

専門教養
令和4年7月
60分

受験教科等
中・高等学校共通 理科

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、37ページです。はじめにページ数を確かめてください。
- 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
物 物理 (12ページ～19ページ)	化 化学 (20ページ～29ページ)	生 生物 (30ページ～37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、平成30年又は平成31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。

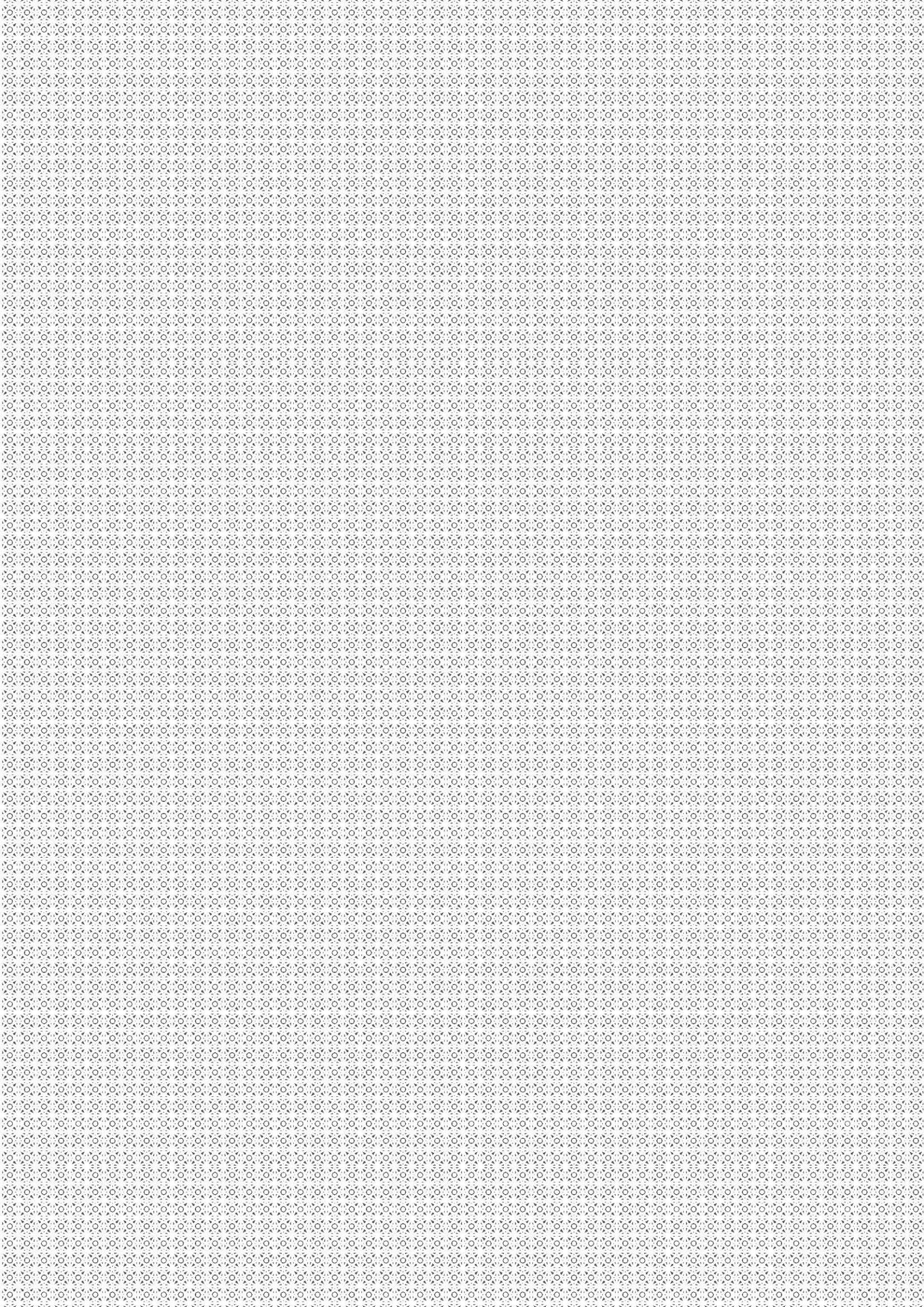
===== 解答上の注意 =====

- 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
1	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 1.0 C 12 O 16 Na 23 Cl 35.5 Zn 65

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] 粗い斜面に質量 10 kg の物体を置いたところ、動き出さずに静止した。そこで、傾斜角をしだいに大きくしていったところ、傾斜角が 30° となったときに物体は滑りだした。物体と斜面との間の静止摩擦係数として最も適切なものは、次の 1 ～ 4 のうちではどれか。ただし、重力加速度の大きさを $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。解答番号は 1。

1 0.58

2 0.98

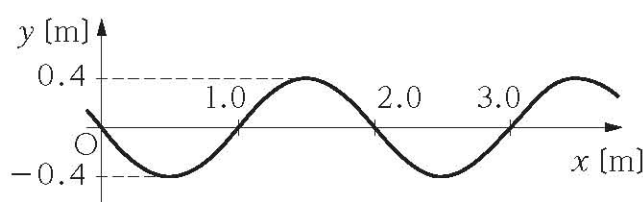
3 1.7

4 3.0

[問 2] 熱容量が $C_A=5.0\times 10^2$ J/Kで温度が $60\text{ }^\circ\text{C}$ の物体Aと、熱容量が C_B [J/K] で温度が $20\text{ }^\circ\text{C}$ の物体Bを接触させた。十分長い時間が経った後、両者の温度は $45\text{ }^\circ\text{C}$ になった。このとき、 $C_B=\boxed{2.3}\times 10^2$ J/Kである。ただし、 C_A と C_B は温度によらずそれぞれ一定で、熱の移動は物体Aと物体Bの間でのみ起こったものとする。

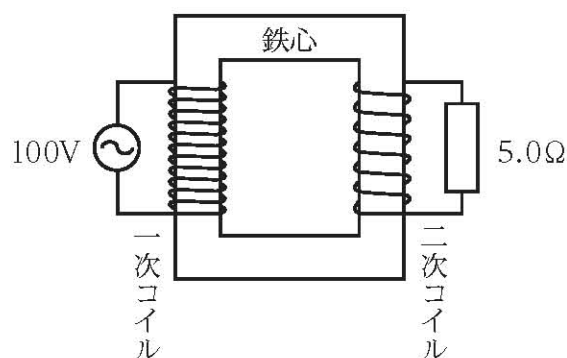
[問 3] 次の図2のように、振動数 2.0 Hz で振動しながら x 軸の正の方向に進んでいる正弦波がある。この波の速さは $\boxed{4.5}$ [m/s] である。

図 2



[問 4] 次の図3のような変圧器の一次コイルに 100 V の交流電圧をかけたとき、二次コイルにつないだ $5.0\text{ }\Omega$ の抵抗に 0.80 A の交流電流が流れた。この変圧器は変圧の際にエネルギー損失のない理想的な変圧器であり一次側と二次側の電力が等しいものとする。このとき、一次コイルの巻き数は二次コイルの巻き数の $\boxed{67}$ [倍] である。

図 3



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**ア**～**エ**の分子のうち、分子全体として極性がないものを選んで組合せとして適切なものは、下の**1**～**6**のうちのどれか。解答番号は **8**。

ア 水

イ アンモニア

ウ 二酸化炭素

エ メタン

1 ア・イ

2 ア・ウ

3 ア・エ

4 イ・ウ

5 イ・エ

6 ウ・エ

〔問 2〕 炭酸カルシウムに希塩酸を過不足なく反応させたとき、発生する気体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 **9**。

