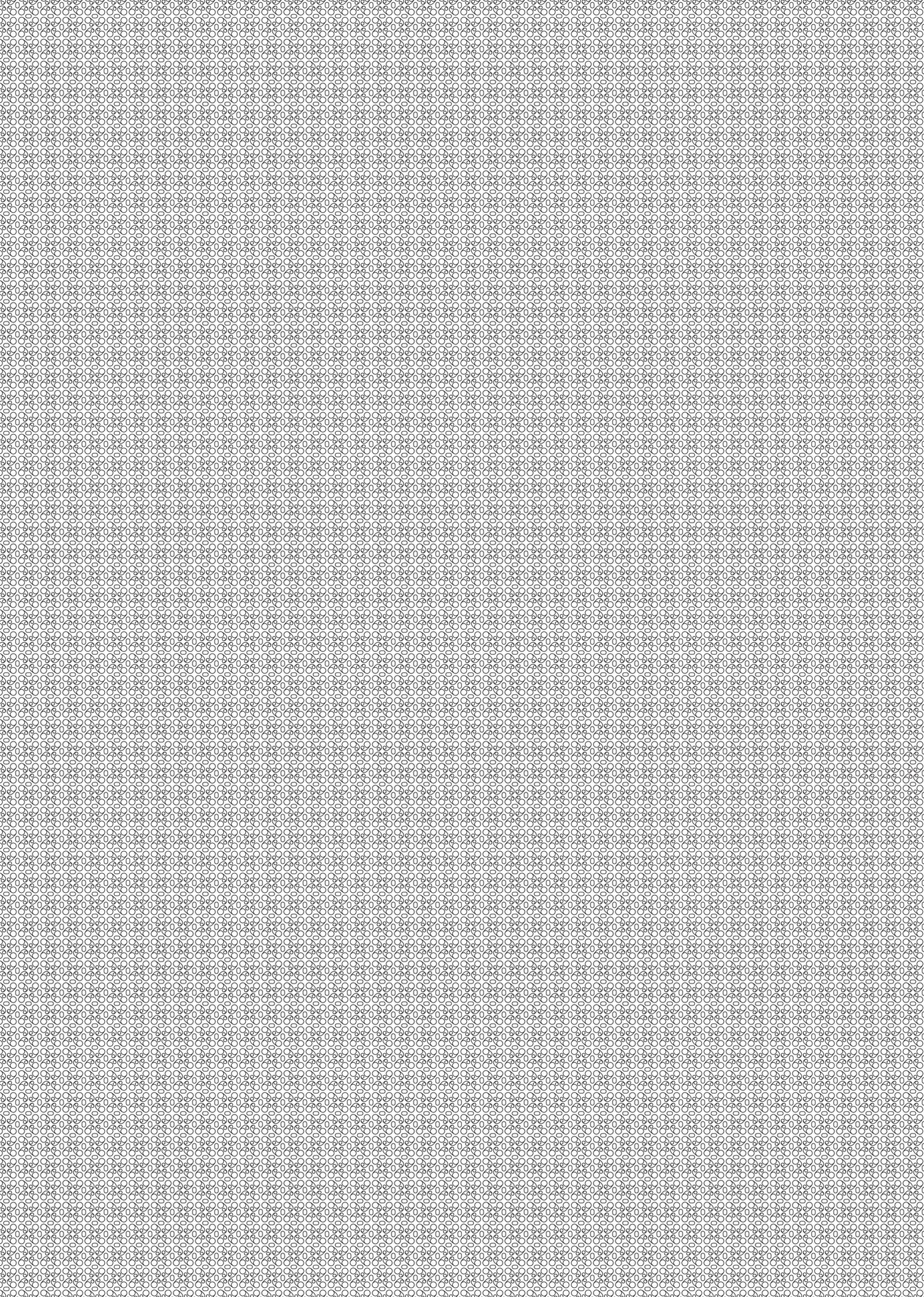
[問 3] 図中の空欄 (ア) ~ (キ) のうち、FAD が当てはまるものとして適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は 41 。

- 1 (イ)
- 2 (エ)
- 3 (オ)
- 4 (カ)

[問 4] 図中の (あ) は、アルコール発酵の反応経路の一部を示したものである。酵母を酸素のある条件下におき、グルコースを与えて培養したところ、0.48 g の酸素が消費され、1.54 g の二酸化炭素が発生した。ただし、呼吸基質はグルコースのみを用いた。下の各問に答えよ。

- (1) アルコール発酵によって発生した二酸化炭素は 42.43 [g] であった。小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。
- (2) 全ての反応を合わせて消費したグルコースは 44.45 [g] であった。小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。

[問 5] 呼吸基質にはグルコース以外に脂肪も用いられる。ある脂肪が呼吸で完全に酸化分解されたとき、呼吸商は 0.7 であった。この脂肪の分子式を C<sub>x</sub>H<sub>110</sub>O<sub>6</sub> としたとき、x の値は 4647 である。小数第一位を四捨五入して整数で求めよ。



3 問題文中の  $\boxed{2}$ 、 $\boxed{34}$  などの  $\square$  には、数字又は符号（-）が入ります。次の(1)~(4)の方法でマークしてください。

(1)  $\boxed{2}$ 、 $\boxed{3}$ 、 $\boxed{4}$ 、……の一つ一つは、それぞれ1~9、0の数字又は符号（-）のいずれか一つに対応します。それらを  $\boxed{2}$ 、 $\boxed{3}$ 、 $\boxed{4}$ 、……で示された解答欄にマークしてください。

例えば、 $\boxed{234}$  に -84 と解答する場合には、次の(例2)のようにマークします。

(例2)

解答番号	解答欄
$\boxed{2}$	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ●
$\boxed{3}$	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ● ⑨ ⑩ ⊖
$\boxed{4}$	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

なお、同一の問題文中に  $\boxed{2}$ 、 $\boxed{34}$  などが2度以上現れる場合、原則として、2度目以降は、 $\boxed{2}$ 、 $\boxed{34}$  のように細字で表記します。

(2) 分数形で解答する場合は、符号は分子に付け、分母に付けてはいけません。また、分数は既約分数で答えてください。

例えば、 $\frac{\boxed{56}}{\boxed{7}}$  に  $-\frac{4}{5}$  と解答する場合には、 $\frac{-4}{5}$  として、次の(例3)のように

マークします。

(例3)

解答番号	解答欄
$\boxed{5}$	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ●
$\boxed{6}$	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖
$\boxed{7}$	① ② ③ ④ ● ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

(3) 小数の形で解答する場合は、特に指示されていなければ、指定された桁数の一つ下の桁を四捨五入して答えてください。また、必要に応じて、指定された桁まで⑩にマークしてください。

例えば、 $\boxed{8.910}$  に 2.6 と解答する場合には、2.60 として答えてください。

(4) 根号を含む形で解答する場合は、根号の中に現れる自然数が最小となる形で答えてください。