

入 学 試 験 問 題 (1 次)

理 科

令和 6 年 1 月 22 日

10 時 50 分—12 時 10 分

注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
- 2 この問題冊子は表紙・白紙を除き 43 ページ(物理 1～10 ページ, 化学 11～23 ページ, 生物 24～43 ページ)である。落丁, 乱丁, 印刷不鮮明の箇所等があった場合は申し出ること。
- 3 物理, 化学, 生物のうちからあらかじめ入学志願票に記入した 2 科目を解答すること。
- 4 解答には必ず黒鉛筆(またはシャープペンシル)を使用すること。
- 5 解答は, 各設問ごとに一つだけ選び, 解答用紙の所定の解答欄の該当する記号を塗りつぶすこと。
- 6 解答を訂正する場合は, 消しゴムできれいに消すこと。
- 7 解答用紙の解答欄は, 左から物理, 化学, 生物の順番になっているので, マークする科目の解答欄を間違えないように注意すること。
- 8 監督員の指示に従って, 問題冊子の表紙の指定欄に受験番号を記入し, 解答用紙の指定欄に受験番号, 受験番号のマーク, 氏名を記入すること。「志願票に記入した科目を 2 つマークしなさい」の欄には, 入学志願票と同じ科目にマークすること。
- 9 この問題冊子の余白は, 草稿用を使用してよい。ただし, 切り離してはならない。
- 10 解答用紙およびこの問題冊子は, 持ち帰ってはならない。

受験番号					
------	--	--	--	--	--

上の枠内に受験番号を記入しなさい。

物 理

設問ごとに、与えられた選択肢の中から最も適当なものを一つ選べ。

- 1 内部抵抗を持つ電池に抵抗値 $4.0\ \Omega$ の電気抵抗をつないだ回路をつくった。回路には $0.90\ \text{A}$ の電流が流れ、電池を含めた回路全体で 200 秒間に $810\ \text{J}$ のジュール熱が発生した。電池の内部抵抗は何 Ω か。

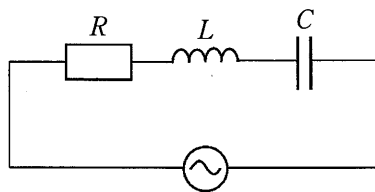
㉶ 0.50 ㉷ 1.0 ㉸ 2.0 ㉹ 3.0 ㉺ 4.0

- 2 真空中で、平行板コンデンサーを電位差 V_0 で充電した後、電源から切り離して比誘電率 $\epsilon_r (> 1)$ の誘電体を極板間に満たした。誘電体で満たされた後の極板間の電位差 V 、極板間の電場の大きさ E 、コンデンサーが蓄える電気量 Q は、誘電体で満たされる前と比べてどのように変化するか。正しい組み合わせを選べ。

	V	E	Q
㉶	小さくなる	強くなる	増加する
㉷	小さくなる	弱くなる	変わらない
㉸	大きくなる	強くなる	変わらない
㉹	大きくなる	強くなる	増加する
㉺	変わらない	弱くなる	減少する

次の文章を読み、以下の問い(問題3～5)に答えよ。

図のように、抵抗値 R の電気抵抗、自己インダクタンス L のコイル、電気容量 C のコンデンサーを振幅 V_0 、角周波数 ω の交流電源に接続した。時刻 t に回路を流れる電流を $I = I_0 \sin \omega t$ とすると、交流電源の電圧は $V = V_0 \sin(\omega t + \theta)$ と表される。 θ は電圧の位相に対する電流の位相の遅れを表す。ここで、 ω の関数 f を次のように定義する。



$$f(\omega) = \omega L - \frac{1}{\omega C}$$

- 3 電気抵抗、コイル、コンデンサーで消費される電力の時間平均をそれぞれ、 $\overline{P_R}$ 、 $\overline{P_L}$ 、 $\overline{P_C}$ とする。交流電源から回路に供給される電力の時間平均 $\overline{P}$ はいくらか。

㉞ $\overline{P_R}$ ㉟ $\overline{P_L}$ ㊱ $\overline{P_C}$ ㊲ $\overline{P_L} + \overline{P_C}$ ㊳ $\overline{P_L} - \overline{P_C}$

- 4 角周波数 ω を変えると、 $\omega = \omega_0$ のとき $\overline{P}$ は最大値 $\overline{P_{\max}}$ となる。 $f(\omega_0)$ はいくらか。

㉞ $-2R$ ㉟ $-R$ ㊱ 0 ㊲ R ㊳ $2R$

- 5 $\overline{P} = \frac{\overline{P_{\max}}}{2}$ となる角周波数は ω_1 と ω_2 ($\omega_1 < \omega_2$) の二つがある。 $f(\omega_1)$ はいくらか。

㉞ $-2R$ ㉟ $-R$ ㊱ 0 ㊲ R ㊳ $2R$

- 6 地球が持つ固有の磁場を地磁気と呼び、その大きさは磁束密度の単位であるテスラ(T)で表す。栃木での地磁気の向きは、地図の真北よりも少し西よりにずれ、水平面から下方に傾いている。地磁気の鉛直成分は下向きに $3.5 \times 10^{-5} \text{ T}$ である。いま、地磁気の水平成分の方向を北として東西南北を定義する。栃木で長さ 2.0 m の導体棒を東西方向に保持し、速さ 10 m/s で北へ水平に運動させる。棒の両端の電位差は何 V か。また、正の電荷が現れるのは棒の東側と西側のどちらか。

	電位差 (V)	正の電荷が現れる側
㉞	3.5×10^{-4}	東側
㉟	3.5×10^{-4}	西側
㊱	7.0×10^{-4}	東側
㊲	7.0×10^{-4}	西側
㊳	0	どちら側にも現れない

- 7 放射性崩壊を起こす原子核がある。この原子核 16 g のうち、32 日後に崩壊せずに残っていたのは 1.0 g であった。崩壊せずに残っている原子核が 0.25 g になるのは、初めから数えて何日後か。

㉞ 36 ㉟ 48 ㊱ 56 ㊲ 64 ㊳ 72

- 8 中性子が、静止した質量数 3 のヘリウム原子核 (^3He) に正面から弾性衝突した。中性子の速さはもとの速さの何倍になるか。最も近いものを選べ。ただし、陽子と中性子の質量の違いは無視する。

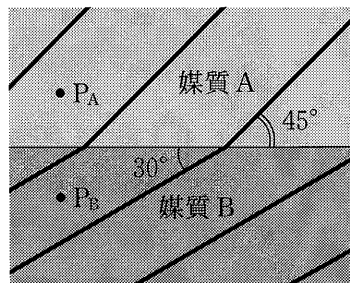
㉞ $\frac{1}{2}$ ㉟ $\frac{3}{5}$ ㊱ $\frac{4}{5}$ ㊲ 1 ㊳ $\frac{3}{2}$

- 9 ある金属にさまざまな振動数の光を当てたときの光電効果の結果をグラフにした。縦軸に光電子の運動エネルギーの最大値、横軸に光の振動数をそれぞれ国際単位系でとると直線が得られた。直線の横軸の切片を a 、縦軸の切片(グラフを振動数 0 まで延長したときの縦軸との交点)の絶対値を b とする。プランク定数はいくらか。

- ㉠ a ㉡ b ㉢ ab ㉣ $\frac{b}{a}$ ㉤ $\frac{a}{b}$

次の文章を読み、以下の問い(問題 10, 11)に答えよ。

図のように、媒質 A, B の境界面に向かって平面波が媒質 A から斜めに入射し、一部は境界面で屈折して媒質 B を進んでゆく。図の実線は平面波の山の波面を表している。入射波の波面と屈折波の波面が境界面となす角度は、それぞれ 45° と 30° である。媒質 A, B 中の任意の点をそれぞれ P_A , P_B とする。



- 10 媒質 A に対する媒質 B の屈折率はいくらか。

- ㉠ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㉡ $\frac{\sqrt{6}}{3}$ ㉢ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ㉣ $\frac{\sqrt{6}}{2}$ ㉤ $\sqrt{2}$

- 11 点 P_A を波面が通過してから、次の波面が通過するまでの時間は Δt であった。点 P_B を波面が通過してから、次の波面が通過するまでの時間は Δt の何倍か。

- ㉠ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㉡ $\frac{\sqrt{6}}{3}$ ㉢ 1 ㉣ $\frac{\sqrt{6}}{2}$ ㉤ $\sqrt{2}$