1 刺激臭があり、空気よりも軽い。

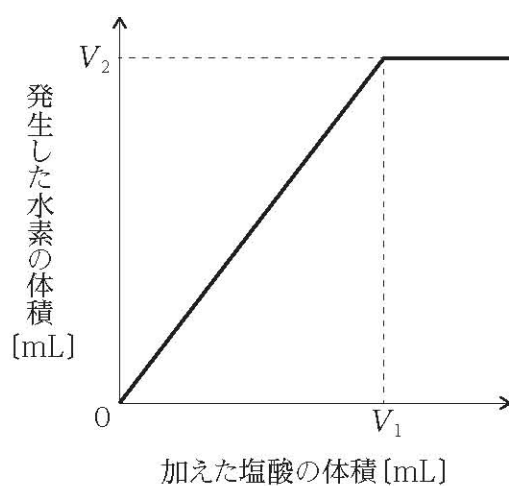
2 黄緑色をしており、有毒である。

3 マッチの火を近づけると音を立てて燃えて、水ができる。

4 水に少し溶け、その水溶液は緑色のB T B溶液を黄色に変える。

〔問 3〕 次の図 1 は、0.26 g の亜鉛に 0.50 mol/L の塩酸を加えて反応させたとき、加えた塩酸の体積と発生した水素の体積の関係を表したものである。図 1 中の体積 V_1 [mL]、体積 V_2 [mL] の値を組合せ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。ただし、発生した水素の体積は、0℃、 1.013×10^5 Pa のものとし、この状態における気体 1 mol の占める体積は、22.4 L とする。解答番号は 10。

図 1



	V_1 [mL]	V_2 [mL]
1	8.0	90
2	8.0	180
3	16	90
4	16	180

[問 4] 次の図 2 は、原油をいくつかの物質に分離する装置を模式的に表したものである。原油を加熱して気体にしたものを装置に入れると、いくつかある棚でナフサや灯油などの物質が液体となり、分離することができる。ナフサの沸点と平均分子量に関する記述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 11。

図 2

- 1 沸点は石油ガスより高く、軽油より低い。また、平均分子量は石油ガスより大きく、軽油より小さい。
- 2 沸点は石油ガスより低く、軽油より高い。また、平均分子量は石油ガスより大きく、軽油より小さい。
- 3 沸点は石油ガスより高く、軽油より低い。また、平均分子量は石油ガスより小さく、軽油より大きい。
- 4 沸点は石油ガスより低く、軽油より高い。また、平均分子量は石油ガスより小さく、軽油より大きい。

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〕 光学顕微鏡を使うときの手順に関する次の記述**ア～カ**を正しい順に並べた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 **12**。

ア プレパラートを動かして、観察する部分を中央にもってくる。調節ねじはそのままではレボルバーを回して観察しやすい倍率の対物レンズに替え、必要に応じて調節ねじでピントを微調整する。

イ 対物レンズを取り付ける。

ウ 接眼レンズをのぞきながら調節ねじを回し、対物レンズとプレパラートを遠ざけながらピントを合わせる。

エ 横から見ながら、調節ねじを回し、対物レンズとプレパラートを近付ける。

オ レボルバーを回して最低倍率の対物レンズにし、反射鏡を調節して、視野を明るくする。試料が中央にくるようにしプレパラートをステージにのせ、クリップで留める。

カ 接眼レンズを取り付ける。

1 イ → カ → オ → ウ → エ → ア

2 イ → カ → オ → エ → ウ → ア

3 カ → イ → オ → ウ → エ → ア

4 カ → イ → オ → エ → ウ → ア

〔問 2〕 過酸化水素水を用いたヒトの傷口の消毒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 **13**。

1 血液や損傷した細胞などに存在する酸素が、カタラーゼを触媒として触媒反応を起こし、発生期の過酸化水素が殺菌作用を現す。

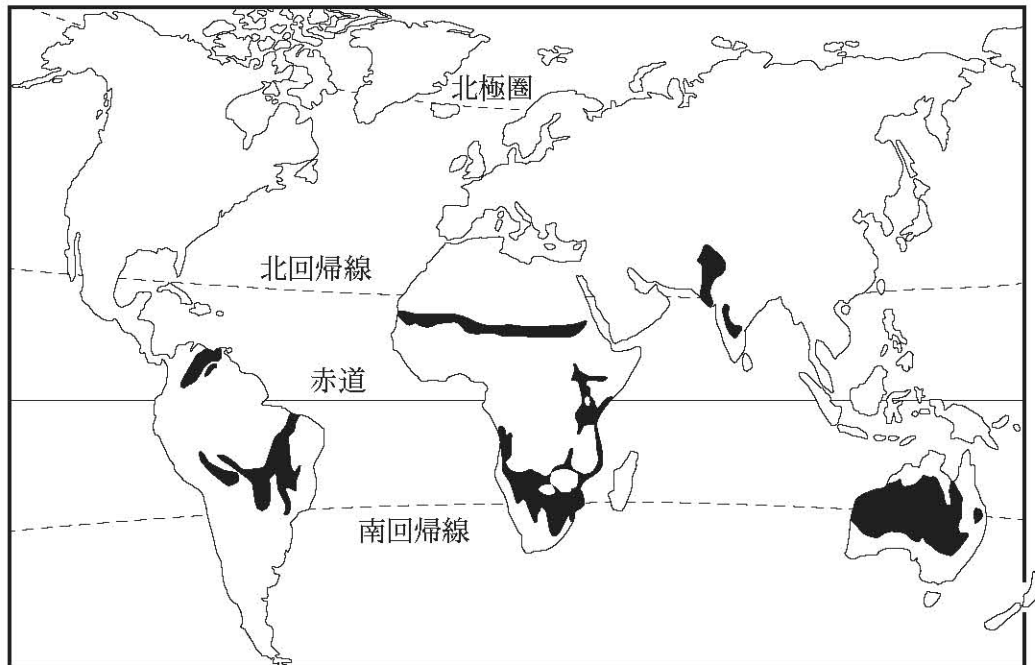
2 血液や損傷した細胞などに存在する酸素が、カタラーゼを基質として触媒反応を起こし、発生期の過酸化水素が殺菌作用を現す。

3 血液や損傷した細胞などに存在するカタラーゼが、過酸化水素を触媒として触媒反応を起こし、発生期の酸素が殺菌作用を現す。

4 血液や損傷した細胞などに存在するカタラーゼが、過酸化水素を基質として触媒反応を起こし、発生期の酸素が殺菌作用を現す。

[問 3] 次の図 1 は、ある陸上のバイオームの分布を模式的に表したものである。図 1 中に黒色で示した陸上のバイオームに当てはまる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 14 。

図 1



- 1 温帯草原
- 2 サバンナ
- 3 熱帯・亜熱帯の砂漠
- 4 熱帯雨林

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〕 次の記述ア～エは岩石に関するものである。ア～エに関する記述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 15。

- ア 砕屑物が水底などに運ばれ、固結してできた岩石
- イ 火山から噴出した火山灰が固結してできた岩石
- ウ 造山帯の地下深くの高温と高圧により、固体のまま別の岩石になった岩石
- エ 高温のマグマが貫入し、その熱により固体のまま別の岩石になった岩石

- 1 アは変成岩である。
- 2 イは火成岩である。
- 3 ア～エの中に堆積岩は一つだけある。
- 4 ア～エの中に変成岩は二つある。

〔問 2〕 地震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 16。

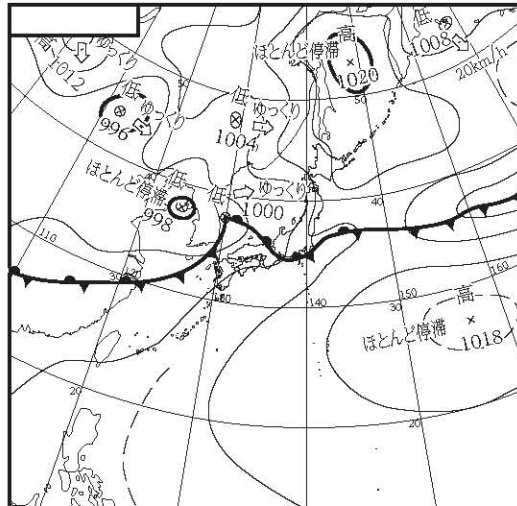
- 1 日本では、震度の大きさは7段階の震度階級で示す。
- 2 マグニチュードの値が1 増えると、地震の規模は2.5倍になる。
- 3 地震波のP 波は横波、S 波は縦波として地球内部を伝わる。
- 4 緊急地震速報は、地震の発生直後に、各地での強い揺れの到達時刻や震度を予想し、可能な限り素早く知らせる情報である。

〔問 3〕 ある化石中に含まれている放射性同位体 ^{14}C の量は、もとの量の8分の1になっていた。この化石の放射年代として最も適切なものは、次の 1～4 のうちではどれか。ただし、 ^{14}C の半減期を5730年とする。解答番号は 17。

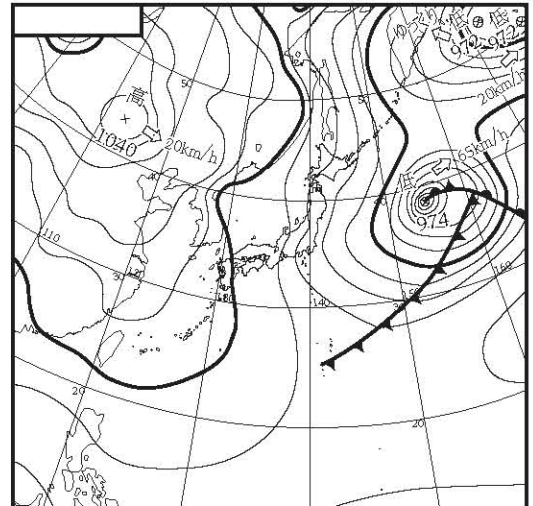
- 1 1万1500年前
- 2 1万7200年前
- 3 2万2900年前
- 4 4万5800年前

〔問 4〕 次の天気図ア～エは、1月、3月、6月、8月のいずれかの日本付近の天気図である。
 ア～エに関する記述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
 18 。

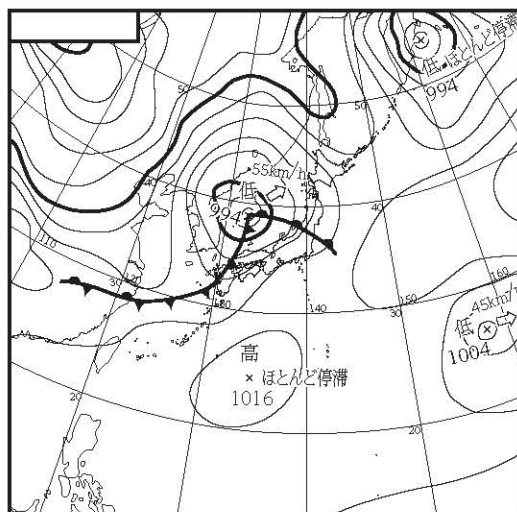
ア



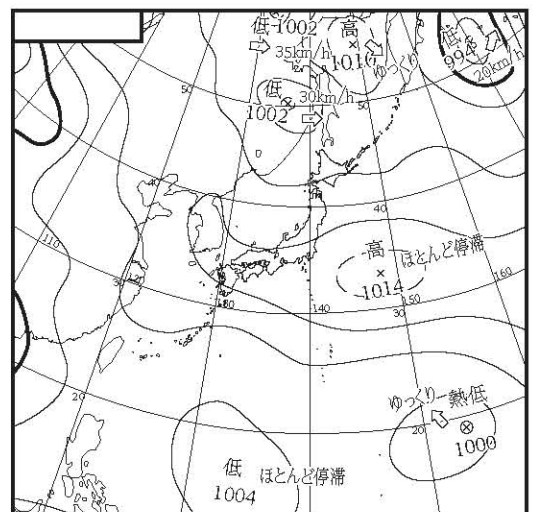
イ



ウ



エ



- 1 天気図アの北西太平洋に現れる海洋性熱帯気団は、小笠原気団と呼ばれる。
- 2 天気図イに描かれている前線は停滞前線で、梅雨前線と呼ばれる。
- 3 天気図ウの日本海にある低気圧は南岸低気圧と呼ばれ、関東地方では雨や雪となる。
- 4 天気図エでは、日本付近は冬型の気圧配置となっている。

[問 5] ビッグバンモデルによる宇宙の誕生に関する次の記述**ア**～**エ**を、年代の古いものから順に並べた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 19。

- ア** 宇宙の晴れ上がりが起こった。
イ ヘリウムの原子核が初めてできた。
ウ 最初の恒星が誕生した。
エ 陽子や中性子が初めてできた。

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

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 20。

- 1 「電流とその利用」の「電流と磁界」の「電流がつくる磁界」については、電流の向きや磁界の向きを変えたときに力の向きが変わることを扱うこと。
- 2 「化学変化と原子・分子」の「化学変化」の「化学変化と熱」については、異なる方法を用いても同一の気体が得られることにも触れること。
- 3 「気象とその変化」の「天気の変化」の「霧や雲の発生」については、気温による飽和水蒸気量の変化が湿度の変化や凝結に関わりがあることを扱うこと。また、水の循環にも触れること。
- 4 「生命の連続性」の「生物の成長と殖え方」の「生物の殖え方」については、分離の法則を扱うこと。また、遺伝子の本体がDNAであることにも触れること。

〔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 21。

- 1 「光や熱の科学」の「熱の性質とその利用」については、物質は融点や沸点を境に状態が変化することを知るとともに、混合物を加熱する実験を行い、沸点の違いによって物質の分離ができることを見いだして理解すること。
- 2 「物質の科学」の「材料とその再利用」については、身近な材料に関する観察、実験などを行い、金属やプラスチックの種類、性質及び用途と資源の再利用について、日常生活と関連付けて理解すること。
- 3 「生命の科学」の「微生物とその利用」については、生態系と生物の多様性に関する観察、実験などを行い、生態系における生物の種多様性を見いだして理解すること。また、生物の種多様性と生物間の関係性とを関連付けて理解すること。
- 4 「宇宙や地球の科学」の「太陽と地球」については、太陽の観察を行い、その観察記録や資料に基づいて、太陽の特徴を見いだして理解すること。

選 択 問 題

12ページから37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～29ページ) 、 **生** 生物 (30ページ～37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 物 理

物 1 水平な床に質量 M [kg] の物体Aが置かれている。この物体Aに対して大きさの無視できる質量 m [kg] の小弾丸Bを速さ v [m/s] で水平方向に衝突させる。初めに、物体Aを床に固定した状態で小弾丸Bを衝突させたところ、次の図1に示すように、小弾丸Bは物体Aの表面から水平方向に d [m] 食い込んで止まった。次に、物体Aを床に固定せずに小弾丸Bを衝突させたところ、次の図2に示すように、小弾丸Bは物体Aの表面から水平方向に x [m] 食い込んだところで両者は一体となり、回転することなく同じ速さ V [m/s] で運動した。ただし、床と物体Aの間には摩擦はなく、物体Aと小弾丸Bの間にはたらく水平方向の力の大きさは常に F [N] で一定であったとする。また、小弾丸Bの衝突した点と物体Aの重心は常に同じ鉛直平面内にあるものとし、空気抵抗は無視できるものとする。次のページの各問に答えよ。