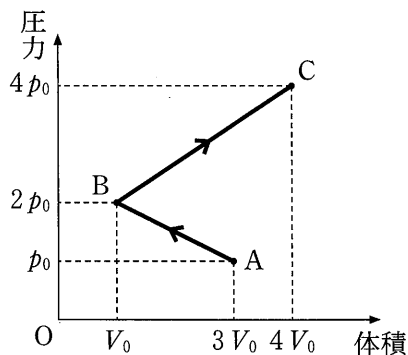
- 12 両端を固定した長さ 0.75 m の弦がある。弦を伝わる波の速さは 70 m/s である。弦を振動数 f で振動させたところ、弦に腹が 3 個の定常波ができた。 f は何 Hz か。

ア 100 イ 110 ウ 120 エ 130 オ 140

- 13 回折格子とスクリーンを十分に離して互いに平行に置く。回折格子の面に垂直に波長 $5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の単色光を入射し、スクリーン上の明線を観察した。入射光の方向に現れる中央の明線の一つ隣の明線は、入射光と角 30° をなす方向に現れた。この回折格子には、 1.0 cm あたり何本の溝があるか。

ア 1.0×10^2 イ 1.0×10^3 ウ 1.0×10^4
 エ 1.0×10^5 オ 1.0×10^6

- 14 なめらかに動くピストンの付いたシリンダーの中に一定物質量の単原子分子理想気体が閉じ込められている。この気体を図のように、圧力 p_0 、体積 $3V_0$ の状態 A から、圧力 $2p_0$ 、体積 V_0 の状態 B を通って、圧力 $4p_0$ 、体積 $4V_0$ の状態 C まで図中の直線に沿ってゆっくりと変化させた。過程 $A \rightarrow B \rightarrow C$ で気体が外部にした仕事の総和は $p_0 V_0$ の何倍か。



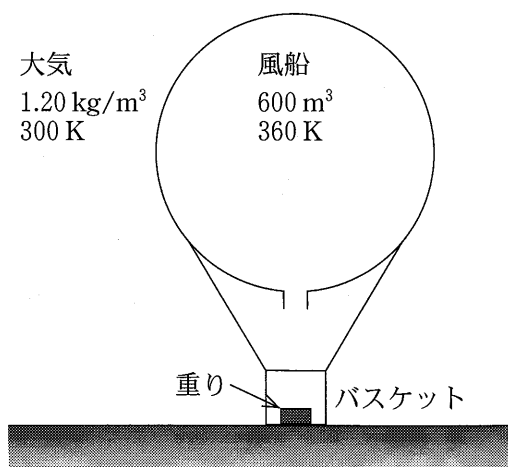
ア -6 イ $-\frac{5}{2}$ ウ 0 エ $\frac{5}{2}$ オ 6

15 図のように、薄い素材でできた体

積 600 m^3 の風船と、重りの付いた
バスケットからなる熱気球が地表に
置かれている。風船内の空気を除い
た熱気球全体の質量を M とする。

風船内には小さなヒーターがあり、
内部の空気の温度は 360 K で一様
に保たれている。風船の下部には小
さな開口部があり、風船内の圧力は
大気圧と等しい。風船外部の大気の

密度と温度は、それぞれ 1.20 kg/m^3 と 300 K で高度によらず一定とする。この気
球が地表から浮上するための M が満たすべき必要十分条件を $M < M_0$ とする。 M_0
は何 kg か。ただし、大気は理想気体とし、重り付きバスケットの体積は無視でき
るものとする。



- ㉞ 80.0 ㉟ 100 ㊱ 120 ㊲ 140 ㊳ 160

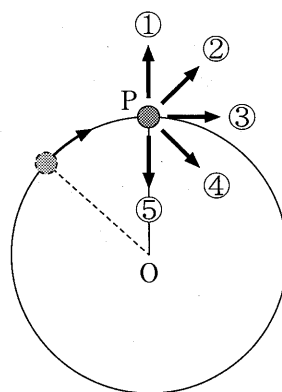
16 粒状の金属 0.50 kg を袋に詰め、床上 2.0 m の高さから 25 回静かに落下させた
ところ、金属の温度は $0.70 \text{ }^\circ\text{C}$ だけ上昇した。落下する際に重力がする仕事がすべ
て金属の温度上昇に使われたとすると、この金属の比熱は何 $\text{J/(g}\cdot\text{K)}$ になるか。重
力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、空気抵抗は無視する。

- ㉞ 0.35 ㉟ 0.70 ㊱ 28 ㊲ 350 ㊳ 700

17 大きさが 1 N , 3 N , 5 N の三つの力がある。三つの力の作用線は同一直線上に
ある。三つの力の合力の大きさとしてあり得るのは以下の選択肢のうちどれか。

- ㉞ 2 N ㉟ 3 N ㊱ 4 N ㊲ 5 N ㊳ 6 N

- 18 図のように，小球に軽い糸を付け，なめらかな水平面上で点 O を中心とする円周上を時計回りに等速円運動させる。図はこの円運動を真上から見たものである。いま，小球が点 P に達した瞬間に糸が切れる場合を考える。糸が切れる直前の小球の加速度の方向と，糸が切れた後の小球が運動する方向を表す矢印の組み合わせを選べ。



	糸が切れる直前の 小球の加速度の方向	糸が切れた後の 小球が運動する方向
ア	①	①
イ	③	③
ウ	④	②
エ	⑤	①
オ	⑤	③

次の文章を読み、以下の問い(問題 19, 20)に答えよ。

地球の重心を G_E 、月の重心を G_M とする。地球の質量は月の質量の 81 倍とする。

19 地球と月を一つの物体とみなしたときの重心はどこにあるか。

- ㉞ G_E と G_M を 1 : 81 に内分する点
- ㉟ G_E と G_M を 1 : 9 に内分する点
- ㊱ G_E と G_M を 1 : 3 に内分する点
- ㊲ G_E と G_M を 9 : 1 に内分する点
- ㊳ G_E と G_M を 81 : 1 に内分する点

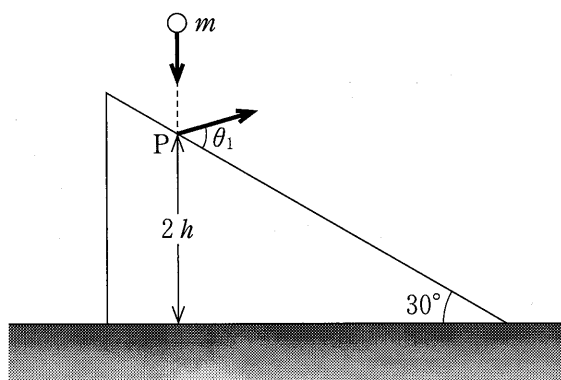
20 小隕石 A が G_E と G_M を結ぶ線分上にある。A にはたらく地球からの万有引力の大きさと、A にはたらく月からの万有引力の大きさが等しいとき、A の重心はどこにあるか。

- ㉞ G_E と G_M を 1 : 3 に内分する点
- ㉟ G_E と G_M を 1 : 9 に内分する点
- ㊱ G_E と G_M を 3 : 1 に内分する点
- ㊲ G_E と G_M を 9 : 1 に内分する点
- ㊳ G_E と G_M を 81 : 1 に内分する点

次の文章を読み、以下の問い(問題 21～25)に答えよ。

図のように、水平な床に傾斜角 30° のなめらかな斜面を持つ台が固定されている。質量 m の小球が、初速度 0 で距離 h だけ自由落下して、この斜面上の点 P に衝突した。点 P は床から高さ $2h$ の位置にあり、小球は衝突後、斜面から角度 θ_1 の方向にはね返った。小球と斜面との間の反発係数を $\frac{1}{3}$ とし、重力加速度の大きさを g とする。また、必要であれば以下の三角関数の公式を用いてもよい。

$$\tan(\alpha + \beta) = \frac{\tan \alpha + \tan \beta}{1 - \tan \alpha \tan \beta}$$



21 $\tan \theta_1$ はいくらか。

- ㉞ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ㉟ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㊱ 1 ㊲ $\sqrt{2}$ ㊳ $\sqrt{3}$

22 はね返り直後の小球の速さは $\sqrt{gh}$ の何倍か。

- ㉞ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ㉟ $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ㊱ $\frac{\sqrt{6}}{3}$ ㊲ 1 ㊳ $\frac{\sqrt{6}}{2}$