図 1

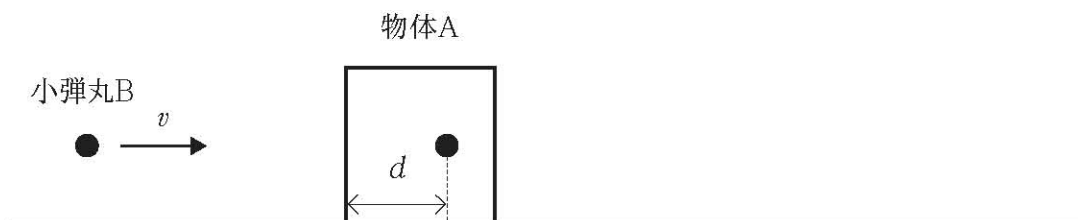
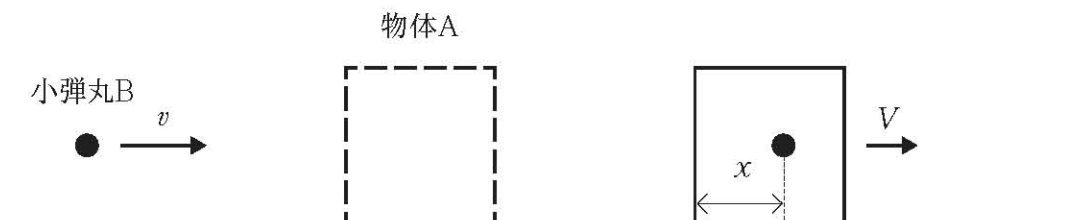


図 2



〔問 1〕 物体Aと小弾丸Bの間にはたらく水平方向の力の大きさ F 〔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 22。

1 $\frac{mv}{2d}$

2 $\frac{mv^2}{2d}$

3 $\frac{mv}{d}$

4 $\frac{mv^2}{d}$

〔問 2〕 図1のとき、小弾丸Bが物体Aに進入してから止まるまでの時間〔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 23。

1 $\frac{d}{2v}$

2 $\frac{d}{v}$

3 $\frac{2d}{v}$

4 $\frac{4d}{v}$

〔問 3〕 図2のとき、小弾丸Bが物体Aの表面から水平方向に運動した距離 x 〔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 24。

1 $\frac{md}{2(m+M)}$

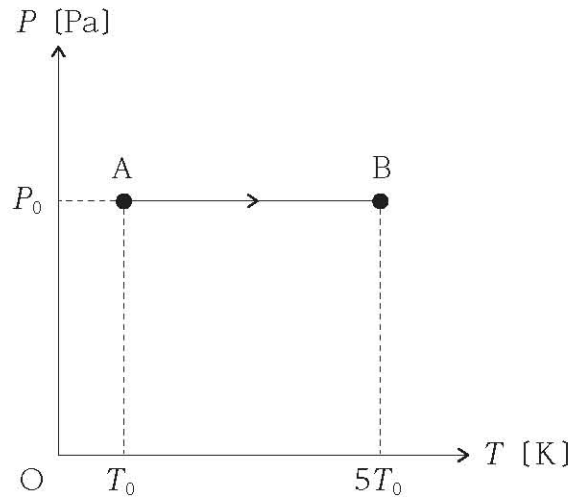
2 $\frac{Md}{2(m+M)}$

3 $\frac{md}{m+M}$

4 $\frac{Md}{m+M}$

- 物 2** 単原子分子の理想気体が容器に閉じ込められている。気体の圧力 P [Pa] と温度 T [K] を、次の図 1 に示すように、状態 A から状態 B へと変化させた。状態 A の体積を V_A [m³] とする。下の各問に答えよ。

図 1



- [問 1] 状態 A から状態 B の過程で気体が外部にした仕事 [J] 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 25。

- 1 $-6P_0V_A$
- 2 $-4P_0V_A$
- 3 $4P_0V_A$
- 4 $6P_0V_A$

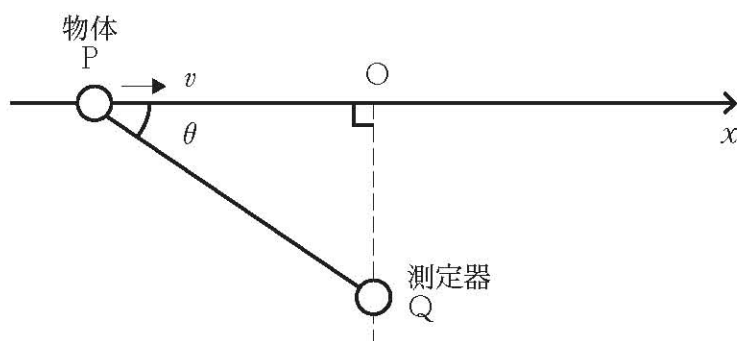
- [問 2] 状態 A から状態 B の過程で気体に加えられた熱量 [J] として適切なものは、次の 1 ~ 4 のうちのどれか。解答番号は 26。

- 1 $-10P_0V_A$
- 2 $-2P_0V_A$
- 3 $2P_0V_A$
- 4 $10P_0V_A$

余 白

- 物3** 次の図1のように、一定の速度 v [m/s] で直進している物体Pがある。測定器Qから物体Pに振動数 f_0 [Hz] の超音波を発信し、その反射波を測定器Qが受信して、振動数の変化量を利用し物体Pの速さ v を測定する。このとき物体Pの進行方向に x 軸をとり、測定器Qから物体Pを結んだ線分と x 軸とのなす角を θ [rad] とする。ただし、超音波の速さ c [m/s] は一定であり、 v は c に比べ十分に小さいものとする。後の各問に答えよ。

図1



- [問 1] 物体PがOに到達するまでの間について、物体Pを観測者と考えたとき、物体Pが受信する超音波の振動数 f_1 [Hz] 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 27 。

1 $\frac{c+v\cos\theta}{c}f_0$

2 $\frac{c-v\cos\theta}{c}f_0$

3 $\frac{c}{c-v\sin\theta}f_0$

4 $\frac{c}{c-v\cos\theta}f_0$

[問 2] 物体PがOに到達するまでの間について、測定器Qが受信する反射波の振動数 f_2 [Hz] 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 28。

1 $\frac{c+v\cos\theta}{c}f_0$

2 $\frac{c+v\cos\theta}{c-v\sin\theta}f_0$

3 $\frac{c+v\cos\theta}{c-v\cos\theta}f_0$

4 $\frac{c-v\cos\theta}{c+v\cos\theta}f_0$

[問 3] 物体PがOに到達するまでの間について、測定器Qが発信する超音波の振動数と受信する反射波の振動数の差として適切なものは、次の 1～4 のうちのどれか。ただし、 $\left(\frac{v}{c}\right)^2 \doteq 0$ とする。また、 $|a|$ が 1 に比べ十分に小さいときに成立する近似式 $(1+a)^{-1} \doteq 1-a$ を用いてよい。解答番号は 29。

1 $\frac{vf_0}{c}\cos\theta$

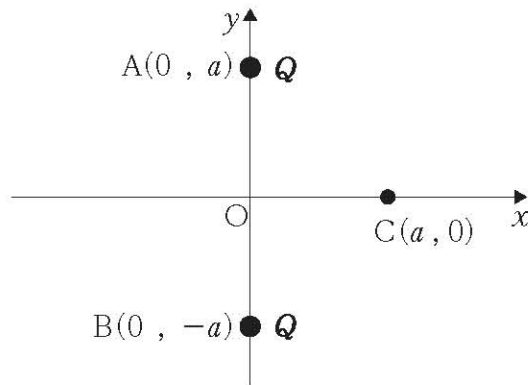
2 $\frac{2vf_0}{c}\cos\theta$

3 $\frac{vf_0}{c}\sin\theta$

4 $\frac{2vf_0}{c}\sin\theta$

- 物 4** 次の図1のように、真空中の x y 平面上に点A $(0, a)$ 、点B $(0, -a)$ 、点C $(a, 0)$ をとる。
また、点A、点Bのそれぞれに電気量 Q [C] の正の点電荷を固定する。ただし、クーロンの法則の比例定数を k とし、電位の基準の位置は無限遠とする。また、重力による影響は無いものとする。後の各問に答えよ。