23 小球は点 P ではね返った後、斜面上の点 Q で再び斜面と衝突した。点 P と点 Q との間の距離は h の何倍か。

- ㉞ $\frac{2}{3}$ ㉟ $\frac{8}{9}$ ㊱ 1 ㊲ $\frac{3}{2}$ ㊳ $\frac{5}{2}$

24 点 Q での衝突直前の小球の速さは $\sqrt{gh}$ の何倍か。

- ㉞ $\frac{\sqrt{14}}{6}$ ㉟ $\frac{\sqrt{14}}{5}$ ㊱ $\frac{\sqrt{14}}{4}$ ㊲ $\frac{\sqrt{14}}{3}$ ㊳ $\frac{\sqrt{14}}{2}$

25 点 Q での衝突直前の小球の速度と斜面とのなす角度を θ_2 とする。 $\tan \theta_2$ はいくらか。

- ㉞ $\frac{\sqrt{3}}{6}$ ㉟ $\frac{\sqrt{3}}{5}$ ㊱ $\frac{\sqrt{3}}{4}$ ㊲ $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ㊳ $\frac{\sqrt{3}}{2}$

化 学

設問ごとに与えられた選択肢の中からもっとも適当なものを一つだけ選べ。
(原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Al = 27.0$, $S = 32.0$, $I = 127$ とし、
理想気体の標準状態における 1 mol の体積は 22.4 L , ファラデー定数
 $F = 9.65 \times 10^4\text{ C/mol}$, 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, アボガドロ定数は
 $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ である。)

1 次の文章のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・貴ガス(希ガス)の価電子は2または8である。
- ・原子番号が同じで、中性子数だけが異なる原子を互いに同位体という。
- ・アンモニウムイオンは配位結合で生じた2つの共有電子対をもつ。
- ・ Na_2O , CaO , NH_4Cl はそれぞれの結晶内にイオン結合を形成している。
- ・原子がイオンになる場合、陰イオンの半径はもとの原子の半径より小さい。

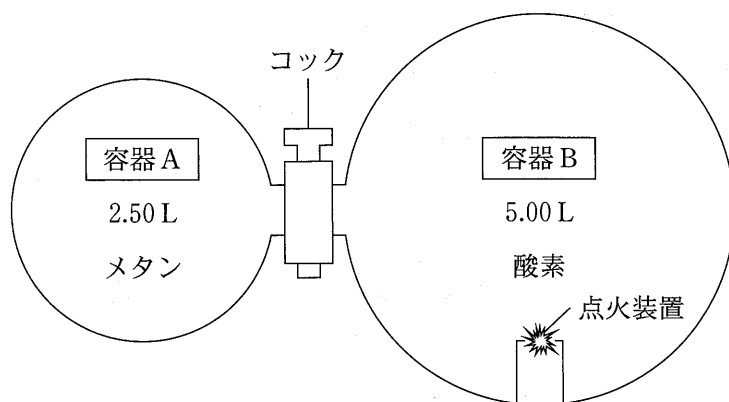
㉠ 1 ㉡ 2 ㉢ 3 ㉣ 4 ㉤ 5

2 ある金属は、体心立方格子をもつ密度 7.16 g/cm^3 の結晶からできている。この
金属の原子半径は $1.25 \times 10^{-8}\text{ cm}$ である。この金属の原子量にもっとも近い値は
どれか。必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$ を使うこと。

㉦ 48.0 ㉧ 52.0 ㉨ 56.1 ㉩ 85.1 ㉪ 96.1

次の文章を読み、以下の問い(問題3, 4)に答えよ。

図のように、27℃において、容器Aと点火装置のある容器Bはコック付き管で連結されている。容器Aにはメタンを 1.00×10^5 Pa、容器Bには酸素を 2.00×10^5 Pa となるようにそれぞれ充填した。ただし、コック付きの管および点火装置の体積は無視できるものとする。



- 3 容器Aと容器Bの間のコックを開き、メタンと酸素を混合させた。この混合気体の平均分子量として、もっとも近い値はどれか。

㉖ 24.0 ㉗ 25.6 ㉘ 26.6 ㉙ 28.8 ㉚ 29.8

- 4 点火装置により、問題3の混合気体を完全燃焼させた。その後、27℃に戻したときの残存する混合気体の全圧(Pa)として、もっとも近い値はどれか。ただし、水の飽和蒸気圧は27℃で 4.00×10^3 Paとし、生成した水の体積や気体の水への溶解は無視できるものとする。

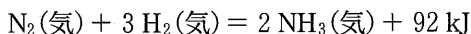
㉛ 1.00×10^5 ㉜ 1.04×10^5 ㉝ 1.37×10^5
㉞ 1.66×10^5 ㉟ 2.00×10^5

5 溶質および濃度の不明な水溶液の凝固点が、0.200 mol/kg のグルコース水溶液の凝固点より 1.30 ℃，低い値を示した。この水溶液の溶質と質量モル濃度として、もっとも適しているものはどれか。ただし、水のモル凝固点降下は 1.85 K・kg/mol とし、電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。

- ㉖ 塩化ナトリウム水溶液，0.300 mol/kg
- ㉗ 塩化ナトリウム水溶液，0.400 mol/kg
- ㉘ 硝酸マグネシウム水溶液，0.300 mol/kg
- ㉙ 硝酸マグネシウム水溶液，0.400 mol/kg
- ㉚ スクロース水溶液，0.500 mol/kg

次の文章を読み、以下の問い(問題 6 ～ 8)に答えよ。

窒素と水素からアンモニアを合成する反応の熱化学方程式は次の式で表される。



6 アンモニア水溶液は塩基性を示す。次の物質を水に溶解したときに、塩基性を示すものはいくつあるか。

- ・ 硫酸水素ナトリウム
- ・ 硝酸カルシウム
- ・ 炭酸水素ナトリウム
- ・ 硫化ナトリウム
- ・ 酸化カルシウム

- ㉖ 1 ㉗ 2 ㉘ 3 ㉙ 4 ㉚ 5

7 容積可変の反応容器に 3.0 mol の窒素と 9.0 mol の水素を入れ，触媒の存在下で一定の温度，一定の圧力条件で反応させたところ，平衡状態に達し，体積百分率で 25 % のアンモニアを含むようになった。反応によって発生した熱量(kJ)はいくらか。もっとも近い値を選べ。

- ㉞ 0.92×10^2 ㉟ 1.1×10^2 ㊱ 1.4×10^2
 ㊲ 1.6×10^2 ㊳ 1.8×10^2

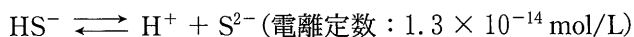
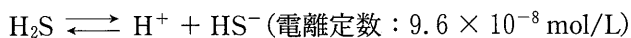
8 水素の H-H 結合，窒素の $\text{N} \equiv \text{N}$ 結合の結合エネルギーを，それぞれ a (kJ/mol)， b (kJ/mol) とする。アンモニアの生成熱を c (kJ/mol) としたとき，アンモニアの N-H 結合の結合エネルギー d (kJ/mol) はどのように表されるか。

- ㉞ $\frac{(3a + b + 2c)}{6}$ ㉟ $\frac{(3a + b + 2c)}{3}$ ㊱ $\frac{(2a + 3b + c)}{6}$
 ㊲ $\frac{(a + 3b + 2c)}{6}$ ㊳ $\frac{(3a + b - 2c)}{3}$

9 酸化アルミニウム 51.0 g を高温で融解させ，炭素を電極として電気分解した。すべての酸化アルミニウムを分解してアルミニウムの単体にするためには，9.65 A の電流を何秒間流せばよいか。もっとも近い値を選べ。

- ㉞ 1500 ㉟ 3000 ㊱ 10000 ㊲ 15000 ㊳ 30000

- 10 pH が 2.0 に保たれている硫化水素水において、硫化水素の濃度が 0.10 mol/L であったとき、硫化物イオンのモル濃度 (mol/L) はいくらか。もっとも近い値を選べ。ただし硫化水素は以下のように 2 段階で電離し、それぞれの電離定数を右に示す。



- ア 1.0×10^{-18} イ 1.2×10^{-18} ウ 1.8×10^{-18}
エ 1.2×10^{-20} オ 1.8×10^{-20}

次の文章を読み、以下の問い(問題 11～13)に答えよ。

濃硫酸は工業的には接触法でつくられる。まず、硫黄を燃焼させて X を生成させる。次に、酸化バナジウム(V)を触媒に用いて X を酸化して【A：二酸化硫黄】とする。さらに A を【B：濃硫酸】に吸収させて【C：発煙硫酸】とし、これを【D：水】に吸収させて濃硫酸とする。

- 11 文中の A から D の語句について、正しいものの組み合わせはどれか。

- ア A と B イ B と C ウ C と D エ A と D オ B と D

12 X について、正しい組み合わせはどれか。

- A 無色の気体である。
- B 水に溶けて弱いアルカリ性を示す。
- C 硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると生じる。
- D 銅に濃硫酸を加えて加熱すると生じる。
- E Fe^{2+} を含む中性水溶液と反応させると黒色沈澱を生じる。

㉖ AとB ㉗ BとC ㉘ CとE ㉙ DとE ㉚ AとD

13 接触法により硫黄 1.6 kg をすべて硫酸に変えたとき、濃硫酸 5.1 kg がえられた。この濃硫酸の質量パーセント濃度にもっとも近いものはどれか。ただし、えられた濃硫酸は用いた硫黄に由来するものとする。

㉛ 90 ㉜ 92 ㉝ 94 ㉞ 96 ㉟ 98

次の文章を読み、以下の問い(問題 14, 15)に答えよ。

金属 A～E は Mg, Ca, Fe, Cu, Ag のいずれかの単体である。A～E を用いて以下の実験 1～5 を行った。

実験 1 : A は常温の水とは反応しないが、熱水とは反応し水酸化物⁽¹⁾を生じた。

実験 2 : B は希硫酸には溶けず、熱濃硫酸には溶けた。B の硫酸塩を溶かした水溶液⁽²⁾に硫化水素を通じると黒色沈殿が生じた。

実験 3 : C は塩酸と反応して水素を発生しながら溶けた。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると緑白色沈殿が生じた。

実験 4 : D は塩酸とは反応しないが、濃硝酸とは反応して溶けた。D の硝酸塩を⁽³⁾溶かした水溶液にアンモニア水を加えると沈殿が生じ、過剰に加えると沈殿が溶けて無色の溶液となった。

実験 5 : E は常温で水と反応して水素と水酸化物⁽⁴⁾を生じた。

14 イオン化傾向の大きさについて正しいものはどれか。

- ㉞ $A > C > B > D$ ㉟ $B > A > C > E$ ㊱ $C > B > A > D$
㊲ $D > A > E > C$ ㊳ $E > C > D > B$

15 以下の記述で、誤っているものはどれか。

- (い) 下線(1)は水に溶けにくい。
(ろ) 下線(2)から析出した結晶を 150℃ に加熱すると赤色の結晶が生じる。
(は) 下線(3)にクロム酸カリウム水溶液を加えると黒色沈殿が生じる。
(こ) C は濃硝酸には不動態を形成するため溶けない。
(ほ) 下線(4)の飽和水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じる。

- ㉞ (い)と(ろ) ㉟ (ろ)と(は) ㊱ (は)と(こ) ㊲ (こ)と(ほ) ㊳ (い)と(ほ)

次の文章を読み、以下の問い(問題 16～18)に答えよ。

炭化水素 A, B, C, D は、メタン、エタン、プロパン、ブタンのいずれかであり、以下が明らかになっている。

- ・ 1 分子の C を完全燃焼すると 3 分子の水が生成される。
- ・ B は構造異性体を持たない。
- ・ A は D よりも沸点が高い。
- ・ B と C の炭素間結合は回転できる。

16 炭化水素 A～D に関する以下の記述のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・理想気体を考えると C は B よりも気体密度が大きい。
- ・A と同じ炭素数をもつ環状飽和炭化水素が存在する。
- ・D を検出する家庭用装置は通常床近くに設置される。
- ・B の水素原子 1 個を塩素原子で置換して生じる異性体は 2 種類である。

㉠ 0 ㉡ 1 ㉢ 2 ㉣ 3 ㉤ 4

17 C_3H_8O で表される 3 種類の化合物 X, Y, Z のうち、X は炭化水素 B の水素原子の一つがヒドロキシ基に置き換わった分子であり、酸化することでケトンを生じる。また、Y は分子間で水素結合を形成する。以下の X, Y, Z に関する記述のうち、正しいものはいくつあるか。

- ・Y を酸化すると反応過程で CH_3CH_2CHO が生成される。
- ・X を酸化するとえられる分子は CH_3CH_2CHO の構造異性体である。
- ・X の沸点は Y, Z よりも高い。
- ・X, Y はナトリウムと反応するが、Z は反応しない。
- ・Z は単一アルコールの縮合によってえることができる。

㉠ 1 ㉡ 2 ㉢ 3 ㉣ 4 ㉤ 5

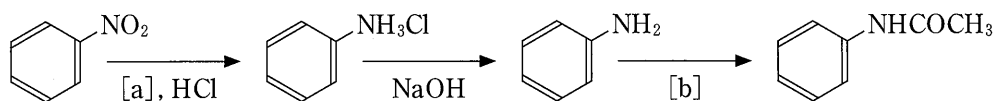
18 同じ体積の炭化水素 B と炭化水素 D をそれぞれ燃焼する時に生成される二酸化炭素 1 分子あたりの燃焼熱は D の方が 1.100×10^{-22} kJ 大きかった。D の燃焼熱を 800.0 kJ/mol とすると、B の燃焼熱 [kJ/mol] としてもっとも近いものを選べ。

㉠ 250.0 ㉡ 600.0 ㉢ 1400 ㉣ 2200 ㉤ 2600

- 19 複数種の脂肪酸とグリセリンからなる油脂がある。この油脂 0.443 g にヨウ素を十分量反応させたところ、ヨウ素が 0.254 g 付加した。この油脂に含まれる脂肪酸の組み合わせは以下のどれか。ただし、この油脂は一種類の油脂からなるものとする。

- ア $C_{17}H_{35}COOH$, $C_{17}H_{29}COOH$ イ $C_{17}H_{35}COOH$, $C_{17}H_{31}COOH$
 ウ $C_{17}H_{33}COOH$, $C_{17}H_{31}COOH$ エ $C_{17}H_{35}COOH$, $C_{17}H_{33}COOH$, $C_{17}H_{31}COOH$
 オ $C_{17}H_{35}COOH$, $C_{17}H_{33}COOH$, $C_{17}H_{29}COOH$

- 20 以下の反応過程における a, b に入る適切な組み合わせはどれか。



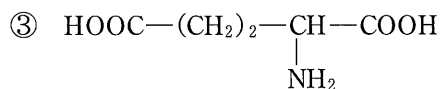
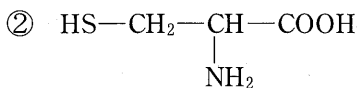
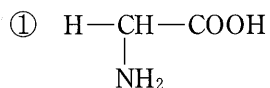
- ア [a] Fe [b] $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ イ [a] Ni [b] CH_3COOH
 ウ [a] Sn [b] $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{OH}$ エ [a] Sn [b] $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 オ [a] Pt [b] CH_3COOH

- 21 アミロースをアミラーゼで完全に分解したところ、生成物は全てマルトースであった。この反応で生じたマルトースが 85.5 g であったとすると、元のアミロースは何 g だったか。もっとも近い値を選べ。

- ア 64.8 イ 68.0 ウ 74.5 エ 81.0 オ 87.5

次の文章を読み、以下の問い(問題 22, 23)に答えよ。

細胞内に含まれるグルタチオンはグルタミン酸、システイン、グリシンからなるトリペプチドである。次に示す①～③の3つの構造式はグルタチオンを構成するアミノ酸のいずれかを示している。



22 次の中に正しい記述はいくつあるか。

- ・①～③の全てのアミノ酸に鏡像異性体が存在する。
- ・①のアミノ酸は α -アミノ酸で2番目に分子量が小さい。
- ・②のアミノ酸はタンパク質が三次構造を取る際のジスルフィド結合に関与する。
- ・③のアミノ酸は塩基性アミノ酸である。
- ・グルタチオンはビウレット反応を示す。

㊦ 1

㊩ 2

㊵ 3

㊥ 4

㊪ 5

23 ①, ②, ③の3種のアミノ酸, 各1分子からなるトリペプチドはグルタチオンを含め何種類の構造異性体の可能性があるか。ただし, 鏡像(光学)異性体による違いは区別しないものとする。

㊦ 3

㊩ 6

㊵ 10

㊥ 12

㊪ 24

24 新型コロナウイルス感染症への対応にあたり，従来型ワクチンに加えて核酸医薬の技術を用いたワクチンが新たに開発された。核酸に関する以下の記述で正しいのはいくつあるか。