図 1



- [問 1] 点Cの電位 [V] 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 30 。

1 $\frac{\sqrt{2}kQ}{2a^2}$

2 $\frac{kQ}{a}$

3 $\frac{\sqrt{2}kQ}{a}$

4 $\frac{2kQ}{a}$

〔問 2〕 点Cに小さな正の電荷 q 〔C〕をもつ質量 m 〔kg〕の粒子を置き、 x 軸上の負の向きに速さ v_0 〔m/s〕を与えたところ、この粒子は x 軸上を負の無限遠まで進んでいった。点Oを通過するときの粒子の速さ〔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 31 。

1 $\sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{ma}(2 - \sqrt{2})}$

2 $\sqrt{v_0^2 - \frac{2kqQ}{ma}(2 - \sqrt{2})}$

3 $\sqrt{v_0^2 + \frac{2\sqrt{2}kqQ}{ma}}$

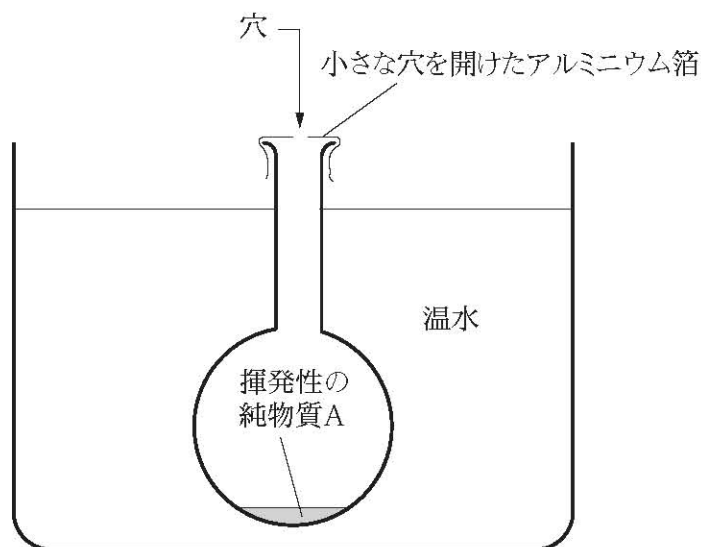
4 $\sqrt{v_0^2 - \frac{2\sqrt{2}kqQ}{ma}}$

化 学

化 1 次の各問に答えよ。

- [問 1] 次の図 1 は、揮発性の純物質 A の分子量を求める実験装置を模式的に表したものであり、操作①～③は、実験の手順を示したものである。このとき、純物質 A の分子量は 2223 である。ただし、大気圧は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であり、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とし、解答は小数第一位を四捨五入し、整数で求めよ。

図 1

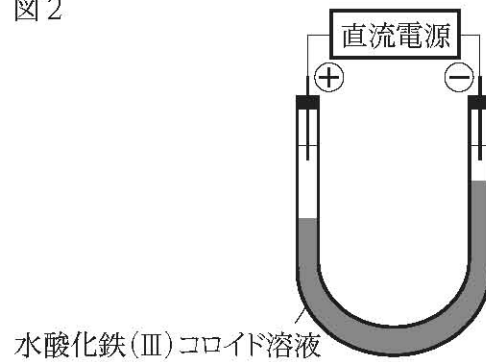


[実験]

- 操作① 内容積が 300 mL の丸底フラスコに純物質 A の液体を約 2 g 入れ、小さな穴を開けたアルミニウム箔で口にくふをした。
- 操作② 操作①の丸底フラスコを 57°C の温水に浸し、純物質 A を完全に蒸発させて容器内を 57°C の純物質 A の蒸気のみで満たした。
- 操作③ 操作②の丸底フラスコを冷却したところ、丸底フラスコ内の純物質 A の蒸気は全て液体になり、その液体の質量は 0.81 g であった。

[問 2] 次の図 2 は、水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液に直流電圧をかけたときの様子を模式的に表したものである。水酸化鉄(Ⅲ)コロイド溶液に電解質水溶液を加えてコロイド粒子を沈殿させるとき、最も少量で沈殿させることができる電解質水溶液として適切なものは、下の 1～4 のうちのどれか。ただし、どの電解質水溶液も同じモル濃度に調製してあるものとする。解答番号は 24。

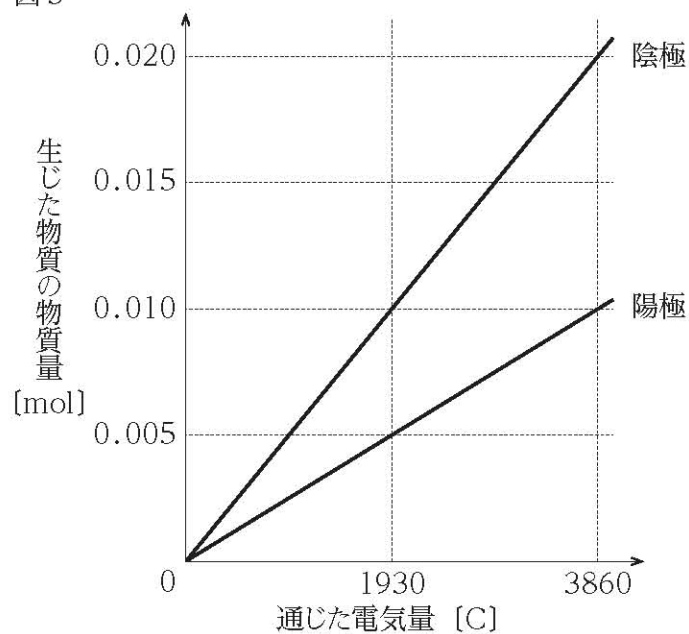
図 2



- 1 硝酸カリウム水溶液
- 2 塩化カルシウム水溶液
- 3 塩化アルミニウム水溶液
- 4 硫酸ナトリウム水溶液

〔問 3〕 次の図 3 は、ある電解質の水溶液を、白金電極を用いて電気分解し、通じた電気量と両極で生じた物質の物質量との関係を表したものである。この電解質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 25 。

図 3



- 1 NaOH
- 2 KI
- 3 CuCl_2
- 4 AgNO_3

〔問 4〕 高分子化合物に関する次の記述**ア**～**エ**と、その名称 A～D と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 26。

ア ベンゼン環を含む高分子化合物である。

イ 付加重合により合成される。

ウ ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮合重合により合成される。

エ セルロースを溶媒に溶解させた後、繊維として再生させたものである。

A ナイロン66

B ポリエチレンテレフタレート

C ポリプロピレン

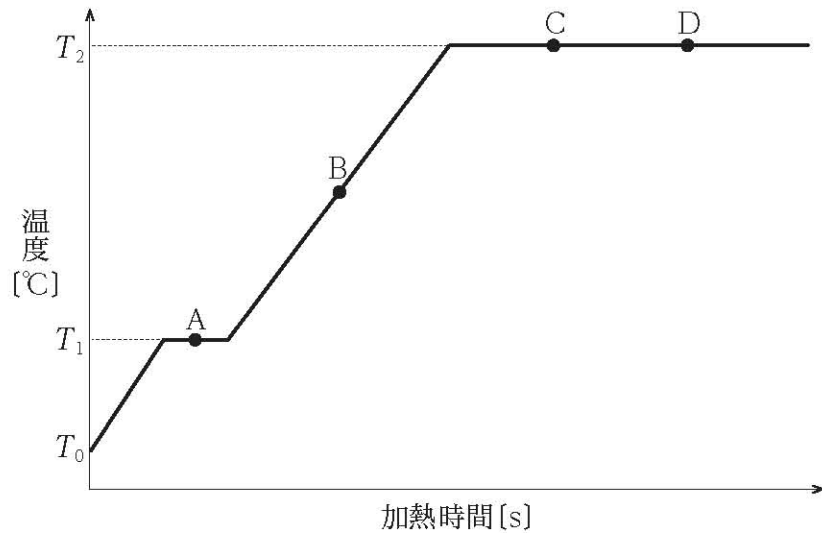
D レーヨン

1	ア －A	イ －C	ウ －B	エ －D
2	ア －A	イ －D	ウ －B	エ －C
3	ア －B	イ －C	ウ －A	エ －D
4	ア －B	イ －D	ウ －A	エ －C