- ・ DNA と RNA はいずれもヌクレオチドが付加重合してできた，鎖状の高分子化合物である。
- ・ RNA を構成する塩基は DNA とは異なり，チミンの代わりにウラシルが用いられている。
- ・ RNA は通常二重らせん構造をとる。
- ・ RNA は C, H, O, N の 4 つの元素のみから構成される。
- ・ DNA と RNA を構成する糖はどちらも $C_5H_{10}O_5$ である。

ア 1

イ 2

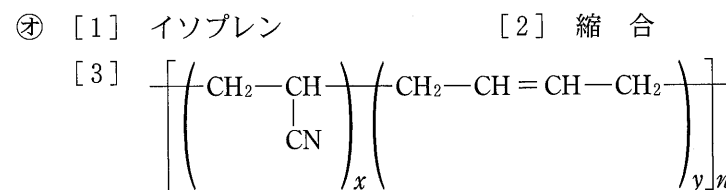
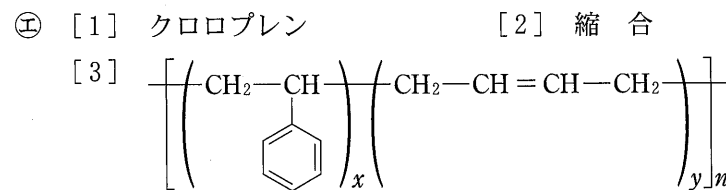
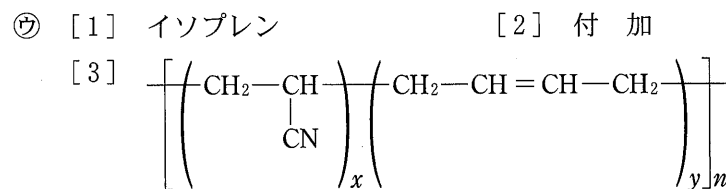
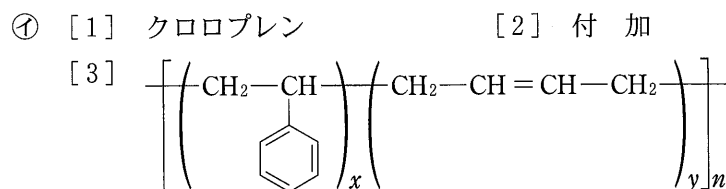
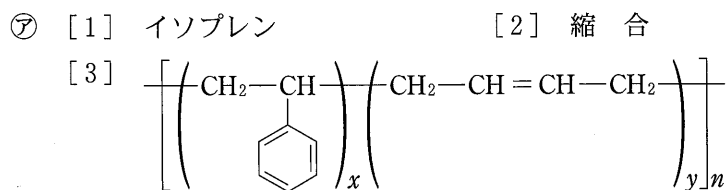
ウ 3

エ 4

オ 5

25 次の[1]～[3]を埋めるのに適切な組み合わせを選べ。

医療用の手袋の素材の一つに天然ゴムがある。この天然ゴムは主に[1]が[2]重合した構造である。天然ゴムはアレルギーの原因にもなることから、近年では代替品として天然ゴムと同様に伸縮性・高い強度・耐油性・耐薬品性があるアクリロニトリル-ブタジエンゴムも手袋に用いられている。この合成ゴムに含まれる構造は[3]である。



生 物

次の文章を読み、以下の問い(問題1～4)に答えよ。

臓器移植に伴う拒絶反応は、抗原や移植部位が非自己と認識されることで起こる。これには、主要組織適合抗原(MHC)が関与している。ヒトの場合、MHCはヒト白血球型抗原(HLA)とよばれ、第6染色体上にある6対の遺伝子(*HLA* 遺伝子)によって決まる。各々の遺伝子座には非常に多くの対立遺伝子が存在する。一般的に父親由来と母親由来の対立遺伝子は異なるため、1個の(A)には6種類⁽¹⁾の異なるMHCクラスⅠ分子が、(B)ではそれに加えて6種類の異なるMHCクラスⅡ分子が発現することになる。MHCクラスⅠ分子とMHCクラスⅡ分子は、それぞれ(C)と(D)に認識される。この(E)種類のMHC分子のすべてが他人と一致することはほとんどなく、臓器移植では移植臓器のMHC分子と自己のMHC分子との不一致が拒絶反応の主な原因となる。

マウスにおける皮膚移植実験においても、拒絶反応を確かめることができる。皮膚片は、遺伝的に均質な系統Xまたは系統Yの同系統の成熟した個体間では生着するが、異なる系統Xと系統Yの成熟した個体間では脱落する。しかし、異なる系統間においても、移植前の処置により皮膚片の生着率を高めることができる。また、生後すぐに移植を受ける個体の⁽²⁾ある器官を切除しても皮膚片の拒絶がみられなくなる。⁽³⁾

- 1 下線部(1)について、父親がab、母親がcdで表される*HLA* 遺伝子の組合せをもっている場合、子供に現れる可能性がある*HLA* 遺伝子の組合せとして正しいものはどれか。

- ㊦ ab, ac, ad, bc ㊩ ab, ac, ad, bd ㊭ ac, ad, bc, bd
㊧ ac, ad, bc, cd ㊪ ac, ad, cd, bd

2 文章中のA～Eに入る語句・数字の組合せとして適当なものはどれか。

	A	B	C	D	E
㊦	抗原提示細胞	有核細胞	キラーT細胞	ヘルパーT細胞	12
㊧	有核細胞	抗原提示細胞	ヘルパーT細胞	キラーT細胞	12
㊨	有核細胞	抗原提示細胞	キラーT細胞	ヘルパーT細胞	12
㊩	抗原提示細胞	有核細胞	ヘルパーT細胞	キラーT細胞	6
㊪	有核細胞	抗原提示細胞	ヘルパーT細胞	キラーT細胞	6

3 下線部(2)について、異なる系統間の皮膚移植において皮膚片の生着率を高める方法として適しているものはどれか。

- ㊦ 系統Xの成熟マウスの血清を、系統Yの成熟マウスに注射する。その後、血清を注射された系統Yのマウスに、系統Xの成熟マウスの皮膚片を移植する。
- ㊧ 系統Yの成熟マウスの血清を、系統Xの成熟マウスに注射する。その後、血清を注射された系統Xの皮膚片を、系統Yの成熟マウスに移植する。
- ㊨ 系統Yの成熟マウスのひ臓細胞を、系統Xの成熟マウスに注射する。その後、ひ臓細胞を注射された系統Xの皮膚片を、系統Yの成熟マウスに移植する。
- ㊩ 系統Xの成熟マウスのひ臓細胞を、系統Yの胎児マウスに注射する。この胎児マウスが産まれて成熟した後、系統Xの成熟マウスの皮膚片を移植する。
- ㊪ 系統Xの胎児マウスのひ臓細胞を、系統Yの成熟マウスに注射する。その後、ひ臓細胞を注射された系統Yのマウスに、系統Xの成熟マウスの皮膚片を移植する。

4 下線部(3)の「ある器官」はどれか。

- ㊦ 副腎 ㊧ 胸腺 ㊨ ひ臓 ㊩ 甲状腺 ㊪ リンパ節

次の文章を読み、以下の問い(問題5～8)に答えよ。

私たちに身近な原核生物には(A)のような従属栄養の細菌が多い。一方、公園や空き地で見られるイシクラゲは(B)という原核生物の一種であり、酸素、二酸化炭素、窒素という3種類の気体を利用できる独立栄養生物として知られている。図1に典型的なイシクラゲの細胞の模式図を示す。顕著な特徴は発達したチラコイドとカルボキシソームとよばれる構造である。チラコイドには光合成色素が埋め込まれており、(C)と同様に(D)を電子の供給源としてATPとNADPHがつくられる。カルボキシソームは二酸化炭素と(E)を結合させるカルボキシラーゼ活性を持つ酵素が集積した構造で、炭酸同化を促進する。また、細胞内には窒素貯蔵に適した特徴を持つシアノフィシンが見られるが、これは(F)とアスパラギン酸という2つのアミノ酸から構成されるポリマーである。イシクラゲでは、窒素が不足すると窒素固定に特化した大型の細胞が一定の割合で生じ、他の細胞では光合成を続ける。窒素固定を触媒する酵素は酸素によって失活するため、大型の細胞は光合成で生じる酸素の影響からこの酵素を守る特徴を持っている。