化2 次の各問に答えよ。

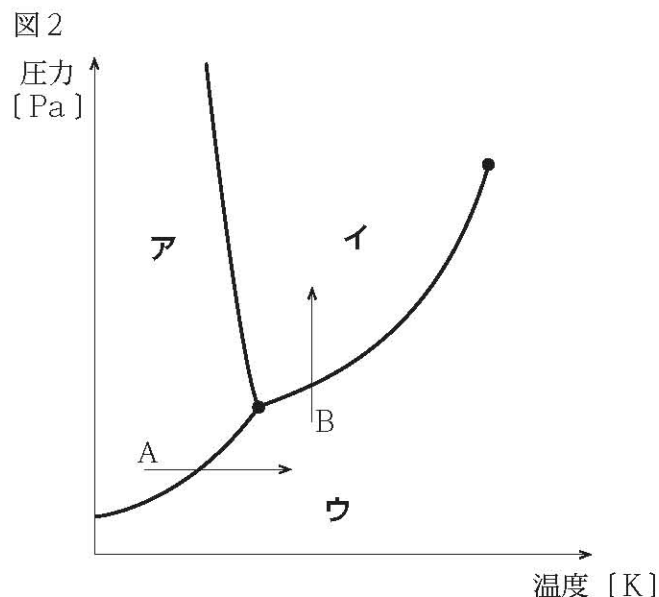
[問 1] 次の図1は、ある温度 T_0 [°C] の固体の水を1気圧のもとで完全に気体になるまで加熱したときの加熱時間と温度の関係を表したものである。この図に関する記述として適切なものは、下の1～4のうちのどれか。解答番号は **27** 。

図1



- 1 温度 T_1 は沸点、温度 T_2 は融点である。
- 2 点Aでは、固体と液体が共存している。
- 3 点Bでは、蒸発は起こらない。
- 4 点Cと点Dの間では、液体の体積に変化はない。

[問 2] 次の図2は、水の状態図である。状態アから状態ウへの状態変化Aの名称と、状態ウから状態イへの状態変化Bの名称と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 28。



	状態変化A	状態変化B
1	昇華	凝縮
2	昇華	蒸発
3	融解	凝縮
4	融解	蒸発

[問 3] ある非電解質の化合物 x [g] を溶媒10 g に溶かした希薄溶液の凝固点は、純溶媒の凝固点より Δt [K] 低下した。溶媒のモル凝固点降下が K_f [K·kg/mol] のとき、この非電解質の化合物のモル質量 M [g/mol] を表す式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 29。

- 1 $\frac{xK_f}{10\Delta t}$
- 2 $\frac{100xK_f}{\Delta t}$
- 3 $\frac{10\Delta t}{xK_f}$
- 4 $\frac{\Delta t}{100xK_f}$

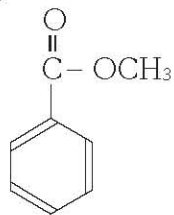
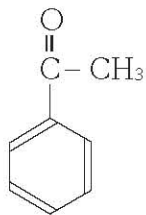
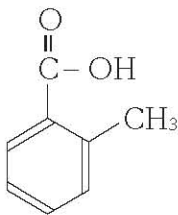
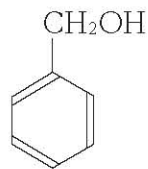
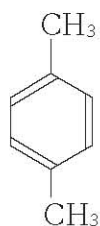
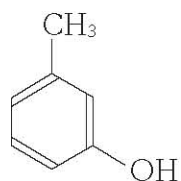
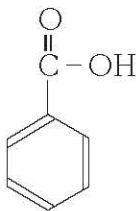
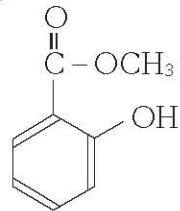
[問 4] 水220 mLに塩化ナトリウム0.351 gを溶かした水溶液をビーカーAに、水300 mLにスクロース6.84 gを溶かした水溶液をビーカーBに、それぞれ入れた。これらを密閉容器内に設置し室温で平衡状態に達するまで放置したとき、二つのビーカーの水溶液の体積が変化した。このとき、水溶液の体積の変化に関する記述として最も適切なものは、次の1～4のうちではどれか。ただし、水の密度は1.0 g/mLであり、密閉容器内に水蒸気として存在する水の量は無視できるものとする。解答番号は 30。

- 1 ビーカーAの水溶液が25 mL減少し、ビーカーBの水溶液が25 mL増加した。
- 2 ビーカーAの水溶液が100 mL減少し、ビーカーBの水溶液が100 mL増加した。
- 3 ビーカーAの水溶液が25 mL増加し、ビーカーBの水溶液が25 mL減少した。
- 4 ビーカーAの水溶液が100 mL増加し、ビーカーBの水溶液が100 mL減少した。

余 白

化3

次の芳香族化合物**ア**～**ク**について、後の各問に答えよ。

ア**イ****ウ****エ****オ****カ****キ****ク**

〔問 1〕 芳香族化合物**ア**～**ク**のうち、炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体を発生しながら溶解す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

31

- 1 **ア・オ**
- 2 **イ・カ**
- 3 **ウ・キ**
- 4 **エ・ク**

〔問 2〕 芳香族化合物**ア**～**ク**のうち、塩化鉄（Ⅲ）水溶液を加えると、青色～赤紫色の呈色を示す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 **32**。

- 1 **ア・ウ**
- 2 **イ・エ**
- 3 **オ・キ**
- 4 **カ・ク**

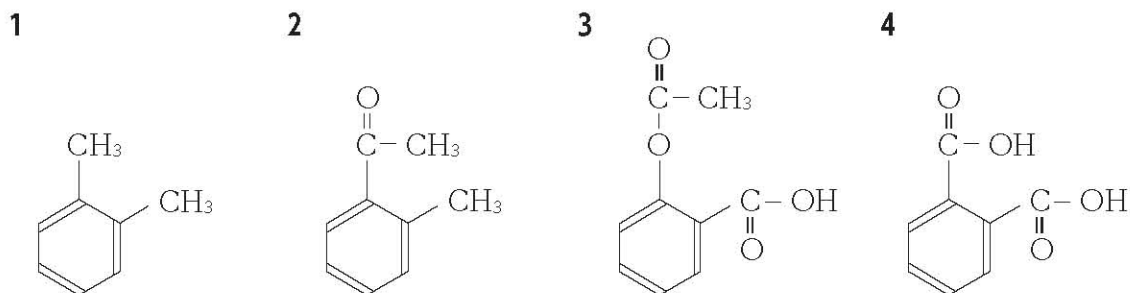
〔問 3〕 芳香族化合物 **ア** に希硫酸を加えて加熱し加水分解させたところ、二つの化合物が生成した。この化合物の組合せとして適切なものは、次の **1** ～ **4** のうちのどれか。解答番号は 33 。

- 1** カルボン酸 と ケトン
- 2** カルボン酸 と アルコール
- 3** アルデヒド と ケトン
- 4** アルデヒド と アルコール

〔問 4〕 芳香族化合物 **イ** に水酸化ナトリウムとヨウ素を作用させ、続いて十分な量の希硫酸を加えたところ、ヨードホルムとともに新たな芳香族化合物 **A** が生成した。この芳香族化合物 **A** の名称と性質との組合せとして適切なものは、次の **1** ～ **6** のうちのどれか。解答番号は 34 。

	名称	性質
1	安息香酸	塩基性
2	安息香酸	酸性
3	安息香酸	中性
4	トルエン	塩基性
5	トルエン	酸性
6	トルエン	中性

〔問 5〕 芳香族化合物 **ウ** に硫酸酸性の条件下で十分な量の過マンガン酸カリウム水溶液を加えたところ、新たな芳香族化合物 **B** が生成した。この芳香族化合物 **B** の構造式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 35 。