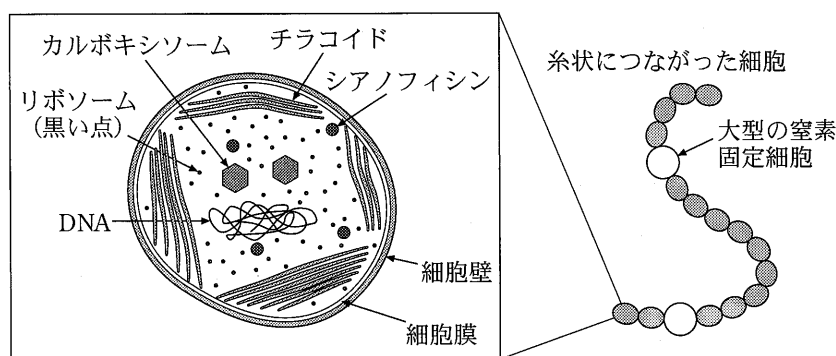


図1 イシクラゲの細胞

5 文章中のA～Cに入る語句の組合せとして適当なものはどれか。

	A	B	C
㉞	メタン菌	アーキア	緑藻類の葉緑体
㉟	大腸菌	シアノバクテリア	緑色硫黄細菌
㊱	大腸菌	根粒菌	バクテリオクロロフィル
㊲	乳酸菌	根粒菌	緑藻類の葉緑体
㊳	乳酸菌	シアノバクテリア	植物の葉緑体

6 文章中のDとEに入る語句の組合せとして適当なものはどれか。

	D	E
㉞	酸 素	C ₃ 化合物
㉟	二酸化炭素	C ₅ 化合物
㊱	水	C ₃ 化合物
㊲	水	C ₅ 化合物
㊳	NAD ⁺	C ₅ 化合物

7 文章中のFには窒素を貯蔵する役割を果たすため、窒素を最も多く含むアミノ酸が入る。正しいものはどれか。

- ㉞ グルタミン酸 ㉟ アルギニン ㊱ グルタミン
 ㊲ システイン ㊳ グリシン

8 下線部(1)として適当なものはどれか。

- ㉖ 光化学系Ⅰの阻害
- ㉗ 光化学系Ⅱの阻害
- ㉘ カルボキシラーゼ活性を持つ酵素の活性化
- ㉙ ミトコンドリアの増殖の活性化
- ㉚ 解糖系酵素の発現の増強

9 固定結合は、さまざまな動物の組織に見られる結合で、カドヘリンまたはインテグリンと呼ばれる膜タンパク質が関与している。これらのタンパク質は、細胞内でアクチンフィラメントや(A)と結合している。

文章中のAに入る細胞骨格を図1より選べ。

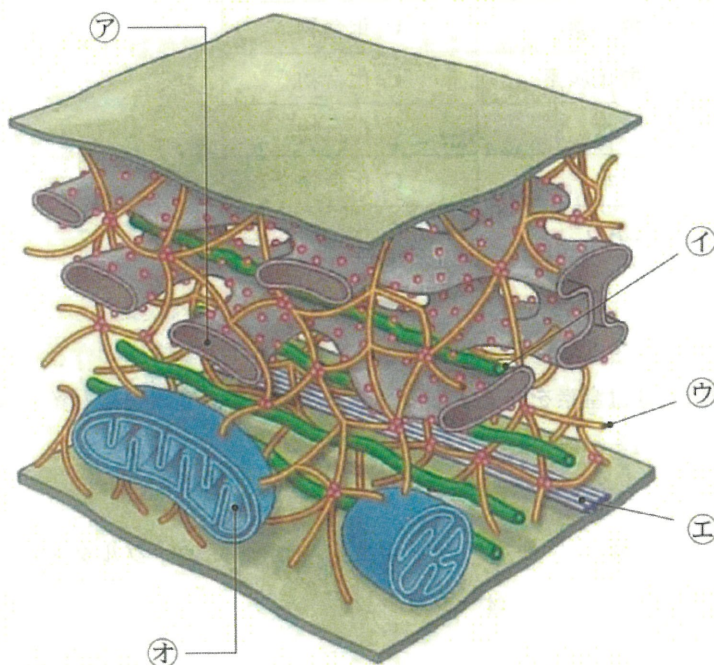


図1 細胞内の模式図

10 ある生物の遺伝子に注目し、数個体を選び mRNA の塩基配列を決定したところ、図 1 のような配列が得られた。

1 10 20 30 40 50
| | | | | |
AUG CUC CUA UAC GUC AUU CUU AUU GAC AAA UUU CAA GUC AUA UGA CUU GAA AUG A

図 1 得られた mRNA の塩基配列

ところが、多くの個体の塩基配列を調べると一部に次のような配列の異なる mRNA を持つ個体もいることがわかった。

- ㊦ 左から 28 番目の A が U になっていた。
- ㊩ 左から 33 番目の U が A になっていた。
- ㊮ 左から 13 番目の G が欠失していた。
- ㊴ 左から 13, 14 番目の G と U が欠失していた。
- ㊵ 左から 15, 16 番目の C と A の間に A が挿入されていた。

㊦～㊵の中で、翻訳されるポリペプチドを構成するアミノ酸数が増加する変異はどれか。ただし、この遺伝子はこの配列の左端の AUG から翻訳されるものとする。必要に応じて図 2 を用いること。

11 ある真核生物の遺伝子 y は、mRNA 前駆体の分子量が 5.0×10^5 であり、mRNA 前駆体に占めるエキソンの割合は 30 % である。また、エキソンのすべてがアミノ酸に翻訳されるわけではなく、実際にアミノ酸に翻訳される mRNA の塩基配列の割合は 60 % である。この遺伝子 y から合成されるタンパク質の分子量として適当なものはどれか。RNA ヌクレオチドの平均分子量を 300、アミノ酸の平均分子量を 120 とする。

- ア 1.2×10^4 イ 2.8×10^4 ウ 3.6×10^4
 エ 8.4×10^4 オ 1.1×10^5

12 DNA の複製に関する A ～ F の説明のうち正しいものはいくつあるか。

- A DNA ポリメラーゼは、リーディング鎖とラギング鎖の双方の合成にはたらく。
 B DNA ポリメラーゼによるヌクレオシド三リン酸どうしの連結には、ヌクレオシド三リン酸の外側の 1 つのリン酸基がはずれたときのエネルギーが使われる。
 C 複製起点では、DNA ヘリカーゼによって相補的塩基対の水素結合が切れ、部分的に 1 本ずつのヌクレオチド鎖にわかれる。
 D ラギング鎖では、DNA リガーゼにより岡崎フラグメントどうしが連結される。
 E ラギング鎖は、 $3' \rightarrow 5'$ の方向に合成される。
 F DNA 合成の開始には、DNA ポリメラーゼとは別の酵素によって合成された DNA プライマーが必要である。

- ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5 以上

次の文章Ⅰ，Ⅱを読み，以下の問い(問題13～15)に答えよ。

Ⅰ．ショウジョウバエの形態形成は，調節遺伝子が段階的にはたらくことによって制御されている。卵の前後軸の一方の末端にはナノス mRNA，もう一方の末端にはビコイド mRNA が局在しているが，受精後に翻訳されると，ナノスとビコイドのタンパク質の濃度勾配が生じる。この濃度勾配を位置情報として胚の前後軸が決まる。その後，⁽¹⁾(A)グループの分節遺伝子によって胚が区画化されて(B)個の体節が形成される。最後に *Hox* 遺伝子が細胞の増殖や接着，分化を制御する多くの遺伝子の発現を調節することで，それぞれの体節は前後軸に沿った特徴的な形態となる。

Ⅱ．脊椎動物の胚では，中胚葉の分節構造である体節が神経管の両側に形成され，前後軸に沿って並ぶ。この分節構造は外からは見えないが，最終的に形成される脊椎骨の分節で確認できる。マウスにはショウジョウバエの *Hox* 遺伝子と相同な遺伝子群が存在し，*Hox6*，*Hox7*，*Hox9* が発現する領域から肋骨のある胸椎が，*Hox10* が発現する領域から腰椎が形成される(図1)。*Hox10* ノックアウトマウスでは本来腰椎になるべき領域全体が胸椎のような形態になった。一方，野生型の約 1/6 量の *Hox10* を発現するマウスでは，本来腰椎になるべき領域の一番前側の脊椎骨だけが胸椎のような形態になった。

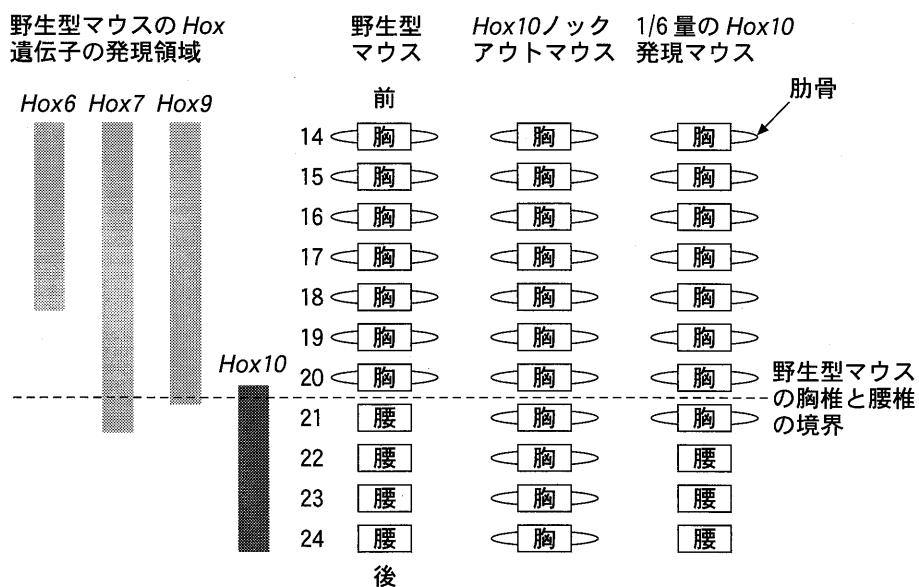
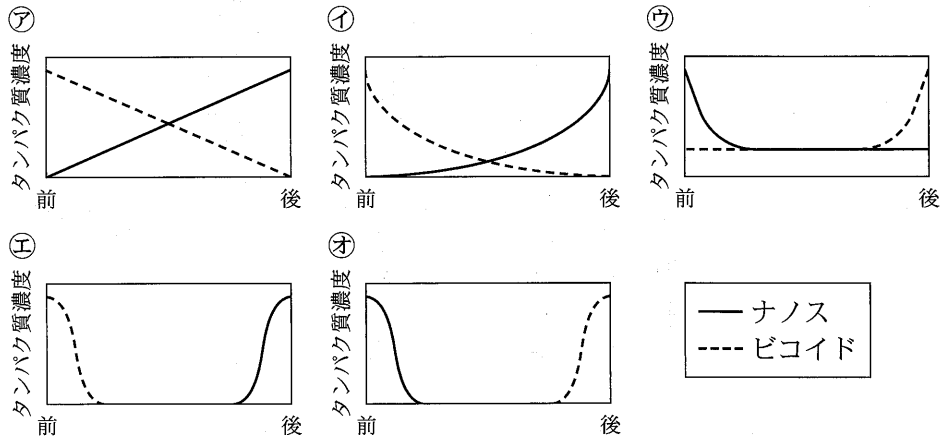


図1 *Hox* 遺伝子の発現領域とマウスの表現型の模式図

* 胸 は胸椎, 腰 は腰椎を表し, 14~24 番目の脊椎骨の領域だけを示す。

- 13 下線部(1)を表すグラフとして適当なものはどれか。ただし、縦軸は受精卵でのナノスとピコイドのタンパク質濃度(相対値)、横軸は受精卵の前端から後端までの位置(相対値)を示している。



- 14 文章中のAとBに入る数字を足すといくつになるか。

ア 8 イ 10 ウ 13 エ 17 オ 18

- 15 前後軸に沿った脊椎骨形成の特徴づけに関する記述のうち、誤っているものはどれか。

- ア 21～24番目の脊椎骨を形成する中胚葉・体節は、*Hox10* がなければ胸椎を形成する。
- イ 21～24番目の脊椎骨を形成する中胚葉・体節は、*Hox10* がはたらくことで腰椎の特徴をもつようになる。
- ウ 野生型の1/6の*Hox10*発現量では21番目の脊椎骨を形成する中胚葉・体節を腰椎の特徴をもつように変えることはできない。
- エ *Hox7* は21番目の脊椎骨を形成する中胚葉・体節が胸椎になることを抑制している。
- オ *Hox10* は、ホメオティック遺伝子だといえる。

16 図1はショウジョウバエの染色体地図である。白眼を生じる劣性(潜性)遺伝子 w には正常な赤眼となる優性(顕性)の対立遺伝子 w^+ があり、痕跡ばねを生じる劣性遺伝子 vg には正常ばねとなる優性の対立遺伝子 vg^+ がある。図の左下の円内は表現型【白眼、痕跡ばね】を示す個体 A の体細胞で観察された染色体の模式図を示している。この個体と表現型【赤眼、正常ばね】の異性個体 B との交配によって【白眼、痕跡ばね】のメス個体が生まれた。個体 B の性別と遺伝子型の組み合わせとして正しいものはどれか。

- ア オス, $X^{w^+}Y, vg^+vg^+$ ① オス, $X^{w^+}Y, vg^+vg$
 ウ メス, $X^{w^+}X^{w^+}, vg^+vg$ ② メス, $X^{w^+}X^w, vg^+vg$
 オ 1 つには決まらない

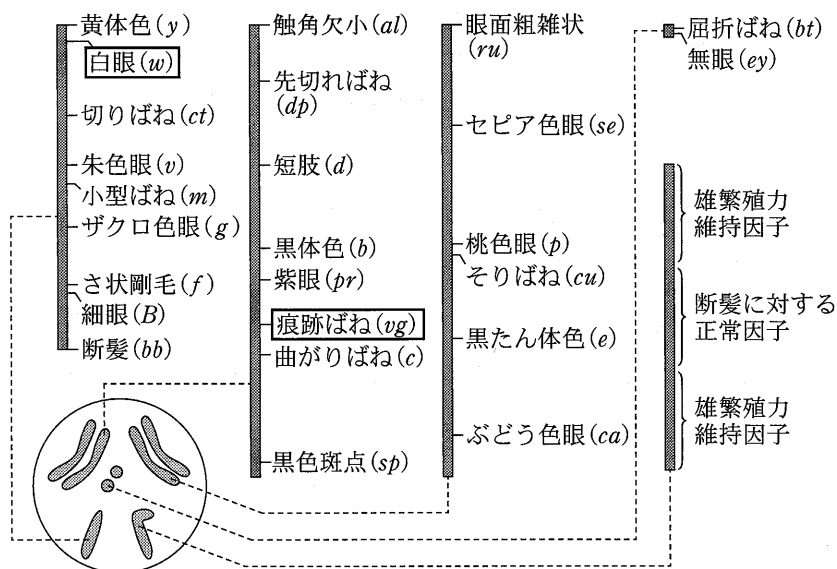


図1 ショウジョウバエの染色体地図と個体 A の染色体

- 17 オナモミは短日植物である。図1のように枝分かれしたオナモミの一方の枝を枝A、もう一方の枝を枝Bとする。実験前から長日条件下で栽培を続け、実験1～4の操作を行った後、領域Xだけを暗幕で覆うことで短日処理を施した。枝A、Bが共に花芽形成すると考えられるものはいくつあるか。

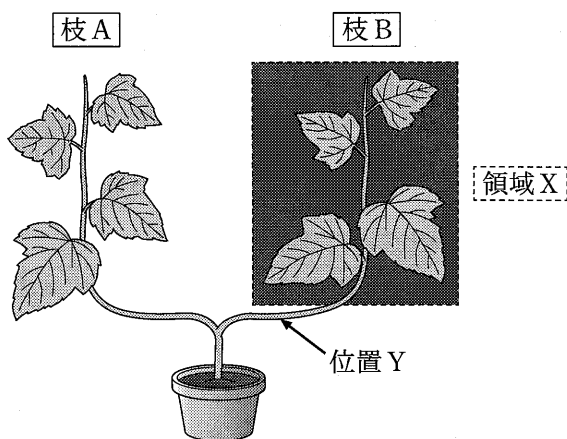


図1 実験に使ったオナモミ

- 【実験1】 枝Bの葉をすべて除去する。
【実験2】 位置Yを環状除皮する。
【実験3】 枝Bの茎頂だけでフロリゲンの受容体が働かないようにする。
【実験4】 枝Bの葉だけでフロリゲンの受容体が働かないようにする。