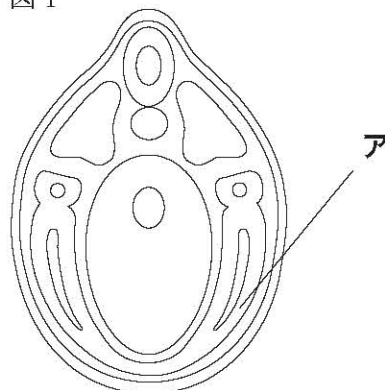


生 物

生 1 発生に関する次の各問に答えよ。

〔問 1〕 次の図 1 は、ある脊椎動物の尾芽胚の横断面を模式的に表したものである。図 1 中の**ア**の名称と、**ア**の部分から将来分化する組織や器官の組合せとして適切なものは、下の 1～6 のうちのどれか。解答番号は **22** 。

図 1



	アの名称	アの部分から将来分化する組織や器官
1	側板	骨格筋
2	側板	腎臓
3	側板	腸管などの平滑筋
4	体節	骨格筋
5	体節	腎臓
6	体節	腸管などの平滑筋

〔問 2〕 ウニ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 口器を取去り、適切な濃度の KCl 水溶液を注ぐと、卵又は精子が放出される。
- 2 精子が未受精卵のゼリー層に到達すると精子の尾部にある先体の中身が放出される。
- 3 16細胞期の胚は、中割球四つ、大割球八つ、小割球四つからなる。
- 4 原口は将来、口になる。

〔問 3〕 細胞間相互作用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 脊椎動物における眼は、眼胞から前脳が外側に伸長し、表皮と接触することで分化する。
- 2 多細胞動物のパターン形成において、細胞に位置情報を与える機能をもつ化学物質を総称してモルフォゲンと呼ぶ。
- 3 神経誘導において、ノギンやコーディンなどの阻害タンパク質の作用で BMP が受容体に結合できない細胞は表皮に分化する。
- 4 アフリカツメガエルの場合、胞胚期に動物極側の細胞が帯域の細胞を中胚葉化する。

生 2 タンパク質と生命現象に関する次の各問に答えよ。

[問 1] タンパク質のはたらき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 **25**。

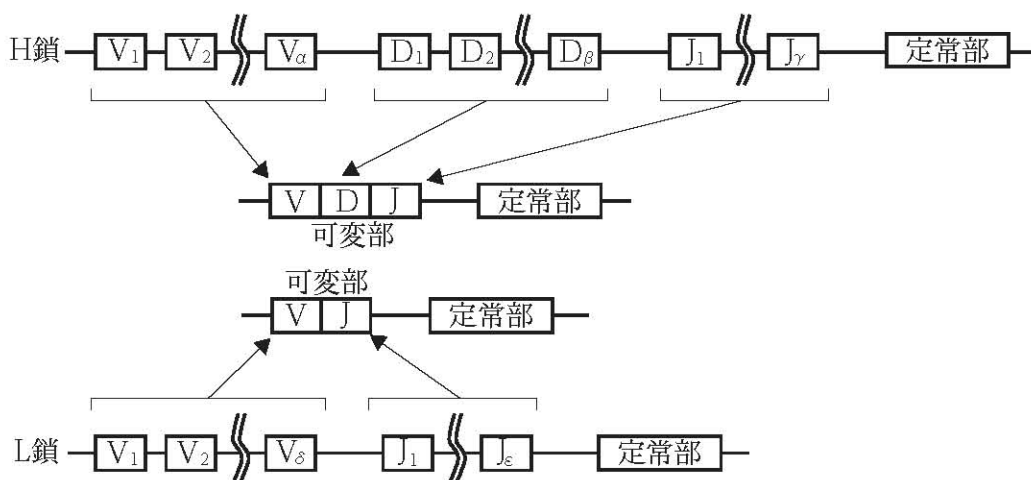
- 1** 代謝反応に関わる酵素タンパク質は、反応における活性化エネルギーが平衡状態になるように反応の速度を上げるはたらきがある。
- 2** 水溶性ホルモンの受容体タンパク質は、標的細胞の細胞表面、核内及び細胞質内に存在し、細胞内の反応に関わっている。
- 3** シャペロンと呼ばれる一群のタンパク質は、ポリペプチドの正しい立体構造の形成を補助するだけでなく、タンパク質の分解にも関わっている。
- 4** 細胞骨格を構成するタンパク質であるアクチンは、微小管の構成要素であり、細胞分裂における染色体運動に関わっている。

[問 2] ある分子量 1.5×10^5 の抗体と特異的に結合する分子量 4.0×10^4 の抗原とを反応させたとき、抗体3.0 mgに対して結合することができる抗原は、理論上最大 **26.27** [mg] である。ただし、この抗原には抗体が結合する部位が一か所のみあり、抗原同士は結合しないものとし、抗体の構造は二組のポリペプチド鎖が対になった構造であるとする。また、解答は小数第二位を四捨五入して小数第一位まで求めよ。

〔問 3〕 多様な抗体がつくられるしくみに関する次の記述を読み、下の(1)、(2)の各問に答えよ。

図1のように抗体の可変部のアミノ酸配列を指定する遺伝子は、複数の領域に分かれている。H鎖の可変部を指定する遺伝子はV、D、Jの3つの領域、L鎖の可変部を指定する遺伝子はV、Jの2つの領域に分かれて存在している。それぞれの遺伝子の領域から1つずつの遺伝子断片が選ばれることで、抗体産生細胞が産生する抗体の遺伝子が再構成される。ただし、各遺伝子領域の遺伝子断片の数を α 、 β 、 γ 、 δ 、 ε とし、これらの文字は他の意味をもたないものとする。

図1



(1) ヒトの抗体において、H鎖の可変部を指定するV、D、Jの遺伝子領域の遺伝子断片がそれぞれ65個、27個、6個であり、L鎖の可変部を指定するV、Jの遺伝子領域の遺伝子断片がそれぞれ40個、5個であるすると、理論上最大 $\boxed{28.29} \times 10^{\boxed{30}}$ 種類の抗体を産生することができる。ただし、有効数字2桁で求めよ。

(2) このしくみを発見し、ノーベル生理学医学賞を受賞した人物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 $\boxed{31}$ 。

- 1 岡崎 令治
- 2 木村 資生
- 3 下村 脩
- 4 利根川 進

生 3 バイオテクノロジーに関する次の各問に答えよ。

〔問 1〕 次の記述は、P C R法に関するものである。記述中の空欄 **ア** 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 **32** 。

P C R法とは、目的とするDNA領域の両末端部に相補的なプライマーを用いて、DNAポリメラーゼによる鋳型特異的DNA合成を繰返すことにより、その領域のDNA断片を飛躍的に増幅する方法をいう。

初期鋳型DNA量をY、増幅効率をe、サイクル数をCとした場合、P C R法により増幅されるP C R産物の量Xは、次の式で表わすことができる。ただし、増幅効率が100%のとき、 $e=1$ とする。

$$X=Y(1+e)^C$$

増幅効率100%、初期鋳型DNA量5分子、サイクル数10のときに、増幅されるP C R産物の量は **ア** 分子である。

- 1 640
- 2 1280
- 3 2560
- 4 5120

〔問 2〕 RNA干渉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 **33** 。

- 1 RNA干渉は、アメリカの生物学者メローとファイアーによって1998年にショウジョウバエを用いた実験で初めて報告された。
- 2 特定の遺伝子の配列と合致する二本鎖RNA分子が切断され、特定の遺伝子のmRNAを分解又は翻訳を阻止する機構をRNA干渉という。
- 3 細胞内に導入された二本鎖RNAが、A T Pと呼ばれるRNase IIIファミリーに属する酵素により、s i RNAに分断化されることをRNA干渉という。
- 4 RNA干渉において、ヒトゲノムからは最大200種類のm i RNAが作られ、これらは、ヒトのタンパク質を作る全遺伝子の3分の1を調整している。