ア 0 イ 1 ウ 2 エ 3 オ 4

18 以下のミツバチの行動に関する説明のうち正しいものはいくつあるか。

- A えさ場が巣から近くにある時は円形ダンスを行う。
- B 円形ダンスでは方角の情報は伝えられない。
- C 8の字ダンスでは直進する際に尻振りダンスが行われる。
- D 8の字ダンスでは尻振りダンスの方向が重力方向の場合、えさ場は巣から見た太陽と逆方向にある。
- E 円形ダンスと8の字ダンスのかぎ刺激は光である。

㊦ 1 ㊧ 2 ㊨ 3 ㊩ 4 ㊪ 5

19 人の死を判断する場合、呼吸の停止と心拍の停止に加えて、瞳孔反射の消失の確認が行われる。瞳孔反射の消失は、脳のどの領域の機能停止を意味しているか。

㊦ 大 脳 ㊧ 小 脳 ㊨ 間 脳 ㊩ 中 脳 ㊪ 延 髄

- 20 図1はさまざまな生態系における年間の現存量と純生産量の関係を表している。
 例として図中に温帯常緑樹林を示してある。同じように熱帯多雨林、ステップ、砂漠、外洋が図中のa～dの点のどれかに当てはまる。a～dの点と生態系の組合せで
 適当なものはどれか。

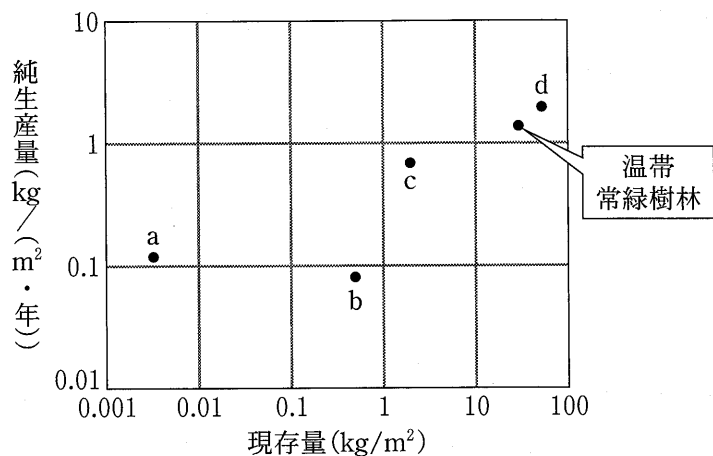


図1 純生産量と現存量の関係

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ㉠ a—外洋, b—熱帯多雨林 | ㉡ a—砂漠, c—ステップ |
| ㉢ a—外洋, b—砂漠 | ㉣ c—砂漠, d—熱帯多雨林 |
| ㉤ b—ステップ, c—外洋 | |

- 21 一部の生物の間には共生や寄生と呼ばれる関係がみられる。ある陸上植物の根には菌根菌が侵入する。菌根菌は土壌のリンを植物に渡し、植物からは炭水化物を常に受け取る。しかし、土壌のリン濃度が高いと、植物は自らリンを効率よく吸収できるので、菌根菌から受け取るリンの重要性は低くなる。図1は菌根菌の存在がこの植物の成長におよぼす影響と土壌のリン濃度の関係を表している。この図に関する以下の文章で正しいものはどれか。なお窒素化合物は土壌に豊富に存在し、十分に利用できるものとする。

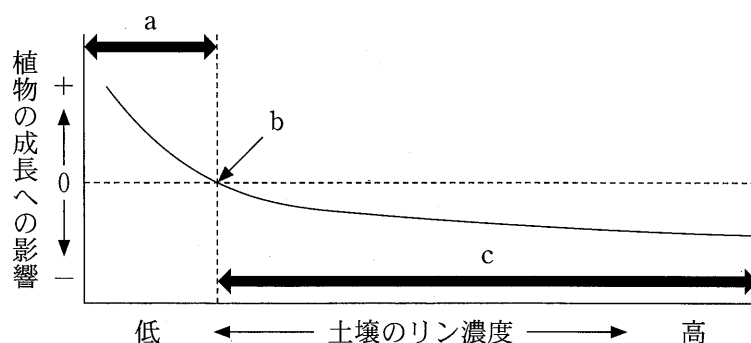


図1 土壌のリン濃度と菌根菌が植物の成長に与える影響

- ㉞ 図のaのリン濃度の範囲では植物のみが利益を得ているので、この植物と菌根菌の関係は片利共生である。
- ㉟ 図のbのリン濃度では植物の成長への影響は0なので、この植物と菌根菌の間に共生関係は無い。
- ㊱ 図のcの範囲のリン濃度では、この植物と菌根菌の関係は寄生にあたる。
- ㊲ 図のa, b, cいずれのリン濃度においても植物と菌根菌の関係は相利共生である。
- ㊳ 図のa, b, cいずれのリン濃度においても植物と菌根菌のいずれかのみが利益を得ているので、この植物と菌根菌の関係は片利共生である。

22 マダニが媒介する重症熱性血小板減少症候群が2013年以降、西日本を中心に434例報告されている。ある地域の基礎データとして、郊外の森林に隣接する公園に生息するマダニの数を推定することを計画した。

まず、幅2mの白い布を350mにわたって引きずり、マダニを採取した。捕獲された数は180匹であった。180匹すべてをアクリル絵の具でマークした後、元の地域に放った。3週間後、同じ場所で132匹のマダニを採取したところ、32匹がマークされていた。注目した区域 1m^2 あたりのマダニの生息数は何匹と推定されるか。

- ㊦ 0.1匹 ㊧ 1匹 ㊨ 10匹 ㊩ 100匹 ㊪ 1000匹

次の文章を読み、以下の問い(問題 23～25)に答えよ。

ある島に生息するマイマイ(カタツムリ)は、通常は右巻きの殻をもつ(右巻きマイマイ)。しかし、突然変異によって、左巻きの殻をもつ個体(左巻きマイマイ)が現れることがある。⁽¹⁾マイマイの各個体は、雌雄同体だが、特徴的な交尾姿勢をとって精子のつまった袋を交換し、有性生殖を行う。このとき、交尾は右巻きマイマイのペア間、あるいは左巻きマイマイのペア間でのみ成立する。

23 左巻きマイマイが、集団全体に広まるために必須の条件として正しいものはいくつあるか。

- A 右巻きマイマイの個体数が減少すること。
- B 右巻きマイマイの移動が妨げられる地理的障壁が形成されること。
- C 左巻きマイマイが右巻きマイマイに比べ生存に不利ではないこと。
- D 同時期に複数の左巻きマイマイが存在すること。
- E 右巻きマイマイと左巻きマイマイに生殖的隔離が形成されること。

㊦ 0 ㊧ 1 ㊨ 2 ㊩ 3 ㊪ 4

- 24 このマイマイの生息する島では、マイマイだけを食えるという食性をもったヘビの1種がマイマイの主要な捕食者である。このヘビは、左右非対称の下顎骨を持ち、右巻きマイマイの軟体部だけを殻から引き抜き食えることができる。左巻きマイマイが集団全体に広まり、右巻きマイマイと共存するようになった後、島に生息していたマイマイよりも小型の殻をもつ別種のマイマイ(小殻マイマイ)が侵入し大量発生し続けた。すると、このヘビは小殻マイマイを優先的に食べるようになった。小殻マイマイ侵入後の既存のマイマイの個体数の変化として適当なものはどれか。また、既存のマイマイと小殻マイマイの間に資源を巡る競争はないものとする。

	右巻きマイマイ	左巻きマイマイ
㊦	増える	増える
㊦	増える	減 る
㊦	減 る	増える
㊦	減 る	減 る
㊦	変化なし	変化なし

- 25 下線部(1)に関連して、5種のマイマイのある1本の染色体を調べたところ、最も祖先的な種1の染色体構造と比較して、種2、3、4、5の染色体構造は図1のようになっていた。この構造から種2、3、4、5の系統関係を推定した。推定される系統関係として適当なものはどれか。

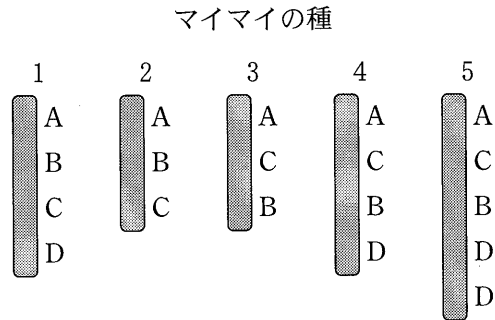


図1 マイマイの染色体構造

*A~Dは染色体の領域を表す。