[問 3] 細胞内への遺伝子の導入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 34。

- 1 Ti プラスミドは、哺乳類がもつ、150～200 kbほどある巨大なプラスミドで、T-DNA と呼ばれる部分がある。
- 2 アグロバクテリウム法は、DNA 分子を付着させた金属微粒子を、高圧ガスなどを用いて細胞膜を貫通させ、細胞内に目的遺伝子を導入する方法である。
- 3 哺乳類の受精卵内の精子由来の核に細い管を利用して組換え DNA を注入し、発生させ続けると、外来遺伝子を組み込んだトランスジェニック動物をつくることができる。
- 4 エレクトロポレーション法は、脂質二重膜の小胞を形成するリン脂質を利用した形質移入の方法である。

生 4 生物の進化と系統に関する次の各問に答えよ。

〔問 1〕 次の記述は、生物の進化におけるある現象に関するものである。この現象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 **35** 。

偶然により、対立遺伝子頻度がランダムに変動することで、大きな個体群よりも、小規模な個体群に対してより大きな影響を与える。

- 1 遺伝的浮動
- 2 中立説
- 3 適応放散
- 4 突然変異

〔問 2〕 1990年にアメリカ合衆国の微生物学者ウーズらが提唱した三ドメイン説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 **36** 。

- 1 生物の系統関係は、ミトコンドリアDNAの塩基配列を用いて調べられた。
- 2 高度好塩菌やシアノバクテリアは、古細菌に含まれる。
- 3 遺伝子のイントロンは、真核生物と古細菌の両方に存在する。
- 4 古細菌は、DNAが核膜に包まれている。

〔問 3〕 人類の変遷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 **37** 。

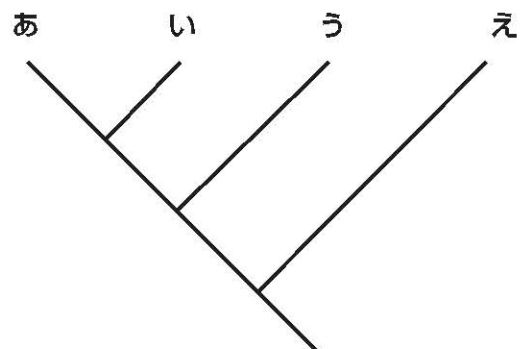
- 1 ホモ・エレクトスは、約150～200万年前に出現し、形の整った石器や火を使用していたと考えられている。
- 2 ホモ・ラミダスは、約20～30万年前に出現し、直立二足歩行をしていたと考えられている。
- 3 アウストラロピテクスは、約440～580万年前に出現し、脳容積が現在のヒトの10分の1ほどであったと考えられている。
- 4 ホモ・サピエンス・ネアンデルタレンシスは、約300～370万年前に出現し、体つきが頑丈で、眼窩上^{がんか}の骨が隆起していたと考えられている。

〔問 4〕 次の表1は、ある3種類の生物種ア～ウと、ア～ウと系統的に最も遠く離れていることが分かっている生物種エについて、それぞれがもつDNAに存在するサイトⅠ～Ⅳの塩基配列を表したものである。下の図1は、表1を基に、系統関係を最節約法で推定した系統樹である。図1中のあ～えと、ア～エと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 38。

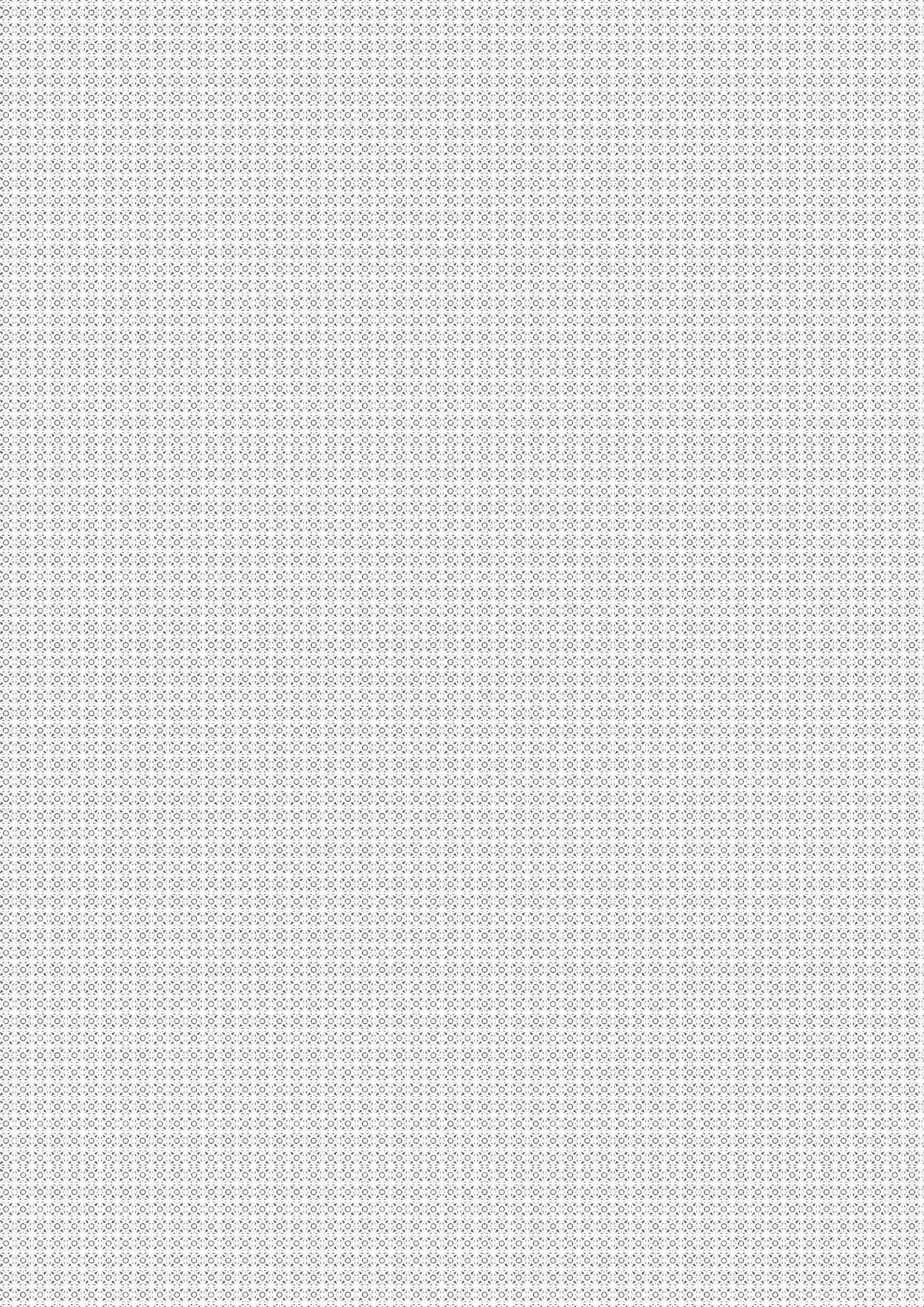
表1

種 \ サイト	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
ア	G	A	G	C
イ	G	G	G	C
ウ	C	A	T	C
エ	C	A	G	T

図1



	あ	い	う	え
1	ア	イ	ウ	エ
2	ア	ウ	イ	エ
3	エ	イ	ウ	ア
4	エ	ウ	イ	ア



3 問題文中の 2、34 などの 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) 2、3、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 2、3、4、……で示された解答欄にマークしてください。

例えば、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
2	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ●
3	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ● ⑨ ⑩ ⊖
4	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖

なお、同一の問題文中に 2、34 などが2度以上現れる場合、原則として、2度目以降は、2、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、 $\frac{\text{5 6}}{\text{7}}$ 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
5	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ●
6	① ② ③ ● ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⊖
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、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。